

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเปลือกมังคุดที่ระดับความสุกต่างกัน
Phenolic Compounds Content of Mangosteen Pericarp at Different Ripeness Levels

พนัชนิชา จรัสเพชร¹ วิลัยลักษณ์ แสงทอง¹ ขวัญใจ กลิ่นจงกล¹ ปราณีต โอปณะโสภิต² และปราโมทย์ คูวิจิตรจารู¹
Panchita Charatpet¹, Wilailux Sangtong¹, Khwanjai Klinchongkon¹, Praneet Opanasopit² and Pramote Khuwijitjaru¹

Abstract

This study measured phenolic compounds contents in mangosteen pericarp at three different ripeness levels. Ripeness levels of mangosteen were divided by the pericarp colors: yellow ($L^* = 42 - 63$ $a^* = -0.5 - 20$ $b^* = 21 - 36$), red ($L^* = 22 - 47$ $a^* = 2 - 21$ $b^* = 3 - 25$) and dark purple ($L^* = 19 - 40$ $a^* = 6 - 24$ $b^* = 1 - 19$). The total phenolic content was determined using Folin-Ciocalteu's reagent and 3 major phenolic compounds including phenolic acids, hydroxycinnamates and flavonoids were analyzed by an HPLC. The results showed that red pericarp mangosteen contained the highest total phenolic content (200 – 300 mg gallic acid/g dry sample) which was consistent with phenolic acids, hydroxycinnamates and flavonoids values from the HPLC analysis. Phenolic acids (100 – 400 mg gallic acid/ g DW) were the most abundant phenolic compounds found in mangosteen pericarp at every level of ripeness, followed by hydroxycinnamates (50 – 250 mg caffeic acid/g DW) and flavonoids were found at very low amount (< 4 mg rutin/g DW)

Keywords: *Garcinia mangostana* L., ripeness level, phenolic compounds

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเปลือกมังคุดที่มีระดับการสุกแตกต่างกัน 3 ระดับ โดยการจำแนกระดับการสุกด้วยสีเปลือก โดยกลุ่มแรกมีเปลือกสีเหลือง (ค่า $L^* = 42 - 63$ $a^* = -0.5 - 20$ $b^* = 21 - 36$) กลุ่มที่สองมีเปลือกสีแดง (ค่า $L^* = 22 - 47$ $a^* = 2 - 21$ $b^* = 3 - 25$) และกลุ่มที่สามมีเปลือกสีม่วงเข้ม (ค่า $L^* = 19 - 40$ $a^* = 6 - 24$ $b^* = 1 - 19$) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดวิเคราะห์จากการทำปฏิกิริยากับ Folin-Ciocalteu's reagent ปริมาณสารฟีนอลิกสำคัญสามกลุ่ม คือกลุ่มกรดฟีนอลิก กลุ่มไฮดรอกซีซินนามาต และกลุ่มฟลาโวนอยด์วิเคราะห์ด้วยวิธีโครมาโตกราฟีของเหลวความดันสูง (HPLC) ผลการทดลองพบว่ามังคุดที่มีเปลือกสีแดงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด คือ 200 – 300 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักตัวอย่างแห้ง ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดฟีนอลิก กลุ่มไฮดรอกซีซินนามาต และกลุ่มฟลาโวนอยด์จากการวิเคราะห์ด้วย HPLC ที่มีสูงที่สุดเช่นกัน โดยพบว่าสารกลุ่มกรดฟีนอลิกเป็นสารประกอบฟีนอลิกที่พบมากที่สุดเปลือกมังคุดทั้งสามระดับการสุก (100 – 400 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักตัวอย่างแห้ง) รองลงมาคือกลุ่มไฮดรอกซีซินนามาต (50 – 250 มิลลิกรัมกรดคาเฟอิกต่อกรัมน้ำหนักตัวอย่างแห้ง) ส่วนสารกลุ่มฟลาโวนอยด์พบในปริมาณน้อยมาก (< 4 มิลลิกรัมรูตินต่อกรัมน้ำหนักตัวอย่างแห้ง)

คำสำคัญ: มังคุด, ระดับการสุก, สารประกอบฟีนอลิก

คำนำ

มังคุด (*Garcinia mangostana*) เป็นผลไม้ที่เป็นที่รู้จักดีของทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ ซึ่งในปัจจุบันนี้นอกเหนือจากการบริโภคเนื้อมังคุดสดแล้วยังมีการแปรรูปเนื้อและเปลือกมังคุดเป็นเครื่องดื่มน้ำมังคุดเนื่องจากการศึกษาจำนวนมากพบว่าส่วนเปลือก (rind และ peel) ของมังคุดอุดมไปด้วยสารพฤกษเคมีที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพหลากหลายชนิด โดยเฉพาะสารประกอบฟีนอลิกกลุ่มต่างๆ ได้แก่ แทนนิน ฟลาโวนอยด์ และแซนโทนส์ (xanthones) เป็นต้น (Obolskiy *et al.*, 2009; Pothitirat *et al.*, 2009) อย่างไรก็ตามปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเปลือกมังคุดมีความแปรปรวนขึ้นกับปัจจัยหลายประการ ระดับความแก่ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่ง Pothitirat *et al.* (2009) ได้รายงานว่าเปลือกมังคุดอ่อนมีปริมาณ

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม 73000

¹ Department of Food Technology, Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University, Nakhon Pathom 73000

² ภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม 73000

² Department of Pharmaceutical Technology, Faculty of Pharmacy, Silpakorn University, Nakhon Pathom 73000

สารฟีนอลิกทั้งหมด แทนนินทั้งหมด และค่าการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าเปลือกแก่ แต่เปลือกแก่มีปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ปริมาณสาร α -mangostin xanthone และฤทธิ์การต้านแบคทีเรียสูงกว่า

ศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงได้สนใจในการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของเปลือกมังคุดที่มีระดับความแก่อ่อนต่างๆ กัน 3 ระดับ เนื่องจากผู้วิจัยต้องการตัวอย่างผลมังคุดที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกต่างกันหลายๆ ระดับเพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยใช้วิธีการแบบไม่ทำลาย เช่น การใช้สเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้ (NIR) ต่อไป นอกจากนี้จากข้อมูลนี้ผู้ผลิตเครื่องตักน้ำมังคุดซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เน้นประโยชน์เชิงสุขภาพจากสารประกอบต่างๆ ในเปลือกมังคุดโดยเฉพาะสารประกอบฟีนอลิกอาจสามารถเลือกเปลือกมังคุดที่เหมาะสมที่จะนำมาผสมในผลิตภัณฑ์ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัตถุประสงค์ และการวัดค่าสี

มังคุดสดได้จากสวนในจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยคัดขนาดผลที่ใกล้เคียงกัน วัดค่าสีของเปลือกมังคุดด้วยเครื่องวัดสี Mini Scan XE Plus (Hunter Associates Laboratory, USA) รายงานค่าสีในระบบ CIE L*a*b*

2. การวิเคราะห์ฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compound) ด้วย Folin-Ciocalteu's reagent

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในเปลือกมังคุดโดยการสกัดเปลือกมังคุดที่บดละเอียดด้วยเครื่องปั่นผสมปริมาณ 0.5 กรัมด้วยสารละลายเมทานอลเข้มข้น 60 %v/v ปริมาตร 25 มิลลิลิตรในขวดสีชา โดยสกัดในอ่างอัลตราโซนิก (275D, Crest Ultrasonics, Malaysia) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำไปหมุนเหวี่ยงที่ 5000 xg เป็นเวลา 10 นาที เก็บส่วนใสเพื่อการวิเคราะห์ต่อไป

นำตัวอย่างที่สกัดได้ 0.4 มิลลิลิตรผสมกับ สารละลาย Folin-Ciocalteu's reagent (10 %) 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ 3 นาที เติม Na_2CO_3 7.5% (w/v) ปริมาตร 1.6 มิลลิลิตร ผสมด้วย vortex ทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร (Genesys UV-Vis 10s, Thermo Scientific, USA) คำนวณหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเทียบกับกราฟมาตรฐานของ gallic acid

3. การวิเคราะห์กลุ่มของสารประกอบฟีนอลิกด้วย HPLC

วิเคราะห์กลุ่มของสารประกอบฟีนอลิก 3 กลุ่ม คือกลุ่มกรดฟีนอลิก กลุ่มไฮดรอกซีควิโนนาเมต และกลุ่มฟลาโวนอยด์ด้วย HPLC (Shimadzu, Japan) โดยใช้เครื่องตรวจวัดแบบ Diode Array Detector และแยกสารด้วยคอลัมน์ Inertsil ODS-3 (4.6 X 150 mm, GL Sciences, Japan) ใช้ mobile phase 2 ชนิดคือ กรดอะซิติกเข้มข้น 5 % (A) และ เมทานอล (B) โดยปรับสัดส่วนของ B ดังนี้ นาทีที่ 0-5 ใช้ค่าคงที่ที่ 30% นาทีที่ 5-10 เพิ่มเป็น 50 % นาทีที่ 10-20 เพิ่มเป็น 100 % และนาทีที่ 20-25 ลดลงเป็น 30% ใช้อัตราการไหล 0.8 มิลลิลิตรต่อนาที ฉีดตัวอย่างที่สกัดได้จากข้อ 3 ปริมาตร 20 ไมโครลิตร และตรวจวัดสารประกอบกลุ่มกรดฟีนอลิกที่ความยาวคลื่น 280 นาโนเมตรโดยใช้ gallic acid เป็นสารมาตรฐาน ตรวจวัดสารประกอบกลุ่มไฮดรอกซีควิโนนาเมตที่ความยาวคลื่น 320 นาโนเมตรโดยใช้ caffeic acid เป็นสารมาตรฐาน และตรวจวัดสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่ความยาวคลื่น 360 นาโนเมตรโดยใช้ rutin เป็นสารมาตรฐาน

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ระดับการสุกของตัวอย่างมังคุด

ตัวอย่างของมังคุดที่มีระดับการสุกแตกต่างกันแสดงใน Figure 1 โดยในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้แบ่งกลุ่มมังคุดเป็นสามกลุ่มคือกลุ่มเปลือกสีเขียว เปลือกสีแดง และเปลือกสีม่วงเข้ม โดยมีค่าสีดังแสดงใน Table 1 ซึ่งสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ได้แบ่งระดับสีของมังคุดเมื่อเข้าสู่ระยะการสุกไว้ 7 ระดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2556) เริ่มตั้งแต่สีเขียวอมเหลืองจนถึงสีม่วง



Figure 1 Mangosteen at different ripeness levels: (a) yellow, (b) red and (c) dark purple.

2. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในเปลือกมังคุดที่มีสีแตกต่างกันแสดงผลดัง Table 2 พบว่าเปลือกมังคุดมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในช่วงตั้งแต่ 100 ถึง 300 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักตัวอย่างแห้ง ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับงานวิจัยอื่นๆ (Pothitirat *et al.*, 2009; Zadernowski *et al.*, 2009) และในการศึกษานี้ได้พบว่ามังคุดในช่วงที่มีเปลือกสีแดงและสีเหลืองมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าสีม่วงซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pothitirat *et al.* (2009) ซึ่งรายงานว่างเปลือกมังคุดอ่อนมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด แทนนินทั้งหมด และค่าการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าเปลือกแก่

Table 1 Color parameters, total phenolic content and individual class of phenolic compounds of mangosteen pericarp at different ripeness levels.

Ripeness (color)	Color parameters (range)			Total Phenolic content (mg gallic acid/g DW)	Individual class of phenolic compound by HPLC (mg/g DW)		
	L*	a*	b*		Phenolic acid (as gallic acid)	Hydroxycinnamates (as caffeic acid)	Flavonoids (as rutin)
	Yellow	42 - 63	-0.5 - 20				
Red	22 - 47	2 - 21	3 - 25	200 - 300	200 - 400	139 - 250	1.9 - 3.6
Dark purple	19 - 40	6 - 24	1 - 19	100 - 180	100 - 200	100 - 200	2.4 - 3.4

ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกด้วยวิธี HPLC นั้นได้แยกสารประกอบฟีนอลิกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือกลุ่มกรดฟีนอลิก กลุ่มไฮดรอกซีซินนามेट และกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Figure 2) การพิจารณาพีคที่ตรวจพบใช้การตรวจสอบกับค่าการดูดกลืนแสง (absorption spectrum) ของสารแต่ละพีคจาก DAD detector โดยสารที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 280 นาโนเมตรพิจารณาว่าเป็นกลุ่มกรดฟีนอลิก สารที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 320 นาโนเมตรพิจารณาว่าเป็นกลุ่มไฮดรอกซีซินนามेट และสารที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 360 นาโนเมตรพิจารณาว่าเป็นกลุ่มฟลาโวนอยด์ จากนั้นจึงใช้ผลรวมของพื้นที่ใต้พีคของสารทุกพีคในกลุ่มนั้นๆ เพื่อคำนวณปริมาณ

จากโครมาโตแกรมและ Table 1 จะเห็นได้ว่าพบพีคของสารในกลุ่มกรดฟีนอลิกหลายพีค ซึ่งเมื่อรวมกันแล้วทำให้ปริมาณกรดฟีนอลิกมีค่าสูง ในขณะที่พบพีคของสารกลุ่มไฮดรอกซีซินนามेटเพียงจำนวนไม่มากแต่มีขนาดใหญ่ ค่าของสารกลุ่มนี้มีค่าต่ำกว่ากลุ่มฟีนอลิกอยู่เล็กน้อย สำหรับสารกลุ่มฟลาโวนอยด์พบในปริมาณน้อยมาก Zadernowski *et al.* (2009) ได้รายงานชนิดของสารประเภทกรดฟีนอลิกที่พบมากในเปลือกมังคุดคือ protocatechuic acid และ *p*-hydroxybenzoic acid ส่วนสารกลุ่มไฮดรอกซีซินนามेटนั้นพบ *p*-coumaric ในส่วนของเปลือกใน (rind) และพบ caffeic ในส่วนเปลือกแข็ง (peel) จากผลการวิเคราะห์ด้วย HPLC ยังยืนยันให้เห็นว่ามังคุดในช่วงเปลือกสีแดงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยรวมสูงกว่าอีกสองระดับการสุก จากผลการศึกษานี้ทำให้ทราบว่าสามารถเลือกมังคุดที่มีระดับสารประกอบฟีนอลิกต่างกันอย่างไรก็ได้โดยดูจากสีเปลือกได้ นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่าในการนำเปลือกมังคุดมาใช้ประโยชน์ เช่น การนำมาเป็นส่วนผสมของน้ำ

มังคุดนั้นจำเป็นต้องมีการเลือกกระดับของการสุกให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ปริมาณและองค์ประกอบของสารประกอบฟีนอลิกตามที่ต้องการ

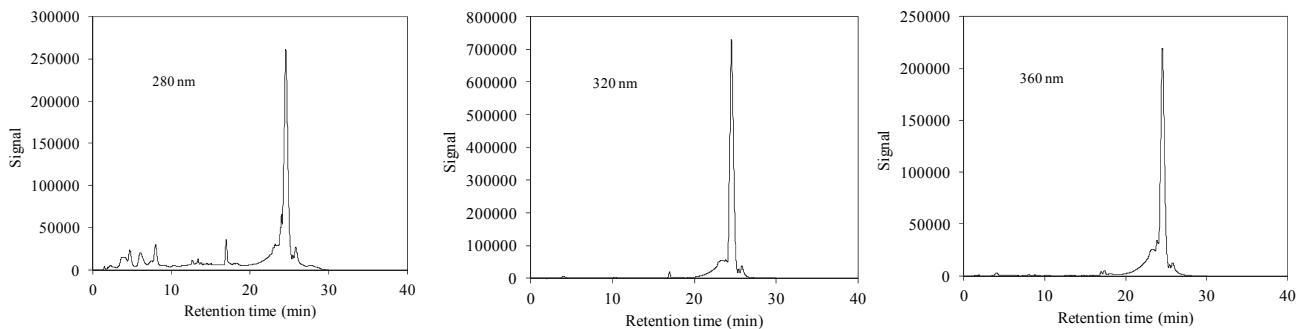


Figure 2 HPLC chromatogram of phenolic compounds monitored at 280, 320 and 360 nm.

สรุป

งานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นว่าเปลือกมังคุดที่ระดับความสุกแตกต่างกันสามระดับคือในช่วงเปลือกสีเหลือง สีแดง และสีม่วงเข้มมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกต่างกันโดยเปลือกในช่วงสีม่วงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกต่ำกว่าอีกสองช่วงทั้งจากการวิเคราะห์ด้วยค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดโดยใช้ Folin-Ciocalteu's reagent หรือการวิเคราะห์แยกกลุ่มของสารประกอบฟีนอลิกด้วย HPLC นอกจากนี้ยังพบว่าสารประกอบกลุ่มกรดฟีนอลิกเป็นสารประกอบฟีนอลิกที่พบมากที่สุด ในเปลือกมังคุดทุกระดับความสุก

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ “การพัฒนาวิธีการตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในมังคุดและมะขามป้อมด้วยเทคนิคสเปกโตรสโคปีอินฟราเรดย่านใกล้” ภายใต้แผนการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาวิธีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เกษตรและผลิตภัณฑ์อาหารอย่างรวดเร็วด้วยเทคนิคสเปกโตรสโคปีอินฟราเรดย่านใกล้” (SURDI 55/02/13) ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร

เอกสารอ้างอิง

- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2556. ศูนย์ข้อมูลผลไม้. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา: <http://www.oae.go.th/fruits/index.php>. (20 สิงหาคม 2556).
- Obolskiy, D., I. Pischel, N. Siriwatanametanon and M. Heinrich. 2009. *Garcinia mangostana* L.: a phytochemical and pharmacological review. *Phytotherapy Research* 23: 1047-1065.
- Pothitirat, W., M.T. Chomnawang, R. Supabphol and W. Gritsanapan. 2009. Comparison of bioactive compounds content, free radical scavenging and anti-acne inducing bacteria activities of extracts from the mangosteen fruit rind at two stages of maturity. *Fitoterapia* 80: 442-447.
- Zadernowski, R., S. Czapliski and M. Naczka. 2009. Phenolic acid profiles of mangosteen fruits (*Garcinia mangostana*). *Food Chemistry* 112: 685-689.