ผลของระยะการสุกต่อปริมาณสารแทนนิน สารฟีนอลิกรวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเปลือกมังคุด

Effect of ripening stages on tannin, total phenolic contents and antioxidant activities in mangosteen peel

นุรอามาลี ดีนามอ[1*], สากีน๊ะ ดามาลี[2], อามานี สนิ[2], อภิชัย มาลีกัน[3]

Nuramalee Deenamo[1*], Sakinah Damalee[1], Amanee Sni[1], Aphichai Maleekan[2]

[1] สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

[1] Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Princess of Naradhiwas University

[2]สาขาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

[2]Department of Applied Biology, Faculty of Science and Technology, Princess of Naradhiwas University

[3]สำนักงานสภาเกษตรกรจังหวัดนราธิวาส

[3]Narathiwat Farmers Council Office

***Corresponding author, E-mail:** nuramalee.d@pnu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระยะการสุกของเปลือกมังคุดต่อปริมาณสารแทนนินและสารฟีนอลิกรวม รวมถึงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ทำการทดลองโดยเก็บมังคุดที่ระยะการสุกแตกต่างกัน คือ ผลดิบ (เปลือกสีเขียว) ผลปานกลาง (เปลือกสีเขียวปนม่วง) และผลสุก (เปลือกสีม่วง) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 20 ผล นำเปลือกมังคุดมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ อบด้วยตู้อบลมร้อนที่ 60°ซ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง บดและแช่ผงเปลือกมังคุด 5 กรัม ในเอทานอล ความเข้มข้น 60% (v/v) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 50°ซ ระยะเวลาในการสกัด 5 ชั่วโมง นำสารสกัดที่ได้ไประเหยแห้ง เพื่อระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นระเหยสารสุญญากาศ (rotary evaporator) และวิเคราะห์ปริมาณสาระสำคัญด้วยเทคนิคสเปกโทรโฟโตเมตริก ผลการทดลองพบว่า สารสกัดจากเปลือกมังคุดที่มีอายุผลต่าง ๆ กัน ได้แก่ ผลดิบ ผลปานกลาง และผลสุก มีปริมาณของสารแทนนิน เท่ากับ 189.96 2,016.16 และ 847.66 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ มีปริมาณสารฟีนอลิกรวม เท่ากับ 236.90, 2,326.20 และ 981.48 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และเมื่อทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระที่ร้อยละ 50 (IC_{50}) เท่ากับ 0.1410, 0.0060 และ 0.0088 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ผลงานวิจัยนี้อาจบ่งชี้ว่า ระยะการสุกของเปลือกมังคุดมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อปริมาณสารแทนนิน ปริมาณสารฟีนอลิกรวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วย

คำสำคัญ: ระยะการสุก, สารแทนนิน, สารฟีนอลิกรวม, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

The aim of this research was to determine the effect of ripening stages of mangosteen peel on tannin, total phenolic contents and as well as antioxidant activity. In this experiment, mangosteens were picked at variety stages of ripening such as unripe fruit (green peel), medium fruit (purple-green peel) and ripe fruit (purple peel). It was conducted using a completely randomized design (CRD) with 3 replications and 20 fruits per replication. The peel samples were cut into small pieces, dried in a hot air oven at 60°C for 48 h, ground to powder, and 5 grams of peel powder were soaked in 100 mL of 60% (v/v) ethanol at 50°C for 5 hours. The extracts were evaporated with a rotary evaporator to remove the solvent. These contents were analyzed by spectrophotometric technique. The result showed that the extraction samples of peel at different stages of ripening such as unripe fruit, medium fruit and ripe fruit were contained tannin contents of 189.96, 2,016.16 and 847.66 mg/L., respectively. The contents of phenolic compound were 236.90, 2,326.20 และ 981.48 mg/L, respectively. In addition, DPPH radical scavenging activities (IC_{50}) were 0.1410, 0.0060 และ 0.0088 mg/mL. The results possibly indicated that the ripening stages of mangosteen peel had a significant effect on tannin and total phenolic compounds contents, and also antioxidant activity.

Keywords: ripening stages, total phenolic contents, tannin, antioxidant activities

บทนำ

มังคุดมีชื่อสามัญ คือ mangosteen ส่วนชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Garcinia mangostana* Linn. เป็นไม้ผลยืนต้นไม่ผลัดใบ มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินโดนีเซีย และปลูกแพร่กระจายไปยังประเทศมาเลเซีย พม่า ไทย กัมพูชา และเวียดนาม สำหรับประเทศไทยมีแหล่งที่ปลูกมังคุดกันมากในภาคใต้และภาคตะวันออก มังคุดเป็นผลไม้ที่มีรสชาติอร่อยจนได้รับการขนานนามว่า “ราชินีแห่งไม้ผลเมืองร้อน (queen of tropical fruits)” นิยมรับประทานในรูปผลสด และสามารถนำมาทำอาหารคาวและหวาน เช่น แกง ยำ และอาหารหวาน เช่น มังคุดลอยแก้ว แยมมังคุด มังคุดกวน มังคุดแช่อิ่ม เป็นต้น จากหลายรายงานวิจัยยกให้มังคุดเป็นซุปเปอร์ฟรุ๊ต (super fruit) เนื่องจากเป็นผลไม้ที่มีประโยชน์และมีคุณค่าทางอาหารที่สูง (Gutierrez-Orozco & Failla, 2013) มังคุดมีสารประกอบพฤกษเคมีที่สำคัญหลายกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มของสารไอโซพรีนิลเลทแซนโทน (isoprenylated xanthones) สารกลุ่มแอนโธไซยานิน (anthocyanins) และสารประกอบกลุ่มฟีนอลิค (phenolic compounds) ซึ่งจัดเป็นสารธรรมชาติที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพและ

ทางเภสัชกรรมอย่างกว้างขวาง (Gondokesumo et al., 2017; Obolskiy et al., 2009) เช่น มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปรับสมดุลของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายให้อยู่ในสภาวะปกติ ช่วยชะลอมิให้เกิดความเสื่อมและความเสียหายภายในร่างกาย ช่วยต้านการอักเสบ รักษาระดับน้ำตาลในเลือด ช่วยป้องกันโรคอ้วน และช่วยป้องกันมะเร็งได้ (Ovalle-Magallanes et al., 2017) นอกจากนี้เนื้อของผลมังคุดมีเส้นกากใยสูง อีกทั้งในส่วนของเปลือกมีสรรพคุณทางยา คือ มีฤทธิ์ฝาดช่วยสมานผิวทำให้แผลหายเร็ว ช่วยลดอาการอักเสบและมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย แก้ท้องเสีย ใช้รักษาอาการน้ำกัดเท้า เป็นต้น การนับอายุของผลมังคุดเพื่อหาวันเก็บเกี่ยวตามหลักวิชาการนั้น จะนับวันหลังจากเริ่มออกดอกไปประมาณ 6 สัปดาห์ หรือหลังจากดอกบานไปประมาณ 11-12 สัปดาห์ หรือสังเกตสีเปลือกที่เปลี่ยนแปลงตามค่าดัชนีการสุกของมังคุด โดยอ้างอิงจากข้อมูลประเทศมาเลเซีย (the Malaysian maturity index) ซึ่งมีขั้นตอน 7 ระยะ เริ่มตั้งแต่สีเขียวอมเหลือง (ระยะที่ 0, S0) พัฒนาจนถึงสีม่วงเข้ม (ระยะที่ 6, S6) (Osman & Milan, 2006) ลักษณะการสุกของมังคุดจะต่างจากผลไม้ประเภท climacteric อื่น ๆ ที่สามารถสุกเต็มที่เมื่อเก็บเกี่ยวที่ระยะเขียวเริ่มต้น (ระยะที่ 0 หรือ S0) แต่มังคุดต้องเก็บเกี่ยวในระยะสุกกลาง (ระยะที่ 2 หรือ S2) คือมีลักษณะเป็นจุดสีชมพูเป็นต้นไปเท่านั้น จึงจะทำให้การเก็บเกี่ยวผลมังคุดได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีและตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ส่วนใหญ่การศึกษาสารสำคัญในมังคุดมักใช้ส่วนของเปลือก เช่น จากงานวิจัยของจาฮาเนียและคณะ (Tjahjania et al., 2014) รายงานว่า เปลือกมังคุดสุกที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างชนิดกัน จะแสดงศักยภาพของสมบัติการต้านอนุมูลอิสระได้แตกต่างกัน โดยกิจกรรมเอนไซม์ซุปเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเทส (superoxide dismutase, SOD) พบการออกฤทธิ์ได้สูงสุดเมื่อสกัดด้วยน้ำ ในขณะที่ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระรวม (total antioxidant, TAS) พบค่า IC_{50} ต่ำ ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้สูงเมื่อสกัดด้วย 70% แอลกอฮอล์ อย่างไรก็ตามยังไม่พบรายงานวิจัยในเชิงเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญของผลมังคุดในระยะการสุกต่าง ๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของระยะการสุกของเปลือกมังคุดต่อปริมาณ สารแทนนินและสารฟีนอลิกรวม รวมถึงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการหาระยะการสุกที่เหมาะสมสำหรับการสกัดสารสำคัญจากเปลือกมังคุด และคาดว่าจะเป็นประโยชน์ในการนำไปประยุกต์กับศาสตร์อื่น ๆ ตลอดจนการแปรรูปเป็นสมุนไพรที่มีคุณภาพและผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาปริมาณสารสำคัญในเปลือกมังคุด ได้แก่ สารแทนนิน สารฟีนอกลิกรวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ในระยะการสุกต่าง ๆ กัน

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษานี้ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ โดยเก็บตัวอย่างผลมังคุดจากสวนของเกษตรกรในบริเวณจังหวัดนราธิวาส ที่มีระยะการสุกต่าง ๆ กัน 3 ระยะ ได้แก่ ผลดิบ (เปลือกสีเขียว) ผลปานกลาง (เปลือกสีเขียวปนม่วง) และผลสุก (เปลือกสีม่วง) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วยซ้ำละ 20 ผล นำผลมาล้างน้ำทำความสะอาดและหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60°ซ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดให้เป็นผงละเอียด ชั่งตัวอย่างผงเปลือกมังคุด 5 กรัม แช่ใน 60% เอทานอล เขย่าด้วยเครื่องเขย่า (shaker) เป็นระยะเวลา 30 นาที จากนั้นแช่ที่อุณหภูมิ 50°ซ เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนด นำไปกรองแยกสารสกัดออกจากกากด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำสารสกัดไประเหยแห้ง เพื่อระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นระเหยสารสุญญากาศ (rotary evaporator) จากนั้นนำสารสกัดเก็บไว้ในขวดแก้วสีชาปิดฝาให้สนิท การวิเคราะห์หาปริมาณสารแทนนิน และสารฟีนอลิกรวมที่สกัดได้จากเปลือกมังคุดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu phenol reagent โดยดัดแปลงตามวิธีของสมพรและคณะ (Somporn et al., 2018) โดยปิเปตสารสกัดที่เจือจางด้วยอัตราส่วนอย่างเหมาะสมปริมาตร 50 ไมโครลิตร ทำปฏิกิริยากับสารละลาย Folin-Ciocalteu phenol ปริมาตร 200 ไมโครลิตร นำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที แล้วเติมสารละลาย 20% (w/v) โซเดียมคาร์บอเนต ปริมาตร 1,000 ไมโครลิตร ตั้งไว้ 10 นาที นำสารละลายที่เตรียมได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร เทียบปริมาณกับสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิก และกรดแกลลิก ส่วนความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ วิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH scavenging activity assay โดยดัดแปลงตามวิธีของซิงห์และคณะ (Singh et al., 2002) โดยนำสารสกัดปริมาตร 20 40 60 80 และ 100 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลาย 0.1 mM DPPH ปริมาตร 1,000 ไมโครลิตร ตั้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 20 นาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดมาคำนวณค่าร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ (% Inhibition) เทียบกับค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุม ดังสมการ

$$\% \text{ Inhibition} = \left[\frac{A_0 - A_s}{A_0}\right] \times 100$$

โดยที่ A_0 คือ ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุม

A_s คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่าง

ค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH รายงานเป็นค่าความเข้มข้นของสารสกัดตัวอย่างที่สามารถยับยั้งสารต้านอนุมูลอิสระที่ร้อยละ 50 (IC_{50}) ซึ่งเทียบจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการยับยั้งกับความเข้มข้นของสารสกัดตัวอย่าง

ผลการวิจัย

การนับอายุของผลมังคุดที่ระยะต่าง ๆ เพื่อหาวันเก็บเกี่ยวผลผลิตมังคุดคุณภาพดีและตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งสังเกตได้จากสีของเปลือกผลมังคุดที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งสามารถแบ่งระดับสีของเปลือกอย่างละเอียดออกเป็น 7 ระยะ ตั้งแต่ระยะที่ 0 จนถึงระยะที่ 6 (stages 0–6) โดยเริ่มนับการเปลี่ยนแปลงจากผลดิบสีเขียวเหลือง (unripe) พัฒนาจนเป็นผลสุกเต็มที่สีม่วงเข้ม (fully ripe) (Osman & Milan, 2006) โดยในการทดลองครั้งนี้ได้เก็บผลมังคุดที่ระยะการสุกต่าง ๆ ด้วยการพิจารณาจากระดับสีเปลือก 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงผลดิบจะมีเปลือกสีเขียว ช่วงผลปานกลางจะมีเปลือกสีเขียวปนสีม่วง และผลสุกพร้อมเก็บเกี่ยวเปลือกจะพัฒนาเป็นสีม่วง ดังแสดงในภาพที่ 1 (อายุผลที่เก็บเกี่ยว พิจารณาจากสีเปลือกเท่านั้น ไม่ได้เก็บเกี่ยวตามอายุวัน) เมื่อนำเปลือกมังคุดทั้ง 3 ช่วงมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก.ๆ ทำให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่ 60°ซ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง บดให้ละเอียดและสกัดแบบแช่ครั้งเดียวในสารละลาย 60% เอทานอล ในอัตราส่วน 1:20 เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 50°ซ จากนั้นระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นระเหยสารสุญญากาศ (rotary evaporator) นำสารสกัดที่ได้มาวิเคราะห์สาระสำคัญต่าง ๆ ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ พบว่า มีปริมาณสารแทนนินและสารฟีนอลิกรวมแตกต่างกันชัดเจนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยในระยะการสุกของผลปานกลาง (เปลือกของผลสีเขียวปนม่วง) พบปริมาณสารแทนนินและสารฟีนอลิกรวมสูงที่สุด เท่ากับ 2,016.16 และ 2,326.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ รองลงมาคือระยะผลสุก (เปลือกสีม่วง) เท่ากับ 847.66 และ 981.48 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และระยะผลดิบ (เปลือกสีเขียว) เท่ากับ 189.96 และ 236.90 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ดังข้อมูลในตารางที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับความสามารถในการยับยั้งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าสารสกัดเปลือกมังคุดระยะผลสุกปานกลางมีค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถยับยั้งสารต้านอนุมูลอิสระที่ร้อยละ 50 (IC_{50}) ต่ำที่สุด รองลงรองลงมาคือสารสกัดในระยะผลสุกและระยะผลดิบตามลำดับ โดยค่า IC_{50} จะแสดงถึงค่าความเข้มข้นของสารสกัดตัวอย่างที่สามารถยับยั้งสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งจากผลการทดลองนี้อยู่ในช่วง 0.0060-0.1410 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ดังข้อมูลในตารางที่ 1 จากผลการทดลองนี้จะแสดงให้เห็นว่า ค่า IC_{50} ที่มีค่าต่ำ จะหมายถึงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่สูงนั่นเอง

ภาพที่ 1 ลักษณะของผลมังคุด (ก ข และ ค) ที่ระยะการสุกต่าง ๆ ได้แก่ ช่วงผลดิบ ช่วงผลกลาง และช่วงผลสุก ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ปริมาณสารแทนนิน ปริมาณสารฟีนอลิกรวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเปลือกมังคุด สกัดที่ระยะการสุกของผลต่างกัน

ระยะการสุกของผลมังคุด (สีเปลือก)	ปริมาณแทนนิน (mg/L)	ปริมาณฟีนอลิกรวม (mg/L)	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีพีพีเอช IC_{50} (mg/mL)
ผลดิบ (สีเขียว)	189.96±10.04^{a}	236.90±19.68^{a}	0.1410±0.0080^{b}
ผลปานกลาง (สีเขียวปนม่วง)	2,016.16±20.64^{c}	2,326.20±40.47^{c}	0.0060±0.0005^{a}
ผลสุก (สีม่วง)	847.66±62.76^{b}	981.48±123.05^{b}	0.0088±0.0004^{a}

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยนี้ เป็นการนำผงเปลือกมังคุดมาสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล ความเข้มข้น 60% (v/v) ทำการสกัดที่อุณหภูมิ 50°ซ เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง พบว่าวิธีการสกัดนี้เป็นสภาวะการสกัดที่เหมาะสม ได้ผลสารแทนนินและสารฟีนอลิกรวมในปริมาณสูง เช่นเดียวกับรายงานวิจัยของมูโซฟินและเวทไธยสง (Moosophin & Wetthaisong, 2010) ซึ่งใช้วิธีการใกล้เคียงกัน คือการแช่ผงเปลือกมังคุด (ผลสุก) ในตัวทำละลายผสมของน้ำกับ 95% เอทานอล (1:1 v/v) ในอัตราส่วนระหว่างผงเปลือกมังคุดที่อุณหภูมิ 80°ซ เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง นอกจากการใช้เปลือกของผลมังคุดสุกแล้ว ในการทดลองนี้ยังได้ทำศึกษาเปลือกของผลมังคุดในระยะการสุกต่างๆ กันด้วย ซึ่งพบว่ามีปริมาณสารสำคัญที่แตกต่างกัน โดยผลปานกลาง (เปลือกสีเขียวปนม่วง) จะพบปริมาณสารแทนนิน สารฟีนอลิกรวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าผลสุก (เปลือกสีม่วง) และผลดิบ (เปลือกสีเขียว) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาปริมาณ สารแทนนินในพืชชนิดอื่น ๆ เช่น ในเปลือกของผลกล้วยสดพันธุ์หอมทอง น้ำว้า และไข่ในระยะการสุกที่ระดับต่างกัน 3 ระยะ พบว่า กล้วยดิบ (ระยะที่ 1) จะมีปริมาณสารแทนนินสูงสุด และจะลดลงเมื่อผลกล้วยเข้าสู่ระยะสุกมากขึ้น (ระยะที่ 3 และ 6 ตามลำดับ) เนื่องจากแทนนินมีการรวมตัวกับโปรตีนหรือคาร์โบไฮเดรต กลายเป็นสารประกอบเชิงซ้อนขนาดใหญ่และน้ำหนักโมเลกุลสูง เกิดเป็นโพลิเมอร์ขนาดใหญ่เกาะที่ผนังเซลล์ มีลักษณะเป็นก้อนแข็งคล้ายเค้ก แต่ในขณะที่ผลดิบจะพบสารแทนนินที่มีลักษณะโมเลกุลที่สามารถละลายและเคลื่อนที่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ได้ ดังนั้นระยะการสุกของผลไม้ที่เพิ่มขึ้นจึงอาจจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของโครงสร้างแทนนิน ทำให้สามารถสกัดและหาปริมาณสารแทนนินได้ลดลง ซึ่งปริมาณสารแทนนินที่แตกต่างกันนี้ อาจจะเป็นผลมาจากพันธุ์พืช แหล่งที่ปลูก และฤดูกาลได้อีกด้วย (Cham et al., 2018; Forsyth, 1981; วิภาและชิดชม, 2537) การศึกษาเปรียบเทียบมังคุดในระยะ S0-S6 ส่วนใหญ่รายงานจะเกี่ยวข้องกับการวิจัยด้าน metabolic profiling หรือ metabolomics เก็บข้อมูลเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการพิจารณาสีของเปลือกมังคุดที่ตรงกับการเก็บ

เกี่ยวผลในระยะที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งการศึกษาสารสำคัญในผลมังคุด ส่วนใหญ่มักใช้ผลสุกที่มีเปลือกสีม่วงเข้มในระยะ S6 ยังพบข้อมูลเปรียบเทียบในระยะการสุกต่าง ๆ น้อยมาก อย่างเช่น ในเปลือกมังคุดยังพบองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สารแซนโทน และพบว่ามีฤทธิ์สามารถต้านอนุมูลอิสระทั้งในสภาวะ *in vitro* และ *in vivo* อีกด้วย (Rohman et al., 2019) ซึ่งเป็นรายงานที่สอดคล้องกับผลทดลองนี้ โดยพบว่าเปลือกของมังคุดทั้งสามระยะสามารถตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเช่นเดียวกัน

สรุปผลการวิจัย

ผลการทดลองนี้ สรุปได้ว่า ระยะการสุกมีผลต่อปริมาณสำคัญและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเปลือกมังคุด โดยที่ระยะการสุกของผลปานกลางคือ เปลือกสีเขียวปนม่วง เป็นระยะที่พบปริมาณสารแทนนิน สารฟีนอกลิกรวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH สูงกว่าในระยะผลสุกและระยะผลดิบตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

การคัดแยกผลมังคุดตามระยะการสุกทั้ง 7 ระยะนั้น ถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างยิ่ง ผู้คัดแยกควรมีความชำนาญและต้องมีความแม่นยำสูง หากเป็นไปได้ควรมีเทคนิคตรวจวิเคราะห์หรือเครื่องมืออุปกรณ์สำหรับวัดระดับสีของผลมังคุด เพื่อลดความคลาดเคลื่อนและเพิ่มความถูกต้องของข้อมูล และผลการวิเคราะห์สารสำคัญต่าง ๆ ในขั้นถัดไป

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุนสนับสนุนการวิจัยและผลงานสร้างสรรค์ ทุนสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ประจำปีงบประมาณ 2564 ที่ได้สนับสนุนเงินทุนสำหรับการวิจัย และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และสถานที่ในการวิจัยในครั้งนี้จนเสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

วิภา สุโรจนะเมธากุล, และชิดชม ฮิรางะ. (2537). การสกัดแทนนินจากเปลือกกล้วย. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์, 28, 578-586.

Cham, P., Nantachai, N. and Lichanporn, I. (2018). Effects of ripening stages on physicochemical quality and tannin content in “Namwa” banana peel fruit. Agricultural Science Journal, 49(Suppl. 4), 42-45.

Forsyth, W.G.C. (1981). Tannin in solid foods in quality of foods and beverages. (Vol. 1). Acadamic Press, New York.

Gondokesumo, M.E., Pardjianto, B., Sumitro, S.B., Widowati, W. & Handono, K. (2019). Xanthones analysis and antioxidant activity analysis (Applying ESR) of six different maturity levels of mangosteen rind extract (Garcinia mangostana Linn.). Pharmacognosy Journal, 11(2), 369-373.

Gutierrez-Orozco, F. & Failla, M.L. (2013). Biological activities and bioavailability of mangosteen xanthones: A critical review of the current evidence. Nutrients, 5, 3163-3183.

Moosophin, K. & Wetthaisong, T. (2010). Tannin extraction from mangosteen peel for protein precipitation in wine. KKU Research Journal, 15(5), 377-385.

Obolskiy, D., Pischel, I., Siriwatanametanon, N. & Heinrich, M. (2009). Garcinia mangostana L.: A phytochemical and pharmacological review. Phytotherapy Research, 23, 1047–1065.

Osman M. & Milan, A.R. (2006). Mangosteen: Garcinia mangostana L. Southampton, UK: Southampton Centre for Underutilised Crops, University of Southampton.

Ovalle-Magallanes, B., Eugenio-Pérez, D. & Pedraza-Chaverri, J. (2017). Medicinal properties of mangosteen (Garcinia mangostana L.): A comprehensive update. Food and Chemical Toxicology, 109(1), 102-122.

Rohman, A., Mohamad Rafi, M., Alam, G., Muchtaridi Muchtaridi, M. & Windarsih, A. (2019). Chemical composition and antioxidant studies of underutilized part of mangosteen (Garcinia mangostana L.) fruit. Journal of Applied Pharmaceutical Science, 9(8), 47-52.

Singh, R.P., Murthy, K.N.C. & Jayaprakasha, G.K. (2002). Studies on the antioxidant activity of pomegranate (Punica granatum) peel and seed extracts using in vitro models. Journal of Agricaltural and Food Chemistry, 50(1), 81-86.

Somporn, C., Krainart, C., & Tobuch, J. (2018). The study of antioxidant capacity of green tea from rice seedlings. Rajabhat Agriculture Journal, 17(1), 27-33.

Tjahjania, S., Widowatia, W., Khionga, K., Suhendraa, A. & Tjokropranotoa, R. (2014). Antioxidant properties of Garcinia mangostana L. (mangosteen) rind. Procedia Chemistry, 13, 198–203.