

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเปลือกเงาะ 3 สายพันธุ์ในจังหวัดจันทบุรี

Antioxidant Activity of Rambutan Peel Extract from 3 cultivars in Chanthaburi Province

สรลรัตน์ พ่วงบริสุทธิ์* นฤมล มงคลชนวัฒน์ ศิริจันทร์ ตาใจ และ วิทิต เลิศนimitมงคล

Saranrat Phuangbirisut*, Naruemon Mongkontanawat, Sirichan Tachai and Witit Lertnimitmongkol

Received: 11 June 2019, Revised: 27 August 2019, Accepted: 15 January 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเปลือกเงาะ 3 สายพันธุ์ คือ พันธุ์โรงเรียน พันธุ์สีชมพู และพันธุ์สีทอง ที่สุ่มจากตลาดผลไม้ในจังหวัดจันทบุรี โดยนำเปลือกเงาะแห้งทำการสกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 ในอัตราส่วน 1:10 นาน 3 วัน ทำการสกัด 3 ชั่วโมง นำไปประเหด้วยเครื่องระเหยระบบสุญญากาศแบบหมุน และวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity, 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid (ABTS) radical cation decolorization assay และ ferric ion reducing antioxidant power (FRAP) assay ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และ ABTS พบว่า สารสกัดเปลือกเงาะพันธุ์โรงเรียนมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 8.795 $\mu\text{g/ml}$ และ 0.374 mg/ml ตามลำดับ ส่วนผลทดสอบความสามารถในการให้อิเล็กตรอนของสารสกัดเปลือกเงาะ (วิธี FRAP assay) พบว่าเงาะพันธุ์โรงเรียนมีค่า FRAP สูงสุดเท่ากับ 6,740 $\mu\text{mol/g}$ ที่น่าสนใจคือฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเปลือกเงาะกับสารมาตรฐานทั้ง 3 วิธี มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่า BHT และ α -Tocopherol และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) จากผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากเปลือกเงาะเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติที่น่าสนใจ เนื่องจากองค์ประกอบของสารพฤษเคมีที่สำคัญที่มีคุณสมบัติของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ซึ่งอาจนำมาใช้ทดแทนสารเคมีสังเคราะห์ที่เติมลงในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากการตกค้างของสารเคมีได้ และนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้ในอนาคต

คำสำคัญ: สารสกัดเปลือกเงาะ, เงาะพันธุ์โรงเรียน, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการและพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
วิทยาเขตจันทบุรี ตำบลพลวง อำเภอเขาชะเมา จันทบุรี 22210

Department of Development and Management Technology, Faculty of Agro-Industry Technology, Rajamangala University of Technology
Tawan-Ok, Chanthaburi Campus, Phluang, Khao Khitchakut, Chantaburi 22210, Thailand.

* ผู้รับผิดชอบประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): madambuavy@gmail.com Tel: 09 4249 2399

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the antioxidant properties of rambutan peel extract from 3 cultivars such as, Rongrien, Seechompoo and Seetong from Chanthaburi fruit market. Each of dried rambutan peels was extracted in triplicate for 3 days with 1:10 ratio of 95% ethanol and dried by rotary evaporator. Crude extract was evaluated for its antioxidant properties using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity, 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) radical cation decolorization assay and ferric ion reducing antioxidant power (FRAP) assay. Based on DPPH radical scavenging assay and ABTS radical scavenging assay, the antioxidant activity of crude extract from Rongrien cultivar showed significantly highest ($p \leq 0.05$) with $IC_{50} = 8.795 \mu\text{g/ml}$ and 0.374 mg/ml , respectively. Moreover, the crude extract from Rongrien cultivar also had the highest FRAP assay value ($6,740 \mu\text{mol/g}$) when determined by using FRAP assay. Interestingly, the rambutan peel extracts from 3 cultivars exhibited higher antioxidant activity than those control groups (BHT and α -Tocopherol) ($p \leq 0.05$). This research shows that crude extract from the rambutan peel promises to be an interesting source of natural antioxidants due to the composition of important phytochemicals with the properties of bioactive substances which may be used to replace synthetic chemicals added to various products to avoid the danger of chemical residues and development of various products in the future.

Key words: rambutan peel extract, rongrien, antioxidant activity

บทนำ

เงาะ (*Nephelium lappaceum* Linn.) เป็นไม้ผลยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่และเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่มีความชื้นค่อนข้างสูง เงาะในประเทศไทยจึงนิยมปลูกในบริเวณภาคตะวันออกและภาคใต้ โดยมี สายพันธุ์ที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในจังหวัดจันทบุรี คือ พันธุ์โรงเรียน พันธุ์สีชมพู และพันธุ์สีทอง ความแตกต่างของแต่ละสายพันธุ์ที่เห็นได้ชัด คือลักษณะของเปลือก รสชาติ และลักษณะการนำไปบริโภค เช่น เงาะพันธุ์สีทองจะมีเนื้อค่อนข้างหนา รสชาติอมเปรี้ยว ไม่หวาน จึงนิยมนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เงาะกระป๋องในน้ำเชื่อม พันธุ์โรงเรียนและพันธุ์สีชมพูจะนิยมบริโภคสดเนื่องจากมีรสชาติหวาน และมีเนื้อนุ่มฉ่ำน้ำ การแปรรูปและการบริโภคนี้ทำให้เกิดวัสดุเหลือทิ้งที่เป็น

เปลือกและเมล็ดเงาะคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของผล (Teerananont, 2008) จากรายงานวิจัยพบว่า ในเปลือกเงาะมีสารสำคัญคือ แทนนิน (tannin) ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนพวกฟีนอลิก โดยสารสำคัญที่พบมากได้แก่ geraniin (37.9 mg/g), corilagin (0.47 mg/g) และ ellagic acid (0.14 mg/g) ตามลำดับ (Palanisamy *et al.*, 2011; Samuagam *et al.*, 2015) ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลิกประเภทไฮโดรไลซ์แทนนิน ในกลุ่มแอลลาจิกแทนนิน (ellagitannins) ที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียและเชื้อราได้หลายชนิด ลดการอักเสบของผิวหนัง ลดน้ำตาลในเลือด ลดอาการท้องร่วง และสามารถป้องกันการเกิดมะเร็ง (Cheng *et al.*, 2016; Rohman, 2017) สารสำคัญดังกล่าวสามารถสกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล (Thitilertdech *et al.*, 2010)

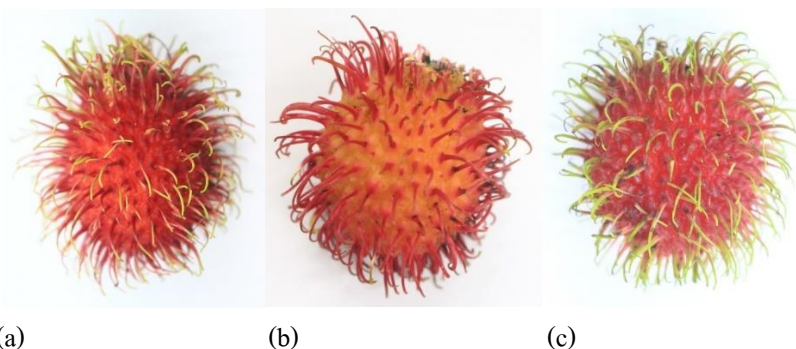
และเอทานอล (Hernández *et al.*, 2017) โดยสารสกัดจากเปลือกเงาะที่สกัดด้วยเมทานอลและเอทานอลพบว่า มี geraniin เท่ากับ 56.8 และ 37.9 mg/g ตามลำดับ โดยสารดังกล่าวมีรายงานว่า มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีกว่าสารมาตรฐาน BHT (ทดสอบโดยวิธี DPPH และ lipid peroxidation) (Palanisamy *et al.*, 2011) และสารสกัดเปลือกเงาะที่สกัดด้วยเอทานอลยังมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (762 mg/GAE g extract) สูงกว่าสารสกัดเมล็ดองุ่นในทางการค้าอีกด้วย ทำให้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสารสกัดเมล็ดองุ่น (Palanisamy *et al.*, 2008) การสกัดแยก geraniin สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางยาและอาหารได้ อย่างไรก็ตาม ปริมาณสารสำคัญที่สกัดได้จะขึ้นอยู่กับพันธุ์และระยะการสุกของเงาะ (Kondo *et al.*, 2002; Skerget *et al.*, 2005) รวมถึงชนิดของตัวทำละลาย และเทคนิคที่ใช้ในการสกัด (Herrero *et al.*, 2006; Kronholm *et al.*, 2007) จากรายงานของ Palanisamy *et al.* (2008) พบว่าสารสกัดจากเปลือกเงาะเป็นสารที่มีความปลอดภัยสูงและไม่เป็นพิษต่อเซลล์ปกติ (normal cells) (Hidayat *et al.*, 2011) จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ยา และเครื่องสำอาง ด้วยคุณสมบัติที่น่าสนใจนี้ คาดว่า จะสามารถเพิ่มมูลค่าของเปลือกเงาะที่เหลือทิ้งนี้ให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปัจจุบันทั่วโลกให้ความสนใจในการใช้สารสกัด

ธรรมชาติจากพืชในผลิตภัณฑ์ต่างๆ มากขึ้น เนื่องจากองค์ประกอบของสารพฤกษเคมีที่สำคัญที่มีคุณสมบัติของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ซึ่งอาจนำมาใช้ทดแทนสารเคมีสังเคราะห์ที่เติมลงในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากการตกค้างของสารเคมีต่างๆ จากการที่ผู้บริโภคตระหนักถึงอันตรายดังกล่าว จึงหันมานิยมใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของวัตถุดิบที่ได้จากธรรมชาติมากขึ้น ทำให้แนวทางการพัฒนามุ่งเน้นไปที่ความพยายามในการนำสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในกลุ่มของสารสกัดที่ได้จากพืชมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เพิ่มมากขึ้น (Wei and Shibamoto, 2007) โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเปลือกเงาะจำนวน 3 สายพันธุ์ที่พบมากในจังหวัดจันทบุรี ได้แก่ พันธุ์โรงเรียน พันธุ์สีชมพู และพันธุ์สีทอง เพื่อทราบปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมเครื่องสำอางให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัตถุดิบ

เงาะ 3 สายพันธุ์ คือ พันธุ์โรงเรียน พันธุ์สีชมพู และพันธุ์สีทอง ดังภาพที่ 1 ตัวอย่างทั้งหมดลุ่มจากตลาดผลไม้ในจังหวัดจันทบุรี



ภาพที่ 1 เงาะ 3 สายพันธุ์ (a) พันธุ์โรงเรียน (b) พันธุ์สี่หมพู และ (c) พันธุ์สีทอง

2. การเตรียมสารสกัดจากเปลือกเงาะ

นำเปลือกเงาะสด ล้างให้สะอาด ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง มาทำการสกัดเย็นโดยใช้ตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 95 จำนวน 3 ชั่วโมง โดยนำเปลือกเงาะแห้ง แยกใส่ลงในพลาสติก ตัวอย่างละ 500 กรัม เติมตัวทำละลายเอทานอลลงให้ท่วมตัวอย่าง (ในอัตราส่วน 1:10) แช่ทิ้งไว้ ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน แยกสารละลายที่สกัดได้มากรอง ทำการสกัดซ้ำด้วยเอทานอลจนครบ 3 ครั้ง นำสารสกัดที่ได้จากการสกัดทั้ง 3 ครั้ง มาระเหยตัวทำละลายด้วยเครื่อง rotary evaporator จะได้สารสกัดหยาบด้วย เอทานอล (ethanol crude extract) (Dilokkunanant *et al.*, 2004)

3. การศึกษาประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ

(Free radical scavenging assay)

3.1 การศึกษาประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ 2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH Radical Scavenging Capacity Assay) ใช้วิธีของ Zhu *et al.* (2006) โดยเตรียมตัวอย่างที่ความเข้มข้น 0 - 20 $\mu\text{g/ml}$ จากนั้นนำตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นมา 1 ml เติมสารละลาย DPPH ที่มีความเข้มข้น 0.1 mM ในสารละลายเอทานอลร้อยละ 95 ปริมาตร 1 ml ผสมสารให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยใช้สาร BHT, α -Tocopherol และ Ascorbic acid เป็นสารละลายมาตรฐานในการเปรียบเทียบ นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหาค่า % DPPH radical scavenging activity ดังสมการ (1)

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \frac{(A_0 - A_1)}{A_0} \times 100 \quad (1)$$

A_0 = ค่าการดูดกลืนแสงของ

ตัวอย่างควบคุม

A_1 = ค่าการดูดกลืนแสงของ

ตัวอย่างทดสอบ

นำค่า % radical scavenging activity ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารทดสอบมาสร้างกราฟเพื่อหาค่า IC_{50} โดยที่ค่า IC_{50} คือความเข้มข้นของสารทดสอบที่ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้ 50 เปอร์เซ็นต์

3.2 การเตรียมอนุมูล ABTS (ABTS radical cation: ABTS) คัดแปลงจาก Re *et al.* (1999) โดยนำสารละลาย ABTS เข้มข้น 7 mM ผสมกับสารละลายโปแตสเซียมเปอร์ซัลเฟตเข้มข้น 2.45 mM เก็บในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง วัดการต้านอนุมูลอิสระ โดยนำสารละลาย ABTS มาเจือจางด้วยเอทานอลให้มีค่าการดูดกลืนแสงเป็น 0.70 ± 0.02 วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer

ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร จากนั้นผสมตัวอย่างที่ความเข้มข้น 0.1 - 1 mg/ml ปริมาตร 20 μ l ในแต่ละหลอดทดลอง และเติมสารละลาย ABTS ปริมาตร 2 ml ผสมให้เข้ากัน พักไว้นาน 6 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง spectrophotometer ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยใช้สาร BHT, α -tocopherol และ Ascorbic acid เป็นสารมาตรฐานในการเปรียบเทียบ นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้คำนวณเป็น % ABTS radical scavenging activity ดังสมการ (2)

$$\text{ABTS radical scavenging activity (\%)} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100 \quad (2)$$

A_0 = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างควบคุม

A_1 = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างทดสอบ

นำค่า % ABTS radical scavenging activity ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารทดสอบ มาสร้างกราฟเพื่อคำนวณหาค่า IC_{50} เมื่อค่า IC_{50} คือความเข้มข้นของสารทดสอบที่ยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ได้ 50 เปอร์เซ็นต์

3.3 การทดสอบการต้านออกซิเดชัน Ferric reducing/antioxidant power (FRAP) assay ตามวิธีของ Kubola and Siriamornpun (2008) โดยการเตรียม FRAP reagent โดยการผสม 300 mM ของอะซิเตทบัฟเฟอร์ กับสาร $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ความเข้มข้น 20 μ M ผสมกับสาร TPTZ (2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine) ที่ละลายอยู่ในกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 40 μ M และน้ำ ผสมให้สารเข้ากัน นำสารละลายของตัวอย่างจำนวน 60 μ l ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำปริมาตร 180 μ l เติมน้ำ FRAP reagent ปริมาตร 1.8 ml ลงในหลอดทดลอง ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่

ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ฤทธิ์การต้านออกซิเดชันคำนวณจากค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างทดสอบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐาน Ferrous sulfate ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) โดยรายงานเป็น μ M ของเฟอร์ริกต่อ 1 g ของสารทดสอบ

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Block Design, CRD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance; ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของสารสกัดจากเปลือกเงาะ 3 สายพันธุ์ คือ พันธุ์โรงเรียน พันธุ์สีชมพู และพันธุ์สีทอง จากภาพที่ 2 แสดงค่า % radical scavenging activity ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารสกัดเปลือกเงาะ 3 สายพันธุ์ เมื่อนำค่าจากกราฟมาคำนวณหาค่า IC_{50} โดยที่ค่า IC_{50} คือความเข้มข้นของสารทดสอบที่ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้ 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สารสกัดเปลือกเงาะพันธุ์โรงเรียนมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 8.795 ± 0.033 μ g/ml ในขณะที่พันธุ์สีชมพูและพันธุ์สีทองที่มีค่า IC_{50} เท่ากับ 9.672 ± 0.036 และ 14.268 ± 0.193 μ g/ml ตามลำดับ นอกจากนี้สารสกัดเปลือกเงาะพันธุ์โรงเรียน พันธุ์สีชมพู และพันธุ์สีทองยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่าสารละลายมาตรฐาน BHT (butylated hydroxytoluene) มีค่า IC_{50} เท่ากับ 110.293 ± 0.414 μ g/ml ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 1 งานวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Anshory and Tamimy (2006) รายงานว่า

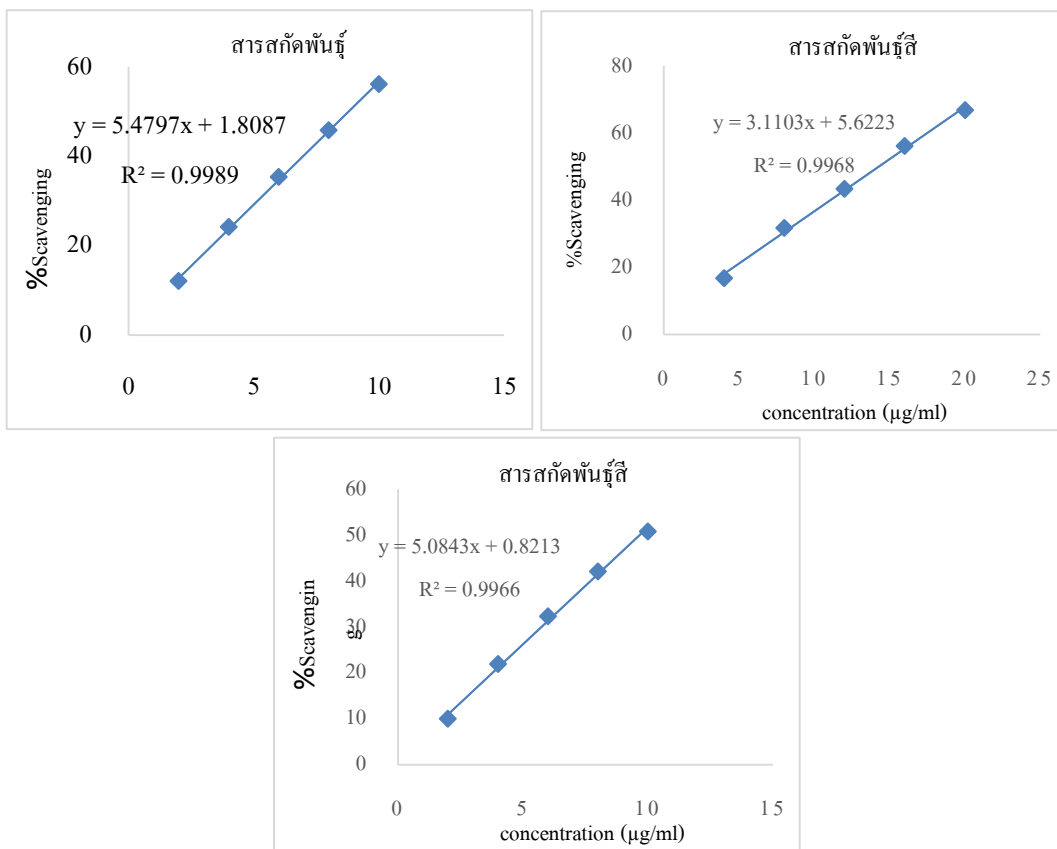
สารสกัดเปลือกเงาะที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลพบว่า มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีกว่าวิตามินอี เมื่อทำการทดสอบด้วยวิธี DPPH และ Thitilertdech *et al.* (2010) รายงานว่าสารสกัดเปลือกเงาะที่สกัดโดยใช้ตัวทำละลายเมทานอลมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสารมาตรฐาน BHT โดยเรียงลำดับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิกที่พบในเปลือกเงาะ

เทียบกับสารละลายมาตรฐานที่ทดสอบด้วยวิธี DPPH ได้ดังนี้ geraniin ($IC_{50} = 0.790 \mu M$) > corilagin ($IC_{50} = 1.420 \mu M$) > Ellagic acid ($IC_{50} = 1.640 \mu M$) > gallic acid ($IC_{50} = 2.490 \mu M$) > BHT ($IC_{50} = 68.800 \mu M$)

ตารางที่ 1 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเปลือกเงาะ 3 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์โรงเรียน พันธุ์สีชมพู และพันธุ์สีทอง เทียบกับสารมาตรฐานที่ทดสอบ

ตัวอย่าง	DPPH assay IC_{50} ($\mu g/ml$)	ABTS assay IC_{50} (mg/ml)	FRAP Value (μmol of Fe (II)/g sample)
สารสกัดพันธุ์โรงเรียน	$8.795^c \pm 0.033$	$0.377^c \pm 0.008$	$6,740.003^b \pm 0.439$
สารสกัดพันธุ์สีชมพู	$9.672^c \pm 0.036$	$0.488^d \pm 0.003$	$5,994.994^c \pm 0.393$
สารสกัดพันธุ์สีทอง	$14.268^b \pm 0.193$	$0.792^a \pm 0.004$	$4,435.132^d \pm 0.034$
Ascorbic acid	$4.677^d \pm 0.016$	$0.254^f \pm 0.001$	$11,314.825^a \pm 0.487$
α -Tocopherol	$12.594^{bc} \pm 0.074$	$0.606^b \pm 0.004$	$4,027.705^c \pm 0.943$
BHT	$110.293^a \pm 0.414$	$0.531^c \pm 0.004$	$3,067.342^f \pm 0.081$

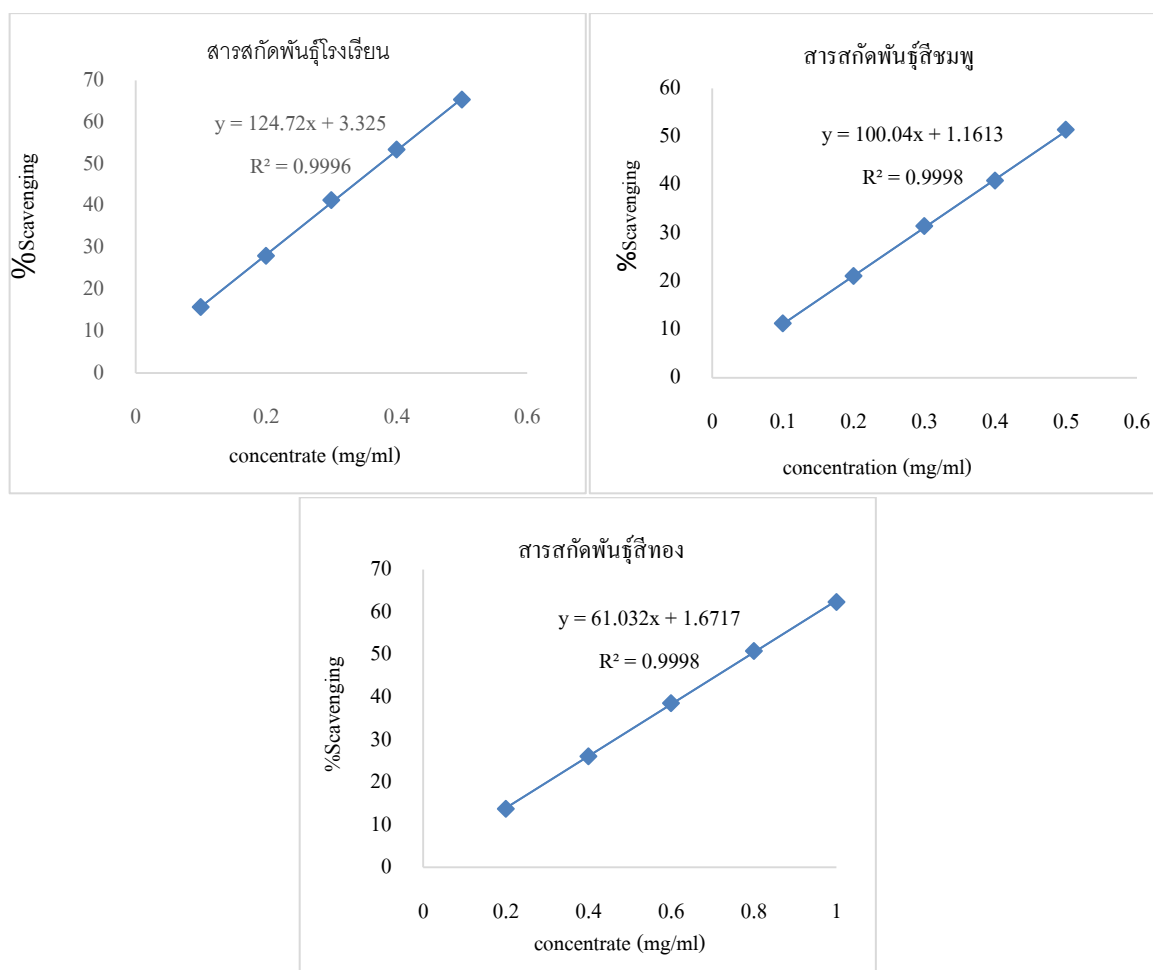
หมายเหตุ ตัวอักษร a - f ที่ต่างกันในแนวดิ่งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 2 ค่า % radical scavenging activity ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารสกัดเปลือกเงาะ 3 สายพันธุ์ที่ทดสอบด้วยวิธี DPPH

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS จากภาพที่ 3 แสดงค่า % ABTS radical scavenging activity ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารสกัดเปลือกเงาะ 3 สายพันธุ์ เมื่อนำค่าจากกราฟมาคำนวณหาค่า IC_{50} โดยที่ค่า IC_{50} คือความเข้มข้นของสารทดสอบที่ยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ได้ 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สารสกัดเปลือกเงาะพันธุ์โรงเรียนมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ

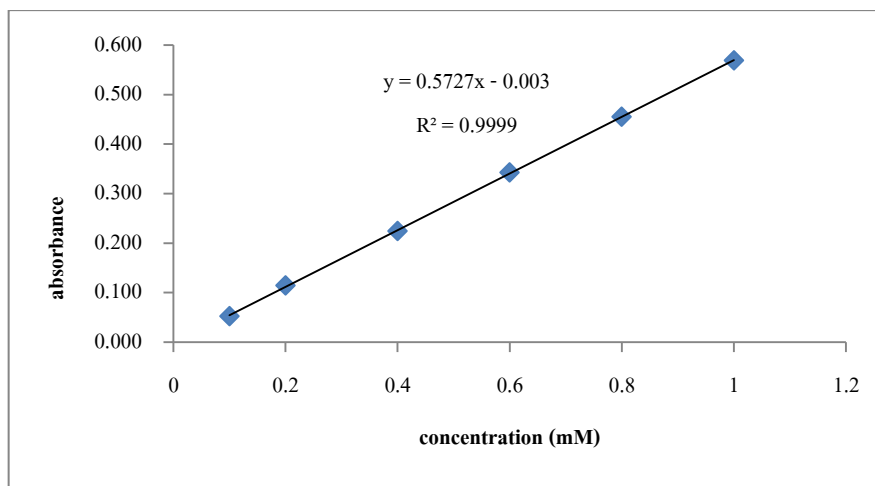
0.377 ± 0.008 mg/ml รองลงมาคือ พันธุ์สีชมพูและพันธุ์สีทองมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.448 ± 0.003 และ 0.792 ± 0.004 mg/ml ตามลำดับ นอกจากนี้สารสกัดเปลือกเงาะพันธุ์โรงเรียนและพันธุ์สีชมพูยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีกว่าสารมาตรฐาน α -Tocopherol และ BHT ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.606 ± 0.004 และ 0.531 ± 0.004 mg/ml ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 1



ภาพที่ 3 ค่า % radical scavenging activity ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารสกัดเปลือกเงาะ 3 สายพันธุ์ที่ทดสอบด้วยวิธี ABTS

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP โดยคำนวณจากค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างทดสอบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐาน Ferrous sulfate ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) รายงานค่าเป็น $\mu\text{mol of Fe (II)/g sample}$ ดังภาพที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบสารสกัดเปลือกเงาะทั้ง 3 สายพันธุ์ พบว่าพันธุ์โรเรียนมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด โดยมีค่า FRAP เท่ากับ $6,740.003 \pm 0.439 \mu\text{mol of Fe (II)/g sample}$ รองลงมาคือพันธุ์ส้มพูและพันธุ์สีทองที่มีค่า FRAP เท่ากับ $5,994.994 \pm 0.393$ และ $4,435.132 \pm 0.034 \mu\text{mol of Fe (II)/g sample}$

ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าค่าที่ได้ใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Gusman and Tsai (2015) ทดสอบค่า FRAP ของสารสกัดเปลือกเงาะอยู่ในช่วง $3,800.250 \pm 86.490$ ถึง $4,116.500 \pm 88.410 \mu\text{mol Fe II/g sample}$ นอกจากนี้สารสกัดเปลือกเงาะทั้ง 3 สายพันธุ์ ยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีกว่าสารมาตรฐาน α -Tocopherol และ BHT ซึ่งมีค่าเท่ากับ $4,027.705 \pm 0.943$ และ $3,067.342 \pm 0.081 \mu\text{mol of Fe (II)/g sample}$ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 4 กราฟมาตรฐานของสารมาตรฐาน Ferrous sulfate ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)

จากผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระทั้ง 3 วิธีพบว่า สารสกัดเปลือกเงาะทั้ง 3 สายพันธุ์มีค่า IC_{50} แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากเปลือกเงาะทั้ง 3 สายพันธุ์มีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกแต่ละตัวที่แตกต่างกัน จึงมีผลต่อค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดย Thitilertdecha *et al.* (2010) ได้ศึกษาว่าสารสกัดเปลือกเงาะพันธุ์โรงเรียนมีปริมาณ geraniin มากกว่าพันธุ์สีชมพู มีค่าเท่ากับ 1,011 และ 444 mg/g ตามลำดับ โดยสารสำคัญ geraniin เป็นสารประกอบฟีนอลิกที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ แต่ในพันธุ์สีทองยังไม่มีการศึกษาที่แน่ชัด จึงอนุมานได้ว่าพันธุ์สีทองอาจจะมีปริมาณ geraniin ต่ำที่สุดในสารสกัดเปลือกเงาะทั้ง 3 สายพันธุ์ โดยลักษณะทางกายภาพได้แก่ สีของเปลือกเงาะทั้ง 3 สายพันธุ์ก็มีความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัด อาจมีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระก็เป็นได้

สรุป

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเปลือกเงาะ 3 สายพันธุ์ในจังหวัดจันทบุรี คือพันธุ์โรงเรียน พันธุ์สีชมพู และพันธุ์สีทอง มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาทั้ง 3 วิธี

คือ DPPH, ABTS และ FRAP พบว่า ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเปลือกเงาะพันธุ์โรงเรียนมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 8.795 $\mu\text{g/ml}$, 0.374 mg/ml และมีค่า FRAP เท่ากับ 6,740 $\mu\text{mol/g}$ ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเปลือกเงาะกับสารมาตรฐานได้แก่ Ascorbic acid α -Tocopherol และ BHT พบว่าสารสกัดเปลือกเงาะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่า BHT ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) จากผลการวิจัยนี้จึงสรุปได้ว่าสารสกัดจากเปลือกเงาะพันธุ์โรงเรียนเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระที่น่าสนใจในการต่อยอดเพื่อพัฒนาปรับใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ยา และอาหารได้ นอกจากนี้ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของสารประกอบฟีนอลิก ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส และการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ของสารสกัดจากเปลือกเงาะเพื่อเป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ที่สนับสนุนทุนการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการและ

พัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
การเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
ตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี ที่ให้การสนับสนุนการ
ดำเนินงานทำให้การวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี

เอกสารอ้างอิง

- Anshory, H. and Tamimy, A.S. 2006. Antioxidant activity of ethanol extract of rambutan (*Nephellium lappaceum* L.) fruit peel against DPPH free radical suppression by spectrophotometer (In Bahasa Indonesia). **Scientific Journal of Pharmacy** 3(1): 9-15.
- Cheng, H.S., Ton, S.H. and Kadir, K.D. 2016. Ellagitannin geraniin: A review of the natural sources, biosynthesis, pharmacokinetics and biological effects. **Phytochemistry Reviews** 16: 159-193.
- Dilokkunanant, U., Mongkolsook, Y., Kongkathip, N., Sukatta, U., Rattana, W and Rakthaworn, P. 2004. Antimicrobial activity of betel vine (*piper betle* Linn.) extracts in Thailand, pp. 291-297. *In Proceedings of 42nd Kasetsart University Annual Conference*. Natural Resource and Environmental Economics. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Gusman, J.A. and Tsai, P.J. 2015. Extraction of antioxidant compounds from rambutan (*Nephellium lappaceum* L.) peel as agricultural waste in Taiwan. **Journal of Tropical Crop Science** 2(2): 10-16.
- Hernández, C., Ascacio-Valdés, J., De la Garza, H., Wong-Paz, J., Aguilar, C.N. and MartínezÁvila, G.C. 2017. Polyphenolic content in vitro antioxidant activity and chemical composition of extract from *Nephelium lappaceum* L. (Mexican rambutan) husk. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine** 10(12): 1201-1205.
- Herrero, M., Cifuentes, A. and Ibañez, E. 2006. Sub and supercritical fluid extraction of functional ingredients from different natural sources: Plants, food-by-products, algae and microalgae - a review. **Food Chemistry** 98(1): 136-148.
- Hidayat, W.N., Ridhwan, A.W. and Azamn, S. 2011. Promising effect of *Nephelium lappaceum* rind extract as cancer chemopreventive agent through apoptosis and cell cycle arrest mechanisms on human osteosarcoma cells. pp. 163-169. *In Proceedings of the University Malaysia Terengganu 10th International Annual Symposium UNTAS2011*. Faculty of Science and Technology. University of Malaysia, Malaysia.
- Kondo, S., Tsuda, K., Muto, N. and Ueda, J.E. 2002. Antioxidative activity of apple skin or flesh extracts associated with fruit development on selected apple cultivars. **Scientia Horticulturae** 96(1-4): 177-185.
- Kronholm, J., Hartonen, K. and Riekkola, M.L. 2007. Analytical extractions with water at elevated temperatures and pressures. **TRAC Trends in Analytical Chemistry** 26(5): 396-412.
- Kubola, J. and Siriamornpun, S. 2008. Phenolic contents and antioxidant activities of bitter

- gourd (*Momordica charantia* L.) leaf, stem and fruit fraction extracts in vitro. **Food Chemistry** 110: 881-890.
- Palanisamy, U.D., Cheng, H.M., Masilamani, T., Subramaniam, T., Ling, L.T. and Radhakrishnan, A.K. 2008. Rind of the rambutan, *Nephelium lappaceum*, a potential source of natural antioxidants. **Food Chemistry** 109(1): 54-63.
- Palanisamy, U.D., Ling, L.T., Manaharan, T. and Appleton, D. 2011. Rapid isolation of geraniin from *Nephelium lappaceum* rind waste and its anti-hyperglycemic activity. **Food Chemistry** 127(1): 21-27.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine** 26: 1231-1237.
- Rohman, A. 2017. Review article Physico-chemical properties and biological activities of rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) fruit. **Research Journal of Phytochemistry** 11(2): 66-73.
- Samuagam, L., Sia, C.M., Akowuah, G.A., Okechukwu, P.N. and Yim, H.S. 2015. In vivo antioxidant potentials of rambutan, mangosteen and langsat peel extracts and effects on liver enzymes in experimental rats. **Food Science and Biotechnology** 24(1). 191-198.
- Skerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hras, A.R., Simoncic, M. and Knez, Z. 2005. Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. **Food Chemistry** 89(2): 191-198.
- Teerananont, N. 2008. Study of using the rambutan seeds from rambutan in syrup can industrial to produce biodiesel. Master of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)
- Thitilertdech, N., Teerawutgulrag, A., Kilburn, J.D. and Rakariyatham, N. 2010. Identification of major phenolic compounds from *Nephelium lappaceum* L. and their antioxidant activities. **Molecules** 15(3): 1453-1465.
- Wei, A. and Shibamoto, T. 2007. Antioxidant activities and volatile constituents of various essential oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 55(5): 1737-1742.
- Zhu, K., Zhou, H. and Qian, H. 2006. Antioxidant and free radical-scavenging activities of wheat germ protein hydrolysates (WGPH) prepared with alcalase. **Process Biochemistry** 41(6): 1296-1302.