

Received: May 14, 2025; Revised: August 26, 2025; Accepted: March 17, 2026

สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดอะโวคาโด
(*Persea americana* Mill.) ที่ปลูกในอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์
Total phenolics, flavonoids contents and antioxidation of avocado extract
(*Persea americana* Mill.) cultivated in Khao Kho District,
Phetchabun Province

สิริพร กวงขุนทด¹ พวงผกา แก้วกรม¹ และ สุรางค์รัตน์ พันแสง^{1*}
Siriporn Kuangkunthod¹, Puangpaka Kaewkrom¹ and Surangrat Punsang^{1*}

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์

¹Faculty of Science and Technology Phetchabun Rajabhat University, Phetchabun Province

*Corresponding Author E-mail Address : spunsang137@gmail.com

บทคัดย่อ

อะโวคาโด (*Persea americana* Mill.) เป็นไม้ผลที่อยู่ในวงศ์ (Family) Lauraceae ซึ่งมีพืชที่อยู่ในวงศ์เดียวกัน เช่น ต้นการบูร (*Cinnamomum camphora*) และต้นอบเชย (*Cinnamomum zeylanicum*) พืชในวงศ์นี้ตรวจพบสารพฤกษเคมีสูง สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางยาได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบจากเปลือกผล (Peel; P) และเมล็ด (Seed; S) ของอะโวคาโด โดยเตรียมสารสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ในอัตราส่วน 1:10 (w/v) ด้วยวิธีการแช่หมัก (Maceration) ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน ผลการศึกษาพบว่า สารสกัดหยาบเปลือกผล และเมล็ดของอะโวคาโดมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 109.82 ± 2.73 และ 59.65 ± 0.39 มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัดตามลำดับ ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด เท่ากับ 120.90 ± 5.66 และ 60.18 ± 1.55 มิลลิกรัมของแคทีชินต่อกรัมของสารสกัดตามลำดับ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระวัดจากค่า IC_{50} เท่ากับ 415.24 ± 16.38 ในสารสกัดเปลือกผล และ 710.30 ± 7.55 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรในสารสกัดเมล็ด ตามลำดับ ดังนั้นการใช้เปลือกผลและเมล็ดอะโวคาโดเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ เนื่องจากมีองค์ประกอบของสารประกอบฟีนอลิกหลายชนิด เช่น ฟลาโวนอล ฟลาโวนอล-3-ไกลโคไซด์ ฟลาโวนอน ฟลาโวนอล และแทนนินทั้งชนิดควบแน่น และแทนนินที่สามารถไฮโดรไลซ์ได้ สารเหล่านี้มีบทบาทในการต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดความเสี่ยงของโรคเรื้อรัง และมีศักยภาพในการพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารเสริมหรือสกัดเป็นผลิตภัณฑ์เสริมความงามและอาหารในระดับอุตสาหกรรมได้ในอนาคต

คำสำคัญ: อะโวคาโด พฤกษเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์

Abstract

Avocado (*Persea americana* Mill.) is a fruit-bearing plant belonging to the family Lauraceae, which also includes species such as camphor (*Cinnamomum camphora*) and cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*). This family is known for its high content of phytochemicals, which can be utilized for medicinal purposes. Therefore, the objective of this study was to evaluate total phenolic content, total flavonoid content, and

the antioxidant activity of crude extracts obtained from the peel (P) and seed (S) of avocado. The extracts were prepared using 50% ethanol as a solvent at a ratio of 1:10 (w/v) through maceration at room temperature for 7 days. The results revealed that the total phenolic contents of the peel and seed extracts were 109.82 ± 2.73 and 59.65 ± 0.39 mg gallic acid equivalents per gram of extract, respectively, while the total flavonoid contents were 120.90 ± 5.66 and 60.18 ± 1.55 mg catechin equivalents per gram of extract, respectively. Antioxidant activity, as measured by IC_{50} values, was found to be 415.24 ± 16.38 and 710.30 ± 7.55 $\mu\text{g/mL}$ for the peel and seed extracts, respectively. Therefore, the use of avocado peel and seed serves as a significant source of antioxidants due to their diverse composition of phenolic compounds such as flavanone, flavonol-3-glycoside, flavanone, flavonol, and both condensed and hydrolysable tannins. These compounds play a role in antioxidant activity, helping to reduce the risk of various chronic diseases, and may potentially be developed into dietary supplements or extracts for use in the cosmetic and food industries in the future.

Keywords: Avocado, Phytochemical, Free radical scavenging, Phenolics, Flavonoids

บทนำ

พืชสมุนไพรที่มีสรรพคุณทางยาและไม่ก่อให้เกิดผลข้างเคียงมากเกินไป โดยทั่วไปมักจะถูกแปรรูปด้วยการนำมาต้มหรือชงกับน้ำ อะโวคาโด (*Persea americana* Mill.) เป็นพืชวงศ์ Lauraceae ที่เติบโตในเขตร้อนและเขตร้อนชื้น เป็นพืชทางเภสัชที่สำคัญชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นยาแผนโบราณสำหรับรักษาโรคปากนกกระจอก นิ้วในทางเดินปัสสาวะ ความดันโลหิตสูง ผิวแห้ง ปวดฟัน บวมเนื่องจากการอักเสบ และโรคเบาหวาน (Yasir et al., 2010) อะโวคาโดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายส่วน เช่น ผล ใบ เปลือก และเมล็ด ในอดีตชาวบ้านใช้เมล็ดอะโวคาโดเป็นยาแผนโบราณ โดยการนำมาทำให้แห้ง บด และขงดื่ม มีฤทธิ์ต้านเบาหวาน (Asmorowati & Lindawati, 2019) และช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดของหนู (Jiwintarum et al., 2018) ประโยชน์อีกประการหนึ่งของเมล็ดอะโวคาโด คือ เป็นยาแก้ท้องผูก ลดการอักเสบ และเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกัน (Kopon et al., 2020) งานวิจัยเกี่ยวกับฤทธิ์ทางชีวภาพของเปลือกและเมล็ดอะโวคาโดยังอยู่ในช่วงเริ่มต้น ปัจจุบันเปลือกและเมล็ดเป็นทรัพยากรที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่และเป็นปัญหาของเหลือทิ้งสำหรับผู้แปรรูปอะโวคาโด (Dabas et al., 2013) เปลือกและเมล็ดอะโวคาโดมักถูกทิ้งหลังจากกินเนื้อผลอะโวคาโด อย่างไรก็ตาม มีงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าเมล็ดอะโวคาโดเป็นแหล่งของสารอาหาร เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และแร่ธาตุบางชนิด เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม (Nwaogu et al., 2008) ส่วนเปลือกผลเป็นแหล่งสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติที่ใหญ่ที่สุดในผลของอะโวคาโด (Rahman et al., 2022) และเปลือกอะโวคาโดยังมีสารประกอบที่มีหมู่ไฮดรอกซี ซึ่งทำหน้าที่ต้านอนุมูลอิสระได้ การเกิดอนุมูลอิสระ (Free radicle) ซึ่งก็คือ โมเลกุลที่ไม่เสถียรและไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีผลต่อการทำลายโมเลกุลอื่น ๆ ต่อเนื่องกันไปเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ อนุมูลอิสระจึงเป็นสารพิษต่อเซลล์ร่างกาย โดยจะทำลายดีเอ็นเอ เยื่อหุ้มเซลล์ และส่วนอื่น ๆ อนุมูลอิสระจึงเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคร้ายต่าง ๆ เช่น โรคหัวใจ โรคเมเร็ง และโรคความดันโลหิตสูง ฯลฯ การเกิดอนุมูลอิสระเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาในร่างกาย จากการหายใจ จากกระบวนการเผาผลาญ เรียกว่าปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) จากความเครียด หรือจากสิ่งแวดล้อม ดังนั้นร่างกายจึงต้องสร้างระบบแอนติออกซิแดนท์เพื่อป้องกันการโดนทำลายจากอนุมูลอิสระเหล่านั้น สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) เป็นสารที่ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้อนุมูลอิสระก่อตัวขึ้น โดยทำการยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระ และหยุดการก่อตัวใหม่ของอนุมูลอิสระ ช่วยซ่อมแซมความเสียหายที่เกิดจากตัวอนุมูลอิสระที่ไปทำลายเซลล์ต่าง ๆ ในร่างกาย รวมทั้งกำจัดและแทนที่โมเลกุลที่ถูกทำลาย ดังนั้นสารต้านอนุมูลอิสระจึงสามารถลดความเสี่ยงจากการเกิดโรคต่าง ๆ สารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดอนุมูลอิสระและเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป คือ วิตามิน อี (Tocopherol) กรดฟีนอลิก (Phenolic acid) และฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) ทำให้มีนักวิจัยสนใจที่จะศึกษาสารต้านอนุมูลอิสระในผลไม้ ซึ่งเป็นแหล่งอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ที่มีบทบาทสำคัญในการช่วยป้องกัน และชะลอการเกิดโรคร้ายไข้เจ็บต่าง ๆ (Sies et al., 1992) สารต้านอนุมูลอิสระกลุ่มที่พบในพืชที่สำคัญ คือ สารประกอบฟีนอลิก ซึ่งเป็นสารที่เป็นวงแหวนอะโรมาติก และมีหมู่ไฮดรอกซิลอย่างน้อย 1 หมู่ รวมไปถึงอนุพันธ์ของ

สารประกอบฟีนอลซึ่งมีการแทนที่ด้วยหมู่ฟังก์ชันต่าง ๆ เช่น ฟลาโวนอยด์ ลิกนิน กรดซินนามิก และโคเอนไซม์คิว สารประกอบฟีนอลพบได้ในธรรมชาตินั้นมีอยู่มากมายหลายชนิด กลุ่มที่ใหญ่ที่สุด คือ สารประกอบฟลาโวนอยด์ สารประกอบฟีนอลที่พบในพืชมักจะรวมอยู่ในโมเลกุลของน้ำตาลในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ น้ำตาลที่พบมากที่สุด ในโมเลกุลของสารประกอบฟีนอล ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส และอาจมีการรวมตัวกันระหว่างสารประกอบฟีนอลด้วยกันเอง หรือจะเป็นสารประกอบฟีนอลกับสารประกอบอื่น ๆ เช่น กรดอินทรีย์ รวมอยู่ในโมเลกุลของโปรตีน แอลคาลอยด์ และเทอร์ปีนอยด์ เป็นต้น (Moeiklang & Ruangviriyachai, 2014) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าสารฟลาโวนอยด์และฟีนอลิกเป็นสารประกอบที่มีบทบาทสำคัญในการเผาผลาญของร่างกาย โดยทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สามารถสร้างพันธะกับอนุมูลอิสระ การมีอนุมูลอิสระในร่างกายสามารถขัดขวางการเผาผลาญและทำลายเซลล์ที่ก่อให้เกิดโรคได้ การป้องกันสามารถทำได้โดยการบริโภคอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ซึ่งสามารถจับกับอนุมูลอิสระได้ การวิจัยนี้ได้พิจารณาถึงประโยชน์และสารประกอบที่มีอยู่ในเปลือกและเมล็ดของอะโวคาโด ซึ่งอาจส่งผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดเอทานอลที่ระดับความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ ของเปลือกและเมล็ดของอะโวคาโด โดยใช้วิธีการสกัดแบบแช่

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่างก่อนสกัด

งานวิจัยนี้ใช้วัสดุเหลือทิ้งอะโวคาโด 2 รูปแบบ ได้แก่ เปลือกและเมล็ด (Figure 1) เก็บมาจากอำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดเพชรบูรณ์ ในช่วงเดือนพฤษภาคม-สิงหาคม พ.ศ. 2567

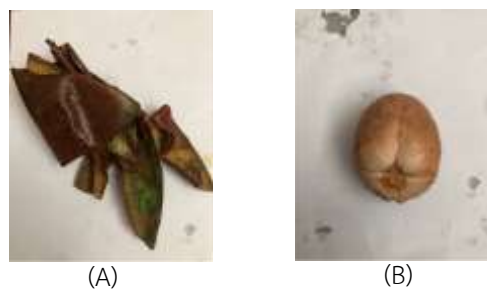


Figure 1 Two types of avocado waste materials (A) Peel (B) Seed

นำเปลือกและเมล็ดสดล้างให้สะอาด อบในตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ บดและนำมาร้อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 1 มิลลิเมตร ชั่งน้ำหนักตัวอย่างแห้ง 50 กรัม สกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 500 มิลลิลิตร ด้วยวิธีการแช่หมัก (Maceration) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 สัปดาห์ โดยมีการเขย่าเป็นครั้งคราว กรองด้วยกระดาษกรอง (Whatman) เบอร์ 1 นำสารสกัด ที่ได้มาระเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องกลั่นระเหยสารแบบหมุน (Rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จะได้สารสกัดหยาบด้วยเอทานอล (Ethanolic crude extract) นำมาทำให้แห้งอีกครั้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Lyophilization) ยี่ห้อ LSI รุ่น Lyo Lab 5LT ประเทศสหรัฐอเมริกา นำสารสกัดหยาบที่ได้มาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งตวงวัด 4 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนักของสารสกัดหยาบ (Figure 2)



Figure 2 Characteristics of the crude ethanol extract of avocado (A) Peel (B) Seed

2. การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณของสารประกอบฟีนอลิก (Total phenolic compounds)

การเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (Gallic acid) โดยนำแกลลิกมาชั่งจำนวน 50 มิลลิกรัม ละลายด้วยเอทานอล แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 50 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานแกลลิก ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

การวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิกรวม (Total phenolic content) โดยวิธี Folin-ciocalteu's ดัดแปลงจากงานวิจัยของ Kupina et al. (2018) และ Sansenya et al. (2021) สร้างกราฟมาตรฐานโดยเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (Gallic acid; GA) ที่ความเข้มข้น 200, 150, 100, 70, 50, 30 และ 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เติมสารละลาย Folin-ciocalteu's ปริมาตร 5 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารมาตรฐานแต่ละความเข้มข้น ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ปริมาตร 4 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ในความมืด ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 นาที นำสารละลายมาตรฐานแต่ละความเข้มข้นไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-VIS) ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร จากนั้นนำมาสร้างกราฟมาตรฐาน ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกในตัวอย่าง เตรียมทำนองเดียวกันกับสารมาตรฐาน แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืน นำค่าการดูดกลืนที่วัดได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน

3. การตรวจหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม ด้วยวิธี Aluminum chloride method (Total flavonoid content)

เตรียมสารละลายมาตรฐานแคทีชิน (Catechin) โดยแคทีชินมาชั่งจำนวน 50 มิลลิกรัม ละลายด้วย เอทานอลแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 50 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานแคทีชินความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

การวิเคราะห์หาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม (Total flavonoid content) โดยวิธี Aluminum chloride ดัดแปลงจากงานวิจัยของ Kongdin et al. (2023) เติมสารละลายมาตรฐาน ปริมาตร 0.6 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 2.4 มิลลิลิตร เติมโซเดียมไนไตรท์ (NaNO_2) ปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร เติมสารละลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ (AlCl_3) ปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 1.4 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ในความมืด ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 นาที และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-VIS) จากนั้นนำมาสร้างกราฟมาตรฐาน ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ในตัวอย่าง โดยเตรียมทำนองเดียวกันกับสารละลายมาตรฐาน แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืน นำค่าการดูดกลืนที่วัดได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน

4. การตรวจวิเคราะห์ฤทธิ์ต่อต้านอนุมูลอิสระ DPPH (DPPH radical scavenging activity)

เตรียมสารละลายมาตรฐานโทรลอกซ์ (Trolox) โดยนำโทรลอกซ์มาชั่ง จำนวน 50 มิลลิกรัม ละลายด้วยเอทานอลแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 50 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานโทรลอกซ์ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

การวิเคราะห์ปริมาณฤทธิ์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ดัดแปลงจากงานวิจัยของ Sansenya et al. (2021) โดยใช้โทรลอกซ์ (Trolox) เป็นสารละลายมาตรฐาน เติมสารมาตรฐานหรือตัวอย่าง ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เติมสารละลายดีพีพีเอช (DPPH) ความเข้มข้น 200 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 4.5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ในความมืด ที่อุณหภูมิห้อง และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-VIS) นำค่าการดูดกลืนที่วัดได้ (A) คำนวณเปอร์เซ็นต์

$$\% \text{ radical scavenging activity} = \left(\frac{A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}}{A_{\text{control}}} \right) \times 100 \quad (\text{Eq.1})$$

A_{control} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH

A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างหรือสารละลายมาตรฐาน

5.1 การตรวจหาสารฟลาโวนอยด์

ทำการบดสารสกัด 3 กรัมกับปิโตรเลียม 15 มิลลิลิตร บดซ้ำจนไม่มีสีออกมา กรองและเก็บเพื่อนำไปทดสอบต่อไป การทดสอบปฏิกิริยากับไซยานิดินส์ หรือชินดาเทสต์ (Shinoda test) นำสารตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง ใส่ลวดแมกนีเซียม 3-4 ชิ้น หยดกรด HCl เข้มข้น 10 หยด สังเกตสีส้มถึงสีแดง

การทดสอบของพิว (Pew test) นำสารสกัด 1 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลอง เติมผงสังกะสี 0.5 กรัมและ 2N HCl 2 หยด เขย่า 1 นาที เติมกรด HCl เข้มข้น 10 หยด สังเกตสีแดงเข้ม ภายใน 2-5 นาที หากเกิดสีแดงเข้ม แสดงว่ามีฟลาโวนอน (Flavanonol) หรือ ฟลาโวนอล-3-ไกลโคไซด์ (Flavonol-3-Glycoside) ถ้าให้สีจาง แสดงว่ามีฟลาโวน (Flavanone) และฟลาโวนอล (Flavonol)

5.2 การตรวจหาสารประกอบฟีนอลิกและแทนนิน

ละลายสารสกัด 125 มิลลิกรัม ด้วยน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร กรอง และเติม 10% NaCl 1 มิลลิลิตร กรองและเก็บเพื่อนำไปทดสอบ โดยแบ่งสารสกัดใส่หลอดทดลอง หลอดละ 2 มิลลิลิตร จำนวน 8 หลอด หลอดที่ 1 เป็นหลอดควบคุม (Control) หลอดที่ 2 เติม Gelatin solution 2-3 หยด (เกิดตะกอนขุ่นขาว) หลอดที่ 3 เติม Gelatin salt solution 2-3 หยด (เกิดตะกอนขุ่นขาว) หลอดที่ 4 เติม 1% Ferric chloride 2-3 หยด (สีน้ำเงินเขียว) หลอดที่ 5 เติม Bromine water 5-6 หยด (ตะกอนเบาสีอ่อน) หลอดที่ 6 เติม 40% Formalin 3 หยด ตามด้วย 10% HCl 6 หยด นำไปต้มใน Water bath 1-2 นาที (ตะกอนสีแดง) หลอดที่ 7 ถ่ายสารสกัดลงใน Evaporating dish ระเหยจนแห้งในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) เติม Vanillin reagent 1 มิลลิลิตรและกรด HCl เข้มข้น 1 หยด (สีแดง) หลอดที่ 8 เติม Lime water 5 มิลลิลิตร (ตะกอนสีเหลืองน้ำเงินเทา)

ผลการวิจัย

1. การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณของสารประกอบฟีนอลิก (Total phenolic compounds)

สารสกัดหยาบเปลือกผล และเมล็ดของอะโวคาโดมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด เทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก (Figure 3) ($y=0.0099x+0.0789$, $R^2=0.9981$) เท่ากับ 109.82 ± 2.73 และ 59.65 ± 0.39 มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัดตามลำดับ ดังแสดงใน Table 1

Table 1 The phenolic compound content of avocado

Replication	Peel (mg GAE/g extract)	Seed (mg GAE/g extract)
1	109.25	59.27
2	107.41	59.64
3	112.79	60.05
X±SD	109.82±2.73	59.65±0.39

2. การตรวจหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม ด้วยวิธี Aluminum chloride method (Total flavonoid content)

สารสกัดหยาบเปลือกผล และเมล็ดของอะโวคาโดมีปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด เทียบกับกราฟมาตรฐานของ แคทีชิน (Figure 4) ($y=0.0024x-0.0039$, $R^2=0.9981$) เท่ากับ 120.90 และ 60.18 มิลลิกรัมของแคทีชินต่อกรัมของสารสกัดตามลำดับ ดังแสดงใน Table 2

Table 2 Total flavonoid content of avocado

Replication	Peel (mg CE/g extract)	Seed (mg CE/g extract)
1	114.63	58.74
2	122.42	61.82
3	125.65	59.98
$\bar{X} \pm SD$	120.90 ± 5.66	60.18 ± 1.55

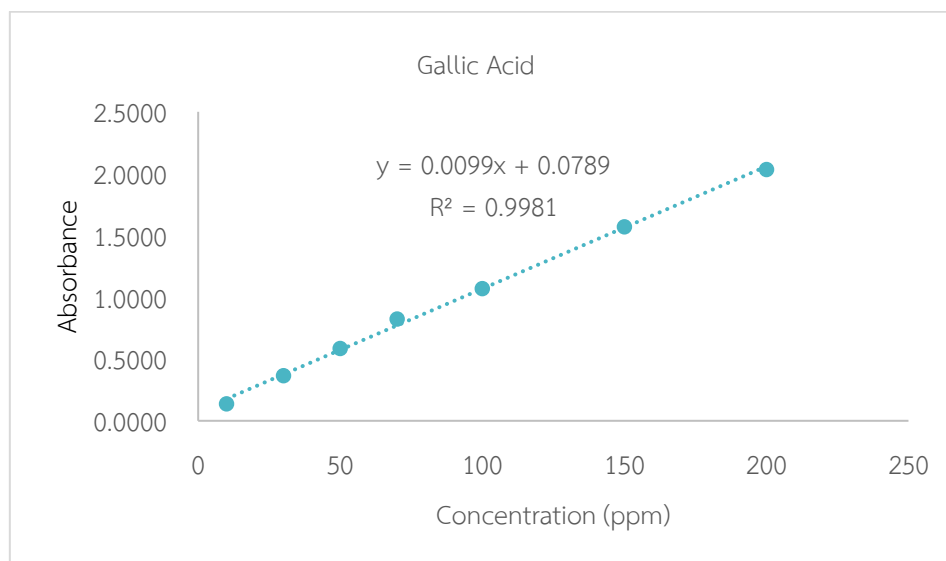


Figure 3 Standard Curve of Gallic Acid

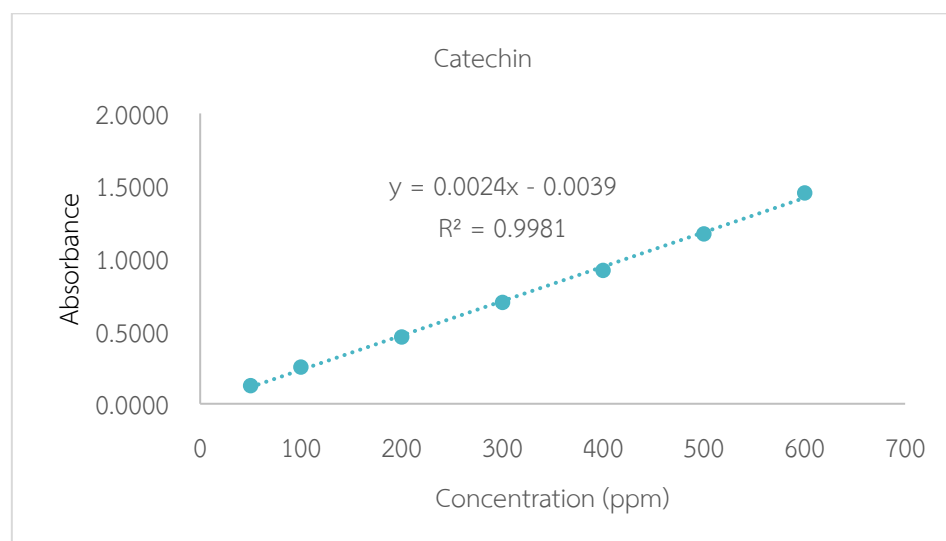


Figure 4 Standard Curve of Catechin

3. การตรวจวิเคราะห์ฤทธิ์ต่อต้านอนุมูลอิสระ DPPH (DPPH radical scavenging activity)

ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าสารสกัดหยาบจากส่วนของเปลือกผล และเมล็ดของอะโวคาโดสามารถต่อต้านอนุมูลอิสระ DPPH ได้ โดยฤทธิ์ต่อต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับความเข้มข้นของสารสกัดที่เพิ่มขึ้น ฤทธิ์ต่อต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดมีค่าค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับสารมาตรฐานโทร็อกซ์ ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 28.84 ± 0.13 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สารสกัดหยาบเปลือกผล และเมล็ดของอะโวคาโด มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 415.24 ± 16.38 และ 710.30 ± 7.55 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 3 โดยแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของการยับยั้งอนุมูลอิสระของ DPPH และการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด (Figure 5 และ 6)

Table 3 The DPPH antioxidant activity of avocado

Sample	Concentration ($\mu\text{g/ml}$)	Absorbance	% free radical inhibition.	IC_{50} ($\mu\text{g/ml}$)
Peel	152	0.7018	36.56 ± 0.09	415.24 ± 16.38
	356	0.5950	46.21 ± 0.10	
	762	0.3421	69.08 ± 4.14	
	1016	0.2121	80.83 ± 0.52	
	control	1.1062		
Seed	155	0.8758	20.56 ± 0.07	710.30 ± 7.55
	363	0.7266	34.09 ± 0.13	
	777	0.4951	55.09 ± 0.23	
	1036	0.3889	64.72 ± 0.76	
	control	1.1025		
Trolox	10	0.7207	33.78 ± 0.16	28.84 ± 0.13
	20	0.6208	42.96 ± 0.09	
	30	0.5464	49.79 ± 0.13	
	40	0.4321	60.29 ± 0.06	
	50	0.3408	68.68 ± 0.07	
	60	0.2735	74.86 ± 0.08	
	70	0.1224	88.75 ± 0.32	
	control	1.0882		

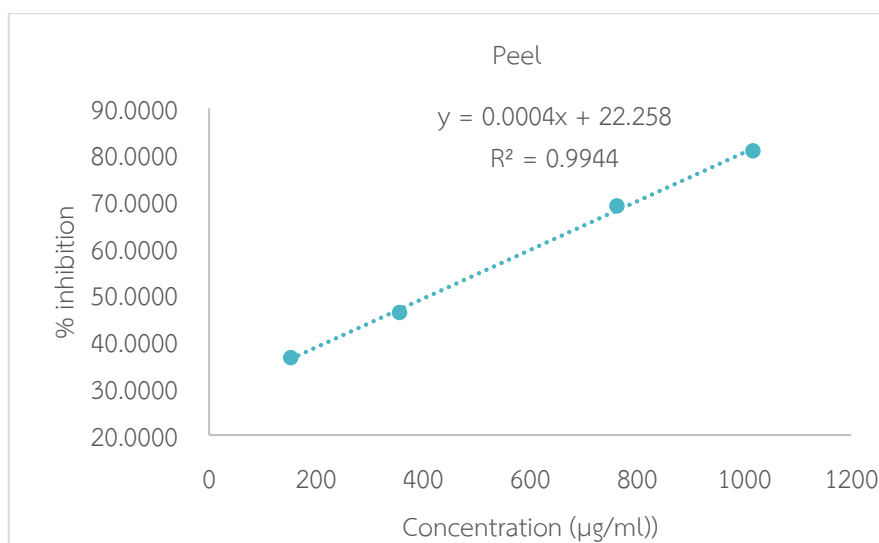


Figure 5 Percentage of DPPH radical inhibition from avocado peel extract

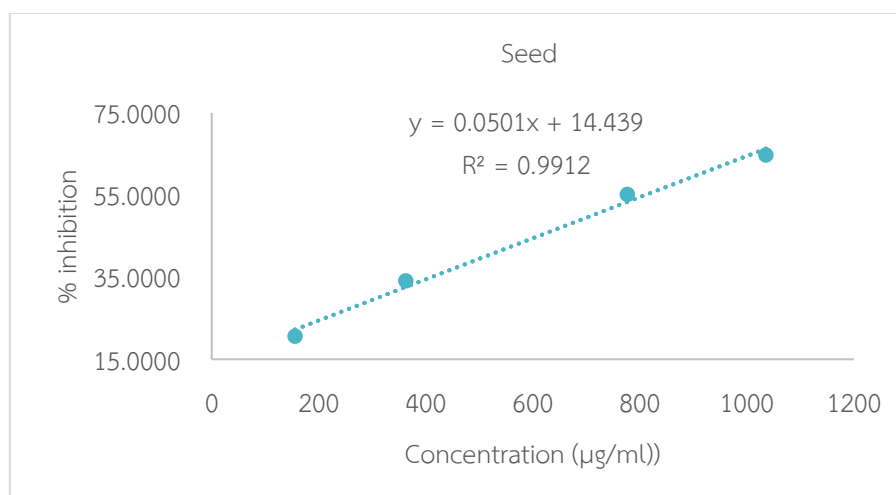


Figure 6 Percentage of DPPH radical inhibition from avocado seed extract

4. การตรวจสอบสารต้านอนุมูลอิสระเบื้องต้น

จากผลการทดลองใน Table 4 แสดงให้เห็นว่าส่วนของเปลือกอะโวคาโดให้ผลทดสอบเป็นสีแดงเข้มกับชินดาเทสต์ ซึ่งเป็นการทดสอบหาเบนโซไพโรน นิวเคลียส (Benzopyrone nucleus) ที่พบในโครงสร้าง และการทดสอบของฟิว ซึ่งเป็นการทดสอบหาฟลาโวนอล (Flavanonol) จากผลการทดลองแสดงว่าเปลือกของอะโวคาโดมีสารฟลาโวนอล หรือ ฟลาโวนอล-3-ไกลโคไซด์ (Flavonol-3-glycoside) ในขณะที่ส่วนของเมล็ด ให้ผลการทดสอบเป็นสีส้มเมื่อทำการทดสอบด้วย วิธีชินดาเทสต์ และให้ผลการทดสอบเป็นสีแดงจาง ๆ กับการทดสอบด้วยวิธีของฟิว แสดงให้เห็นว่าส่วนของเมล็ดนั้นมีสารฟลาโวน (Flavanone) และฟลาโวนอล (Flavonol) เมื่อทดสอบหาสารประกอบฟีนอลิกและแทนนิน พบว่า ผลการทดสอบให้ผลเป็นบวก (+) กับทุกการทดสอบและให้ผลเป็นสีน้ำเงินอมเขียวเมื่อทดสอบกับสารเฟอร์ริกคลอไรด์ (Figure 7) จึงสรุปได้ว่าชั้นส่วนของเปลือกและเมล็ดของอะโวคาโดมีสารประกอบแทนนินทั้ง 2 ประเภท คือ แทนนินชนิดควบแน่น (Condensed tannin) และแทนนินที่สามารถไฮโดรไลซ์ได้ (Hydrolysable tannin)

Table 4 Preliminary testing for antioxidants

Preliminary testing for antioxidants.	Peel	Seed
Flavonoid		
1. Shinoda test	Red	Orange
2. Pew test	Red	Faded red
Phenolic and Tannin		
1. Control	-	-
2. Gelatin solution	+	+
3. Gelatin salt solution	+	+
4. 1% Ferric chloride	+	+
5. Bromine water	+	+
6. Formalin-HCl test	+	+
7. Vanillin-HCl test	+	+
8. Lime-water	+	+

Note: (-) Not apparent or cannot be concluded, (+) Appears

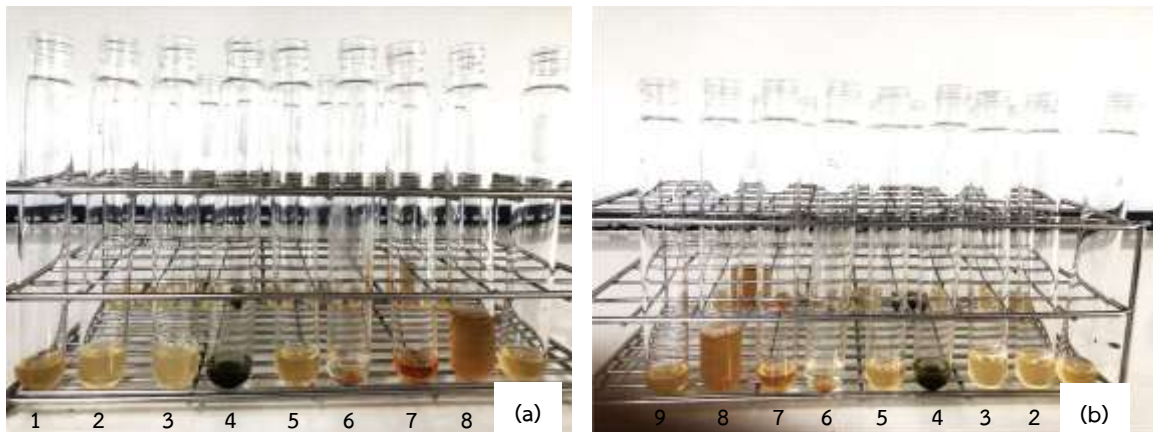


Figure 7 Preliminary testing for antioxidants (a) Peel (b) Seed

การอภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่า สารสกัดหยาบเปลือกผล (P) ของอะโวคาโดที่สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 50% มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 415.24 ± 16.38 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามที่ Molyneux (2004) กล่าวว่า ระดับความแรงของสารต้านอนุมูลอิสระ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ แรงมาก ($IC_{50} < 50$ $\mu\text{g/ml}$) แรง (IC_{50} : 50-100 $\mu\text{g/ml}$) ปานกลาง (IC_{50} : 101-150 $\mu\text{g/ml}$) และอ่อน ($IC_{50} > 150$ $\mu\text{g/ml}$) แสดงว่าสารสกัดหยาบเปลือกผล (P) ของอะโวคาโดที่สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 50% อยู่ในระดับอ่อน เมื่อเทียบกับของ Rahman et al. (2022) พบว่า เปลือกผลอะโวคาโดที่สกัดด้วย เมทานอลมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ IC_{50} เท่ากับ 185.891 ± 1.598 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และงานวิจัยของ Kamaraj et al. (2020) เผยให้เห็นถึงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเปลือกอะโวคาโดในน้ำ มีค่า IC_{50} สูงถึง 71.96 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งอาจมีผลมาจากสารสกัดที่ใช้ เช่นเดียวกับสารสกัดหยาบเมล็ด (S) ของอะโวคาโด มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 710.30 ± 7.55 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร อยู่ในระดับอ่อน เมื่อเทียบกับของ Munthe et al. (2023) ใช้ตัวทำละลายเป็นเอทานอลร้อยละ 70 ค่า IC_{50} 77.298 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ Sirichaiekawat (2022) ศึกษาสารสกัดออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเมล็ดอะโวคาโดพันธุ์พื้นเมือง โดยใช้ตัวทำละลายเป็นเอทานอลที่ความเข้มข้น 60 เปอร์เซ็นต์ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ IC_{50} สูงถึง 53 ± 0.001 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของสารสกัดมีผลต่อปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ สารพฤกษเคมีเป็นสารที่มีประโยชน์พบได้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช สารพฤกษเคมีสามารถทำหน้าที่เป็นสารยับยั้งและโคแฟกเตอร์ในปฏิกิริยาของเอนไซม์ สามารถกำจัดสารพิษที่เป็นอันตราย เช่น อนุมูลอิสระเพิ่มการเผาผลาญสารอาหารในร่างกาย มีการศึกษามากมายที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสารพฤกษเคมีและบทบาทสำคัญในการยับยั้งและซ่อมแซมการอักเสบ โรคเบาหวาน โรคหัวใจ มะเร็ง เนื้องอก และโรคเกี่ยวกับการเผาผลาญในเซลล์สัตว์ กลไกของสารพฤกษเคมีในการต่อต้านมะเร็ง ได้แก่ การยับยั้งการอักเสบและการแบ่งเซลล์ หรือการกระตุ้นให้เกิดอะพอพโทซิส (Apoptosis) สารพฤกษเคมี ประกอบด้วย โพลีฟีนอลเชิงซ้อน ซึ่งเป็นสารประกอบทางชีวภาพที่มีการสร้างวงแหวนอะโรมาติกของสารไฮดรอกซิล ซึ่งทำให้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ในสารสกัดเปลือกอะโวคาโด ตรวจพบสารพฤกษเคมี เช่น แอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน แทนนิน และเทอร์ปีนอยด์ (Waiwong et al. 2025) การตรวจพบซาโปนินในสารสกัดเอทานอลจากเปลือกอะโวคาโด แตกต่างจากการศึกษาของ Kamaraj et al. (2020) ในสารสกัดน้ำจากเปลือกอะโวคาโด แสดงให้เห็นว่าไม่พบส่วนประกอบของซาโปนิน สันนิษฐานว่าเกิดจากอิทธิพลของสารสกัดที่ใช้ (Lee et al., 2007) สารประกอบฟีนอลทั้งหมด เกี่ยวข้องอย่างมากกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ มีการศึกษาหลายชิ้นที่แสดงให้เห็นว่าสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในปริมาณสูงมีส่วนทำให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Zhang et al., 2015) นอกจากนี้ Zhang et al. (2015) ยังแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างฟีนอลทั้งหมดและฟลาโวนอยด์ต่อกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งวัดโดยการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH สารพฤกษเคมีที่ตรวจพบอีกชนิด คือ แทนนิน ซึ่งประกอบด้วย วงแหวนฟีนอลจำนวนมาก สารนี้ประกอบด้วย แทนนินชนิดควบแน่น และแทนนินที่สามารถไฮโดรไลซ์ได้ แอลคาลอยด์มีส่วนช่วยเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเนื่องจากมีกลุ่มไฮดรอกซิล (Hydroxyl)

เมทอกซิล (Methoxy) เมทิลีน (Methylene) และเมทิล (Methyl) (Dalimunthe et al., 2018) และอัลคาลอยด์มีส่วนช่วยในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าฟีนอล โดยวัดจากความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล ศึกษาในการต้านอนุมูลอิสระในการลดเพอริก และความสามารถในการยับยั้งการเกิดลิพิดเปอร์ออกซิเดชัน (Lipid peroxidation) (Dalimunthe et al., 2018) จากการตรวจสอบสารต้านอนุมูลอิสระเบื้องต้นพบว่าทั้งส่วนของเปลือกและเมล็ดมีฟลาโวนอยด์และแทนนิน สอดคล้องกับรายงานของ Osuntokun et al. (2017) และ Danilo et al. (2022) พบน้ำตาลรีดิวซ์ ซาโปนิน ฟลาโวนอยด์ แทนนิน สเตียรอยด์ และไตรเทอร์พีนอยด์ พร้อมกันนั้นการสกัดด้วยน้ำจะให้ปริมาณ ฟลาโวนอยด์ที่สูงกว่าสกัดด้วยไฮโดรแอลกอฮอล์ นอกจากนี้ยังมีรายงานสารฟลักซ์เคมีที่พบในเมล็ดอะโวคาโด ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ แทนนิน ซาโปนิน ฟีนอลิก (Oluwaniyi et al., 2017) จากรายงานที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า สารฟลักซ์เคมีในส่วนประกอบของพืชมีทั้งที่เหมือนกันและแตกต่างกัน ขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น อายุ ชิ้นส่วน และสภาพแวดล้อม แม้กระทั่งสารที่ใช้ในกระบวนการสกัด ในการวิจัยนี้ใช้สารละลายเอทานอล 50% เป็นตัวทำละลายจึงสามารถดึงดูดสารประกอบที่มีขี้และไม่ขี้ต่าง ๆ เช่น อัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน แทนนิน และสเตียรอยด์ที่มีอยู่ในอะโวคาโดได้

บทสรุป

สารสกัดหยาบเปลือกผล และเมล็ดของอะโวคาโดมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 109.82 ± 2.73 และ 59.65 ± 0.39 มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด เท่ากับ 120.90 ± 5.66 และ 60.18 ± 1.55 มิลลิกรัมของแคทีชินต่อกรัมของสารสกัด มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 415.24 ± 16.38 และ 710.30 ± 7.55 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ดังนั้นการใช้เปลือกอะโวคาโด ซึ่งเป็นของเสียจากกระบวนการผลิต แสดงให้เห็นถึงศักยภาพสำหรับการนำไปแปรรูป เนื่องจากได้รับการยืนยันแล้วว่าเป็นแหล่งของฟลักซ์เคมีที่มีส่วนสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่อนุเคราะห์ประสานงานวิจัยจนแล้วเสร็จจุล่งงานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนงบประมาณด้านวิจัย วิทยาศาสตร์และนวัตกรรม Fundamental Fund ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 ขอขอบคุณเกษตรกรปลูกอะโวคาโดทุกท่านที่ ตำบลเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ที่อนุเคราะห์ผลผลิตอะโวคาโดในการวิจัย และขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Asmorowati, H. & Lindawati, N. Y. (2019). Penetapan kadar flavonoid total alpukat (*Persea americana* Mill.) dengan metode spektrofotometri. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. 15(2), 51-63. <https://doi.org/10.20885/jif.vol15.iss2.art1>
- Dabas, D., Shegog, R. M., Ziegler, G. R. & Lambert, J. D. (2013). Avocado (*Persea americana*) seed as a source of bioactive phytochemicals. *Current pharmaceutical design*. 19, 6133-6140. <https://doi.org/10.2174/1381612811319340007>
- Dalimunthe, A., Hasibuan, P. A. Z., Silalahi, J., Sinaga, S. F. & Satria, D. (2018). Antioxidant activity of alkaloid compounds from *Litsea cubeba* Lour. *Oriental Journal of Chemistry*. 34(2), 1149-1152. <https://doi.org/10.13005/ojc/340270>
- Danilo, G. N. P, Sousa, J. das V., Silva, M. C., Matos, A. F., Santos, H. L. C. dos, Pereira, G. L., Rocha, E. B. da, Alves, R. S., Bastos, L. de O., Pires, L. de O., Castro, R. N., Borba, H. R. & Lima, V. M. de L. (2022). *Persea americana* Mill.: Evaluation of cytogenotoxicity and phytochemical prospection of leaf extracts. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 58. <http://dx.doi.org/10.1590/s2175-97902022e19261>

- Jiwintarum, Y., Eliza, I., Tatontos, E. Y., & Rohmi, R. (2018). Tea Bag Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.) terhadap Kadar Gula Darah Tikus Putih (*Rattus norvegicus*). *Quality Jurnal Kesehatan*. 11(2), 56-62. <http://dx.doi.org/10.36082/qjk.v11i2.66>
- Kamaraj, M., Kumar, V. D. R., Nithya, T. G. & Danya, U. (2020). Assessment of antioxidant, antibacterial activity and phytoactive compounds of aqueous extracts of avocado fruit peel from Ethiopia. *International Journal of Peptide Research and Therapeutics*. 26, 1549-1557. <https://doi.org/10.1007/s10989-019-09965-6>
- Kongdin, M., Chumanee, S., & Sansenya, S. (2023). Gamma irradiation promotes the growth rate of Thai pigmented rice as well as inducing the accumulation of bioactive compounds and carbohydrate hydrolyzing enzymes inhibitors (α -Glucosidase and α -Amylase) under salt conditions. *Preventive Nutrition and Food Science*. 28(4), 463-470. <https://doi.org/10.3746/pnf.2023.28.4.463>
- Kopon, A. M., Baunsele, A. B. & Boelan, E. G. (2020). Skrinng senyawa metabolit sekunder ekstrak metanol Biji alpukat (*Persea americana* Mill.) Asal Pulau Timor. *Akta Kimia Indonesia*. 5(1), 43. <http://dx.doi.org/10.12962/j25493736.v5i1.6709>
- Kupina, S., Fields, C., Roman, M. C., & Brunelle, S. L. (2018). Determination of total phenolic content using the Folin-C Assay: Single-Laboratory Validation, First Action 2017.13. *Journal of AOAC International*. 101(5), 1466-1472. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.18-0031>
- Lee, Y. L., Yen, M. T. & Mau, J. L. (2007). Antioxidant properties of various extracts from *Hypsizygus marmoreus*. *Food Chem.*104(1), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.10.063>
- Moeiklang, N. & Ruangviriyachai, C. (2014). Determination of phenolic compound and antioxidant potential in fruit beverages. *KKU Research Journal (Graduate Studies)*. 14(4), 69-79. (In Thai)
- Molyneux, P. (2004). The use of the stable radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarinn Journal of Science and Technology*. 26(2), 211-219.
- Munthe, S. W. N., Riskianto, R. Juvi, D. & Novia, J. (2023). Antioxidant, total phenolic and total flavonoid of 70% ethanol extract of avocado seeds (*Persea americana* Mill.). *Pharmacognosy Journal*. 15(4), 599-605.
- Nwaogu, L., Onyeze, G. & Nwabueze, R. (2008). Degradation of diesel oil in a polluted soil using *Bacillus subtilis*. *African Journal of Biotechnology*. 7(12), 1939-1943. <http://dx.doi.org/10.5897/AJB07.889>
- Oluwaniyi, O. O., Nwosu, F. O. & Okoye, C. M. (2017). Comparative study of the constituents of the fruits pulps and seeds of *Canarium ovatum*, *Persea americana* and *Dacryodes edulis*. *Jordan Journal of Chemistry*. 13(2), 113-125.
- Osuntokun, O.T., Ogunlade, A.O. & Modupe, A.O. (2017). Efficacy of essential oils from *Persea americana* stem bark and seed extracts. *Journal of Applied Microbiology and Biochemistry*. 2(2), 1-6. <http://doi: 10.21767/2576-1412.100012>
- Rahman, N., Mulyani, S., Abdullah, R. & Bohari, B. (2022). Antioxidant properties of the methanolic extract of avocado fruit peel (*Persea americana* Mill.) from Indonesia. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*. 13(3), 166-170. http://doi: 10.4103/japtr.japtr_22_22
- Sanchez-Martin, V., Plaza-Calonge, M. D. C., Soriano-Lerma, A., Gonzalez, M., Linde-Rodriguez, A. & Perez-Carrasco, V. (2022). Gallic acid: A natural phenolic compound exerting antitumoral activities in colorectal cancer via interaction with G-Quadruplexes. *Cancers*. 14(11), 2648. <http://dx.doi.org/10.3390/cancers14112648>

- Sansenya, S., Payaka, A., Wannasut, W., Hua, Y., & Chumanee, S. (2021). Biological activity of rice extract and the inhibition potential of rice extract, rice volatile compounds and their combination against α -glucosidase, α -amylase and tyrosinase. *International Journal of Food Science & Technology*. 56(4), 1865-1876. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14816>
- Sies, H., Stahl, W. & Sundquist, A. (1992). Antioxidant functions of vitamins, vitamin E and C, beta-carotene and other carotenoids. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 368, 7-19.
- Sirichaiekawat, M. (2022, Feb 2). *Total Phenolics and Flavonoids Contents Antioxidation and Antityrosinase Activities of Local Avocado Cultivar Seed*. <https://postgrads.mfu.ac.th/wp-content/uploads/2022/12/6251701280.pdf> (In Thai)
- Supriningrum, R., Nurhasnawati, H. & Faisah, S. (2020). Penetapan kadar fenolik total ekstrak etanol daun serunai (*Chromolaena odorata* L.) dengan metode spektrofotometri UV-Vis. *Al Ulum Jurnal Sains Dan Teknologi*. 5(2), 54. <http://dx.doi.org/10.31602/ajst.v5i2.2802>
- Waiwong, N., Kuangkunthod, S, Kaewkrom, P. & Punsang, S. (2025, March 7). *Preliminary phytochemical screening test of avocado* [Conference presentation]. PCRUSCI CONFERENCE 2025, Phetchabun Rajabhat University. Phetchabun. 720-728. (In Thai)
- Yasir, M., Das, S. & Kharya, M. D. (2010). The phytochemical and pharmacological profile of *Persea americana* Mill. *Pharmacognosy Reviews*. 4(7), 77-84. <http://dx.doi.org/10.4>
- Zhang, Y. J., Gan, R. Y., Li, S., Zhou, Y., Li, A. N., Xu, D. P. & Li, H. B. (2015). Antioxidant phytochemicals for the prevention and treatment of chronic diseases. *Molecules*. 20(12), 21138-56. <https://doi.org/10.3390/molecules201219753>