

การเปรียบเทียบปริมาณผลผลิต ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดเปลือกและเมล็ด ลูกหยีที่ได้จากวิธีสกัดที่แตกต่างกัน

COMPARATIVE OF YIELD AND TOTAL PHENOLIC CONTENT OF PEELS AND SEEDS OF VELVET TAMARIND EXTRACTS (*Dialium cochinchinense* Pierre) FROM DIFFERENT EXTRACTION METHODS

อดุลย์สมาน สุขแก้ว¹ ปันณรภัฏ ทกปลักดี^{1,2} และ ศศมล ผาสุก^{1,2*}

Adulsman Sukkaew¹, Pannraphat Takolpuckdee^{1,2} and Sasamol Phasuk^{1,2*}

¹หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลย
อลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

²หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมเพื่อการพัฒนา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

¹Doctor of Philosophy Program in Science Education, Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn
Rajabhat University under the Royal Patronage, Pathum Thani Province.

²Doctor of Philosophy Program in Science and Innovation for Development, Faculty of Science and Technology,
Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Pathum Thani Province.

*Corresponding Author E-mail: sasamol@vru.ac.th

Received September 12, 2024; Revised October 7, 2024; Accepted October 20, 2024

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตและปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดเปลือกและเมล็ด
ลูกหยี ที่สกัดด้วยวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน โดยนำเปลือกและเมล็ดลูกหยี มาหาปริมาณผลผลิต และสกัดด้วยวิธีการสกัดที่
แตกต่างกัน 3 วิธี ได้แก่ วิธีที่ 1 การสกัดแบบแช่หมัก วิธีที่ 2 การสกัดโดยการเขย่า และวิธีที่ 3 การสกัดด้วยไมโครเวฟ ผล
การทดลองพบว่า เปลือกและเมล็ดลูกหยีให้ผลผลิตเท่ากับ 92.07 ± 3.65 เปอร์เซ็นต์ 95.38 ± 1.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ
เมื่อศึกษาปริมาณสารสกัดจากเปลือกและเมล็ดลูกหยีโดยใช้วิธีการสกัด 3 วิธี พบว่าวิธีที่ 3 การสกัดด้วยไมโครเวฟ ให้
ผลผลิตสารสกัดสูงสุดทั้งในส่วนเปลือกและเมล็ดลูกหยี โดยในส่วนเปลือกมีผลผลิตเท่ากับ 20.07 ± 3.65 เปอร์เซ็นต์
และในส่วนเมล็ดลูกหยีมีผลผลิตเท่ากับ 16.56 ± 1.65 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ วิธีที่ 3 ยังให้ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด
สูงสุดในเปลือกและเมล็ดลูกหยี โดยในเปลือกลูกหยีมีค่าเท่ากับ 142.40 ± 2.32 mg GAE/g dry weight และในเมล็ดมีค่า
เท่ากับ 159.72 ± 5.32 mg GAE/g dry weight ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธีการสกัดด้วยไมโครเวฟในการ
สกัดสารฟีนอลิกจากเปลือกและเมล็ดลูกหยี ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์
อื่นๆ ที่มีสารต้านอนุมูลอิสระสูงได้ต่อไป

คำสำคัญ: ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด เปลือกลูกหยี เมล็ดลูกหยี วิธีการสกัด

Abstract

The objectives of this research were to compare the yield and total phenolic content of extracts from Velvet tamarind of peels and seeds by using different extraction methods. The velvet tamarind peels and seeds were analyzed for yield and extracted using three different methods as 1) maceration extraction, 2) shaking extraction, and 3) microwave-assisted extraction. The results showed that the peels and seeds of velvet tamarind yielded $92.07 \pm 3.65\%$ and $95.38 \pm 1.65\%$, respectively. When examining the extracts from peels and seeds using the three extraction methods, the result was found that method 3, microwave-assisted extraction, provided the highest yield for both peels and seeds of velvet tamarind. The yield from the peels was $20.07 \pm 3.65\%$, and seeds was $16.56 \pm 1.65\%$. Additionally, method 3 also yielded the highest total phenolic content in both the peels and seeds, with the peels containing 142.40 ± 2.32 mg GAE/g dry weight and the seeds containing 159.72 ± 5.32 mg GAE/g dry weight. These findings demonstrate the efficiency of microwave-assisted extraction in extracting total phenolic compounds from velvet tamarind of peels and seeds, which can be utilized as active ingredients in cosmetic products and other products with high antioxidant properties.

Keywords: Total Phenolic Content, Peels Velvet Tamarind, Seeds Velvet Tamarind, Extraction Methods

1. บทนำ

ลูกหยีเป็นผลไม้พื้นเมืองภาคใต้ชนิดหนึ่ง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Dialium cochinchinense* อยู่ในวงศ์ LEGUMINOSAE สามารถรับประทานได้เมื่อสุก ลักษณะผลเป็นพวง ผลดิบมีสีเขียว เมื่อสุกเปลือกจะมีสีดำ เนื้อในเป็นสีน้ำตาลแดงรสหวานอมเปรี้ยว แต่นิยมส่วนใหญ่เอามาแปรรูปมากกว่าการรับประทานแบบสด ในผลลูกหยีสามารถแปรรูปได้หลากหลายผลิตภัณฑ์ เช่น ฉาบน้ำตาล กวน ทองเครื่อง และการแปรรูปเป็นแยม เป็นต้น ในลูกหยีจะพบสารสำคัญในกลุ่ม ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และแทนนิน ทั้งในส่วนของผล เปลือกและเมล็ดซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ [1-2] จากการศึกษาวิจัยของ Tran *et al.* (2022) [3] ได้ศึกษาสารสำคัญขององค์ประกอบทางเคมีของเนื้อลูกหยีพบสารสเตียรอยด์ เทอร์เพนอยด์ แอนทราควิโนน แทนนิน ซาโปนิน และฟีนอลิก สามารถต้านเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดได้ และสามารถลดจำนวนแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์ได้ [4] นอกจากนี้ในการแปรรูปลูกหยีก็มีส่วนเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีได้แก่ เปลือกลูกหยีและเมล็ดลูกหยีซึ่งทิ้งและไม่ได้ใช้ประโยชน์ จากการศึกษาพบว่าเปลือกและเมล็ดลูกหยีมีรสฝาด ซึ่งสารที่มีรสฝาดส่วนใหญ่จะมีสารแทนนิน และสารฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบ และเมื่อนำไปศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพจะพบว่าสารเหล่านี้จะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ [5-8] การใช้ประโยชน์และการเพิ่มมูลค่าจากเปลือกและเมล็ดลูกหยี ก็เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อม และเป็นการส่งเสริมเศรษฐกิจเหลือทิ้งจากการแปรรูปลูกหยีให้มีมูลค่าได้ในอนาคต

ดังนั้นในงานวิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตและปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดเปลือกและเมล็ดลูกหยีด้วยวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาสามารถใช้เป็นแนวทางการใช้สารจากธรรมชาติมาเป็นสารออกฤทธิ์ในเครื่องสำอางและอุตสาหกรรมอื่นๆ ซึ่งเป็นทางเลือกที่ปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมการสร้างมูลค่าเพิ่มและการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าให้กับพืชพื้นเมืองในเขตพื้นที่จังหวัดชายแดนใต้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณร้อยละผลผลิตของสารสกัดจากเปลือกและเมล็ดลูกหยีด้วยวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน
- 2) เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากเปลือกและเมล็ดลูกหยีด้วยวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน

3. การดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมตัวอย่างเปลือกและเมล็ดลูกหยี

นำเปลือกและเมล็ดลูกหยี จากกลุ่มวิสาหกรรมการชุมชนแปรรูปลูกหยี ตำบลยะรัง อำเภอยะรัง จังหวัดยะลา โดยเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน เมษายน - สิงหาคม พ.ศ. 2567 นำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จนแห้งสนิท จากนั้นนำมาบดละเอียดแล้วร่อนด้วยตะแกรงขนาด 100 ไมครอน เพื่อให้มีขนาดเท่าๆ กัน แล้วผึ่งให้แห้งภายใต้แสงแดดในที่ร่ม คำนวณผลผลิตที่ได้ วิเคราะห์ความชื้นมาตรฐานเปียก และความชื้นมาตรฐานแห้ง ตามมาตรฐาน AOAC(1990) [9-11]

3.2 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกและเมล็ดลูกหยี

3.2.1 วิธีที่ 1 การสกัดแบบแช่หมัก (Maceration Extraction)

ชั่งตัวอย่างเปลือกและเมล็ดลูกหยีอย่างละ 25 กรัม เติมน้ำเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 100 มิลลิลิตร แช่ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 72 ชั่วโมง นำมากรองด้วยผ้าขาวบางและกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.4 นำส่วนใสไประเหยในอ่างควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนแห้งและได้สารสกัดหยาบ นำมาหาร้อยละผลผลิตที่ได้ เก็บสารสกัดหยาบในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการทดลอง 3 ซ้ำ [12-14]

3.2.2 วิธีที่ 2 การสกัดโดยการเขย่า (Shaking Extraction)

ชั่งตัวอย่างเปลือกและเมล็ดลูกหยีอย่างละ 25 กรัม เติมน้ำเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 100 มิลลิลิตร เขย่าความเร็ว 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำมากรองด้วยผ้าขาวบางและกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.4 นำส่วนใสไประเหยในอ่างควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนแห้งและได้สารสกัดหยาบ นำมาหาร้อยละผลผลิตที่ได้ เก็บสารสกัดหยาบในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการทดลอง 3 ซ้ำ [15,16]

3.2.3 วิธีที่ 3 การสกัดด้วยไมโครเวฟ (Microwave-Assisted Extraction (MAE)

ชั่งตัวอย่างเปลือกและเมล็ดลูกหยีอย่างละ 25 กรัม เติมน้ำเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 100 มิลลิลิตร ให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟ ที่ 700 วัตต์ เวลา 20 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น นำมากรองด้วยผ้าขาวบางและกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.4 นำส่วนใสไประเหยในอ่างควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนแห้งและได้สารสกัดหยาบ แล้วนำมาหาร้อยละผลผลิตที่ได้ เก็บสารสกัดหยาบในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการทดลอง 3 ซ้ำ [13, 17-19]

3.3 การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

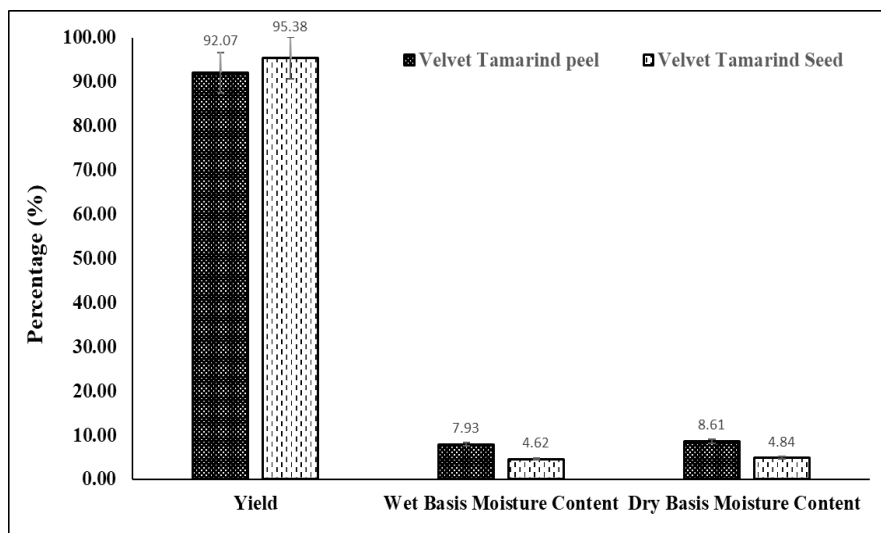
วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดโดยวิธี Folin-Ciocalteu Colorimetric ในรูปของกรดแกลลิกโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของ กรดแกลลิกมาตรฐาน และรายงานผลเป็น น้ำหนัก มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักสารสกัดเปลือกและเมล็ดลูกหยีแห้ง 1 กรัม (mg gallic acid equivalents/g dried velvet tamarind seeds/peels extract) โดยการดูดสารละลาย Gallic acid ปริมาตร 1 มิลลิลิตร โดยมี Blank เป็นน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น ในปริมาตร 70 มิลลิลิตร เติมน้ำ Folin-ciocalteu phenol reagent ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผสมตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เวลา 5 นาที เติมน้ำละลาย Na_2CO_3 จำนวน 15 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1.5 ชั่วโมง วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร บันทึกค่าแล้วมาสร้างกราฟมาตรฐาน ส่วนตัวอย่างสารสกัดเปลือกและเมล็ดลูกหยีหาได้ตามวิธีข้างต้นโดยใช้แทน Gallic acid และมี Blank เป็นตัวทำละลายของสารสกัด [20, 22]

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ผลของปริมาณสารสกัดจากเปลือกและเมล็ดลูกหยี

4.1.1 ผลของผลผลิตที่ได้ ความชื้นมาตรฐานเปียก ความชื้นมาตรฐานแห้งของเปลือกและเมล็ดลูกหยี

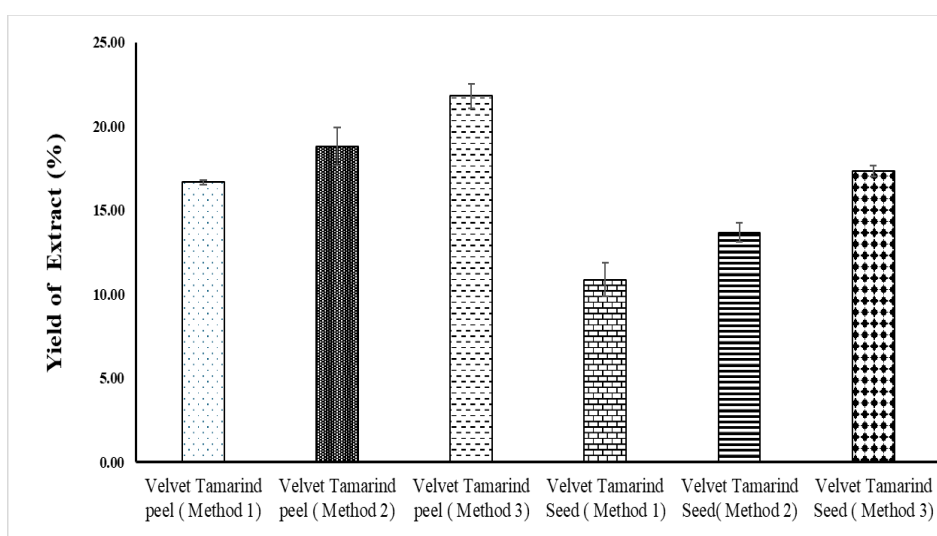
จากการศึกษาเปลือกและเมล็ดของลูกหิี พบว่าเมล็ดลูกหิีมีผลผลิตที่ได้เท่ากับ 95.38 ± 1.65 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เปลือกมีผลผลิตเท่ากับ 92.07 ± 3.65 เปอร์เซ็นต์ โดยเปลือกของลูกหิีมีปริมาณความชื้นเปียกเท่ากับ 7.93 ± 3.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าเมล็ดลูกหิีที่มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 4.62 ± 1.09 เปอร์เซ็นต์ และเปลือกของลูกหิีมีปริมาณความชื้นแห้งเท่ากับ 8.61 ± 1.29 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าเมล็ดลูกหิีที่มีปริมาณความชื้นแห้งเท่ากับ 4.84 ± 1.65 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ผลผลิตที่ได้ ความชื้นมาตรฐานเปียก ความชื้นมาตรฐานแห้ง ของเปลือกและเมล็ดลูกหิี

4.1.2 ผลผลิตที่ได้ของสารสกัดจากเปลือกและเมล็ดลูกหิีที่สกัดด้วยวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน

ผลผลิตของสารสกัดจากเปลือกและเมล็ดของลูกหิี โดยใช้วิธีการสกัดที่แตกต่างกัน 3 วิธี โดยผลผลิตที่ได้จากสารสกัดของเปลือกลูกหิี วิธีที่ 1-3 เท่ากับ 16.68 ± 1.25 , 18.79 ± 2.65 และ 21.80 ± 1.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผลผลิตที่ได้จากสารสกัดของเมล็ดลูกหิี วิธีที่ 1-3 เท่ากับ 10.86 ± 1.98 , 13.67 ± 1.41 และ 17.36 ± 1.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 2



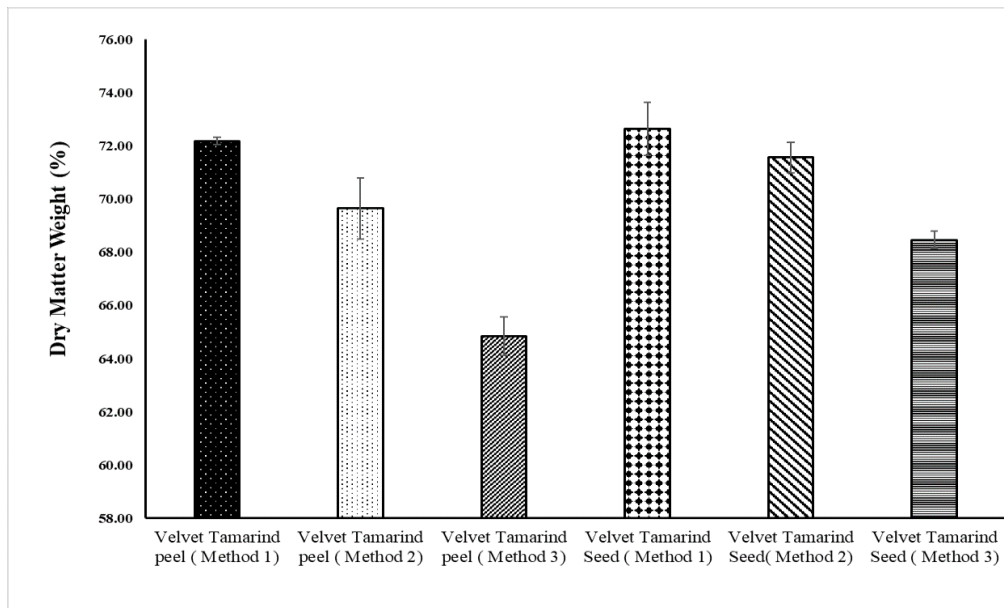
ภาพที่ 2 ผลผลิตที่ได้ของเปลือกและเมล็ดลูกหิีที่สกัดด้วยวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน

4.1.3 น้ำหนักของกากแห้งจากเปลือกและเมล็ดลูกหิยี่ที่สกัดด้วยวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน

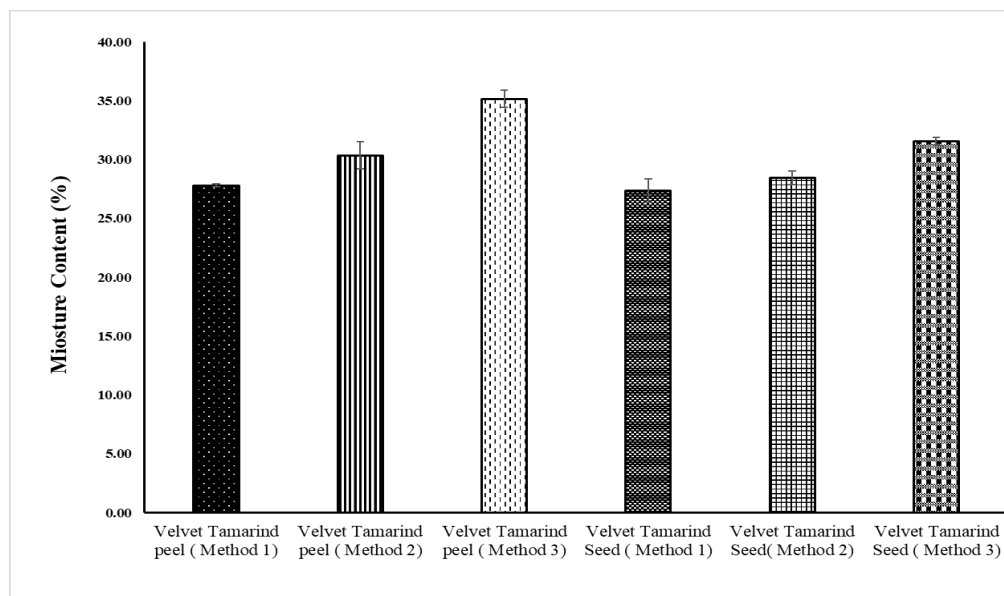
ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของกากแห้งจากเปลือกลูกหิยี่ที่มีการสกัดที่แตกต่างกัน พบว่าวิธีที่ 1 วิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 เท่ากับ 72 ± 1.25 , 68.25 ± 4.48 และ 62.45 ± 3.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของกากแห้งจากเมล็ดลูกหิยี่ใน วิธีที่ 1 วิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 เท่ากับ 74.36 ± 2.65 , 72.65 ± 1.98 และ 68.19 ± 2.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 3

4.1.4 ปริมาณความชื้นของกากจากเปลือกและเมล็ดลูกหิยี่ที่สกัดด้วยวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน

การศึกษาปริมาณความชื้นของสารสกัดแห้งจากเปลือกและเมล็ดลูกหิยี่ที่มีวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน พบว่า วิธีที่ 1 วิธีที่ 2 วิธีที่ 3 ของเปลือกลูกหิยี่เท่ากับ 28 ± 1.29 , 33 ± 2.65 และ 38 ± 3.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมล็ดลูกหิยี่ เท่ากับ 31.26 ± 4.33 , 34.58 ± 2.46 และ 36.58 ± 4.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4



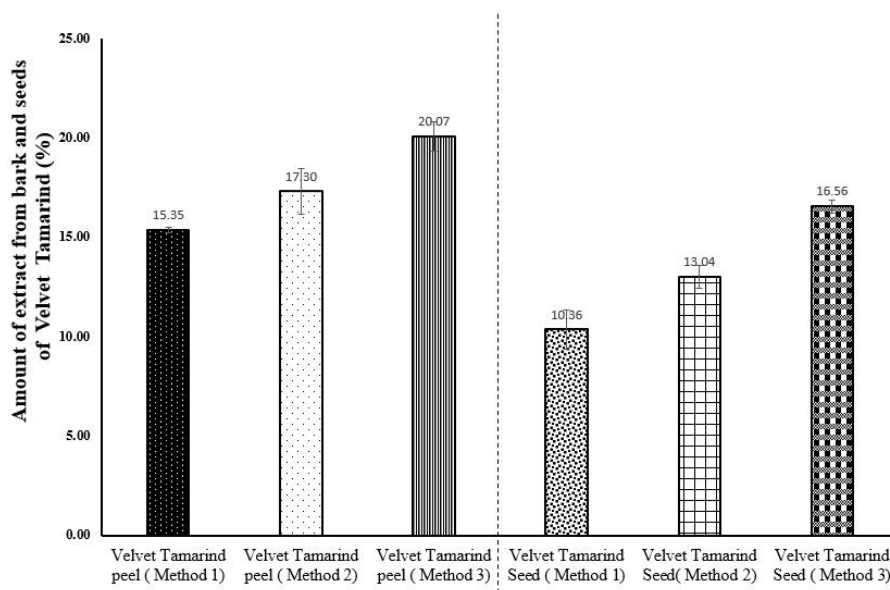
ภาพที่ 3 น้ำหนักของกากแห้งจากเปลือกและเมล็ดลูกหิยี่ที่มีวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4 ปริมาณความชื้นของกากจากเปลือกและเมล็ดลูกหิยี่ที่มีวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน

4.1.5 ปริมาณร้อยละผลผลิตของสารสกัดจากเปลือกและเมล็ดลูกหูกหยีที่สกัดด้วยวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน

การศึกษาปริมาณร้อยละผลผลิตของสารสกัดที่ได้จากเปลือกและเมล็ดของลูกหูกหยีที่ผ่านวิธีการสกัดสามวิธีที่แตกต่างกัน พบว่าวิธีการสกัดมีผลโดยตรงต่อปริมาณสารสกัดที่ได้รับ ในกรณีของเปลือกลูกหูกหยี พบว่าวิธีที่ 1 ให้ปริมาณสารสกัดต่ำสุด เท่ากับ 15.35 ± 1.25 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่วิธีที่ 3 ให้ปริมาณสารสกัดสูงสุด เท่ากับ 20.07 ± 3.65 เปอร์เซ็นต์ สำหรับเมล็ดลูกหูกหยีก็มีแนวโน้มเดียวกัน โดยวิธีที่ 1 ให้ปริมาณสารสกัดต่ำสุด เท่ากับ 10.36 ± 1.65 เปอร์เซ็นต์ และวิธีที่ 3 ให้ปริมาณสารสกัดสูงสุด เท่ากับ 16.56 ± 1.65 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบแต่ละวิธีของการสกัดของเปลือกและเมล็ดลูกหูกหยี พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ดังแสดงในภาพที่ 5 และตารางที่ 1



ภาพที่ 5 ร้อยละผลผลิตของสารสกัดจากเปลือกและเมล็ดลูกหูกหยีที่สกัดด้วยวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบความแตกต่างกันปริมาณสารสกัดทางสถิติของเปลือกและเมล็ดลูกหูกหยี

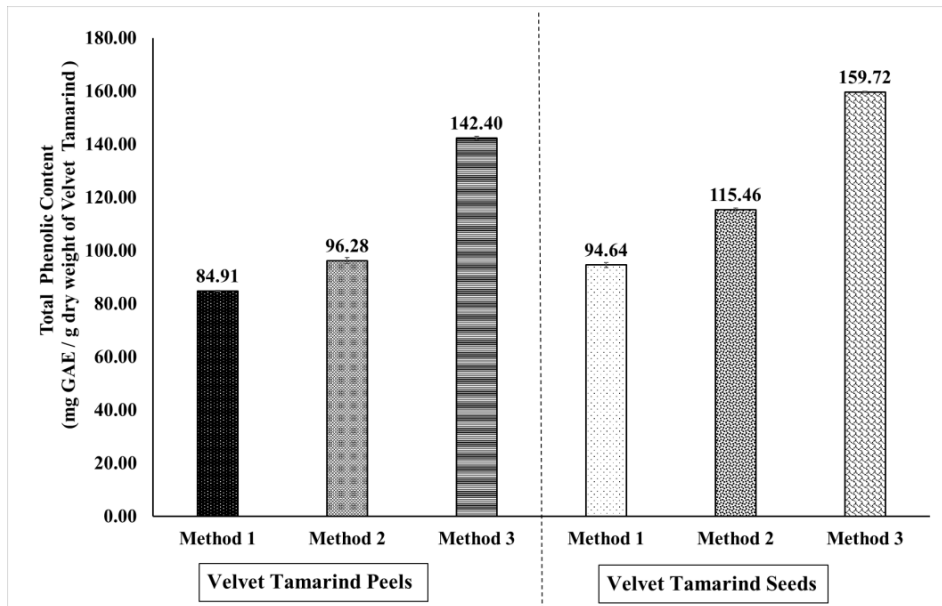
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
วิธี 1	เปลือก - เมล็ด	4.990	.010	.006	4.965	5.015	864.293	2	.000
วิธี 2	เปลือก - เมล็ด	4.260	.260	.150	3.61	4.906	28.379	2	.001
วิธี 3	เปลือก - เมล็ด	3.543	.441	.255	2.448	4.639	13.918	2	.005

หมายเหตุ : ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างกันของปริมาณสารสกัดทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

4.1.6 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของเปลือกและเมล็ดลูกหูกหยีที่สกัดด้วยวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน

เมื่อนำสารสกัดจากเปลือกและเมล็ดลูกหูกหยี มาวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic Content) โดยแสดงในหน่วยมิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (mg GAE/g dry weight) ของสารสกัดจากเปลือกและเมล็ดลูกหูกหยี ด้วยวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน (Method 1, Method 2, Method 3) พบว่าวิธีการสกัดที่ต่างกันมีผลต่อปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดที่สกัดได้จากเปลือกและเมล็ดของลูกหูกหยีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และในกรณีของเปลือก (Peels) พบว่าวิธีที่ 3 ให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุดที่ 142.40 ± 2.32 mg GAE/g ขณะที่วิธีที่ 1 ให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดต่ำสุด เท่ากับ 84.91 ± 4.65 mg GAE/g สำหรับเมล็ด (Seeds) วิธีที่ 3 ก็ยังคงให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด เท่ากับ 159.72 ± 5.32

mg GAE/g ในขณะที่วิธีที่ 1 ให้ค่าต่ำสุด เท่ากับ 94.64 ± 2.65 mg GAE/g ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทุกสภาวะของเปลือกและเมล็ดลูกหิ่ พบว่าปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ดังแสดงในภาพที่ 6 และตารางที่ 2



ภาพที่ 6 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดเปลือกและเมล็ดลูกหิ่ที่สกัดด้วยวิธีต่างกัน

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความแตกต่างกันของปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดเปลือกและเมล็ดลูกหิ่ที่สกัดด้วยวิธีต่างกัน

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
วิธี 1	เปลือก - เมล็ด	9.730	.270	.156	10.401	9.059	62.418	2	.000
วิธี 2	เปลือก - เมล็ด	19.180	.180	.104	19.627	18.733	184.560	2	.000
วิธี 3	เปลือก - เมล็ด	17.320	.320	.185	18.115	16.525	93.747	2	.000

หมายเหตุ : ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างกันของปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดเปลือกและเมล็ดลูกหิ่ที่สกัดด้วยวิธีต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดเปลือกและเมล็ดลูกหิ่ พบว่า วิธีการสกัดที่แตกต่างกันมีผลอย่างมากต่อการให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด โดยผลการวิจัยพบว่าวิธีการสกัดด้วยไมโครเวฟ ให้ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุดทั้งในส่วนที่เป็นเปลือกและเมล็ดลูกหิ่ ซึ่งเป็นไปตามที่สมมุติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากการสกัดด้วยไมโครเวฟสามารถเพิ่มการเข้าถึงของตัวทำละลายเข้าสู่โครงสร้างโมเลกุลได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการสกัดในรูปแบบอื่นๆ คือวิธีการสกัดแบบแช่หมัก และวิธีการสกัดโดยการเขย่า ส่งผลให้สามารถสกัดสารออกมาได้มากขึ้นและในเวลาที่ใช้สั้นกว่า สาเหตุที่ทำให้ผลการทดลองเป็นเช่นนี้อาจเกิดจากความสามารถของการสกัดด้วยไมโครเวฟที่ช่วยเพิ่มอัตราการถ่ายเทความร้อนและพลังงานเข้าสู่เปลือกและเมล็ดลูกหิ่ ซึ่งส่งผลให้โครงสร้างของผนังเซลล์เปิดออกและสารสำคัญสามารถถูกสกัดออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับ Borris *et al.* (2017) [20] โดยแสดงให้เห็นว่าสารฟีนอลิกทั้งหมดในพืชมีบทบาทสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระและลดการผลิตเมลานินใน

ผิวหนึ่ง อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับ Kim *et al.* (2021) [21] พบว่าประเภทของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดมีผลต่อประสิทธิภาพของการสกัดเช่นกัน ในกรณีนี้ การสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลที่มีความเข้มข้นสูงสามารถให้ผลการทดลองที่ดีในการดึงสารฟีนอลิกออกมาได้มาก ซึ่งความสำคัญของการเลือกทั้งวิธีการสกัดและตัวทำละลายที่เหมาะสมสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดสารสำคัญจากพืช นอกจากนี้การศึกษายังแสดงให้เห็นว่าปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดในเมล็ดลูกหยีมีสารฟีนอลิกทั้งหมดที่สูงกว่าในเปลือกลูกหยี ซึ่งอาจเป็นผลมาจากโครงสร้างและปริมาณสารชีวภาพในเมล็ดลูกหยีที่มีความเข้มข้นสูงกว่าเปลือกลูกหยี ส่งผลให้สารสำคัญถูกสกัดออกมาได้มากกว่า ทั้งนี้ผลการวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่นำสารสกัดของพืชที่มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงไปพัฒนาเป็นเครื่องสำอางที่ช่วยลดริ้วรอย เช่น เซรัม [22] ซึ่งเป็นประโยชน์ในการเพิ่มมูลค่าให้กับของเหลือทิ้งจากการแปรรูปลูกหยีและใช้ประโยชน์จากพืชป่าและเป็นพืชที่เป็นอัตลักษณ์ในเขตพื้นที่จังหวัดชายแดนใต้อย่างยิ่งย่น

5. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปริมาณสารสกัดกับปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดจากเปลือกและเมล็ดลูกหยีด้วยวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน พบว่าผลผลิตจากเปลือกลูกหยี เท่ากับ 92.07 ± 3.65 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดลูกหยี เท่ากับ 95.38 ± 1.65 เปอร์เซ็นต์ โดยเปลือกมีความชื้นเปียกและแห้งที่สูงกว่าเมล็ดเล็กน้อย การใช้วิธีการสกัด 3 วิธี พบว่าวิธีที่ 3 การสกัดด้วยไมโครเวฟ ให้ผลผลิตสารสกัดสูงสุดทั้งในส่วนของเปลือกลูกหยีเท่ากับ 20.07 ± 3.65 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดลูกหยี เท่ากับ 16.56 ± 1.65 เปอร์เซ็นต์ ให้ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุดในเปลือกและเมล็ดลูกหยี เท่ากับ 142.40 ± 2.32 และ 159.72 ± 5.32 mg GAE/g dry weight ตามลำดับ

6. ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรมีการศึกษาชนิดของตัวทำละลายและสภาวะการสกัดในรูปแบบต่างๆ
- 2) ควรศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพอื่น ๆ ของสารสกัด เช่น ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส หรือ สารประกอบกลุ่มอื่นๆ
- 3) ควรนำสารสกัดที่มีปริมาณฟีนอลิกสูงไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบกลุ่ม ครีมบำรุงผิว เจลและโลชั่น เป็นต้น

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] W. Li, J. Ye, Z. Jia, H. Yu, L. Li, H. Wang, E. Jiang, Y. Sun, and X. Xu, "The full utilization of bagasse via deep eutectic solvent pretreatment for low-condensed lignin and cellulose smart indicator film", *Chemical Engineering Journal*, 492, (2024). pp. 151-159.
- [2] S. Brown, M. K. Lee, and T. Nguyen, "Optimization of phenolic extraction from tamarind seeds using response surface methodology", *Journal of Food Science*, 86(5), (2021). pp. 1884-1892.
- [3] A. Kumar, R. Sharma, and S. Singh, "Comparative study of antioxidant potential in the peels and seeds of tropical fruits", *Antioxidants*, 9(3), (2020). pp. 214-228.
- [4] J. Park, H. Kim, and S. Lee, "Microwave-assisted extraction of phenolic compounds from plant materials: A review", *Food Chemistry*, 278, (2019). pp. 328-336.
- [5] T. Tran, Q. Vu, and C. Nguyen, "Characterization of phenolic content in tamarind peel and seed extracts and their antioxidant activities", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(11), (2019). pp. 3025-3031.
- [6] M. A. Smith, L. Thompson, and R. C. Davis, "Efficiency of different solvents in extracting phenolic compounds from plant tissues", *Plant Science*, 234, (2015). pp. 95-102.

- [7] K. Johnson, D. Williams, and J. Green, "Impact of extraction methods on the antioxidant activity of fruit peels", *Food and Function*, 7(7), (2016). pp. 3223-3230.
- [8] P. Zhang, H. Li, and G. Wang, "Evaluation of phenolic profiles and antioxidant activities of different tamarind parts", *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(1), (2021). pp. 150-161.
- [9] B. Patel, R. Tiwari, and S. Singh, "Solvent extraction of phenolic compounds from fruit seeds and their utilization", *International Journal of Food Science and Technology*, 55(9), (2020). pp. 3339-3347.
- [10] M. Chen, L. Qiu, and Y. Zhang, "A comparative study on the extraction of phenolics from tamarind seeds using microwave-assisted, ultrasonic, and conventional methods", *Molecules*, 24(18), (2019). pp. 3353-3367.
- [11] D. Clark, P. White, and R. Robinson, "Phenolic content and antioxidant properties of tamarind seeds: Influence of extraction methods", *Journal of Food Biochemistry*, 43(6), (2019). pp. 128-138.
- [12] R. Borris, S. Chen, and A. A. Evans, "The role of phenolic compounds in plant defense: A focus on velvet tamarind", *Plant Physiology*, 184(3), (2020). pp. 1200-1210.
- [13] J. Kim, H. Park, and S. Lee, "Effect of extraction parameters on phenolic yield from tamarind seeds", *Food Science and Technology International*, 27(3), (2021). pp. 226-234.
- [14] M. C. Gonzalez, J. E. Martinez, and H. P. Lopez, "Antioxidant activity of phenolic extracts from tamarind seeds: A comparative study", *Journal of Medicinal Plants Research*, 10(23), (2016). pp. 344-350.
- [15] L. Wang, X. Lu, and Y. Zhang, "Phenolic extraction from fruit peels using novel solvents", *Food Chemistry*, 301, (2019). pp. 125-132.
- [16] H. Xu, T. Zhang, and W. Zhao, "Comparative analysis of phenolic content in fruit peels and seeds: Extraction techniques and antioxidant activities", *Journal of Food Science and Technology*, 56(10), (2019). pp. 4358-4367.
- [17] T. A. Nguyen, H. P. Pham, and D. H. Le, "Optimization of microwave-assisted extraction of phenolic compounds from tamarind seeds", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(4), (2021). pp. 1561-1568.
- [18] E. F. Santos, P. C. Souza, and L. D. Lima, "Phenolic extraction and antioxidant evaluation of tropical fruit seeds: A comparative study", *Food Research International*, 127, (2020). pp. 108-123.
- [19] N. Patel, P. Desai, and S. J. Ghosh, "Role of extraction methods on phenolic content and antioxidant properties of tamarind peel", *Journal of Food Science*, 85(12), (2020). pp. 4112-4120.
- [20] R. Borris, A. Chen, and J. Evans, "Phenolic compounds in plants: Antioxidant activity and potential for reducing melanin production in skin", *Journal of Natural Products*, 80(6), (2017). pp. 1203-1211.
- [21] J. Kim, H. Park, and S. Lee, "Impact of solvent choice on the extraction efficiency of phenolic compounds from plant materials", *Food Chemistry*, 340, (2021). pp. 127-137.
- [22] D., Wattanuruk, S. Phasuk, P. Nilsang, and P. Takolpuckdee, "Total phenolics, flavonoids, anthocyanins and antioxidant activities of Khaow-Mak extracts from various colored rice". *Journal of Food Health and Bioenvironmental Science*, 13(1) (2020). pp. 10-18.