

การเปรียบเทียบสารชีวภาพและฤทธิ์ทางเครื่องสำอางจากข้าวลิ้มผั่ว
โดยการสกัดด้วยวิธีการแช่และวิธีการใช้คลื่นความถี่สูง
Comparison on Bioactive Compounds and Cosmetic Bioactives
from Leum Pua Rice by Maceration and
Ultrasonic-Assisted Extraction

ณัฐธิดา ทองประกาศิต

อีเมล: 6551701260@lamduan.mfu.ac.th

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ดร.ถวนันท์ ศรีพิสุทธิ

อีเมล: tawanun.sri@mfu.ac.th

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

ข้าวลิ้มผั่วเป็นข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวสีพันธุ์ทั่วไป การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์ทางเครื่องสำอางของข้าวลิ้มผั่วโดยที่สกัดด้วยวิธีการแช่และวิธีการใช้คลื่นความถี่สูง โดยการใช้เอทานอลร้อยละ 70 และโพไฟเรลีนไกลคอลเป็นตัวทำละลาย จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานิน สารฟีนอลิกรวม สารฟลาโวนอยด์รวม รวมถึงฤทธิ์ทางเครื่องสำอาง พบว่า การสกัดด้วยคลื่นความถี่สูงร่วมกับเอทานอลร้อยละ 70 เป็นเวลา 30 นาที ให้ปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด (12.89 ± 0.26 mg/100g) รวมทั้งให้ปริมาณสารฟีนอลิกรวม (5.24 ± 0.12 mg GAE/g) และฟลาโวนอยด์รวม (19.60 ± 0.24 mg QE/g) สูงกว่าวิธีการแช่ นอกจากนี้ยังแสดงฤทธิ์ทางเครื่องสำอางได้ดีกว่า โดยให้ค่า IC_{50} ของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (6.63 ± 0.25 μ g/mL) การยับยั้งไกลโคเซชัน (26.07 ± 0.84 μ g/mL) และการยับยั้งไทโรซิเนส (44.43 ± 0.97 μ g/mL) ดีกว่าวิธีการแช่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากผลการศึกษา สรุปได้ว่า วิธีการสกัดด้วยคลื่นความถี่สูงมีประสิทธิภาพในการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สูงกว่าวิธีการแช่ อีกทั้งยังใช้ระยะเวลาสั้น และเหมาะกับการพัฒนาเป็นสารสกัดที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่ต้องการประสิทธิภาพและความรวดเร็วในการผลิต

คำสำคัญ: การสกัดด้วยคลื่นความถี่สูง, การแช่, ข้าวลิ้มผั่ว, แอนโทไซยานิน, ฤทธิ์ทางเครื่องสำอาง

Abstract

Leum Pua rice is a traditional black glutinous rice, contains higher nutritional value compared to common white rice. This study aimed to compare the bioactive compound and cosmetic bioactivities of Leum Pua rice extracts obtained through maceration and ultrasonic-assisted extraction with 70% ethanol and propylene glycol as solvents. The extracted samples were analyzed for anthocyanin content, total phenolic content, total flavonoid content, antioxidant activity, antiglycation, and tyrosinase inhibition. The results showed that ultrasonic-assisted extraction using 70% ethanol for 30 minutes yielded the highest anthocyanin content (12.89 ± 0.26 mg CEG/100g), as well as higher total phenolic content (5.24 ± 0.12 mg GAE/g) and total flavonoid content (19.60 ± 0.24 mg QE/g) compared to maceration. In addition, ultrasound-assisted extraction exhibited significantly stronger biological activities relevant to cosmetics, as indicated by lower IC_{50} values for antioxidant activity (6.63 ± 0.25 μ g/mL), antiglycation activity (26.07 ± 0.84 μ g/mL), and tyrosinase inhibition (44.43 ± 0.97 μ g/mL) ($p \leq 0.05$). In conclusion, ultrasonic-assisted extraction is more efficient for extracting active compounds from Leum Pua rice in a shorter time and is suitable for experiments that demand speed and high efficiency.

Keywords: Ultrasonic-assisted extraction, Maceration, Leum Pua rice, Anthocyanin, Cosmetic Bioactivities

บทนำ/หลักการและเหตุผล

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการบริโภคข้าวเป็นหลัก ทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ในปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจกับข้าวไม่ขัดสีมากขึ้น เช่น ข้าวกล้อง ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวลิ้มผั่ว เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวขัดสี ซึ่งการขัดสีมักทำให้สารอาหารที่อยู่บริเวณเยื่อหุ้มเมล็ด รำ และจมูกข้าวสูญเสียไปด้วย (อภิชาติ เนินพลับและคณะ, 2559)

ข้าวลิ้มผั่ว (*Oryza sativa* L. Variety *Leum Pua*) เป็นข้าวเหนียวดำพื้นเมืองของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง ที่ปลูกในพื้นที่สูงของจังหวัดตาก และมีสารสำคัญหลายชนิด เช่น สารฟีนอลิก สารโพลีฟีนอล และแอนโทไซยานิน (ดวงเดือน วัฏฏานุรักษ์, 2564; Devi et al., 2024) โดยเฉพาะสารแอนโทไซยานินที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ เสริมความชุ่มชื้น และลดเลือนริ้วรอย (นุชนาฏ ภักดี และพีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2561; ฐานิดา รองสุพรรณ และสมใจ

ขจรชีพพันธุ์งาม, 2561) จึงมีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวสีชนิดอื่น พบว่าข้าวลิ้มผั้วมีปริมาณสารฟีนอลิก แอนโทไซยานิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่า (Moko et al., 2013; Ratanasongthan et al., 2024)

การสกัดสารสำคัญจากพืชทำได้ทั้งวิธีดั้งเดิม (Traditional Extraction Method) เช่น การแช่ และวิธีสมัยใหม่ (Modern Extraction Methods) เช่น การสกัดด้วยคลื่นความถี่สูง (Ultrasonic-Assisted Extraction) ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพและลดเวลาในการสกัดได้ (สุพิชญ์ชญา กลั่นทะกะสุวรรณ, 2562)

ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการสกัดสารออกฤทธิ์จากข้าวลิ้มผั้ว ระหว่างวิธีการแช่และวิธีการใช้คลื่นความถี่สูง โดยศึกษาปริมาณสารแอนโทไซยานิน สารฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์และฤทธิ์ทางเครื่องสำอาง ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ยับยั้งไกลโคเจน และฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับนำไปต่อยอดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและความงามในอนาคต

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การเตรียมสารสกัด

นำข้าวลิ้มผั้วมาปั่นด้วยเครื่องปั่นละเอียด และอบที่อุณหภูมิ 40°C จากนั้นทำการสกัดด้วยวิธีการแช่ โดยใช้ตัวทำละลาย คือโพพรลีนไกลคอล และเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 แช่ไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเซลลูโลสอะซิเตทขนาดรูพรุน 0.45 ไมโครเมตร (เบอร์ 1) (Minkao et al., 2016) จากนั้นทำการสกัดด้วยวิธีการใช้คลื่นความถี่สูง โดยสารละลายชนิดเดียวกัน โดยใช้เวลา 10, 20 และ 30 นาที หลังจากสกัด นำสารสกัดไปแยกด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) ที่ความเร็ว 3,000 RPM เป็นเวลา 15 นาที แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเซลลูโลสอะซิเตทขนาดรูพรุน 0.45 ไมโครเมตร (เบอร์ 1) และเก็บสารสกัดไว้ที่อุณหภูมิ 4°C จนกว่าจะทำการทดสอบ (Myo and Khat-udomkiri, 2022)

2. การวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานิน

การวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานิน ด้วยวิธี pH differential นำสารสกัดข้าวลิ้มผั้วเจือจางด้วย สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ pH 1.0 ปริมาณ 100 μ l และนำสารสกัดข้าวลิ้มผั้วเจือจางด้วย สารละลายโซเดียมอะซิเตรต pH 4.5 ปริมาณ 100 μ l เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 และ 700 นาโนเมตร (Moko et al., 2013) และนำมาคำนวณหาปริมาณแอนโทไซยานิน แสดงในหน่วย มิลลิกรัมของ cyaniding 3-glucoside ต่อ 100 กรัมตัวอย่าง (mg/100g sample)

3. การวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกรวม

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu โดยเตรียมสารสกัดข้าวลิ้มผัวลงในไมโครเพลท และเติมสาร Folin-Ciocalteu 100 μl (เจือจาง 10 เท่าด้วยน้ำกลั่น) ตั้งทิ้งไว้ 3 นาทีเพื่อให้เกิดการทำปฏิกิริยา และทำการเติมโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 7.5% ปริมาณ 80 μl ทำการเขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร นำผลที่ได้เทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (Gallic acid) แสดงในหน่วยไมโครกรัมแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง ($\mu\text{g GAE/g sample}$) (Sitthichai et al., 2022)

4. การวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวม

การวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวมด้วยวิธี Aluminium Chloride Colorimetric โดยการเตรียมสารสกัดข้าวลิ้มผัว และเติมโซเดียมไนไตรต์ ความเข้มข้น 5% ปริมาตร 5 μl ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที เติมสารอะลูมิเนียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 10% ปริมาตร 10 μl ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 นาที เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 70 μl จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมเทียบกับสารมาตรฐานควอนซีทิน (Quercetin) แสดงในหน่วยไมโครกรัมควอนซีทินต่อกรัมตัวอย่าง ($\mu\text{g QE/g sample}$) (วันประเสริฐ ทุมพะลา และณัฐนันท์ แสนทวีสุข, 2561)

5. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging โดยการเตรียมสารสกัดข้าวลิ้มผัว และเติมสารละลาย DPPH 100 μl และทำการเจือจางความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิก จากนั้นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร และนำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดมาคำนวณค่าการยับยั้งอนุมูลอิสระ โดยใช้กรดแอสคอร์บิกเป็นสารมาตรฐาน ในการเปรียบเทียบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระกับสารสกัด แสดงในหน่วยไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม ($\mu\text{g/ml}$) โดยที่ค่า IC_{50} ที่น้อยกว่าสื่อได้ถึงฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่มากกว่า (Chanpirom et al., 2022)

6. การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งไกลเคชั่น

ทดสอบฤทธิ์ยับยั้งไกลเคชั่นด้วยวิธีการสร้างแอตวานซ์ไกลเคชั่นในหลอดทดลอง เตรียมสารละลาย Bovine serum albumin 10 mg/ml และน้ำตาลฟรุคโตส ความเข้มข้น 90 mg/ml ที่ละลายในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ pH 7.4 และเติมสารสกัดจากข้าวลิ้มผัว บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวัดแสงฟลูออเรสเซนส์ที่ความยาวคลื่น Excitation wavelength 355 นาโนเมตร และ Emission wavelength 460 นาโน

เมตร (Tantapakul et al., 2024) และนำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดมาคำนวณค่าการยับยั้ง ไกลโคซีน IC_{50} โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Quercetin แสดงในหน่วยไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ($\mu\text{g/ml}$)

7. การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

ทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสด้วยวิธี Dopachrome เตรียมสารสกัดจากข้าวลิ้มพัว และเติมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 6.8 ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ ปริมาณ 100 μl และเติมเอนไซม์ ไทโรซิเนส ปริมาณ 40 μl บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเติม L-DOPA ความเข้มข้น 0.85 มิลลิโมลาร์ ปริมาณ 50 μl บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 20 นาที และนำไปวัดค่าดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 475 นาโนเมตร (Kanlayavattanakul et al., 2015) และนำค่าการดูดกลืนแสงของ สารสกัดมาคำนวณค่าการยับยั้งไทโรซิเนส โดยใช้กรดโคจิกเป็นสารมาตรฐาน IC_{50} แสดงในหน่วย ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ($\mu\text{g/ml}$)

8. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ

การทดสอบสารชีวภาพและฤทธิ์ทางเครื่องสำอาง ทำการทดสอบตัวอย่างละ 3 ครั้ง และหา ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) แล้วเปรียบเทียบความแตกต่าง ระหว่างชุดการทดลองโดยใช้ DMRT (Duncan's Multiple Range Test) ชุดการทดลองมีความ แตกต่างทางสถิติเมื่อ $P \leq 0.05$ รายงานผลด้วยค่าเฉลี่ย และ Standard deviation

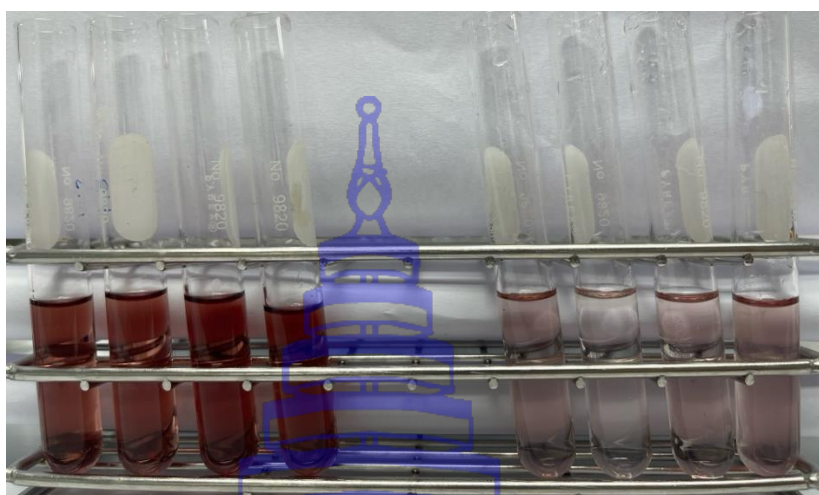
ผลวิจัยและอภิปรายผล

1. ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

1.1 การวิเคราะห์หาปริมาณสารแอนโทไซยานินรวม

จากการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินรวมของสารสกัดข้าวลิ้มพัว โดยเปรียบเทียบ ตัวทำละลาย วิธีการสกัด และระยะเวลาในการสกัด พบว่า สภาวะที่ให้ปริมาณแอนโทไซยานินรวม สูงที่สุด คือ การสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 อัตราส่วน 1:10 โดยวิธีการใช้คลื่นความถี่ สูงเป็นเวลา 30 นาที ซึ่งทำให้สารสกัดมีสีแดงเข้ม (ภาพที่ 1) และปริมาณแอนโทไซยานินรวมเท่ากับ $12.88 \pm 0.26 \text{ mg CGE/100g extract}$ รองลงมา คือ สารสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 ในอัตราส่วน 1:10 ด้วยวิธีการแช่ เป็นเวลา 360 นาที ให้ปริมาณแอนโทไซยานินรวม $11.69 \pm 0.17 \text{ mg CGE/100g extract}$ ในขณะที่การสกัดที่ให้ปริมาณแอนโทไซยานินรวมน้อยที่สุด คือ โพพรอลีน ไกลคอนเป็นตัวทำละลาย อัตราส่วน 1:10 โดยวิธีคลื่นความถี่สูง เป็นเวลา 10 นาที ให้สาร แอนโทไซยานินรวมเพียง $1.88 \pm 0.24 \text{ mg CGE/100g extract}$

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกสภาวะการสกัดด้วยเอทานอล 70% โดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูง เป็นเวลา 30 นาที สำหรับการศึกษาต่อไปในขั้นตอนถัดไปของงานวิจัย



ภาพที่ 1 สารสกัดข้าวลิ้มผั่วสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 และโพไพรีนไกลคอล

ตารางที่ 1 ปริมาณแอนโทไซยานินรวม

ครั้งที่	ตัวทำละลาย	วิธีการสกัด	เวลาการสกัด (นาท)	อัตราส่วน (พืช:ตัวทำละลาย)	ปริมาณแอนโทไซยานิน (mg CGE/100g sample)
1	เอทานอล 70%	การแช่	360	1:10	11.69±0.17 ^b
2	เอทานอล 70%	คลื่นความถี่สูง	10	1:10	8.97±0.25 ^c
3	เอทานอล 70%	คลื่นความถี่สูง	20	1:10	11.35±0.66 ^b
4	เอทานอล 70%	คลื่นความถี่สูง	30	1:10	12.89±0.26 ^a
5	โพไพรีนไกลคอล	การแช่	360	1:10	4.44±0.07 ^d
6	โพไพรีนไกลคอล	คลื่นความถี่สูง	10	1:10	1.88±0.24 ^f
7	โพไพรีนไกลคอล	คลื่นความถี่สูง	20	1:10	3.86±0.24 ^e
8	โพไพรีนไกลคอล	คลื่นความถี่สูง	30	1:10	5.56±0.08 ^c

หมายเหตุ Mean±S.D ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสภาวะการสกัดแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการสกัดในสภาวะอื่น ($p \leq 0.05$, ANOVA DMRT)

เมื่อเปรียบเทียบผลวิจัยครั้งนี้กับงานวิจัยของ Myo & Khat-Udomkiri (2022) พบว่ามีแนวโน้มผลลัพธ์คล้ายคลึงกัน โดย Myo & Khat-Udomkiri ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัด

สารออกฤทธิ์จากพืชด้วยโพไฟลีนไกลคอลและเอทานอล โดยใช้เทคนิคการสกัดด้วยคลื่นความถี่สูง และการแช่ ซึ่งพบว่า การสกัดด้วยเอทานอลภายใต้เทคนิคคลื่นความถี่สูงให้ประสิทธิภาพ สูงกว่าวิธีการแช่ โดยกลไกของการสกัดด้วยคลื่นความถี่สูง สามารถทำให้เกิดฟองอากาศภายในสารละลาย ซึ่งเมื่อฟองอากาศแตกตัวจะก่อให้เกิดแรงเฉือน ทำให้ผนังเซลล์พืชถูกทำลาย ส่งผลให้สารออกฤทธิ์สามารถแพร่ออกมาสู่ตัวทำละลายมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้สมบัติความมีขี้และความหนืดตัวทำละลายที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (Hydroxyl group) จำนวนมาก เช่น โพไฟลีนไกลคอล แม้จะมีขี้สูงแต่มีความหนืดสูง ซึ่งอาจจำกัดการแพร่กระจายของสารออกฤทธิ์ออกจากเนื้อเยื่อพืช ในทางตรงกันข้าม เอทานอลเป็นตัวทำละลายที่มีความหนืดต่ำกว่า จึงสามารถสกัดสารสำคัญได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า

1.2 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม พบว่าสารสกัดมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ขึ้นอยู่กับวิธีการสกัด

การสกัดด้วยวิธีการใช้คลื่นความถี่สูงเป็นเวลา 30 นาที ให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุด คือ 5.24 ± 0.12 mg GAE/g extract ขณะที่การสกัดด้วยการแช่ ภายใต้เงื่อนไขเดียวกันเป็นเวลา 360 นาที ให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเท่ากับ 4.52 ± 0.05 mg GAE/g extract ซึ่งผลวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Minkao (2016) ซึ่งศึกษาผลของชนิดตัวทำละลายต่อประสิทธิภาพการสกัดสารฟีนอลิกจากข้าวลิ้มผั่ว พบว่า การใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายให้ปริมาณสารฟีนอลิกสูงถึง 6.53 ± 0.05 mg GAE/g extract

1.3 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม พบว่าการสกัดด้วยวิธีการใช้คลื่นความถี่สูงให้ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมเท่ากับ 19.60 ± 0.24 mg QE/ g extract ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการสกัดด้วยการแช่ให้ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์เท่ากับ 18.47 ± 0.41 mg QE/ g extract ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Devi et al. (2024) ที่ได้ศึกษาการสกัดข้าวสีดำด้วยการใช้คลื่นความถี่สูง พบว่ามีปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวม เท่ากับ 20.16 mg QE/ g extract

ตารางที่ 2 ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

สภาวะการสกัด	ฟีนอลิกรวม (mg GAE/g extract)	ฟลาโวนอยด์รวม (mg QE/ g extract)
การใช้คลื่นความถี่สูง 30 นาที	5.24 ± 0.12^a	19.60 ± 0.24^a
การแช่ 360 นาที	4.52 ± 0.05^b	18.47 ± 0.41^b

หมายเหตุ Mean±S.D ผลการทดสอบทางสถิติระหว่างสภาวะการสกัดการใช้คลื่นความถี่สูง 30 นาที และการแช่ 360 นาที แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$, T-test)

2.ฤทธิ์ทางเครื่องสำอาง

2.1 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

จากการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่า การสกัดทั้ง 2 สภาวะมีค่าใกล้เคียงกัน การสกัดด้วยวิธีการใช้คลื่นความถี่สูง มีค่า IC_{50} เท่ากับ $6.63 \pm 0.25 \mu\text{g/ml}$ และ การสกัดด้วยแช่ มีค่า IC_{50} เท่ากับ $6.91 \pm 0.27 \mu\text{g/ml}$ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย Nammoonnoi M. et al, (2023) ที่ได้ศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของข้าวพื้นเมืองไทย โดยทำการสกัดด้วยวิธีการแช่ในเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 มีค่า IC_{50} เท่ากับ $33.43 \pm 0.47 \mu\text{g/ml}$ บ่งชี้ได้ว่าการสกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 70 ให้ประสิทธิภาพของสารสกัดที่ดีกว่า และเมื่อเทียบกับสารละลายมาตรฐาน Ascorbic acid มีค่า IC_{50} เท่ากับ $4.97 \pm 0.12 \mu\text{g/ml}$ พบว่า สารสกัดข้าวลิ้มผั่วมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระใกล้เคียงกับสารละลายมาตรฐาน ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งไกลเคชั่น

จากการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งไกลเคชั่น พบว่าสกัดสารด้วยวิธีการใช้คลื่นความถี่สูง มีค่า IC_{50} เท่ากับ $26.07 \pm 0.84 \mu\text{g/mL}$ และการสกัดด้วยวิธีการแช่ มีค่า IC_{50} เท่ากับ $62.68 \pm 0.86 \mu\text{g/mL}$ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย Rakchim (2024) ที่ได้ศึกษาฤทธิ์ยับยั้งไกลเคชั่นของข้าวลิ้มผั่ว การสกัดด้วยการแช่ในอัตราส่วน 1:10 เป็นเวลา 2 วัน มีค่า IC_{50} เท่ากับ $234.69 \mu\text{g/mL}$ ดังนั้นการสกัดวิธีการใช้คลื่นความถี่สูงเป็นวิธีการที่ให้ฤทธิ์ยับยั้งไกลเคชั่นได้ดีกว่า และเมื่อเทียบกับสารละลายมาตรฐาน Quercetin มีค่า IC_{50} เท่ากับ $18.49 \pm 0.65 \mu\text{g/mL}$ พบว่า สารละลายมาตรฐานมีประสิทธิภาพในการยับยั้งไกลเคชั่นมากกว่าสารสกัดข้าวลิ้มผั่ว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนส

จากการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนส พบว่าการสกัดด้วยวิธีการแช่มีค่า IC_{50} เท่ากับ $50.12 \pm 0.57 \mu\text{g/mL}$ และการสกัดด้วยวิธีการใช้คลื่นความถี่สูง มีค่า IC_{50} เท่ากับ $44.43 \pm 0.97 \mu\text{g/mL}$ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย Kongkiattikajorn (2014) ที่ได้ศึกษาผลของการเก็บรักษาข้าวลิ้มผั่วต่อฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนส การสกัดด้วยการแช่ในอัตราส่วน 1:15 เป็นเวลา 720 นาที ค่า IC_{50} เท่ากับ $63 \mu\text{g/mL}$ ดังนั้นการสกัดวิธีการใช้คลื่นความถี่สูงเป็นวิธีการที่ให้ฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนสได้ดีกว่า และเมื่อเทียบกับสารละลายมาตรฐาน Kojic acid มีค่า IC_{50} เท่ากับ $15.42 \pm 0.28 \mu\text{g/mL}$ พบว่า สารละลายมาตรฐานมีประสิทธิภาพในการยับยั้งไทโรซิเนสมากกว่าสารสกัดข้าวลิ้มผั่ว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 3ฤทธิ์ทางเครื่องสำอาง

สภาวะการสกัด	ต้านอนุมูลอิสระ IC ₅₀ (μg/mL)	ยับยั้งไกลโคเจน IC ₅₀ (μg/mL)	ยับยั้งไทโรซิเนส IC ₅₀ (μg/mL)
การใช้คลื่นความถี่สูง 30 นาที	6.63±0.25 ^b	26.07±0.84 ^b	44.43±0.97 ^b
การแช่ 360 นาที	6.91±0.27 ^c	62.68±0.86 ^c	50.12±0.57 ^c
Ascorbic acid	4.97±0.12 ^a	-	-
Quercetin	-	18.49±0.65 ^a	-
Kojic acid	-	-	15.42±0.28 ^a

หมายเหตุ Mean±S.D ผลการทดสอบทางสถิติระหว่างสภาวะการสกัดการใช้คลื่นความถี่สูง 30 นาที และการแช่ 360 นาที แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$, T-test)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการสกัดสารออกฤทธิ์จากข้าวลิ้มผั่วด้วยการแช่และการใช้คลื่นความถี่สูง โดยเปรียบเทียบตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 70 และโพพรอลีนไกลคอล รวมถึงระยะเวลาการสกัด พบว่าการใช้คลื่นความถี่สูงร่วมกับเอทานอลร้อยละ 70 เป็นเวลา 30 นาที ให้ปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด (12.89 ± 0.26 mg/100g) รองลงมาคือการแช่ด้วยเอทานอล 70% นาน 360 นาที (11.69 ± 0.17 mg/100g) ขณะที่การใช้โพพรอลีนไกลคอลให้ผลต่ำกว่าทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การสกัดด้วยคลื่นความถี่สูงยังให้ปริมาณสารฟีนอลิกรวม (5.24 ± 0.12 mg GAE/g) และฟลาโวนอยด์รวม (19.60 ± 0.24 mg QE/g) สูงกว่าวิธีแช่ นอกจากนี้ยังพบว่า การสกัดด้วยคลื่นความถี่สูงเป็นเวลา 30 นาที ให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยมีค่า IC₅₀ เท่ากับ 6.63 ± 0.25 ซึ่งใกล้เคียงกับวิธีการแช่ที่มีค่า IC₅₀ เท่ากับ 6.91 ± 0.27 อย่างไรก็ตาม การสกัดด้วยคลื่นความถี่สูงให้ผลการยับยั้งกระบวนการไกลโคเจนและการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสที่มีประสิทธิภาพกว่าวิธีการแช่อย่างชัดเจน โดยมีค่า IC₅₀ เท่ากับ 26.07 ± 0.84 และ 44.43 ± 0.97 ตามลำดับ ในขณะที่วิธีแช่ให้ค่า IC₅₀ เท่ากับ 62.68 ± 0.86 และ 50.12 ± 0.57 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการสกัดด้วยคลื่นความถี่สูงสามารถให้ฤทธิ์ยับยั้งได้ดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สรุปได้ว่าการสกัดด้วยคลื่นความถี่สูงมีประสิทธิภาพในการแยกสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ใช้ระยะเวลาน้อย และเหมาะสำหรับการทดลองที่ต้องการความรวดเร็วและประสิทธิภาพสูง

ข้อเสนอแนะ

แม้ว่าวิธีการสกัดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงจะมีประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ แต่การนำไปประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมอาจมีข้อจำกัด เนื่องจากการขยายขนาดกระบวนการจากระดับห้องปฏิบัติการต้องอาศัยเครื่องมือเฉพาะทางที่มีราคาสูง รวมถึงต้องมีระบบควบคุมอุณหภูมิและพารามิเตอร์อื่น ๆ อย่างแม่นยำ ซึ่งอาจส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น

รายการอ้างอิง

- ฐานิดา รองสุพรรณ และสมใจ ขจรชีพพันธุ์งาม. (2561). ปริมาณแอนโทไซยานิน ฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากชังข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงด้วยวิธีการสกัดแบบอัลตราโซนิก. *วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 14(1).
- ดวงเดือน วัฒนานุรักษ์. (2564). องค์ประกอบทางเคมีของข้าวหมากจากข้าวมีสีพันธุ์พื้นเมืองโดยใช้ลูกแป้งจากแป้งข้าวเจ้าสำเร็จรูป. *วารสารวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 16(2), 1–14.
- นุชนาฏ ภักดี และพีระศักดิ์ ฉายประสาท. (2561). การศึกษาคุณภาพและปริมาณแอนโทไซยานินในมะเขี๋ยง. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 49(3), 178-181.
- วันประเสริฐ ทุมพะลา และณัฐนันท์ แสนทวีสุข. (2561). ปริมาณสารฟีนอลิก แลพฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดลูกใต้ใบ. *วารสารแก่นเกษตร*, 46(1), 1331-1335
- สุพิชญ์ชญา กลั่นทะกะสุวรรณ. (2562). *การใช้อัลตราโซนิกช่วยสกัดสารออกฤทธิ์ชีวภาพจากกระเทียมเพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อ*. มหาวิทยาลัยแม่โจ้
- อภิชาติ เนินพลับ, อัจฉราพร ณ ลำปาง เนินพลับ, สุรีย์ ศรีวันทนีกุล, นลินี เจียงวรรณะ, สุพัตรา สุวรรณธาดา, สออง ไชยรินทร์, และสุภาณี จงดี(2559). ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผิว. *วารสารวิชาการข้าว*, 7(2), 47–62.
- Chanpirom, S., Saewan, N., & Sripisut, T. (2022). Alternative utilization of vegetable crop: Pumpkin polysaccharide extract and their efficacy on skin hydration. *Cosmetics*, 9(6), 113. <https://doi.org/10.3390/cosmetics9060113>.
- Devi, L. M., Das, A. B., & Badwaik, L. S. (2024). Ultrasound-assisted extraction of anthocyanin from black rice bran and its encapsulation by complex coacervation. *Food Hydrocolloids for Health*, 5, 100174. <https://doi.org/10.1016/j.fhfh.2023.100174>

- Kanlayavattanukul, M., Lourith, N., Tadtong, S., & Jongrungruangchok, S. (2015). Rice panicles: New promising unconventional cereal product for health benefits. *Journal of Cereal Science*, 66, 1017. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.09.001>
- Kongkiattikajorn, J. (2014). Storage Effects on Antioxidant, Tyrosinase Inhibitory Capacity and Anthocyanin of Black Rice Bran. In *The 16th Food Innovation Asia Conference 2014*, BITEC Bangna, Bangkok, Thailand.
- Minkao, W., Panthong, R., & Sripisut, T. (2016). Phytochemicals, cosmetics compositions and antioxidant activity of Leum Pua rice. *Cosmetic Science Research Bulletin*, 1–7.
- Moko, E., Purnomo, H., Kusnadi, J., & Ijong, G. (2013). Phytochemical content and antioxidant properties of colored and non colored varieties of rice bran from Minahasa, North Sulawesi, Indonesia. *International Food Research Journal*, 21, 1017 - 1023.
- Myo, H., & Khat-Udomkiri, N. (2022). Optimization of ultrasound-assisted extraction of bioactive compounds from coffee pulp using propylene glycol as a solvent and their antioxidant activities. *Ultrasonics Sonochemistry*, 89, 106127.
- Nammoonnoi, M., Sripanidkulchai, B., Sanitchon, J., & Tuntiyasawadikul, S. (2023). Study of nutritional values and biological activities of Thai indigenous rice. *Isan Journal of Pharmaceutical Science*, 19(2), 75-89.
- Sitthichai, P., Chanpirom, S., Maneerat, T., Charoensup, R., Tree-Udom, T., Pintathong, P., . . . Sripisut, T. (2022). Kaempferia parviflora rhizome extract as potential anti-acne ingredient. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 27(14), 4401.
- Tantapakul, C., Khat-Udomkiri, N., Sitthichai, P., Chomsak, A., Thananusak, N., Phukhatmuen, P., . . . Sripisut, T. (2024). Exploring the physicochemical properties of polysaccharides extracted from cocoa pod husk waste and their efficacy in skin hydration. *Industrial Crops and Products*, 222, 119940. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.119940>
- Rakchin, S., & Piumngam, K. (2024). Antioxidant and Antiglycation Activities of Pigment Thai Rice Husk Extracts. *Medical Technologist*, 52(1).

Ratanasongtham, P., Bunmusik, W., Luangkamin, S., Mahatheeranont, S., & Suttiarporn,

P., (2023). Optimizing green approach to enhanced antioxidants from Thai pigmented rice bran using deep eutectic solvent-based ultrasonic-assisted extraction. *Heliyon*, 10(1), e23525–e23525.

