

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารฟีนอลิก ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ ของสารสกัดน้ำจากรำข้าวสีเข้ม

Antioxidant Activity, Phenolic and Flavonoid Contents from Dark Rice Bran Water Extracts

ปัทมาภรณ์ เจริญนนท์^{1*} จุฑาวรรณ นวลจันทร์คง¹ สุจาริณี สังข์วรรณะ¹
Charinan Jaengklang² และ พนิดา แสนประกอบ³

Pattamaporn Jaroennon^{1*}, Jutawan Nuanchankong¹, Sujarinee Sangwanna¹
Charinan Jaengklang² and Panida Saenprakob³

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จ

³คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

*ผู้เขียนหลัก (Corresponding Author) E-mail: pattamaporn@vru.ac.th

Received: June 24,2022

Revised: June 26,2022

Accepted: June 29,2022

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารฟีนอลิก และปริมาณสารฟลาโวนอยด์ของสารสกัดน้ำจากรำข้าวสีเข้ม ได้แก่ รำข้าวเหนียวดำลิ้มผัว รำข้าวมะลิสี และรำข้าวสังข์หยด รำข้าวทั้งหมดจะสกัดด้วยน้ำกลั่นและทำให้แห้ง ผลพบว่าสารสกัดรำข้าวเหนียวดำลิ้มผัวมีร้อยละผลผลิตมากที่สุด จากนั้นนำสารสกัดน้ำทั้งหมดไปทดสอบเพื่อหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารฟีนอลิก และปริมาณสารฟลาโวนอยด์ ด้วยวิธี DPPH Folin-Ciocalteu และ Aluminum chloride ตามลำดับ ผลพบว่าสารสกัดรำข้าวเหนียวดำลิ้มผัวมีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด ($73.83 \pm 0.69\%$) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับสารสกัดรำข้าวมะลิสี ($72.70 \pm 0.47\%$) ปริมาณฟีนอลิกของสารสกัดทั้งหมดพบว่าสารสกัดรำข้าวมะลิสีมีปริมาณฟีนอลิกสูงที่สุด (65.24 ± 1.74 mg GAE/g) และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับสารสกัดรำข้าวสังข์หยด (27.16 ± 1.44 mg GAE/g) และสารสกัดรำข้าวเหนียวดำลิ้มผัว (38.47 ± 1.44 mg GAE/g) สำหรับปริมาณฟลาโวนอยด์ของสารสกัดรำข้าวทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 0.02 - 0.05 mg QE/g และสารสกัดทั้ง 3 ตัวอย่างมีปริมาณฟลาโวนอยด์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปใช้พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ

คำสำคัญ: ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, ปริมาณสารฟีนอลิก, ปริมาณสารฟลาโวนอยด์, สารสกัดน้ำของรำข้าวสีเข้ม

Abstract

This study aimed to evaluate the antioxidant activity, phenolic and flavonoid contents of dark rice bran water extracts of Luem Pua black glutinous, Mali Nil and Sung Yod. The results showed that Lua Pua black glutinous rice bran extract had the highest percent yield. All extracts were quantified for their antioxidant activity, phenolic content and flavonoids using DPPH, Folin-Ciocalteu and Aluminum chloride methods, respectively. The results showed that Luem Pua black glutinous rice bran extract represented the highest antioxidants ($73.83 \pm 0.69\%$), although not significantly different to that of Mali Nil rice bran extract ($72.70 \pm 0.47\%$). The Folin-Ciocalteu assay revealed that Mali Nil rice bran extract had the highest phenolic content (65.24 ± 1.74 mg GAE/g). The phenolic content of Mali Nil rice bran extract was significantly different from Sang Yod rice bran extract (27.16 ± 1.44 mg GAE/g) and Lum Pua black glutinous rice bran extract (38.47 ± 1.44 mg GAE/g). The flavonoid contents of rice bran extracts were in the range of 0.02 - 0.05 mg QE/g. However, the flavonoid content of the three extracts was not significantly different from each other. This information can be used to develop healthy food products.

Keywords: Antioxidant activity, Phenolic content, Flavonoid content, Dark rice bran water extract

บทนำ

ปัจจุบันคนหันมาใส่ใจสุขภาพมากขึ้นและให้ความสำคัญกับสารพิษเคมีที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ซึ่งกลุ่มสารต้านอนุมูลอิสระเป็นอีกหนึ่งกลุ่มที่คนให้ความสนใจเพิ่มขึ้น โดยสารกลุ่มนี้จะช่วยกำจัดอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุของโรคความเสื่อมต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจขาดเลือด โรคความจำเสื่อม โรคที่เกิดจากความผิดปกติของระบบประสาท โรคภูมิแพ้ โรคความผิดปกติเกี่ยวกับสายตา รวมถึงการแก่ชรา (อนงนาฏ ไพนุพงศ์, 2560) และมีรายงานว่าสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติพบมากในผัก ผลไม้ ธัญพืชต่างๆ เช่น แอปเปิล องุ่น มะละกอ กะหล่ำปลี มะเขือ หอม ข้าว เป็นต้น (Jideani et al, 2021)

รำข้าว (rice bran) เป็นผลผลิตพลอยได้จากการกระบวนการกะเทาะเปลือกนอกของข้าวออกเพื่อให้ได้ข้าวสำหรับบริโภค ซึ่งรำข้าวอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ เช่น โปรตีน วิตามิน กรดไขมัน ไย

อาหาร เป็นต้น (Gul et al., 2015; Sardarodiyani & Salehi, 2016) นอกจากนี้ยังมีสารพิษเคมีที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เช่น พอลิฟีนอล ฟลาโวนอยด์ โทโคเฟอรอล โทโคไตรอีนอล และแกมมาออริซานอล เป็นต้น (Ghasemzadeh et al., 2018; Goufo & Trindade, 2014) ซึ่งสารเหล่านี้มีคุณสมบัติต้านเนื้องอก ต้านมะเร็ง ต้านการอักเสบ ลดคลอเลสเตอรอลในเลือด ต้านสารก่อมะเร็ง และป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือด (Pengumsri et al., 2015) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าข้าวสีเข้มมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกสูงกว่าข้าวสีขาว และข้าวสีเข้มที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบันคือ สีดำ สีม่วง สีแดง และสีน้ำตาล เนื่องจากข้าวสีเข้มมีสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ เช่นแอนโทไซยานิน สารโพรไซยานิดิน ออริซานอล โทโคเฟอรอล โทโคไตรอีนอล เป็นต้น รวมถึงสารกลุ่มฟีนอลิก เช่น กรดคาเฟอิก กรดเฟอร์ูลิก and กรดคลอโรจีนิก เป็นต้น (Bhat et al., 2020) ซึ่งในประเทศไทยมีหลากหลายสายพันธุ์ เช่น ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวสังข์หยด ข้าวมะลิสีขาว ข้าวเหนียวดำลิ้มผั่ว เป็นต้น ดังนั้นข้าวจึงเป็นที่ยอมรับว่าเป็นแหล่งที่มีคุณค่าสำหรับการกำหนดผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพที่หลากหลาย อย่างไรก็ตามข้าวยังไม่มีข้อมูลและการนำมาใช้ประโยชน์มากนัก ทำให้ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญจึงได้ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิก และปริมาณฟลาโวนอยด์จากสารสกัดน้ำของข้าวเหนียวดำลิ้มผั่ว ข้าวมะลิสีขาว และข้าวสังข์หยด เพื่อนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพและสะดวกในการบริโภค อีกทั้งยังเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าแก่ข้าวอีกด้วย

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิก และปริมาณฟลาโวนอยด์จากสารสกัดข้าวเหนียวดำลิ้มผั่ว ข้าวมะลิสีขาว และข้าวสังข์หยด

วิธีการวิจัย

การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างข้าว 3 สายพันธุ์เก็บจากแหล่งที่แตกต่างกันได้แก่ ข้าวเหนียวดำลิ้มผั่วเก็บจากจังหวัดศรีสะเกษ ข้าวมะลิสีขาวเก็บจากจังหวัดสุรินทร์ และข้าวสังข์หยดเก็บจากจังหวัดปทุมธานี ตัวอย่างข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์นำไปตรวจสอบลักษณะทางกายภาพที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี จากนั้นนำไปสีเพื่อกะเทาะเปลือกออกได้เป็นข้าวขาวและเมล็ดข้าว ซึ่งข้าวขาวมาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง บดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียดแล้วร่อนผ่านตะแกรง

การสกัดรำข้าว

การสกัดทำโดยชั่งตัวอย่างรำข้าวสายพันธุ์ละ 1.0 กรัม เติมน้ำกลั่น 100 ml (1:100) เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องนาน 8 ชั่วโมง จากนั้นกรองผ่านกระดาษกรอง ซึ่งการสกัดทำซ้ำ 3 ครั้ง และทำให้แห้งด้วยเครื่อง Freeze Drying

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

การหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity assay ซึ่งดัดแปลงจาก Khettaf และคณะ (2016) การเตรียมสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1-10 µg/mL นำสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิกหรือสารสกัดตัวอย่างปริมาณ 100 µL ผสมกับสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 208 µM และนำไปเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องที่ไม่มีแสงนาน 30 นาที จากนั้นนำสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิกและสารสกัดตัวอย่างจะถูกวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm ด้วยเครื่อง micro plate reader และนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณปริมาณร้อยละการยับยั้ง (% inhibition) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\% \text{ inhibition} = \frac{A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}}{A_{\text{control}}} \times 100$$

เมื่อ A_{control} คือ ค่าการดูดกลืนของ Control

A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนของสารละลายสารสกัด หรือ สารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก

การหาปริมาณสารฟีนอลิก

การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu ซึ่งดัดแปลงจาก Herald และคณะ (2012) การเตรียมสารมาตรฐานกรดแกลลิกความเข้มข้น 20-200 µg/mL นำสารมาตรฐานแกลลิกหรือสารสกัดตัวอย่างปริมาณ 25 µL ผสมกับน้ำกลั่นปริมาณ 75 µL และ สารละลาย Folin-Ciocalteu ความเข้มข้น 0.2 N ปริมาณ 25 µL เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 6 นาที หลังจากนั้นเติมโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 75 g/L ปริมาณ 100 µL นำสารละลายที่ได้เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องและไม่มีแสงนาน 90 นาที ปริมาณฟีนอลิกของสารมาตรฐานแกลลิกและสารสกัดตัวอย่างจะถูกวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm ด้วยเครื่อง micro plate reader และนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดแสงเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิกต่อกรัม ในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัม (mg GAE/g)

การหาปริมาณสารฟลาโวนอยด์

การหาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ ด้วยวิธี Aluminum chloride ซึ่งดัดแปลงจาก Pal และคณะ (2013) การเตรียมสารมาตรฐานเคอซีทินความเข้มข้น 0.6-21 $\mu\text{g/mL}$ นำสารมาตรฐานเคอซีทินหรือสารสกัดตัวอย่างปริมาณ 130 μL ผสมกับสารละลายอลูมิเนียมคลอไรด์ (AlCl_3) ความเข้มข้น 10% ปริมาณ 130 μL โซเดียมอะซิเตต ($\text{C}_2\text{H}_3\text{NaO}_2$) ความเข้มข้น 1 M ปริมาณ 130 μL เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที จากนั้นปริมาณเคอซีทินของสารมาตรฐานเคอซีทินและสารสกัดที่เกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์แล้วปริมาณ 200 μL จะถูกวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 nm ด้วยเครื่อง micro plate reader และนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดแสงเทียบกับกราฟมาตรฐานเคอซีทิน รายงานเป็นมิลลิกรัมสมมูลของเคอซีทินต่อกรัม (mg QE/g)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยสถิติเชิงอนุมานด้วยวิธี One-way ANOVA เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติที่นัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งนำเสนอผลการวิจัยด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ลักษณะทางกายภาพของข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวเหนียวดำลิ้มผัว ข้าวมะลิณี ข้าวสังข์หยด เมื่อจากการสังเกตลักษณะตัวอย่างภายนอก พบว่าข้าวเหนียวดำลิ้มผัวและข้าวมะลิณีมีสีม่วงเข้ม ส่วนข้าวสังข์หยดมีสีแดง นำข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ มาสกัดด้วยน้ำและทำให้แห้ง จากนั้นนำมาคำนวณร้อยละผลผลิตพบว่า ข้าวมะลิณี ข้าวสังข์หยด และข้าวเหนียวดำลิ้มผัว มีร้อยละผลผลิตเท่ากับ 20.28 และ 33 (w/w) ตามลำดับ ผลของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิก และปริมาณฟลาโวนอยด์ของสารสกัดน้ำจากรำข้าวมะลิณี รำข้าวสังข์หยด และรำข้าวเหนียวดำลิ้มผัวแสดงในตารางที่ 1

จากการศึกษาสารสกัดจากรำข้าว 3 ตัวอย่างพบว่าสารสกัดรำข้าวเหนียวลิ้มผัวมีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด ($73.83 \pm 0.69\%$) แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับรำข้าวมะลิณี ($72.70 \pm 0.47\%$) ซึ่งสารสกัดรำข้าวเหนียวดำลิ้มผัวและสารสกัดรำข้าวมะลิณีมีสีม่วงเข้มอาจมาจากสารแอนโทไซยานินซึ่งเป็นสารในกลุ่มฟลาโวนอนด์จึงทำให้ทำให้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสูง (Mbanjo et al., 2019) ในขณะที่สารสกัดรำข้าวสังข์หยดซึ่งมีสีแดงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุด ($68.93 \pm 0.79\%$) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสารสกัดรำข้าวมะลิณีและสารสกัดรำข้าวเหนียวดำลิ้มผัว และมีรายงานว่ารำข้าวสีม่วงมีสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่ารำข้าวสีแดง (Moko et al., 2013) ดังนั้นสารสกัดรำข้าวมะลิณีและสารสกัดรำข้าวเหนียวดำลิ้มผัวที่มีสีม่วงจึงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าสารสกัดรำข้าวสังข์หยดที่มีสีแดง

ปริมาณฟีนอลิกของสารสกัดน้ำจากรำข้าวทั้ง 3 ตัวอย่างพบว่าสารสกัดรำข้าวมะลิณีมีปริมาณฟิ

นอลิกสูงสุด (65.24 ± 1.74 mg GAE/g) และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับรำข้าวสังข์หยด (27.16 ± 1.44 mg GAE/g) และรำข้าวเหนียวดำลิ้มผั่ว (38.47 ± 1.44 mg GAE/g) ปริมาณฟลาโวนอยด์ของสารสกัดทั้ง 3 ตัวอย่างอยู่ในช่วง 0.52-0.57 mg QE/g ซึ่งสารสกัดรำข้าวทั้งหมดมีปริมาณฟลาโวนอยด์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการเปรียบเทียบปริมาณสารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์พบว่าสารสกัดรำข้าวทั้ง 3 ตัวอย่างมีปริมาณฟีนอลิกมากกว่าฟลาโวนอยด์ ซึ่งให้เห็นว่าสารสกัดรำข้าวทั้ง 3 ตัวอย่างมีปริมาณฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบหลัก นอกจากนี้ยังมีการศึกษาวิจัยสนับสนุนว่ารำข้าวมีปริมาณฟีนอลิกสูงกว่าปริมาณฟลาโวนอยด์ (Ghasemzadeh et al., 2018)

ตารางที่ 1 แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิก และปริมาณฟลาโวนอยด์

ตัวอย่างรำข้าว	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (%inhibition)	ปริมาณฟีนอลิก (mg GAE/g)	ปริมาณฟลาโวนอยด์ (mg QE/ g)
มะลินิล	0.47 ± 72.70^a	1.74 ± 65.24^a	0.05 ± 0.52^a
สังข์หยด	0.79 ± 68.93^b	1.44 ± 27.16^b	0.05 ± 0.52^a
เหนียวดำลิ้มผั่ว	0.69 ± 73.83^a	1.44 ± 38.47^c	0.02 ± 0.57^a

หมายเหตุ: ^{a-c} ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงว่ามีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาสรุปได้ว่าสารสกัดรำข้าวสังข์หยดมีปริมาณฟีนอลิกและปริมาณฟลาโวนอยด์ต่ำกว่าสารสกัดรำข้าวเหนียวดำลิ้มผั่วและสารสกัดรำข้าวมะลินิล เมื่อมีปริมาณฟีนอลิกและปริมาณฟลาโวนอยด์ต่ำส่งผลให้มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระต่ำด้วย ส่วนข้าวเหนียวดำลิ้มผั่วมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและมีปริมาณฟลาโวนอยด์สูงที่สุด ส่วนสารสกัดรำข้าวมะลินิลมีปริมาณสารฟีนอลิกสูงที่สุด นอกจากนี้ยังมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงอีกด้วย จากข้อมูลดังกล่าวสามารถเลือกสารสกัดรำข้าวเหนียวดำลิ้มผั่วหรือสารสกัดรำข้าวมะลินิลเป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพเนื่องจากมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิกและปริมาณฟลาโวนอยด์สูง ในปัจจุบันรำข้าวนิยมใช้เป็นอาหารสำหรับสัตว์และมีการใช้รำข้าวเป็นอาหารของมนุษย์น้อยเกินไป ดังนั้นจึงควรมีการนำข้อมูลนี้ไปใช้เป็นเกณฑ์ในการเลือกวัตถุดิบสำหรับพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในอนาคตคณะผู้วิจัยจะพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากสารสกัดรำข้าวเพื่อให้กลุ่มผู้บริโภคที่แพ้คาเฟอีนในชาสามารถบริโภคได้ มากไปกว่านั้นยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับรำข้าวอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

โดยอาจเป็นการกล่าวถึงบุคคลหรือหน่วยงานที่ช่วยเหลืองานวิจัยและสำคัญ (มีหรือไม่มีก็ได้) คณะผู้วิจัยขอพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการในการเตรียมตัวอย่าง การทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- อนงนาฏ ไพนุงพงศ์. (2560). อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระกับสุขภาพ. *วารสารวิชาการชาชนันท์*, 1(2), 20-27.
- Bhat, F.M., Sommano, S.R., Riar, C.S., Seesuriyachan, P., Chaiyaso, T., & Prom-u-Thai, C. (2020). Status of Bioactive Compounds from Bran of Pigmented Traditional Rice Varieties and Their Scope in Production of Medicinal Food with Nutraceutical Importance. *Agronomy*, 10(11), 1-15.
- Ghasemzadeh, A., Karbalaii, M.T., Jaafar, H.Z.E., & Rahmat, A. (2018). Phytochemical constituents, antioxidant activity, and antiproliferative properties of black, red, and brown rice bran. *Chemistry central journal*, 12(17), 1-13.
- Goufo, p., & Trindade, H. (2014). Rice antioxidants: phenolic acids, flavonoids, anthocyanins, proanthocyanidins, tocopherols, tocotrienols, c-oryzanol, and phytic acid. *Food science & nutrition*, 2(2), 75-104.
- Gul, K., Yousuf, B., Singh, A.K., Singh, P., & Wani, A.A. (2015). Rice bran: Nutritional values and its emerging potential for development of functional food—A review. *Bioactive carbohydrates and dietary fibre*, 4(2015), 24-30.
- Herald, T. J., Gadgil, P., & Tilley, M. (2012). High-throughput micro plate assays for screening flavonoid content and DPPH-scavenging activity in sorghum bran and flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(11), 2326-2331.
- Jideani, A.I.O., Silungwe H., Takalani, T., Omolola, A.O., Udeh, H.O., & Anyasi, T.A. (2021). Antioxidant-rich natural fruit and vegetable products and human health. *International journal of food properties*, 24(1), 41-46.

- Khettaf, A., Belloula, N., & Dridi, S. (2016). Antioxidant activity, phenolic and flavonoid contents of some wild medicinal plants in southeastern Algeria. *African journal of biotechnology*, 15(12), 524-30.
- Mbanjo, E.G.N., Jones, H., Caguiat, X.G.I., Carandang, S., Ignacio, J.C., Ferrer, M.C., Boyd, L.A., Kretzschmar, T. (2019). Exploring the genetic diversity within traditional Philippine pigmented Rice. *Rice*, 12(1), 1-18.
- Moko, E.M., Purnomo, H., Kusnadi, J., & Ijong, F.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(3): 1017-1023.
- Pal TK, Kalita P, Barman TK, Chatterjee TK, & Maity S. (2013) Quantification of total flavonoid content and antioxidant activity in comparison to a reference flavonoid as in vitro quality evaluation parameter for assessing bioactivity of biomarkers in herbal extracts or formulations. *JPR:BioMedRx: An international journal*, 1(8), 757-66.
- Pengkumsri, et al. (2015). The influence of extraction methods on composition and antioxidant properties of rice bran oil. *Food science and technology*, 35(3), 493-501.
- Sardarodiyan, M., & Salehi, E.A. (2016). Bioactive phytochemicals in Rice Bran: processing and functional properties. *International journal of pharmtech research*, 9(6), 401-408.