
**ข้าวกล้องและข้าวฮางจากข้าวพันธุ์ลายปลาทอง : ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ
และการยอมรับของผู้บริโภค**
**Brown rice and Hang rice of Lai Pla Thong variety : Antioxidant activity
and Customers acceptance**

¹พิมใจ สุวรรณวงศ์, ¹วัชร วรรณรียกุล, ¹สิริกร ชัสวิเศษ, ¹กิตติพิศ ยืนยงเจริญดี, ¹สายวรุณ แบ่งนวล,
¹อภิสร อยุธยา และ ²*นฤมล อภินันท์สวัสดิ์

¹Pimjai Suwannawong, ¹Watcharee Waratchareeyakul, ¹Sirikorn Chasvised,
¹Kittipot Yuenyongcharoendee, ¹Saiwaroon Pangnole, ¹Apisara Yusorn
and ²*Narumon Apinansawat

¹ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

²ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

¹Department of chemistry, Faculty of Science and Technology, Rambhai Barni Rajabhat University.

²Department of Home Economics, Faculty of Science and Technology, Rambhai Barni Rajabhat University.

*ผู้รับผิดชอบหลัก: narumon.a@rbru.ac.th

*Corresponding author: narumon.a@rbru.ac.th

Received	Reviewed	Revised	Accepted
20/11/2022	01/03/2023	04/04/2023	28/04/2023

Abstract

Lai Pla thong rice variety is the local rice of Chanthaburi province, with a desirable nature of cooked brown rice that smells like butter but it's a drawback in hard texture. The texture quality of brown rice is improved by processing it into Hang rice. This research emphasized the antioxidant activity of Brown rice and Hang rice of Lai Pla Thong rice and consumer acceptance of cooked hang rice. The results show that Brown rice extracted has an ash content, protein content, reducing sugar content, and total phenolic content of 2.880 percent, 11.219 g/g extract, 0.0729 mg/g extract, and 17.041 mg GAE/g, respectively, and antioxidant activity with IC₅₀ of 619.257 µg/ml. Hang Rice extracted has a lower protein content (7.633 ± 0.0259 g/g extract) and ash content (2.391 ± 0.0038 percent), whereas exhibits higher reducing sugar content (0.1031±0.0021 mg/g extract) and total phenolic content (17.857 mg GAE/g) than that of brown rice.

Additionally, the antioxidant activity with DPPH radical ($IC_{50} = 594.625 \mu\text{g/ml}$) of Hang rice is stronger than that of brown rice. Hang Rice cooked has fluffier than that brown rice and it was assessed the sensory evaluation and overall acceptability by the 9-point hedonic scale. The result revealed that the highest acceptability scores were obtained for cooked hang rice at a 1:5 ratio of seeds and water with panelists' moderate preference. These results suggest Lai Pla Thong rice variety is good promising health benefits to consumers and that Hang rice processing improves the color appetizing, texture quality, and remains usefulness on rice, these features are a good selectness for consumers who dislike consuming cooked brown rice.

Keyword: Hang rice, Lai Pla Thong rice, Antioxidant activity

บทคัดย่อ

ข้าวพันธุ์ลายปลาทองเป็นข้าวประจำถิ่นของจังหวัดจันทบุรี มีลักษณะเด่นคือ ข้าวกล้องเมื่อหุงสุกจะมีกลิ่นหอมคล้ายเนย แต่มีรสสัมผัสแข็งและไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค งานวิจัยนี้จึงได้แปรรูปเป็นข้าวฮางซึ่งจะช่วยให้ข้าวกล้องมีรสสัมผัสที่ดีขึ้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์คือ ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากข้าวกล้องและข้าวฮางจากข้าวพันธุ์ลายปลาทอง และทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อข้าวฮางหุงสุก ผลการวิจัย พบว่าสารสกัดจากข้าวกล้องพันธุ์ลายปลาทองมีปริมาณซีเถ้า ปริมาณโปรตีน น้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ ร้อยละ 2.880, 11.219 g/g extract, 0.0729 mg/g extract และ 17.041 mg GAE/g ตามลำดับ และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีพีพีเอช มีค่า IC_{50} เท่ากับ 619.257 $\mu\text{g/ml}$ สารสกัดจากข้าวฮาง มีปริมาณโปรตีน (7.6333 ± 0.0259 g/g extract) และปริมาณซีเถ้า (ร้อยละ 2.3919 ± 0.0038) น้อยกว่าข้าวกล้อง แต่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (0.1031 ± 0.0021 mg/g extract) และปริมาณฟีนอลิกรวม (17.8571 mg GAE/g) อีกทั้งฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระดีพีพีเอช (IC_{50} เท่ากับ 594.625 $\mu\text{g/ml}$) สูงกว่าข้าวกล้อง นอกจากนี้ข้าวฮางหุงสุกยังมีสีสันทึบกว่าข้าวกล้อง และเมล็ดข้าวมีลักษณะนุ่มฟูมากกว่าข้าวกล้อง เมื่อนำข้าวฮางหุงสุกไปทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-point hedonic scale พบว่า ข้าวฮางหุงสุกที่อัตราส่วนข้าวสารต่อน้ำ (LPTHR : WT) เท่ากับ 1 : 5 มีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวมมากที่สุด และอยู่ในระดับความชอบปานกลาง จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าข้าวพันธุ์ลายปลาทองประโยชน์ที่ดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค และการแปรรูปเป็นข้าวฮางช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของข้าวให้ดีขึ้นแต่ยังคงคุณค่าประโยชน์ของข้าวไว้ได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มทางเลือกให้ผู้บริโภคที่อยากรับประทานข้าวกล้องแต่ไม่ชอบรสสัมผัสที่แข็ง

คำสำคัญ: ข้าวฮาง, ข้าวพันธุ์ลายปลาทอง, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

บทนำ

ข้าว (*Oryza sativa*) ธัญพืชหลักที่ประชากรสองในสามของโลกใช้เป็นอาหารหลักในการดำรงชีพ ข้าวมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก เนื่องมาจากข้าวมีสมบัติทางโภชนาการและคุณค่าทางพลังงานสูง โดยข้าวเป็นแหล่งของเส้นใย แร่ธาตุ โปรตีน วิตามิน และชีวโมเลกุลอื่น ๆ ที่สำคัญและส่งผลดีต่อสุขภาพ (Sen, Chakraborty & Kalitaa, 2020; Arsha, Rasane & Singh, 2021) โดยเฉพาะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระซึ่งสามารถป้องกันการเสื่อมของเซลล์ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคต่าง ๆ ได้ โดยข้าวกล้องจะมีสารอาหารและสารเคมีที่เป็นประโยชน์มากกว่าข้าวขาวที่ผ่านการขัดสี มีรายงานว่าชั้นรำข้าวประกอบด้วยสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพและมีคุณสมบัติต่อร่างกายมากมาย (Sohail, Rakha, Butt, Iqbal & Rashid, 2017) ไม่ว่าจะเป็น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Gong et al., 2017; Goufo & Trindade, 2014) ฤทธิ์ต้านมะเร็ง (Hui et al., 2010) ฤทธิ์ต้านการอักเสบ (Itharat, Uttama & Makchuchit, 2016) ฤทธิ์ต้านโรคเบาหวาน (Imam, Musa, Azmi & Ismail, 2012) เสริมสร้างภูมิคุ้มกัน (Ghatak & Panchal, 2012)

ข้าวนี้ได้รับความนิยมและบริโภคอย่างแพร่หลายในประเทศแถบเอเชียได้ ในขณะที่ในประเทศไทยข้าวนี้ยังเป็นที่รู้จักและนิยมบริโภคกันน้อยมาก ข้าวนี้ (Parboil rice) หรือข้าวฮิสาน เรียกว่า ข้าวฮาง (Hang rice) เป็นข้าวกล้องชนิดหนึ่งที่สามารถผลิตได้จากพันธุ์ข้าวหลายชนิด เพื่อเป็นทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพ ข้าวฮางเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นของชาวบ้านในหมู่บ้านนาบ่อ วารินภูมิ จังหวัดสกลนคร ประเทศไทย (Kerdpi boon & Puttongsiri, 2015) ทำโดยการนำเอาข้าวเปลือกมาแช่น้ำไว้ เพื่อกระตุ้นให้สารอาหารต่าง ๆ จากเปลือกข้าวซึมเข้าไปในเมล็ดข้าว แล้วจึงนำมานึ่งเพื่อจัดเก็บสารอาหารให้คงไว้ แล้วนำข้าวเปลือกไปตากให้แห้ง และนำไปสีโดยเครื่องสีข้าวกะเทาะเปลือก จะได้ข้าวกล้องที่มีสีเหลืองทองและมีกลิ่นหอมเฉพาะ (Phangphomkul, 2020). และยังพบว่าข้าวฮางมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด วิตามินบีหนึ่ง บีสอง บีห้า วิตามินอี กรดโฟลิก และข้าวฮางยังมีปริมาณกรดแกมมาอะมิโนบิวไทริก (Gamma-Aminobutyric Acid) หรือสาร GABA ในปริมาณสูงและสูงกว่าข้าวกล้อง (Kerdpi boon & Puttongsiri, 2015) นอกจากนี้ยังพบว่าเมล็ดของข้าวฮางมีลักษณะสัณฐานวิทยา สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมีแตกต่างจากข้าวกล้องทั่วไปอีกด้วย (Ang-Lopez, Saldana & Carnaje, 2016) กระบวนการผลิตข้าวฮางจะช่วยให้สารฟีนอลิกในเปลือกข้าวสามารถแพร่เข้าสู่เนื้อเมล็ดข้าวได้ ซึ่งมีรายงานว่าสารฟีนอลิกเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่แข็งแรง ส่งผลให้เมล็ดข้าวฮางมีคุณค่าทางโภชนาการ และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดี (Chunthanom & Tsai, 2014)

ข้าวพันธุ์ลายปลาทองเป็นข้าวสายพันธุ์ประจำถิ่นที่มีการเพาะปลูกเฉพาะในแปลงนาของนายสมเจตน์ แก้วแกมกาญ เกษตรกรตำบลแสง อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี เท่านั้น ซึ่งลักษณะเด่นของข้าวพันธุ์ลายปลาทองคือ ชั้นเปลือกข้าวจะมีสีน้ำตาลเข้มอมแดงตัดกับสีเหลืองทอง อีกทั้ง ต้นข้าวและรวงข้าวมีสีเหลืองทอง เมื่อนำไปสีเป็นข้าวกล้องเมล็ดจะมีสีครีมอมเขียวและเมื่อนำมาหุงสุกจะมีกลิ่นหอมคล้ายเนย ซึ่งถือเป็นเอกลักษณ์เด่นเฉพาะของข้าวสายพันธุ์นี้ (Sanitphol 2020) แต่อย่างไรก็ตามข้าวสายพันธุ์นี้ไม่เป็นที่นิยมในกลุ่มผู้บริโภค เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการเพาะปลูกนาน และข้าวกล้องเมื่อหุงสุกแล้วมีรสสัมผัสแข็งกว่าข้าวทั่วไป คณะผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของการทำให้ข้าว

พันธุ์ลายปลาทองเป็นที่รู้จักและนิยมในกลุ่มผู้บริโภคชาวท้องถิ่น จึงนำข้าวพันธุ์ลายปลาทองมาผลิตข้าวฮางเพื่อปรับปรุงให้มีรสสัมผัสและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระให้ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์งานวิจัยคือ ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณโปรตีน ปริมาณซีลีเนียม ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณสารฟีนอลิกรวมของสารสกัดข้าวท้องถิ่นและสารสกัดข้าวฮาง และทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อข้าวฮางหุงสุก

วิธีการวิจัย

1. ตัวอย่างข้าวพันธุ์ลายปลาทอง

ข้าวเปลือกพันธุ์ลายปลาทอง ได้รับจากชุมชนหมู่บ้านทุ่งตามัน ตำบลแสลง อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี หลังจากเก็บเกี่ยวประมาณ 1 เดือน ซึ่งถูกเก็บไว้ในยุ้งข้าวของชาวบ้าน

2. การเตรียมตัวอย่างข้าวท้องถิ่นและข้าวฮาง

2.1 เตรียมตัวอย่างข้าวท้องถิ่น โดยนำข้าวเปลือกไปสีด้วยเครื่องกระเทาะเมล็ดข้าวแบบไม่ขัดสี จะได้ตัวอย่าง “ข้าวท้องถิ่น”

2.2 เตรียมข้าวฮาง โดยดัดแปลงวิธีจากคุณ Phangphomkul (2020). นำข้าวเปลือกมาแช่ด้วยน้ำประปาเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปนึ่ง 15 นาที จากนั้นกลับด้านและนึ่งต่ออีก 15 นาที หลังจากนั้นนำไปผึ่งลมให้เย็นและอบลมร้อนให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วจึงสีด้วยเครื่องกระเทาะเมล็ดข้าวแบบไม่ขัดสีจะได้ตัวอย่าง “ข้าวฮาง”

นำตัวอย่างข้าวท้องถิ่นและข้าวฮาง เก็บไว้ในตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) เพื่อนำไปวิเคราะห์ความชื้น ปริมาณซีลีเนียม และเตรียมเป็นสารสกัดต่อไป

3. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นและปริมาณซีลีเนียมของเมล็ดข้าว

หาปริมาณความชื้นและปริมาณซีลีเนียมตามวิธี AOAC (2000) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ จากนั้นนำค่าเฉลี่ยมาคำนวณหาร้อยละความชื้นและร้อยละซีลีเนียม ตามลำดับ

4. การเตรียมสารสกัดหยาบจากข้าวท้องถิ่นและข้าวฮาง

ตัวอย่างข้าวท้องถิ่นและข้าวฮางนำมาปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น และสกัดด้วยน้ำในอัตราส่วน น้ำ 3 มิลลิลิตรต่อข้าว 1 กรัม จากนั้นกรองแยกตะกอนให้ได้สารละลายใส และนำไประเหยแห้งด้วยวิธีการแช่เยือกแข็ง (Freeze dry) จะได้ผงสารสกัดหยาบ เก็บไว้ในตู้เย็นจนกว่าจะทำการวิเคราะห์

5. การวิเคราะห์ปริมาณสารที่เป็นองค์ประกอบ

5.1 วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ด้วยวิธีดีเอ็นเอส (DNS method) ซึ่งดัดแปลงจากวิธีของ Tunde (2020) ทำโดยผสมสารสกัดหยาบข้าวท้องถิ่นและข้าวฮางความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร กับสารละลาย 3,5-ไดโนโตรซาลิไซลิก ความเข้มข้น 8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ทำการทดลอง 3 ซ้ำ คำนวณปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยการสร้างกราฟมาตรฐานกลูโคสความเข้มข้น 0.05-0.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

5.2 วัดปริมาณโปรตีน ด้วยวิธีแบรดฟอร์ด (Bradford, 1976) โดยใช้สารสกัดที่ความเข้มข้นสุดท้ายเท่ากับ 36 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เติมนิโตรเจนและผสมให้เข้ากัน

ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และนำค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยไปคำนวณค่าปริมาณโปรตีนโดยการเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานโปรตีนโบวันซีรั่มอัลบูมิน (Bovine serum albumin) ที่ความเข้มข้นสุดท้าย 3-12 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

5.3 การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ด้วยวิธีโฟลิน-ซีโอแคลทู (Folin-Ciocalteu) โดยดัดแปลงจากวิธีของ Huang et al. (2018) โดยผสมสกัดหยาบความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร กับสารละลายโฟลิน-ซีโอแคลทู ร้อยละ 10 โดยปริมาตร สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตร้อยละ 20 โดยมวลต่อปริมาตร ให้ได้ปริมาตรรวม 2000 ไมโครลิตร บ่มในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 740 นาโนเมตร ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำค่าเฉลี่ยที่ได้มาคำนวณปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดจากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความเข้มข้น 12.5-100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร รายงานปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด

6. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบโดยดัดแปลงวิธีจากงานวิจัยของ Premakumara et. al (2013) ดังนี้

6.1 ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอช (DPPH method) ซึ่งเป็นการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยรวม ทำโดยเตรียมสารละลายสารสกัดหยาบที่ความเข้มข้นสุดท้าย 125, 250, 500 และ 1000 $\mu\text{g/ml}$ เติมสารละลายดีพีพีเอชความเข้มข้น 2 มิลลิโมลาร์ บ่มในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร ทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนจากสารสกัดหยาบเป็นสารมาตรฐานบีเอชที (BHT) ที่ความเข้มข้นสุดท้าย 12.5, 25, 50 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณหาค่าร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ และคำนวณหาค่า IC_{50} (ความเข้มข้นที่สารตัวอย่างสามารถต้านอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50)

6.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีเอฟอาร์เอพี (Ferric reducing/antioxidant power (FRAP) assay) ซึ่งเป็นการทดสอบความสามารถในการรีดิวซ์ไอออนของ Fe^{3+} ทำโดยสร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายเฟอร์รัสซัลเฟตและสารละลายโทลอกที่ความเข้มข้นสุดท้าย 0-100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่เติมสารละลาย FRAP รีเอเจนท์ ทั้งไว้ในที่มี 8 นาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตรโดยใช้ไมโครเพลตรีดเดอร์ และนำค่าที่ได้มาพล็อตกราฟมาตรฐานเฟอร์รัสซัลเฟตและกราฟมาตรฐานโทลอก ตามลำดับ จากนั้นเตรียมสารสกัดข้าวกล้องและข้าวฮางที่ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ทำการทดลองเช่นเดียวกับสารมาตรฐาน จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดหยาบที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณหาค่า μg of $\text{Fe (II)}/\text{mg}$ สารสกัด หรือ FRAP value และ μg of Trolox/mg สารสกัด หรือ TEAC value ตามลำดับ

7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัยที่ได้นั้นได้มาจากการหาค่าเฉลี่ยของการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, SD.) และวิเคราะห์นัยสำคัญทางสถิติทำโดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวันเวย์โอโนวา (One way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลจากตารางโพสต์ฮอคเทสต์ (Post Hoc Test) ด้วยวิธี Least significant different (LSD) ที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$

8. การประเมินคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสของข้าวฮางพันธุ์ลายปลาทอง

นำข้าวฮางพันธุ์ลายปลาทองหุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 3 ระดับ ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ความชอบด้าน ด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการเรียนวิชาการทดสอบทางประสาทสัมผัสจำนวน 30 คน ด้วยวิธีการ 9-point hedonic scale เพื่อหาอัตราส่วนของน้ำต่อข้าวฮางที่เหมาะสม และนำผลที่ได้ไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป

9. ความพึงพอใจของผู้บริโภคของข้าวฮางพันธุ์ลายปลาทอง

นำข้าวฮางพันธุ์ลายปลาทองที่หุงด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสมมากที่สุด (ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากข้อ 8.) นำไปทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคทั่วไปที่ไม่มีความรู้ทางด้านอาหารและการทดสอบทางประสาทสัมผัสในจังหวัดจันทบุรี จำนวน 100 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 5-point hedonic scale ด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการเตรียมตัวอย่างข้าวฮางจากข้าวพันธุ์ลายปลาทอง

จากการเตรียมข้าวฮางจากข้าวพันธุ์ลายปลาทองพบว่าเมล็ดข้าวเมื่อเทียบกับข้าวกล้องนั้นมีลักษณะที่สังเกตเห็นได้แตกต่างกันดัง Figure 1 จะเห็นว่าเมล็ดของข้าวฮางนั้นมีสีเข้มกว่าข้าวกล้องธรรมดาอย่างเห็นได้ชัดเจน และเมล็ดข้าวฮางยังมีรอยร้าวซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นข้อดีที่จะช่วยให้ข้าวฮางสามารถดูดน้ำเข้าสู่เมล็ดได้ดีตอนหุงข้าวและจะส่งผลให้ข้าวฮางหุงสุกนุ่มกว่าข้าวกล้อง



เมล็ดข้าวกล้อง



เมล็ดข้าวฮาง

Figure 1 ลักษณะเมล็ดข้าวพันธุ์ลายปลาทอง: เมล็ดข้าวกล้องและเมล็ดข้าวฮาง

เมื่อทดลองนำข้าวกล้องธรรมดากับข้าวฮางมาหุงเปรียบเทียบกันโดยใช้อัตราส่วนน้ำหุงกับต่อน้ำหนักข้าวในปริมาณที่เท่ากัน แล้วหุงโดยใช้หม้อหุงข้าวไฟฟ้าเครื่องเดียวกัน พบว่าเนื้อสัมผัสของข้าวฮางมีลักษณะนุ่ม ฟู กว่าข้าวกล้องดัง Figure 2 และมีกลิ่นหอมเฉพาะตัวที่เกิดจากกระบวนการผลิตข้าวฮาง



ก)

ข)

Figure 2 ลักษณะของเมล็ดข้าวหลังการหุงสุก ก) ข้าวกล้อง และ ข) ข้าวฮาง

2. ผลการหาปริมาณความชื้นและปริมาณซีเถ้าของเมล็ดข้าวพันธุ์สายปลาทอง

การหาปริมาณความชื้นในตัวอย่างเมล็ดข้าวกล้องและข้าวฮาง พบว่าข้าวกล้องมีปริมาณความชื้นร้อยละ 0.7039 ± 0.0012 และข้าวฮางมีปริมาณความชื้นร้อยละ 0.6932 ± 0.0004 ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) นั่นหมายความว่าน้ำหนักที่ชั่งเท่ากันจะได้มวลของข้าวที่ไม่แตกต่างกันมาก ดังนั้นผล การวิเคราะห์ปริมาณสารต่าง ๆ จึงสามารถเปรียบเทียบกันได้ผลที่น่าเชื่อถือ

การหาปริมาณซีเถ้าพบว่า ข้าวกล้องและข้าวฮางมีปริมาณเถ้าร้อยละ 2.8801 ± 0.2746 และ 2.3919 ± 0.0038 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าข้าวกล้องมีปริมาณเถ้ามากกว่าข้าวฮางอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เนื่องจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ข้าวฮางได้ผ่านกระบวนการความร้อนจึงทำให้มีการสูญเสียสารอินทรีย์บางอย่างในเมล็ดข้าวไป

3. ผลการเตรียมสารสกัดหยาบข้าวกล้องและข้าวฮาง

การเตรียมสารสกัดหยาบข้าวกล้องและสารสกัดหยาบข้าวฮางจากข้าวพันธุ์สายปลาทอง โดยใช้ น้ำเป็นตัวทำละลาย ซึ่งเป็นตัวทำละลายที่ใช้สำหรับหุงข้าวโดยไป ที่น้ำหนักตัวอย่างเมล็ดข้าวเริ่มต้น 1 กิโลกรัมเท่ากันพบว่า ข้าวกล้องให้ร้อยละผลผลิตเท่ากับ 2.857 และข้าวฮางให้ร้อยละผลผลิตเท่ากับ 0.68 ซึ่งร้อยละผลผลิตจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ และกระบวนการแปรรูปข้าว (Rattanasena & Bussaman, 2012)

4. ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของสารสกัดหยาบ

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของสารสกัดหยาบ พบว่าสารสกัดหยาบข้าวกล้องมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณโปรตีน และปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 0.0729 ± 0.0024 mg/g extract,

11.219 $\pm$ 0.0750 g/g extract และ 17.8571 $\pm$ 0.1338 mg GAE/g extract ตามลำดับ ในขณะที่สารสกัดหยาบข้าวฮางมีเท่ากับ 0.1031 $\pm$ 0.0021 mg/g extract 7.633 $\pm$ 0.0259 g/g extract และ 17.0408 $\pm$ 0.1779 mg GAE/g extract ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าสารสกัดหยาบข้าวฮางมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าข้าวกล้อง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในกระบวนการผลิตข้าวฮางโปรตีนบางส่วนถูกไฮโดรไลต์ด้วยความร้อนกลายเป็นกรดอะมิโนจึงทำให้ปริมาณโปรตีนลดลง แต่สารสกัดข้าวฮางมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดมากกว่าสารสกัดหยาบจากข้าวกล้อง เนื่องมาจากในกระบวนการผลิตข้าวฮางขั้นตอนแช่เมล็ดข้าวนั้นจะเป็นการกระตุ้นให้เอนไซม์ในเมล็ดข้าวเร่งการเกิดไฮโดรไลซิสเลกุลแป้งให้กลายเป็นน้ำตาล นอกจากนี้ยังนำพารังควัตถุจากเปลือกข้าวแพร่เข้าสู่เมล็ดข้าวส่วนที่เป็นเนื้อข้าว (Kerdpiroon & Puttongsiri, 2015) ซึ่งรังควัตถุดังกล่าวเป็นสารกลุ่มฟีนอลิก มีรายงานว่า เปลือกข้าวมีสารฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบถึง 477.6 mg / 100 g ซึ่งมากกว่าส่วนอื่น ๆ ของเมล็ดข้าว (Goufo & Trindade, 2014) จึงส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของข้าวฮางมากกว่าข้าวกล้อง

5. ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

จากการนำสารสกัดหยาบข้าวกล้อง และข้าวฮางจากข้าวพันธุ์ลายปลาทอง มาทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH[•] และฤทธิ์ในการรีดิวซ์สารประกอบเชิงซ้อนของเหล็ก Fe³⁺-TPTZ (Ferric tripyridyltriazine) จะถูกรีดิวซ์โดยสารที่มีคุณสมบัติต้าน อนุมูลอิสระ ได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนเหล็ก Fe²⁺ -TPTZ (Ferrous tripyridyltriazine) พบว่าสารสกัดหยาบข้าวฮางมีค่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีเพื่อแตกต่างจากสารสกัดหยาบข้าวกล้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยสารสกัดหยาบข้าวฮางมีค่า IC₅₀ เท่ากับ 594.625 $\pm$ 16.3222 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม ซึ่งน้อยกว่าค่า IC₅₀ ของสารสกัดหยาบข้าวกล้องที่มีค่าเท่ากับ 619.257 $\pm$ 1.9938 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม และสารมาตรฐานบีเอชที่มีค่า IC₅₀ เท่ากับ 24.478 $\pm$ 7.1626 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม ซึ่งแสดงดัง Figure 3 จากผลวิจัยจะเห็นว่าเมื่อผ่านการแปรรูปเป็นข้าวฮาง ข้าวพันธุ์ลายปลาทองจะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มสูงขึ้น จากผลวิจัยจะเห็นว่าเมื่อผ่านการแปรรูปเป็นข้าวฮาง ข้าวพันธุ์ลายปลาทองจะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นเช่นกัน เนื่องจากสารกลุ่มฟีนอลิกมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดี (Cai, Zhang, Shen, Luo, Zhu, Mao et al., 2019) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของ Sripum et al (2017) ที่พบว่าสารสกัดหยาบข้าวฮางมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดมากกว่าสารสกัดหยาบข้าวกล้อง และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีกว่าด้วยเช่นกัน

ผลทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP พบว่าสารสกัดหยาบข้าวกล้องและสารสกัดหยาบข้าวฮางไม่มีฤทธิ์ในการรีดิวซ์ Fe³⁺-TPTZ เมื่อใช้ความเข้มข้นสุดท้ายเท่ากับ 0.5 mg/ml ซึ่งเป็นการเพิ่มความเข้มข้นสูงสุดที่สามารถเตรียมได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารสกัดน้ำจากข้าวพันธุ์ลายปลาทองมีความสามารถในการรีดิวซ์ไอออนของ Fe³⁺ น้อยมาก ๆ หรือไม่มีเลย

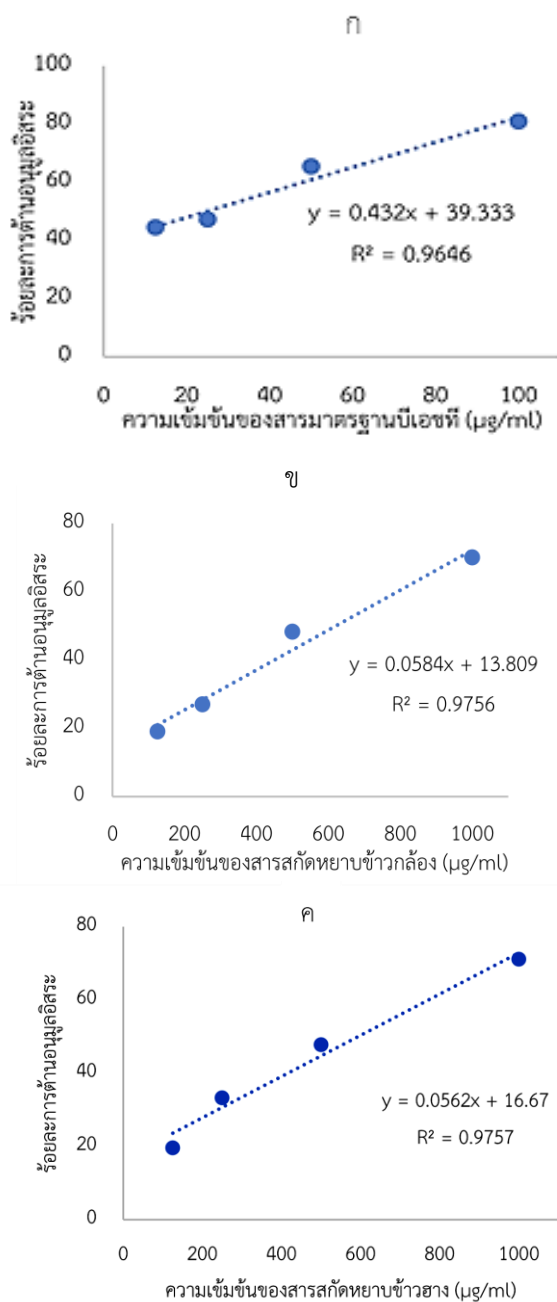


Figure 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระและความเข้มข้นของตัวอย่าง
ก) สารมาตรฐานปียเอชที ข) สารสกัดหยาบข้าวกล้อง ค) สารสกัดหยาบข้าวฮาง

6. ผลการประเมินคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสของข้าวฮางพันธุ์ลายปลาทอง
ผลการประเมินคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของข้าวฮางพันธุ์ลายปลาทอง ได้คะแนนเฉลี่ย
สมบัติด้านประสาทสัมผัส แสดงดัง Table 1

Table 1 Sensory evaluation of Lai Pla Thong hang rice with various contents of water ratio.

LPTHR : WT	Color ^{ns}	Flavor ^{ns}	Texture	Taste	Overall liking
1:3	7.03±1.07	6.70±1.53	4.97±1.87 ^a	5.77±1.72 ^a	6.03±1.25 ^a
1:4	7.00±1.17	6.70±1.29	5.80±1.35 ^b	6.13±1.55 ^{ab}	6.53±1.07 ^{ab}
1:5	6.73±1.17	6.67±1.67	6.93±1.41 ^c	6.53±1.07 ^{ab}	7.23±0.94 ^c

Note: Value are mean ±SD (n=30); ^{a-c} = different superscripts in the same column indicate the significant differences (p<0.05); ^{ns} = non-significant differences using least significance difference test; LPTHR= Lai Pla Thong hang rice; WT= water.

ผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยความชอบด้านสี และกลิ่นรส ไม่แตกต่างกัน แต่คะแนนเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวมเนื้อสัมผัส และรสชาติ ของข้าวฮางพันธุ์ลายปลาทองที่อัตราส่วนข้าวฮางต่อน้ำ 1 : 5 ได้คะแนนเฉลี่ยมากที่สุดที่ 7.23, 6.93 และ 6.53 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบเดียวกันคือชอบปานกลาง

7. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภค

ผู้บริโภคจำนวน 100 คน ให้คะแนนความชอบข้าวฮางพันธุ์ลายปลาทองผู้บริโภคให้คะแนนความชอบ ข้าวฮางพันธุ์ลายปลาทองที่อัตราส่วนข้าวฮางต่อน้ำ 1 : 5 ด้านกลิ่น สี ความชอบโดยรวมรสชาติ และเนื้อสัมผัส ที่ 3.56±0.54, 3.46±0.50, 3.39±0.55, 3.37±0.56 และ 3.24±0.59 ตามลำดับดัง Table 2 และผู้บริโภคจำนวน 91 คนให้การยอมรับข้าวฮางพันธุ์ลายปลาทองดัง Figure 4

Table 2 Sensory evaluation and consumer acceptance of Lai Pla Thong hang rice.

LPTHR : WT	Color	Flavor	Texture	Taste	Overall liking
1:5	3.46±0.50	3.56±0.54	3.24±0.59	3.37±0.56	3.39±0.55

Note: Value are mean ±SD (n=100); LPTHR= Lai Pla Thong hang rice; WT= water.

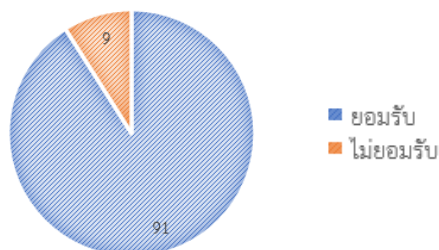


Figure 4 การยอมรับของผู้บริโภคต่อข้าวฮางพันธุ์ลายปลาทอง

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าข้าวกล้องพันธุ์ลายปลาทองเมื่อแปรรูปเป็นข้าวฮางแล้วจะมีปริมาณโปรตีนและปริมาณซีเถ้าลดลง แต่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้น ซึ่งน้ำตาลรีดิวซ์ได้แก่น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวและน้ำตาลโมเลกุลคู่ ซึ่งร่างกายสามารถดูดซึมได้อย่างรวดเร็ว อันจะเป็นผลดีต่อผู้ที่มีการร่างกายอ่อนเพลียจะช่วยให้ร่างกายได้รับพลังงานรวดเร็วว่าการรับประทานข้าวกล้องปกติ อีกทั้งยังพบว่าปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดข้าวฮางจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้สารสกัดข้าวฮางมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระดีที่พีเอชดีกว่าสารสกัดหยาบข้าวกล้อง และข้าวฮางยังมีสีส้มที่นำรับประทานกว่าข้าวกล้อง และเมื่อหุงสุกที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อข้าวสารเท่ากัน พบว่าข้าวฮางให้ลักษณะเมล็ดข้าวที่นุ่ม และฟูมากกว่าข้าวกล้อง ข้าวฮางพันธุ์ลายปลาทอง ที่ใช้อัตราส่วน ข้าวฮาง : น้ำ 1 : 5 ผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมมากที่สุด และเมื่อนำไปทดสอบความพึงพอใจกับผู้บริโภค ผู้บริโภคให้ความพึงพอใจต่อข้าวฮางพันธุ์ลายปลาทองอยู่ในระดับชอบปานกลาง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยงบประมาณสนับสนุนการวิจัย จากกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ประจำปีงบประมาณ 2564 ขอขอบคุณนายสมเจตน์ แก้วแกมกาญจน์ เกษตรกรผู้ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดข้าวพันธุ์ลายปลาทองสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งขอขอบคุณบุคลากรคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีที่ช่วยให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

References

- Ang-Lopez, M., Saldana, C., & Carnaje, N. (2016). Effects of steaming on the milling yield, quality, and antioxidant activity of parboiled black rice (*Oryza sativa* L.). *Rice-based biosystems journal*, 2, 13-22.
- Arsha, R. S., Rasane, P., & Singh, J. (2021). Rice: Bioactive compounds and their health benefits. *The Pharma Innovation Journal*, 10(5), 845-853.
- Chunthanom, P., & Tsai, P.J. (2014). Qualities of Hang rice in North-east area of Thailand. *Proceedings of the 11th KU-KPS National Conference*. (pp. 1896-1904). Nakhon Pathom: Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus
- Ghatak, S. B., & Panchal, S. J. (2012). Investigation of the immunomodulatory potential of oryzanol isolated from crude rice bran oil in experimental animal models. *Phytotherapy Research*, 26, 1701-1708.
- Gong, E. S., Luo, S., Li, T., Liu, C., Zhang, G., Chen, J., Zeng, Z., & Liu, R. H. (2017). Phytochemical profiles and antioxidant activity of processed brown rice products. *Food Chemistry*, 232, 67-78.

- Goufo, P., & Trindade, H. (2014). Rice antioxidants: Phenolic acids, flavonoids, anthocyanins, proanthocyanidins, tocopherols, tocotrienols, c-oryzanol, and phytic acid. *Food Sciences and Nutrition*, 2, 75–104.
- Cai, H., Zhang, Q., Shen, L., Luo, J., Zhu, R., Mao, J., Zhao, M., & Cai, C. (2019). Phenolic profile and antioxidant activity of Chinese rice wine fermented with different rice materials and starters. *Food Science and Technology*, 111, 226-234.
- Huang, H., Wang, Z., Aalim, H., Limwachiranon, J., Li, L., Duan, Z., Ren, G., & Luo, Z. (2018). Green Recovery of Phenolic Compounds from Rice Byproduct (Rice Bran) Using Glycerol Based on Viscosity, Conductivity and Density. *International Journal of Food Science and Technology*, 54(4), 1363-1371.
- Hui, C., Bin, Y., Xiaoping, Y., Long, Y., Chunye, C., Mantian, M., & Wenhua, L. (2010). Anticancer activities of an anthocyanin-rich extract from black rice against breast cancer cells in vitro and in vivo. *Nutrition and Cancer*, 62, 1128–1136.
- Imam, M. U., Musa, S. N. A., Azmi, N. H., & Ismail, M. (2012). Effects of white rice, brown rice and germinated brown rice on antioxidant status of type 2 diabetic rats. *International Journal of Molecular Sciences*, 13, 12952–12969.
- Itharat, A., Uttama, S., & Makchuchit, S. (2016). Anti-inflammatory activities of constituents in sang yod rice extracts, γ -oryzanol, vitamins E, B1, B2 and B3, using inhibitory effects on nitric oxide (NO) production in lipopolysaccharide (LPS) activated RAW 264.7 murine macrophage cells. *Medicinal & Aromatic Plants*, 5, 1–6.
- Kerdpi boon, S., & Puttongsiri, T. (2015). Characteristics of Hang Rice and its Cooking. *KKU Research Journal*, 20(1), 26-33.
- Phangphomkul, S. (2020). Germinated Hang rice, Isan wisdom. [Online] <https://www.msu.ac.th/msumagaz/smain/readpost.php?mid=37>. [November 10, 2022]
- Premakumara, G. A. S., Abeysekera, W. K. S. M., Ratnasooriya, W. D., Chandrasekharan, N. V., & Bentota, A. P. (2013) Antioxidant, anti-amylase and anti-glycation potential of brans of some Sri Lankan traditional and improved rice (*Oryza sativa* L.) varieties. *Journal of Cereal Science*, 58(3), 451–456.
- Rattanasena, P., & Bussaman, P. (2555). Antioxidant activities and total phenolic compound contents in brown rice, pre-germinated brown rice and pre-germinated rough rice of some Thai rice cultivars. Bangkok: The Thai Rice Foundation Under Royal Patronage.
- Sanitphol, W. (2020). Local rice varieties Lai Pla Thong, Chanthaburi. [Online]. <https://t.ly/6UeQ>. [November 10, 2022]

- Sen, S., Chakraborty, R., & Kalita, P. (2020). Rice - not just a staple food: A comprehensive review on its phytochemicals and therapeutic potential. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 265–285.
- Sohail, M., Rakha, A., Butt, M. S., Iqbal, M. J., & Rashid, S. (2017). Rice Bran Nutraceuticals: A Comprehensive Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(17), 3771-3780.
- Sripum, C., Kukreja, R. K., Charoenkiatkul, S., Kriengsinyos, W., & Suttisansanee, U. (2017). The Effect of Extraction Conditions on Antioxidant Activities and Total Phenolic Contents of Different Processed Thai Jasmine rice. *International Food Research Journal*, 24(4), 1644-1650.
- Tunde, A. (2020). Production of Glucose from Hydrolysis of Potato Starch. *World Scientific News*, 145, 128-143.