

องค์ประกอบทางเคมีและความสามารถต้านอนุมูลอิสระของข้าวจีบ มะลิดำ และดอกมะขาม

Chemical composition and Antioxidant activity of Jib, Mali-dam and Dok-makam rice

สมหมาย ปะติตังโข¹ กิ่งแก้ว ปะติตังโข² และ คุรุปรกรณ์ ละเอียดอ่อน³

Somma Patitungkho¹, Kingkaew Patitungkho² and Karupakorn Laeid-on³

¹สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

²สาขาวิชาบรรณารักษศาสตร์และสารสนเทศศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

³สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

¹Department of Chemistry, Faculty of Science, Buriram Rajabhat University

²Department of Library and Information, Faculty of Humanities and Social Sciences, Rajabhat Buriram University

³Department of General Science, Faculty of Education, Buriram Rajabhat University

E-mail: dr.somma@gmail.com Tel. 0897201597

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของข้าวพันธุ์พื้นเมือง 3 ชนิดคือ ข้าวจีบ มะลิดำและดอกมะขาม เป็นข้าวพื้นเมืองที่มีคุณค่าทางโภชนาการและเมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีพบว่าสารองค์ประกอบที่มีปริมาณมากที่สุด ข้าวจีบ ได้แก่ โซเดียมเฉลี่ยเท่ากับ 16.63 มิลลิกรัม แมกนีเซียมเฉลี่ย เท่ากับ 135.33 มิลลิกรัม ข้าวมะลิดำมีปริมาณวิตามินบี 1 เฉลี่ยเท่ากับ 0.48 มิลลิกรัม แคลเซียมเฉลี่ยเท่ากับ 10.72 มิลลิกรัม เหล็กเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 มิลลิกรัม สังกะสีเฉลี่ยเท่ากับ 1.90 มิลลิกรัม ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 463.73 mg GAE/100g extract และข้าวดอกมะขามมีปริมาณบี 2 เฉลี่ยเท่ากับ 0.24 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัสเฉลี่ยเท่ากับ 336.83 มิลลิกรัม โพแทสเซียมเฉลี่ยเท่ากับ 204.26 มิลลิกรัม ทองแดงเฉลี่ยเท่ากับ 0.7 มิลลิกรัม อะไมโลสเฉลี่ยเท่ากับ 16.62 มิลลิกรัม ไนอะซินเฉลี่ยเท่ากับ 4.79 มิลลิกรัม เมื่อวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยเทคนิค DPPH และ FRAP พบว่าข้าวมะลิดำมีค่ามากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 82.44% และ 55.44 mg Fe/100g extract รองลงมาคือ ข้าวดอกมะขามเฉลี่ยเท่ากับ 78.23% และ 52.18 mg Fe/100g ส่วนข้าวจีบน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 78% และ 51.96 mg Fe/100g ตามลำดับ

คำสำคัญ : ข้าวพันธุ์พื้นเมือง องค์ประกอบทางเคมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

The purpose of this research was to study the chemical constituents and antioxidant capacity of 3 rice landraces as follows: Jib rice, Mali-Dam rice and Dok-Makam rice was nutritious rice landrace and when analyzed by quantitative content found that the highest content of jib rice was the average sodium of 16.63 mg, average magnesium equal to 135.33 milligrams, Mali-Dam rice has an average vitamin B1 content of 0.48 mg, calcium 10.72 mg, iron 3.95 mg, zinc 1.90 mg, a total phenolic content of 463.73 mg GAE/100g extract and Dok-Makam rice contains B2 0.24 mg phosphorus 336.83 mg potassium 204.26 mg copper 0.7 mg amylose 16.62 mg and niacin 4.79 mg. Antioxidant capacity was analyzed by DPPH and FRAP techniques was found that the average Mali-dam rice was 82.44% and 55.44 mg Fe/100g extract, followed by the average Dok-Makam rice was 78.23% and 52.18 mg Fe/100g, while Jib rice the lowest was 78% and 51.96 mg Fe/100g respectively.

Keywords : Rice landraces, Chemical composition, Antioxidant activity

1. บทนำ

ข้าวเป็นอาหารหลักของคนทั้งโลก โดยประชากรกว่าครึ่งโลกจะบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก เนื่องจากข้าวเป็นอาหารที่ให้คาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหลักสำหรับมนุษย์ (Radannielson *et al.*, 2018) รวมทั้งยังเป็นธัญพืชที่สำคัญและเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยที่ส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ (Liu *et al.*, 2017) และนอกจากจะมี คาร์โบไฮเดรต แล้วข้าวยังมี โปรตีน ไขมัน วิตามินบี และแร่ธาตุเป็นองค์ประกอบ และมีสารอินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น โทอามิน โทโคฟีรอล ออไรซานอล และแอนโทไซยานิน เป็นต้น (Booyaves *et al.*, 2015) โดยสารดังกล่าวมีบทบาทสำคัญในระบบสรีรวิทยาการรักษาสมาดุลของร่างกายสร้างเสริมสุขภาพป้องกันโรคต่าง ๆ เช่นทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งและหลอดเลือดหัวใจ ลดคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ (Mano *et al.*, 1999)

ประเทศไทยมีสายพันธุ์ข้าวที่หลากหลายทั้งสายพันธุ์พื้นเมืองและที่ปรับปรุงพันธุ์โดยนักวิชาการ ทำให้พันธุ์ข้าวพื้นเมืองไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร เกษตรกรส่วนใหญ่มีแนวโน้มสนใจข้าวที่ปรับปรุงสายพันธุ์มากกว่าเนื่องจากให้ผลผลิตที่สูง (Pholva *et al.*, 2018) ทั้งที่ข้าวพื้นเมืองมีข้อดีหลายอย่างและเกษตรกรปลูกเพื่อบริโภคในครัวเรือนมายาวนาน ซึ่งพบว่าข้าวพื้นเมืองหลายสายพันธุ์มีสีเยื่อหุ้มเมล็ดแตกต่างกัน เช่น สีแดง สีดำ สีม่วง จะประกอบด้วยอาหารที่ค่อนข้างสูงเช่น ข้าวที่เมล็ดสีแดงจะมีปริมาณสารฟีนอลิกที่สูงระหว่าง 66.8-422.2 mg/100 g (Shao *et al.*, 2015) นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งความหลากหลายทางพันธุกรรมและลักษณะที่ดีหลายประการ เช่น ต้านทานโรคและแมลง ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ฝนแล้ง หนาวน้ำท่วม คุณภาพเมล็ดดีและผลผลิตสูง เป็นต้น ความหลากหลายทางพันธุกรรมเป็นฐานสำคัญยิ่งในการนำไปใช้ปรับปรุงพันธุ์ข้าวพันธุ์ดีให้มีคุณค่าทางอาหารสูงเหมาะสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพแล้ว ยังมีการใช้ประโยชน์จากข้าวพันธุ์พื้นเมืองในด้านอื่น ๆ เช่น ถนอมอาหาร สมุนไพร เลี้ยงสัตว์ แปรรูปเป็นขนมหรือของหวาน ประกอบพิธีกรรม ทำสุราพื้นบ้าน และจำหน่ายสร้างรายได้ให้กับครัวเรือน จะเห็นได้ว่าข้าวพันธุ์พื้นเมืองมีประโยชน์ในหลายด้าน ทำให้เกษตรกรส่วนหนึ่งยังคงเก็บรักษาและปลูกข้าวพันธุ์พื้นเมืองไว้

เกษตรกรในจังหวัดบุรีรัมย์ ได้ทำการปลูกข้าวข้าวพื้นเมือง สามสายพันธุ์ที่พบมาก ได้แก่ ข้าวจีบ ข้าวมะลิดำ ข้าวดอกมะขาม (ปะกาอ้อปัด) เพื่อใช้บริโภคในครัวเรือนหรือแปรรูปจำหน่ายข้าวเหล่านี้ข้าวกล้องจะมีสีสันทันรับประทานมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำหรือแดงที่ผิวเปลือกจะพบสารประกอบฟีนอลิกและมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (Walter *et al.*, 2013) แม้ว่าข้าวพื้นเมืองในแต่ละท้องถิ่นจะมีความหลากหลายของสายพันธุ์ มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาต่างกันไปก็ตาม (Bhowmick and Nayak, 2000) และมีรายงานวิจัยของ Sutharut and Sudarat (2012) พบว่าข้าวพื้นเมืองที่มีสีดำ สีม่วงจะมีสารประกอบฟีนอลิก สารแอนโทไซยานินที่สูงกว่าข้าวที่ผ่านการขัดสีและยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงตามไปด้วย ลดปริมาณคอเลสเตอรอล และช่วยลดความเสี่ยงการเกิดโรคเบาหวานได้ (Wang and Xu., 2007) โดยทั่วไปเกษตรกรในพื้นที่จะปลูกข้าวพื้นเมืองในปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับข้าวพันธุ์สูงเสริมเพื่อการค้า แต่ข้าวพื้นเมืองทั้งสามสายพันธุ์นั้นจะมีลักษณะเด่น คือ เมล็ดข้าวกล้องจะเรียวยาว เมล็ดมีสีสวยน่ารับประทานและที่สำคัญคือเป็นข้าวที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพพื้นที่ปลูกได้ดี ทนต่อสภาพแวดล้อม และโรคแมลงและเกษตรกรบางครัวเรือนจึงยังปลูกไว้ ประกอบกับกระแสการตื่นตัวของผู้คนหันมาใส่ใจสุขภาพมากขึ้นอาหารเพื่อสุขภาพจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่เข้ามามีบทบาทสำคัญของคนยุคใหม่เป็นอย่างมากโดยเฉพาะในกลุ่มที่มีกำลังซื้อสูงมีโอกาสเลือกได้มากขึ้น ถึงแม้ราคาจะสูงกว่าปกติก็ตาม จะพบว่าข้าวที่มีสีสันท่าง ๆ วางขายอยู่ทั่วไป กำลังได้รับความนิยมมากขึ้นและในปัจจุบันเห็นได้ชัดเจนว่าข้าวพันธุ์สูงเสริม เช่น ข้าวขาวดอกมะลิมีราคาตกต่ำมากตันละไม่ถึงหมื่นบาท ดังนั้นการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในข้าวพื้นเมืองที่เกษตรกรปลูกจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการศึกษาเพิ่มเติม นอกจากการศึกษาด้านสัณฐานวิทยาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการแปรรูปอาหารเพื่อสุขภาพและยังเป็นการสร้างคุณค่าข้าวพื้นเมืองให้เป็นที่สนใจและช่วยอนุรักษ์พันธุ์ข้าวพื้นเมืองให้คงอยู่ตลอดไป

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเก็บตัวอย่างข้าวพื้นเมือง

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้าวพื้นเมือง 3 สายพันธุ์จากเกษตรกรที่ปลูกข้าวพื้นเมือง ได้แก่ ข้าวดอกมะขาม (ปะกาอัลปิล) ข้าวจีบ และข้าวมะลิดำ จากเกษตรกรที่ปลูกในจังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งเป็นข้าวใหม่อายุหลังการเก็บเกี่ยวไม่เกิน 1 เดือน หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกแต่ละสายพันธุ์แยกใส่ถุง ถุงละ 1 กิโลกรัม จัดเก็บในตู้เย็น (4 ± 1 องศาเซลเซียส) รอการนำมาทดสอบ ก่อนการทดสอบนำข้าวเปลือกออกจากตู้เย็นทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง แล้วจึงกะเทาะเอาเปลือกออกด้วยเครื่องกะเทาะ พร้อมทั้งคัดข้าวหักออกเพื่อให้ได้ข้าวเต็มเมล็ดทั้งหมดทดสอบความชื้นของข้าวกล้องเริ่มต้นด้วยการอบโดยชั่งน้ำหนักข้าวกล้อง 30 กรัม อบที่อุณหภูมิ 120 ± 1 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง (AOAC, 2000)

2.2 การสกัดสารจากตัวอย่างข้าว

นำตัวอย่างข้าวทั้งสามสายพันธุ์ชนิดละ 100 กรัม มาบดให้ละเอียด แล้วนำไปแช่ในเอทานอล 80% ในอัตราส่วน 1:5 W/V (ข้าว : เอทานอล) นำไปบดและเขย่าด้วยเครื่องเขย่าด้วยความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 31 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปแยกส่วนใส่ออกด้วยการปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที สารละลายที่ได้นำไปทำให้เข้มข้นด้วยเครื่อง vacuum rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นำสารสกัดหยาบไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวตัวอย่าง โดยใช้วิธีการของ AOAC (2000) ตามขั้นตอนดังนี้

2.3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพื้นฐาน

2.3.1.1 ความชื้นด้วยการอบแห้งตัวอย่างข้าว 4 กรัม ในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 ± 5 องศาเซลเซียส นานประมาณ 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นตามวิธีการที่อธิบายใน AOAC (2000) method No. 44-15 A

2.3.1.2 เถ้าด้วยการเผาตัวอย่างข้าวเตาเผาอุณหภูมิ 550 ± 5 องศาเซลเซียส 5 ชั่วโมงจนเหลือเป็นสีเทาขาว ตามวิธีการที่อธิบายใน AOAC (2000) method No. 08-01

2.3.1.3 คาร์โบไฮเดรตโดยวิธีการที่รายงานโดย Onyeike *et al.* (1995) โดยวิธีนี้จะนำ ผลรวมของปริมาณความชื้น เถ้าไขมัน โปรตีน ของตัวอย่างข้าวที่วิเคราะห์ได้และลบออกจาก 100 ค่าที่ได้คือร้อยละของคาร์โบไฮเดรตในตัวอย่าง

2.3.1.4 โปรตีนด้วยการคำนวณปริมาณไนโตรเจนในข้าวด้วย Kjeldahl's method ตามวิธีการที่อธิบายใน AOAC (2000) method No. 46-10 ร้อยละของโปรตีนถูกคำนวณโดยการคูณด้วยไนโตรเจนแฟคเตอร์ด้วย 5.95

2.3.1.5 ไขมันด้วยการใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์เป็นตัวทำละลายใน Soxhlet apparatus ตามวิธีการที่อธิบายใน AOAC (2000) method No. 30-10.35

2.3.2 วิเคราะห์ปริมาณ Vitamin A, Vitamin B1, Vitamin B2 และ Vitamin E โดยวิธี AOAC (2000)

2.3.3 วิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุประกอบด้วย Calcium (Ca), Sodium (Na) และ Iron (Fe) โดยวิธี In house method based on AOAC (2000) by Inductively Couple Plasma-Optical Emission Spectrometer (ICP-OES)

2.4 ปริมาณอะไมโลส (Amylose content)

การตรวจสอบปริมาณอะไมโลสนั้นตรวจวัดจากสีที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างแป้งข้าวและสารละลายไอโอดีน โดยวัดจากค่าการดูดกลืนแสง 620 นาโนเมตร ซึ่งค่าการดูดกลืนแสงที่แตกต่างกันนั้นจะบ่งชี้ถึงระดับของปริมาณอะไมโลสในแป้งข้าว (Juliano, 1971)

2.5 การทดสอบเพื่อหาปริมาณฟีนอลทั้งหมด

การหาปริมาณฟีนอลทั้งหมด (Total Phenolic Content; TPC) โดยวิธี Folin-Ciocalteu โดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน ใช้ตัวอย่างสารสกัด 0.4 มิลลิลิตรเติม 10 % Folin-Ciocalteu reagent ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่า

ให้เข้ากันทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นเติม 7.5% Na_2CO_3 ปริมาตร 1.6 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน วางไว้ที่อุณหภูมิห้องและมีเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จึงนำสารละลายส่วนใสไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 nm โดยใช้เครื่อง UV-Vis spectrophotometer (Moogngarm and Saetung, 2010)

2.6 การทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

นำตัวอย่างสารสกัดหยาบจากข้าวทั้ง 3 ชนิด ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เติมน้ำในหลอดทดลองขนาดเล็ก จากนั้นเติม DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ความเข้มข้น 0.1 mM ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixer เป็นเวลา 10 นาที บ่มในที่มืด ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 516 nm โดยใช้เครื่อง UV-Vis spectrophotometer โดยใช้กรดแอสคอบิกเป็น positive control คำนวณ % Radical scavenging activity จากสูตร (Jandaruang *et al.*, 2012)

$$\% \text{ Radical scavenging activity} = \frac{A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}}{A_{\text{control}}} \times 100$$

2.7 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design; CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3. ผลการทดลอง

ลักษณะค่าสีของข้าวกล้อง

ลักษณะของค่าสีข้าวกล้อง พบว่าค่าความสว่าง (L^*) ของข้าวกล้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ข้าวที่มีค่าความสว่างสูงที่สุดคือ ข้าวดอกมะขาม เท่ากับ 34.83 น้อยที่สุดคือ ข้าวมะลิดำ เท่ากับ 17.48 ค่าสี a^* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนมากอยู่ในเกณฑ์บวกแสดงว่ามีลักษณะสีแดงเจือปนในเมล็ด ค่า a^* สูงที่สุดคือ ข้าวจีบ เท่ากับ 12.19 น้อยที่สุดคือ ข้าวมะลิดำ เท่ากับ 4.20 ส่วนค่าสี b^* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ค่าสี b^* สูงที่สุดคือ ข้าวจีบ เท่ากับ 12.85 น้อยที่สุดคือ มะลิดำ เท่ากับ 3.15 (Table 1)

Table 1 The colors of brown rice

Varieties	Colour		
	L^*	a^*	b^*
Jib	26.26	12.19	12.85
Mali-dam	17.48	4.20	3.15
Dok-Makam	34.83	6.32	8.51
C.V.(%)	2.56	3.31	4.74

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของข้าว

ผลการศึกษา เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของข้าวพื้นเมืองทั้ง 3 สายพันธุ์พบว่า ข้าวดอกมะขาม มีโปรตีน โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส ทองแดง อะไมโลส ไนอะซินและปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมากที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 8.68 กรัม 204.26 มิลลิกรัม 336.83 มิลลิกรัม 0.7 มิลลิกรัม 16.62 กรัม 4.79 มิลลิกรัม และ 449.83mg GAE/100g extract ตามลำดับ ส่วนข้าวมะลิดำมีไขมันรวมและคาร์โบไฮเดรตรวม แคลเซียม เหล็ก สังกะสี มากที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 3.37 กรัม 75.80 กรัม 10.72 มิลลิกรัม 3.95 มิลลิกรัม 1.90 มิลลิกรัมตามลำดับ ส่วนข้าวจีบมีคาร์โบไฮเดรต

แมกนีเซียม โซเดียม แมกนีเซียมมากที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 74.41 กรัม 135.33 มิลลิกรัม 16.63 มิลลิกรัม และ 135.33 มิลลิกรัม ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Chemical compositions of Local rice Varieties

Chemical composition	Local rice Varieties			C.V. (%)
	Jib	Mali-dam	Dok-Makam	
Energy (kcal)	355.43	361.86	352.16	1.79
Moisture (g)	11.47 b	11.53 b	12.34 a	1.92
Protein (g)	7.28 c	7.79 b	8.68 a	1.26
Total Fat (g)	0.37 c	3.37 a	1.52 b	6.51
Total Carbohydrate (g)	74.41 a	75.80 a	70.60 b	1.60
Ash (g)	1.35 a	0.98 c	1.41 a	3.60
Vitamin B1 (mg)	0.41	0.48	0.37	1.64
Vitamin B2 (mg)	0.21	0.20	0.24	15.05
Calcium (mg)	9.74 b	10.72 a	8.80 c	4.33
Phosphorus (mg)	326.23 ab	319.33 b	336.83 a	1.93
Sodium (mg)	16.63 a	11.83 b	10.50 b	6.81
Potassium (mg)	200.70	203.25	204.26	1.15
Magnesium (mg)	135.33 a	130.68 ab	127.53 b	2.05
Iron (mg)	1.08 c	3.95 a	1.27 b	3.36
Zinc (mg)	1.69 c	1.90 a	1.79 b	2.49
Copper (mg)	0.29 b	0.29 b	0.7 a	9.88
Amylose (g)	14.97 b	14.53 b	16.62 a	2.84
Niacin (mg)	3.85 b	3.99 b	4.79 a	4.50
Total Phenolic content (mg GAE/100g extract)	452.33	463.73	449.83	3.09

Remark: Values followed by the same letter in the same row are not significantly different ($p < 0.05$)

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของข้าวสามสายพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH และ FRAP พบว่าข้าวมะลิดำมีค่ามากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 82.44% และ 55.44mg Fe/100g extract รองลงมาคือ ข้าวดอกมะขามเฉลี่ยเท่ากับ 78.23% และ 52.18 mg Fe/100g ส่วนข้าวจีบน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 78% และ 51.96 mg Fe/100g ตามลำดับ (Table 3)

Table 3 Antioxidant activity

Rice varieties	DPPH	FRAP
	(%)	(mg Fe/100g extract)
Jib	78.00 b	51.96 b
Mali-Dam	82.44 a	55.44 a
Dok-Makam	78.23 b	52.18 b
C.V. (%)	1.24	1.01

Remark: Values followed by the same letter in the same column are not significantly different ($p < 0.05$)

4. วิจารณ์ผล

ข้าวพื้นเมืองทั้ง 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวจีบ มะลิดำและดอกมะขาม เป็นข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง หรือสีม่วง เป็นข้าวที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ เมื่อวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยเทคนิค DPPH และ FRAP พบว่าข้าวหอมมะลิดำ มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด เนื่องจากในข้าวชนิดนี้มีสารแอนโทไซยานินในปริมาณที่สูง แอนโทไซยานินมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Sutharut and Sudarat, 2012) โดยสารนี้จะสะสมอยู่บริเวณเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว ดังนั้นข้าวที่มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงจะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงด้วย (Mattioli *et al.*, 2012) รองลงมาคือ ข้าวจีบและข้าวดอกมะขาม ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ข้าวพันธุ์พื้นเมืองเป็นแหล่งความหลากหลายทางพันธุกรรมและลักษณะที่ดีหลายประการ เช่น ความต้านทานโรคและแมลง ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม คุณภาพเมล็ดและผลผลิต คุณค่าทางโภชนาการสูง ป้องกันและรักษาโรคบางชนิดได้ เป็นต้น ซึ่งความหลากหลายทางพันธุกรรมเป็นฐานสำคัญยิ่งในการนำไปใช้ปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อให้ได้ข้าวพันธุ์ดีและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ข้าวพันธุ์พื้นเมืองต่างสายพันธุ์กันจะมีคุณค่าทางโภชนาการหรือมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์แตกต่างกันออกไป (Pimratch *et al.*, 2015) จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ข้าวพื้นเมืองต่างสายพันธุ์กันมีปริมาณสารอาหารความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดแตกต่างกัน เนื่องจากข้าวพื้นเมืองต่างสายพันธุ์กันจะมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Goufo and Trinade (2014) ในข้าวสีต่าง ๆ พบว่ามีสารสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระ เช่น กรดฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ แอนโทไซยานิน โพรแอนโทไซยานินิน โทโคฟีรอล โทโคไตรอีนอล แกมมาออริซานอลและกรดไฟติกและสารเหล่านี้ยังขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงระหว่างกระบวนการสร้างเมล็ดข้าวแตกต่างกัน หรือขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของข้าว หรือสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง เช่นงานวิจัยของ Maksup (2014) พบว่า การขาดน้ำส่งผลต่อการสังเคราะห์รงควัตถุที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของข้าว ได้แก่ คลอโรฟิลล์ a คลอโรฟิลล์ b และแคโรทีนอยด์ นอกจากนี้ยังพบว่าระดับการแสดงออกของสารพันธุกรรมหรือยีนที่ควบคุมการทำงานของระบบแสง ได้แก่ ยีน *OEC1* ยีน *PsbP* และยีน *PsaE* มีระดับการแสดงออกลดลงอย่างชัดเจนเมื่อต้นข้าวขาดน้ำ ยีนดังกล่าวมีหน้าที่สำคัญในขั้นตอนเริ่มต้นของกระบวนการสังเคราะห์แสง ส่งผลให้กระบวนการสร้างน้ำตาลและแป้งเพื่อใช้ในการเจริญพัฒนาของต้นข้าว รวมถึงการสะสมแป้งในเมล็ดลดลงอีกด้วย ดังนั้นจึงมีผลทำให้ปริมาณสารอาหาร ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดแตกต่างกัน ซึ่งจะได้จากงานของ Shokrzadeh and Ebadi (2006) ได้ศึกษาการต้านอนุมูลอิสระของเมล็ดข้าวทั้ง 4 ชนิด คือ Tarom, Khazar, Neda และ Sadri พบว่า ข้าว Tarom มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้สูงสุด เนื่องจากข้าว Tarom มีสีเข้มนั่นคือ มีแอนโทไซยานินปริมาณสูงทำให้มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้สูงกว่าชนิดอื่น ๆ นอกจากนี้ Chung and Shin (2007) ได้ศึกษาการต้านอนุมูลอิสระของข้าว 5 สายพันธุ์โดยใช้เอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 80% ในการสกัดเป็นเวลา 30 นาทีที่อุณหภูมิห้อง จากการทดลองพบว่า ข้าวสายพันธุ์ *Oryza sativa* cv. Heugjinjubyee มีฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุดเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH ซึ่งสอดคล้องกับ Dechklong (2021) อธิบายว่าข้าวพื้นเมืองของไทยหลายสายพันธุ์เป็นข้าวที่มีโภชนาการสูง เนื่องจากมีความหลากหลายของสีเยื่อหุ้มเมล็ด เมื่อกะเทาะเปลือกข้าวจะมีสีเยื่อหุ้มเมล็ดที่แตกต่างกัน ซึ่งจะสัมพันธ์กับปริมาณสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น สารสีม่วงสัมพันธ์กับแอนโทไซยานิน (anthocyanin) แกมมาออริซานอล (γ -oryzanol) สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound) โทโคฟีรอล (tocopherol) โทโคไตรอีนอล (tocotrienol) และฟลาโวนอยด์ (flavonoid) เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดความเสี่ยงการเกิดมะเร็ง ช่วยชะลอการเสื่อมของเซลล์ นอกจากนี้เยื่อหุ้มเมล็ดยังอุดมไปด้วยวิตามินบี 1 บี 2 บี 3 ไอโอมก้า 6 ไอโอมก้า 9 รวมทั้งแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น เหล็ก สังกะสี (Walter and Marchesan, 2011) นอกจากนี้ในข้าวที่บริโภคพบว่า ข้าวกล้องหรือที่เรียกว่าข้าวเต็มเมล็ดเป็นผลจากการกำจัดเปลือกชั้นนอกที่กินไม่ได้และแตกต่างจากข้าวขาวทั่วไป ซึ่งรวมถึงจมูกข้าว รำข้าว และเอนโดสเปิร์ม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสีลำต้นต่าง ๆ ของชั้นนอก ข้าวสามารถจำแนกได้เป็นสีดำ สีม่วง สีแดง ฯลฯ (Ciulu *et al.*, 2018) ซึ่งมีคุณสมบัติในการส่งเสริมสุขภาพและโภชนาการหลายอย่าง (Shao and Bao, 2015) ตัวอย่างเช่น ในการศึกษาของ Hallfrisch *et al.*, (2003) พบว่าช่วยลดความเสี่ยง

ต่อโรคหัวใจและหลอดเลือด เนื่องจากการเพิ่มประสิทธิภาพของการรับประทานอาหารประเภทธัญพืชไม่ขัดสีในอาหารประจำวัน นอกจากนี้การบริโภคข้าวกล้องงอกเป็นอาหารได้รับการพิสูจน์แล้วว่าให้ผลดีในการรับมือกับภาวะซึมเศร้า ความเกลียดชังและความเหนื่อยล้าในกลุ่มมารดาที่ให้นมบุตร (Sakamoto and Hayashi, 2007) นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในการต้านโรคเบาหวานและมีประโยชน์ต่อสุขภาพมากมาย ซึ่งมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับปริมาณพอลิฟีนอลในองค์ประกอบทางเคมีในข้าวกล้อง รวมทั้งกรดไฮดรอกซีเบนโซอิก กรดไฮดรอกซีซินนามิก และกลุ่มสารฟลาโวนอยด์ เป็นต้น (Ciulu *et al.*, 2018)

5. สรุปผล

จากการศึกษาลักษณะของค่าสีข้าวกล้องมีค่าความสว่าง (L^*) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ ข้าวดอกมะขามมีค่าความสว่างสูงที่สุดเท่ากับ 34.83 น้อยที่สุดคือ ข้าวมะลิดำ เท่ากับ 17.48 เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่าข้าวจีบมีปริมาณแร่ธาตุที่สำคัญหลายชนิด เช่น โซเดียมและแมกนีเซียมเฉลี่ยในปริมาณที่สูงสำหรับข้าวมะลิดำมีปริมาณวิตามินบี 1 เฉลี่ยเท่ากับ 0.48 มิลลิกรัม แคลเซียมเฉลี่ยเท่ากับ 10.72 มิลลิกรัม เหล็กเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 มิลลิกรัม สังกะสีเฉลี่ยเท่ากับ 1.90 มิลลิกรัม ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 463.73 (mg GAE/100g extract) และข้าวดอกมะขามมีปริมาณบี 2 เฉลี่ยเท่ากับ 0.24 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัสเฉลี่ยเท่ากับ 336.83 มิลลิกรัม โพแทสเซียมเฉลี่ยเท่ากับ 204.26 มิลลิกรัม ทองแดงเฉลี่ยเท่ากับ 0.7 มิลลิกรัม อะไมโลสเฉลี่ยเท่ากับ 16.62 มิลลิกรัม ในอะซินเฉลี่ยเท่ากับ 4.79 มิลลิกรัม เมื่อวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยเทคนิค DPPH และ FRAP พบว่าพบว่า ข้าวมะลิดำมีค่ามากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 82.44% และ 55.44 mg Fe/100g extract รองลงมาคือ ข้าวดอกมะขามเฉลี่ยเท่ากับ 78.23% และ 52.18 mg Fe/100g ส่วนข้าวจีบน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 78% และ 51.96 mg Fe/100g ตามลำดับ ข้าวพันธุ์พื้นเมืองทั้ง 3 ชนิดมีทั้งวิตามินและแร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกายจึงควรได้รับการส่งเสริมให้บริโภคมากขึ้นและควรได้รับการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำหรับผู้สูงอายุต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ที่ช่วยสนับสนุนงบประมาณในการวิจัยและสถาบันโภชนาการมหาวิทยาลัยมหิดลที่ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกในจังหวัดบุรีรัมย์ จนทำให้งานวิจัยสำเร็จด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

- AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 17th ed. AOAC International, Maryland, USA.
- Bhowmick, N. and R.L. Nayak, 2000. Response of hybrid rice (*Oryza sativa*) varieties to nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers during dry (Boro) season in West Bengal. *Indian Journal of Agronomy*. 45(2): 323-326.
- Chung, H.S. and J.C. Shin. 2007. Characterization of antioxidant alkaloids and phenolic acids from anthocyanin pigmented rice (*Oryza sativa* cv. Heugjinjubyee). *Food Chemistry*. 104: 1670-1677.
- Ciulu, M., M. Cadiz-Gurrea and A. Segura-Carretero. 2018. Extraction and analysis of phenolic compounds in rice: A review. *Molecules*. 23(11): 2-20.
- Dechklong, P. 2021. Value of nutrient of land rice. Central Laboratory and Greenhouse Complex. Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus. Nakornpatom. (in Thai)
- Fattal-Valevski, A. 2100. Thiamine (Vitamine B1). *Journal of Evidence-Based*. 16(1): 12-20.

- Goufo, P. and H. Trindade. 2014. **Rice antioxidants: Phenolic acids, flavonoids, anthocyanins, proanthocyanidins, tocopherols, tocotrienols, γ -oryzanol and phytic acid.** Food Science & Nutrition. 2(2): 75-104.
- Hallfrisch J., J. Scholfield and K.M. Behall. 2003. **Blood pressure reduced by whole grain diet containing barley or whole wheat and brown rice in moderately hypercholesterolemic men.** Nutrition Research. 23:1631-1642.
- Jandaruang, J., J. Siritapettawee, K. Thumanu., C. Songsiritthigul., C. Krittanaei., S. Daduang., A. Dhiravisit and S. Thammsirirak. 2012. **The effects of temperature and pH on secondary structure and antioxidant activity of *Crocodylus siamensis* hemoglobin.** The Protein Journal. 31: 43-50.
- Juliano, B.O. 1971. **A simplified assay for milled-rice amylose.** Cereal Science Today. 16(4): 334-340.
- Maksup, S. 2014. **The study of the expression of genes related to Retrotransposon in white jasmine rice 105 under stressful conditions of dehydration, Research report.** Department of Biology Faculty of Science Silpakorn University. Nakornpatom. (in Thai)
- Mano, Y., K. Kawaminami., M. Kojima., M. Ohnishi and S. Ito. 1999. **Comparative composition of brown rice lipids (Lipid fractions) of Indica and Japonica rice.** Bioscience, Biotechnology and Biochemistry. 63(4): 619-626.
- Mattioli, R., A. Francioso, L. Mosca and P. Silva. 2020. **Anthocyanins: A comprehensive review of their chemical properties and health effects on cardiovascular and neurodegenerative diseases.** Molecules. 25, 3809.
- Moongngarm, A. and N. Seatung. 2010. **Comparison of chemical compositions and bioactive compounds of germinated rough rice and brown rice.** Food Chemistry. 122: 782-788.
- Pholva, M., A. Chataraponpan and T. Paseephoh. 2018. **Chemical and physical characteristics of red glutinous rice at three development stages after flowering.** KhonKaen Agriculture Journal. 46(1): 526-532. (in Thai)
- Pimratch, S., S. Butsat, T. Chinnasaen and T. Ketmala. 2015. **GABA content and antioxidant activity of five local germinated brown rice varieties.** Prawarun Agriculture Journal. 12(1): 35-40. (in Thai)
- Sakamoto S. and T. Hayashi. 2007. **Pre-germinated brown rice could enhance maternal mental health and immunity during lactation.** European Journal of Nutrition. 46: 391-396.
- Shao Y. and J. Bao. 2015. **Polyphenols in whole rice grain: Genetic diversity and health benefits.** Food Chemistry. 180: 86-97.
- Shao, Y., X. Feifei., S. Sun., B. Jinsong and B. Trust. 2014. **Phenolic acids, Anthocyanins and antioxidant capacity in rice (*Oryza sativa* L.) grains at four stages of development after flowering.** Food Chemistry. 143: 90-96.
- Shokrzadeh, M. and A.G. Ebadi. 2006. **Study of Antioxidative Activity in Four Kinds of Cultivated Rice Grains of Mazandaran Province (Iran).** Pakistan Journal of Biological Sciences: 2723-2725.
- Storck, C., C.D. Picolli., H.P. Nagi and M. Kalia. 2005. **Quality characterization of six rice varieties of Himachal Pradesh.** Journal of Food Composition and Analysis. 18: 333-341.

- Sutharut S. and J. Sudarat. 2012. **Total anthocyanin content and antioxidant activity of germinated colored rice**. International Food Research Journal. 19(1): 215-221.
- Walter, M. and E. Marchesan. 2011. **Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Rice**. Brazilian Archives of Biology and technology and International Journal. 54(1): 371-377.
- Walter, M., E. Marchesan, P.E. Massoni, L.P. Silva, G.M. Sartori and R.B. Ferreira. 2013. **Antioxidant properties of rice grains with light brown, red and black pericarp colors and the effect of processing**. Food Research International. 50: 698-703.
- Wang, W. D. and S. Y. Xu. 2007. **Degradation kinetics of anthocyanins in blackberry juice and concentrate**. Journal Food Engineering. 82: 271-275.

(Received: 6/Dec/2022, Revised: 14/Jun/2023, Accepted: 20/Jun/2022)