



องค์ประกอบทางเคมี และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากข้าวพันธุ์พื้นเมือง Chemical Composition and Antioxidant Activity from Native Rice

ณพัชร บัวฉวน
Napattaorn Buachoon

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี 13180
Faculty of Science and Technology, Walailak Rajabhat University under the Royal Patronage,
Pathum Thani 13180, Thailand

*Corresponding author, e-mail: napattaorn@vru.ac.th

(Received: Apr 13, 2020; Revised: Aug 19, 2020; Accepted: Feb 18, 2021)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด แอนโทไซยานิน ทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH assay, ABTS radical scavenging activity, ความสามารถในการรีดิวซ์ และความสามารถในการยับยั้งการเกิด lipid peroxidation ตามลำดับ จากข้าวพันธุ์พื้นเมือง 14 สายพันธุ์ พบว่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวเหนียวดำมีองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ปริมาณความชื้นและโปรตีนสูงที่สุด แต่มีปริมาณเถ้า และไขมัน ต่ำที่สุด และข้าวเหนียวดำ และ ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และแอนโทไซยานิน ทั้งหมดสูง เมื่อวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ พบว่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีฤทธิ์ยับยั้งทุกระบบมากที่สุดผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด แอนโทไซยานินทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเพื่อเป็นทางเลือกในบริโภคข้าวและพัฒนาเป็นอาหารเสริม

คำสำคัญ : องค์ประกอบทางเคมี ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ข้าวพันธุ์พื้นเมือง

Abstract

The purpose of this research was to study the chemical composition, total phenolic content, total flavonoid content, total anthocyanin content, and antioxidant activity by DPPH assay, ABTS radical scavenging activity, reducing activity, and anti-lipid peroxidation activity, respectively. This study focused on exploring 14 indigenous rice species. The experimental results indicated that in terms of the chemical composition, riceberry and black glutinous rice had the highest moisture and protein content but lowest ash and fat content. In addition, total phenolic content, total flavonoid content, total anthocyanin content of riceberry and black glutinous rice was at the high level. When antioxidant activity was analyzed, riceberry had the highest inhibitory activity in all systems. In sum, the results revealed the relationship between total phenolic content, total flavonoid content, total anthocyanin content, and antioxidant activity. The findings would be applied to consider the alternative to rice consumption and development of a dietary supplement.

Keywords: Chemical composition, Antioxidant activity, Native rice

บทนำ

ในร่างกายของเราจะมีปฏิกิริยาชนิดหนึ่งเรียกว่า ปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งแม้จะเป็นปฏิกิริยาพื้นฐานในชีวิต แต่ปฏิกิริยาออกซิเดชันก็ก่อให้เกิดความเสียหายเพราะจะเกิดอนุมูลอิสระ (หรือ Free radical) ที่จะก่อให้เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ ซึ่งทำลายเซลล์ร่างกายจึงมีกลไกการป้องกันตนเองที่ซับซ้อน และสารต้านอนุมูลอิสระ หรือ Anti - oxidant ไว้คอยชะลอหรือยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่นี้ โดยการกำจัดสารอนุมูลอิสระ หรือแย่งเข้าไปทำปฏิกิริยาก่อนสารอนุมูลอิสระเพื่อไม่ให้ปฏิกิริยา ลูกโซ่ลุกลามไปในธรรมชาติทั้งพืชและสัตว์ล้วนมีสารต้านอนุมูลอิสระไว้คอยป้องกันตนเอง การที่ร่างกายมีสารต้านอนุมูลอิสระในระดับที่ต่ำจะทำให้เกิดความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน อาจทำให้เซลล์ได้รับความเสียหายได้ และทำให้การทำงานของเอนไซม์ที่สำคัญเปลี่ยนแปลงไป และเมื่อปล่อยทิ้งไว้จะทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของเซลล์มากขึ้น (Buachoon, 2015, p. 80)

ข้าว (*Oryza sativa* L.) จัดได้ว่าเป็นอาหารหลักของประชากร ซึ่งข้าวจัดได้ว่าเป็นพืชที่มีความหลากหลายในด้าน พันธุ์และมีเอกลักษณ์เฉพาะที่โดดเด่นตามสภาพภูมิประเทศที่เพาะปลูก และเป็นแหล่งรวมของคุณค่าทางอาหารหลาย ๆ อย่าง และพบว่าองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของข้าวทางเคมีคือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และน้ำหรือความชื้น ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของข้าวทั้งในลักษณะข้าวเปลือก ข้าวสาร และข้าวกล้อง โดยมีคาร์โบไฮเดรต ซึ่งมีสตาร์ชเป็นหลักในสัดส่วนต่าง ๆ กันขึ้นอยู่กับชนิดของข้าว ทำให้ข้าวมีลักษณะคุณภาพต่างกันไปตลอดจนมีผลต่อคุณค่าทางอาหาร เนื่องจากเป็นแหล่งสะสมพลังงาน นอกจากนี้ยังพบว่าในข้าวจะมีวิตามินซี วิตามินอี วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 6 แคลเซียม แมกนีเซียม ไฟโตสเตอรอล (Phytosterols) ไทรซิน (Tricin) และสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น สารประกอบฟีนอลิก (Phenolics) และแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ในปริมาณสูง ปริมาณสารอาหารเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และการขัดสีข้าว นอกจากนี้พบว่าข้าวแต่ละสายพันธุ์ที่เมล็ดมีสีจะมีปริมาณแอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิก แกมมาโอไรซานอล สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอื่น ๆ และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าพันธุ์ที่เมล็ดไม่มีสี (Moko et al., 2014, p. 1053)

ข้าวพันธุ์พื้นเมืองเป็นแหล่งความหลากหลายทางพันธุกรรมและลักษณะที่ดีหลายประการ เช่น คุณค่าทางโภชนาการสูง ป้องกันและรักษาโรคบางชนิดได้ เป็นต้น ซึ่งความหลากหลายทางพันธุกรรมเป็นฐานสำคัญยิ่งในการนำไปใช้ปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อให้ได้ข้าวพันธุ์ดีและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ข้าวพันธุ์พื้นเมืองต่างสายพันธุ์กันจะมีคุณค่าทางโภชนาการหรือมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์แตกต่างกันออกไป นอกจากนี้ยังพบว่าองค์ประกอบทางเคมีของข้าวมีผลมาจากพันธุ์ สภาพการปลูก การเก็บเกี่ยว และกระบวนการแปรรูป จากข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้องข้าวสาร การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีโดยทั่วไปใช้วิธีการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate analysis) เพื่อให้ องค์ประกอบทางเคมีหรือสารอาหารหลักที่มีในข้าว คือ โปรตีน ไขมัน เส้นใย หยาบ เถ้า และคาร์โบไฮเดรตเป็นหลัก นอกจาก สารอาหารหลักนี้แล้วยังมีข้อมูลว่าข้าวพันธุ์พื้นเมืองเป็นแหล่งหนึ่งของธาตุอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ได้แก่ กรดฟีนอลิก และสารฟลาโวนอยด์ ซึ่งมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ที่กำลังเป็นกระแสของผู้บริโภคในปัจจุบัน จากความสำคัญของข้าวดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของข้าวพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งข้าวพันธุ์พื้นเมืองบางชนิดยังไม่ได้มีการทดสอบหาสารสำคัญและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่หลากหลายวิธี และข้าวพันธุ์พื้นเมืองบางชนิดยังไม่ค่อยมีการทดสอบหาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด โดยข้อมูลเบื้องต้นที่ผู้วิจัยสนใจสามารถเป็น ข้อมูลพื้นฐานในการเลือกบริโภคข้าวและสามารถที่จะพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพ และเพื่อเป็นข้อมูลทางวิชาการเพิ่มเติมให้แก่ข้าวสายพันธุ์เหล่านี้ในการนำไปพิจารณาส่งเสริมการปลูกแก่เกษตรกรต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของข้าวพันธุ์พื้นเมือง

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมตัวอย่างข้าว

ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6 ข้าวเหนียวเขาวงกาฬสินธุ์ ข้าวเหนียวเขี้ยว ข้าวเจ้าเขยเส้าไห้ ข้าวหอมมะลิ 105 ข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร ข้าวหอมปทุมธานี 1 ข้าวกล้อง ข้าวเหนียวดำ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวมันปู ข้าวกล้องสีนิล ข้าวสังข์หยดพัทลุง ข้าวทับทิมชุมแพ ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี โดยเป็นข้าวที่การเพาะปลูกในฤดูกาลเดียวกัน และมีอายุไม่เกิน 5 เดือน ชนิดละ 3 ตัวอย่างๆ ละ 600 กรัม ใส่ถุงพลาสติกที่ปิดสนิทเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป



วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวพื้นเมืองโดยการวิเคราะห์หาความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน ตามวิธีวิธีการของ AOAC(2012) และการหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยใช้ผลต่าง

การเตรียมสกัดสารจากข้าว ตามวิธีของ Sawaddiwong *et al.* (2008, p. 86)

นำตัวอย่างข้าวทั้ง 14 สายพันธุ์ ๆ ละ 200 กรัม นำมาบดให้ละเอียดและทำการสกัดด้วยตัวทำละลาย 95% เอทานอล ด้วยวิธีการแช่หมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน หลังจากนั้นทำการกรองสารละลายของแต่ละตัวอย่าง โดยใช้การกรองด้วยสุญญากาศ นำสารละลายที่กรองได้ไประเหยด้วยเครื่องระเหยสารแบบหมุนภายใต้สุญญากาศจะได้เป็นส่วนสกัดหยาบขึ้นเอทานอล แล้วชั่งน้ำหนักสารสกัดหยาบแต่ละตัวอย่างที่ได้ และเก็บตัวอย่างมาตรวจสอบหาสารสำคัญและทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพต่อไป

การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric เป็นวิธีที่ดัดแปลงจาก Majhenic Majhenic *et al.*, (2007, p. 1260)

ทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Folin-Ciocalteu method โดยใช้กรดแกลลิก (Gallic acid) เป็นสารละลายมาตรฐาน นำสารสกัดตัวอย่างที่ปริมาตร 200 ไมโครลิตร เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu 's reagent ทำการเจือจางให้เป็น 10 เท่า ปริมาตร 800 ไมโครลิตร เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 4 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เข้มข้นร้อยละ 7.5 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน 2 นาที เติมน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง 2 ชั่วโมง จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ทำการทดลอง 3 ซ้ำ สำหรับ blank ใช้ น้ำกลั่นแทนสารสกัดตัวอย่างและทำการเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกที่มีความเข้มข้น 0, 10, 20, 50 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยทำการทดลอง เช่นเดียวกับสารสกัดตัวอย่างข้างต้นโดยเปลี่ยนจากสารสกัดตัวอย่างเป็นสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐานและคำนวณปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดหยาบตัวอย่าง

การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total flavonoids content) ด้วยวิธี Aluminium trichloride (AlCl_3) colorimetric เป็นวิธีที่ดัดแปลงจาก Arvouet-Grand *et al.*, (1994, p. 464)

การหาปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ด้วยวิธี Aluminium trichloride (AlCl_3) colorimetric โดยใช้เคอร์ซีตินเป็นสารมาตรฐาน ปิเปตสารสกัดตัวอย่าง ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร กับสารละลายอะลูมิเนียมไตรคลอไรด์ (AlCl_3) ความเข้มข้น 1.0% (w/v) ปริมาตร 1.8 มิลลิลิตร ให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร ทำการทดลอง 3 ซ้ำสำหรับ blank ใช้ น้ำกลั่นแทนสารสกัดตัวอย่างและทำการเตรียมสารละลายมาตรฐานเคอร์ซีตินที่มีความเข้มข้น 0, 10, 20, 50 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรโดยทำการทดลอง เช่นเดียวกับสารสกัดตัวอย่างข้างต้น โดยเปลี่ยนจากสารสกัดตัวอย่างเป็นสารละลายมาตรฐานเคอร์ซีติน นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐานและคำนวณหาปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารตัวอย่างจากกราฟมาตรฐานเคอร์ซีติน

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (Ranganna, 1986, p. 124)

โดยนำสารสกัดข้าว 0.5 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง 2 หลอด หลอดที่ 1 เติมสารละลาย Potassium chloride buffer ที่มีค่า pH 1.0 ปริมาตร 4.5 มิลลิลิตร หลอดที่ 2 เติมสารละลาย Sodium acetate buffer ที่มีค่า pH 4.5 ปริมาตร 4.5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาว คลื่น 510 นาโนเมตร และ 700 นาโนเมตร และใช้ Cyanidin-3-O-glucoside เป็นสารมาตรฐาน นำค่าการดูดกลืนแสงมาคำนวณหาค่าปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด

การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

การหาปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH assay (Brand *et al.*, 1995, p. 27)

โดยใช้ 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl radical (DPPH) เป็นอนุมูลอิสระ นำสารสกัดตัวอย่างที่ละลายใน methanol (0.01 กรัมต่อมิลลิลิตร) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เติมสารละลาย DPPH ใน Methanol (20 กรัมต่อลิตร) ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าในที่มืดเป็นเวลา 20 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร และนำมาคำนวณหาความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH (%inhibition) ของสารสกัดตัวอย่าง

การหาปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี ABTS radical scavenging (Delgado *et al.*, 2005, p. 1405)

โดยการเตรียมสารละลาย 7 mM ABTS Stock solution ที่มี 2.45 mM Potassium persulfate ในที่มีดที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำสารละลาย ABTS^{•+} มาทำการเจือจางด้วย 5 mM phosphate-buffered saline pH 7.4 นำไปวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ 730 นาโนเมตร ให้มีค่าเท่ากับ 0.70 ± 0.02 จากนั้นใช้สารละลายเจือจาง ABTS^{•+} 4 มิลลิลิตร ผสมกับสารสกัดตัวอย่างที่ละลายในน้ำ (0.01 กรัมต่อมิลลิลิตร) 4 มิลลิลิตร ทิ้งไว้นาน 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสง ที่ 730 นาโนเมตร และนำค่าที่ได้ไปเทียบกับสารละลายมาตรฐาน Trolox จะแสดงค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS ในรูปของ Trolox equivalent (TE) (ไมโครโมลาร์ต่อกรัมของน้ำหนักแห้งของสารสกัด)

การหาความสามารถในการรีดิวซ์ (Reducing power) (Lei *et al.*, 2009, p. 1364)

นำสารสกัดตัวอย่างที่ละลายในน้ำกลั่น (0.01 กรัมต่อมิลลิลิตร) ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร เติม 0.2 M Phosphate buffer (pH 6.6) 2.5 มิลลิลิตร เติม 1% $K_3[Fe(CN)_6]$ 2.5 มิลลิลิตร และนำไปอุ่นที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 20 นาที เติม 10% Trichloroacetic acid 2.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วนำไปปั่นเหวี่ยง เป็นเวลา 10 นาที แยกสารละลายส่วนที่ใสออกมาปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร ใส่ในน้ำกลั่นปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร และ 1% $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 0.5 มิลลิลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร และนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน Ascorbic acid แสดงค่าความสามารถในการรีดิวซ์ในรูปของ Ascorbic acid equivalent (AAE) (มิลลิโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักแห้งของสารสกัด)

การหาความสามารถในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา Lipid peroxidation โดยวิธี β -carotene bleaching model (Mi-Yae *et al.*, 2003, p. 595)

ทำได้โดยเตรียมสารละลายผสมของ β -carotene ในสารละลาย Chloroform 2 มิลลิลิตร Linoleic acid 50 มิลลิกรัม และ Tween 20 50 ไมโครลิตร จากนั้นทำการระเหยตัวทำละลาย Chloroform ออก เติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ทำสารละลายเช่นเดียวกันอีกชุดหนึ่งที่ไม่ได้มี β -carotene เติมสารละลายผสมแต่ละชุดใส่ลงในเพลตที่มีสารสกัดตัวอย่างในเมทานอล (0.01 กรัมต่อมิลลิลิตร) อยู่ 20 ไมโครลิตร ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร ทันที และทำการบ่มเพลตไว้ที่ 5°C และทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงอีกครั้งที่เวลา 150 นาที ค่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากวิธีการนี้สามารถคำนวณได้จาก

$$\% \text{ Antioxidant activity} = \frac{(1 - (Abs_{t0} - Abs_{t150})_{sample})}{(Abs_{t0} - Abs_{t150})_{control}} \times 100$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ของข้อมูล และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละข้อมูลด้วย วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลและอภิปรายผลการวิจัย**ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี**

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวพันธุ์พื้นเมือง ทั้ง 14 ตัวอย่าง พบว่า ตัวอย่างข้าวพันธุ์พื้นเมืองมีปริมาณความชื้นอยู่ที่ 9.45 ถึง 13.91 % ปริมาณโปรตีนอยู่ที่ 5.39 ถึง 7.14 % ปริมาณไขมันอยู่ที่ 2.89 ถึง 4.04 % ปริมาณคาร์โบไฮเดรตอยู่ที่ 75.05 ถึง 80.64 % และปริมาณเถ้าอยู่ที่ 0.56 ถึง 1.02 % ดังแสดงตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีในสารสกัดจากข้าวพันธุ์พื้นเมือง (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

พันธุ์ข้าว	องค์ประกอบทางเคมี(%โดยน้ำหนักแห้ง)				
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต
ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6	10.11±0.08 ^b	5.93±0.01 ^b	3.23±0.05 ^b	0.96±0.07 ^b	79.77±0.01 ^b
ข้าวเหนียวเขาวงกาฬสินธุ์	9.56±0.04 ^c	5.48±0.02 ^c	3.31±0.03 ^c	1.01±0.06 ^c	80.64±0.01 ^c
ข้าวเหนียวเขี้ยวจู	9.89±0.09 ^d	5.71±0.01 ^d	3.11±0.04 ^d	0.94±0.04 ^d	80.35±0.08 ^d
ข้าวหอมมะลิ 105	9.96±0.01 ^e	5.86±0.09 ^e	3.32±0.05 ^e	0.95±0.01 ^e	79.91±0.04 ^e
ข้าวเจ้าเขยเสาไห้	9.45±0.01 ^f	5.39±0.01 ^f	4.04±0.02 ^f	1.02±0.02 ^f	80.10±0.08 ^f
ข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร	10.05±0.06 ^g	6.08±0.08 ^g	3.26±0.05 ^g	0.93±0.07 ^g	79.68±0.01 ^g
ข้าวหอมปทุมธานี 1	11.02±0.08 ^h	6.19±0.04 ^h	3.12±0.02 ^h	0.91±0.06 ^h	78.76±0.06 ^h
ข้าวกล้อง	11.21±0.05 ⁱ	6.38±0.05 ⁱ	3.09±0.01 ⁱ	0.89±0.08 ⁱ	78.43±0.08 ⁱ
ข้าวเหนียวดำ	10.63±0.08 ^j	6.24±0.01 ^j	3.08±0.05 ^d	0.86±0.04 ^j	79.19±0.07 ^j
ข้าวไรซ์เบอร์รี่	13.91±0.01 ^k	7.14±0.01 ^k	2.89±0.06 ^d	0.56±0.05 ^k	75.50±0.04 ^k
ข้าวมันปู	12.64±0.03 ^l	6.18±0.05 ^l	3.05±0.04 ⁱ	0.84±0.07 ^l	77.29±0.05 ^l
ข้าวกล้องสีนิล	13.68±0.04 ^b	7.71±0.06 ^m	2.98±0.03 ^j	0.58±0.01 ⁿ	75.05±0.04 ^b
ข้าวสังข์หยดพัทลุง	13.12±0.01 ^m	7.09±0.04 ^f	2.91±0.08 ^b	0.67±0.05 ⁿ	76.21±0.05 ^m
ข้าวทับทิมชุมแพ	13.01±0.02 ⁿ	6.86±0.02 ⁿ	3.04±0.04 ^k	0.79±0.05 ^f	76.30±0.02 ⁿ

ตัวอย่างที่เลขอักษรกำกับที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(p<0.05); ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

จากตารางที่ 1 พบว่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณความชื้นและโปรตีนสูงที่สุด แต่มีปริมาณเถ้า และปริมาณไขมันต่ำที่สุด ไขมันที่อยู่ในข้าวส่วนใหญ่ใหญ่คือ กลุ่มของไตรกลีเซอไรด์ฟอสโฟลิพิด โกลโคลิพิด และเทอร์พีนอยด์ (Henry & Kettlewell, 1996, p. 180) จัดเป็นไขมันที่มีคุณภาพดีเนื่องจากมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (Linoleic acid และ Oleic acid) มีสารแกมมาโอโรซานอลช่วยในการควบคุมระดับโคเลสเตอรอลในเส้นเลือด นอกจากนี้พบว่าการขัดสีเมล็ดข้าวด้วยเครื่องจักรหรือข้าวสารทำให้ส่วนของเยื่อหุ้มผลเยื่อหุ้มเมล็ดนิวเคลียสชั้นแอลิวโรนรวมทั้งคัพพะหลุดออกไป ซึ่งทำให้ไขมันอิสระไม่อิ่มตัวที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย (PUFA: Free Fatty Acid) หลุดออกมาด้วย จึงทำให้ข้าวสารมีไขมันเหลืออยู่เพียง 0.3-0.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไขมันในข้าวมีรายงานพบว่าจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.2-4.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดและสภาพการปลูก (Zhou *et al.*, 2002, p. 71) โดยปริมาณไขมันในข้าวพันธุ์พื้นเมืองทั้ง 14 สายพันธุ์ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาตรฐานของปริมาณไขมันในข้าวโดยทั่วไป (3.17±0.20 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 1) และจากผลการศึกษาร่วมองค์ประกอบทางเคมีในข้าวแต่ละสายพันธุ์จะพบว่า มีปริมาณองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ สภาพแวดล้อมที่เพาะปลูก ระยะการปลูกที่สั้น และสภาพอากาศที่มีเมฆปกคลุมมากในขณะที่สร้างเมล็ด เช่น ฤดูฝนจะมีผลทำให้ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวสูงขึ้นกับสภาพแวดล้อมที่ผิดปกติบางช่วง เช่น มีเกลือหรือเบสในดินสูง อุณหภูมิสูงหรือต่ำมากจะทำให้เมล็ดข้าวมีโปรตีนสูงขึ้น (Juliano, 1993, p. 162) ซึ่งโปรตีนจะเกิดขึ้นตามส่วนต่างๆ ของเมล็ด และจะมีมากในชั้นเปลือกหุ้มเมล็ดและเนื้อเมล็ดด้านนอกมากกว่าใจกลางเมล็ด โดยในข้าวจะมีปริมาณโปรตีนเป็นองค์ประกอบร้อยละ 7.1-8.3 นอกจากนี้ยังพบข้าวที่มีโปรตีนสูงอาจจะมีสีคล้ำกว่าข้าวที่มีโปรตีนต่ำและเนื่องจากข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นข้าวที่ไม่ได้ผ่านการขัดขาว แต่ในขณะที่ข้าวบางประเภทผ่านกรรมวิธีการขัดขาวซึ่งการขัดขาวมีผลทำให้ปริมาณของคุณค่าทางโภชนาการลดลง ทั้งนี้เมื่อความชื้นต่างกันส่งผลให้ปริมาณโปรตีนที่ได้แตกต่างกันตามไปด้วย

ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดวิเคราะห์ด้วยวิธี Folin-Cioalteu เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานกรดแกลลิก (Gallic acid) ของสารสกัดจากข้าวพันธุ์พื้นเมืองทั้ง 14 ตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 2 พบว่า ข้าวเหนียวดำและข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นข้าวที่มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด คือ 289.43±11.45 mg GAE/g FW และ 260.25±10.01 mg GAE/g FW ตามลำดับ รองลงมา ได้แก่ ข้าวสังข์หยดพัทลุง(251.98±10.00 mg GAE/g FW) ข้าวกล้องสีนิล(245.47±10.45 mg GAE/g FW) และข้าวที่มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดน้อยที่สุดคือ ข้าวเจ้าเขยเสาไห้ (70.45±12.02 mg GAE/g FW) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของข้าวพื้นเมืองแต่ละสายพันธุ์พบว่า ข้าวพื้นเมืองแต่ละสายพันธุ์มีปริมาณของสารฟีนอลิกทั้งหมดใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Benzie & Strain (1996, p.74) ที่พบปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในข้าวกล้องเท่ากับ 70.3 mg GAE/g FW และข้าวกล้องของอินเดียมีปริมาณสารฟีนอลิก 190.75 mg GAE/g FW และสอดคล้องกับงานวิจัยของ

Sawaddiwong *et al.* (2008, p. 91) ที่พบว่า ข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีเข้มจะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าข้าวที่มีสีขาว ผลจากการศึกษาพบว่าข้าวต่างสายพันธุ์กันซึ่งมีสีเมล็ดและความเข้มของสีเมล็ดที่แตกต่างกันไปอาจจะมีผลต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดที่แตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

จากการทดลอง พบว่า ข้าวแต่ละสายพันธุ์จะมีปริมาณของฟลาโวนอยด์ทั้งหมดที่แตกต่างกันจะมีปริมาณที่แตกต่างกัน โดยข้าวเหนียวดำและข้าวไรซ์เบอร์รี่ เป็นข้าวที่มีปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงที่สุด คือ 120.34 ± 11.90 mg QE/g FW และ 109.32 ± 11.83 mg QE/g FW ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ ข้าวสังข์หยดพัทลุง (98.39 ± 8.10 mg QE/g FW) ข้าวกล้องสีนิล (94.23 ± 9.03 mg QE/g FW) และข้าวที่มีปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดน้อยที่สุดคือข้าวเจ้าเกษมสินธุ์ (49.93 ± 9.04 mg QE/g FW) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของข้าวพื้นเมืองแต่ละสายพันธุ์ จะพบว่า ข้าวพื้นเมืองแต่ละสายพันธุ์มีปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดใกล้เคียงกัน โดยผลการทดลองสอดคล้องกับการรายงานของ Goufo & Trindade (2014, p. 100) ที่พบว่าข้าวส่วนใหญ่จะพบสารกลุ่มฟลาโวนอยด์และเป็นกลุ่มสาร Myricetin, Luteolin, Kaempferol และ Apigenin

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด

จากการทดลอง พบว่า ข้าวแต่ละสายพันธุ์จะมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดที่แตกต่างกันจะมีปริมาณที่แตกต่างกัน โดยข้าวเหนียวดำและข้าวไรซ์เบอร์รี่ เป็นข้าวที่มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูงที่สุด คือ 55.90 ± 10.59 µg/g และ 49.20 ± 10.43 µg/g ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ ข้าวกล้องสีนิล (47.49 ± 11.40 µg/g) ข้าวขาวมันปู (40.89 ± 10.09) ข้าวที่มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดน้อยที่สุดคือ ข้าวเจ้าเกษมสินธุ์ (49.93 ± 9.04 µg/g) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดของข้าวพื้นเมืองแต่ละสายพันธุ์ พบว่าข้าวพื้นเมืองแต่ละสายพันธุ์มีปริมาณของแอนโทไซยานินทั้งหมดใกล้เคียงกัน โดยจะพบว่าเมล็ดข้าวที่มีสีม่วงดำจะมีแอนโทไซยานินรวมสูงกว่าเมล็ดข้าวสีขาว สอดคล้องกับ Rattanachaisit & Kongkiattikajorn (2015, p. 40) ที่พบว่าข้าวพันธุ์ HN และ RB ประกอบไปด้วยแอนโทไซยานิน 3 ชนิด คือ cyanidin-3-glucoside, pelargonidin-3-glucoside และ delphinidin-3-glucoside โดยมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดเท่ากับ $1,937 \pm 78.6$ และ $1,719 \pm 44.2$ µg/g ซึ่งสูงกว่าข้าวเส้าให้ซึ่งมีสีขาว (12 ± 3.6 µg/g) อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 2 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และแอนโทไซยานินทั้งหมดในสารสกัดจากข้าวพันธุ์พื้นเมือง (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

พันธุ์ข้าว	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE /g FW)	ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (mg QE /g FW)	ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (µg/g)
ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6	148.23 ± 10.44^b	71.48 ± 9.09^b	9.20 ± 10.33^b
ข้าวเหนียวเขาวงกตพันธุ์	80.35 ± 9.54^a	50.48 ± 5.49^c	5.88 ± 8.04^c
ข้าวเหนียวเขี้ยว	98.34 ± 10.56^d	56.39 ± 6.90^d	6.39 ± 11.30^d
ข้าวหอมมะลิ 105	101.09 ± 9.58^e	60.33 ± 10.32^e	7.63 ± 10.45^e
ข้าวเจ้าเกษมสินธุ์	70.45 ± 12.02^f	49.93 ± 9.04^f	4.02 ± 9.59^f
ข้าวหอมมะลิทุ่งกุล	123.98 ± 9.57^g	70.0 ± 10.22^g	9.93 ± 9.02^g
ข้าวหอมปทุมธานี 1	154.23 ± 8.03^h	78.49 ± 7.56^h	10.86 ± 9.20^h
ข้าวกล้อง	198.56 ± 9.20^i	87.00 ± 8.90^i	20.11 ± 9.40^i
ข้าวเหนียวดำ	289.43 ± 11.45^j	120.34 ± 11.90^d	55.90 ± 10.59^j
ข้าวไรซ์เบอร์รี่	260.25 ± 10.01^k	109.32 ± 11.8^d	49.20 ± 10.43^k
ข้าวมันปู	201.39 ± 11.75^l	87.45 ± 10.45^i	40.89 ± 10.09^l
ข้าวกล้องสีนิล	245.47 ± 10.45^b	94.23 ± 9.03^j	47.49 ± 11.40^m
ข้าวสังข์หยดพัทลุง	251.98 ± 10.00^m	98.39 ± 8.10^b	31.54 ± 10.58^f
ข้าวทับทิมชุมแพ	231.34 ± 11.34^n	90.29 ± 10.45^k	30.12 ± 11.98^n

ตัวอย่างที่เลขอักษรกำกับที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$); ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

ผลการหาปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH assay

จากการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากตัวอย่างข้าวพันธุ์พื้นเมือง พบว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่มีฤทธิ์ในการยับยั้งสูงสุดโดยร้อยละการยับยั้งอยู่ที่ 86.30 รองลงมา คือ ข้าวเหนียวดำ ข้าวกล้องสีนิล กล้องสังข์หุดพัทลุง ข้าวทับทิมชุมแพ ข้าวกล้อง ข้าวมันปู ซึ่งมีค่าร้อยละการยับยั้งอยู่ในช่วง 82.32 ถึง 85.59 เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน Trolox จะพบว่าพบว่ามีค่าฤทธิ์ในการยับยั้งใกล้เคียงกับสารมาตรฐาน Trolox และมีค่าสูงกว่าสารสกัดจากข้าวหอมปทุมธานี 1 ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. ข้าวหอมมะลิทุ่งกุลารั้ว ข้าวหอมมะลิ 105 ข้าวเหนียวเขี้ยวงู ข้าวเหนียวเขาวงกาฬสินธุ์ และข้าวเจ้าเกษมเสนาให้ซึ่งมีค่าร้อยละการยับยั้งอยู่ในช่วง 40.68 ถึง 69.20 จากนั้นนำค่าร้อยละการยับยั้งมาสร้างกราฟความชันเพื่อหาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่ทำให้ความเข้มข้นของ DPPH เหลืออยู่ร้อยละ 50 (EC_{50}) สารที่มีค่า EC_{50} น้อย แสดงว่าสารนั้นมีฤทธิ์ในการกำจัดอนุมูลอิสระได้ดี จากตารางที่ 3 จะพบว่าข้าวพันธุ์พื้นเมืองทั้ง 14 สายพันธุ์ มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH โดยมีค่า EC_{50} อยู่ในช่วง 0.02 ถึง 0.08 mg/mL ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน Trolox จะพบว่าสารสกัดจากข้าวพันธุ์พื้นเมือง ทั้ง 14 สายพันธุ์ มีความสามารถในการยับยั้งน้อยกว่า แต่มีค่าใกล้เคียงกับผลการวิจัยของ Nakornriab & Srihanam (2010, p. 172) ที่พบว่าสารสกัดจากข้าวสีนิลที่เทียบกับสารมาตรฐาน BHA จะมีค่า EC_{50} อยู่ในช่วง 0.0218 ถึง 0.0359 mg/ml

ผลการหาปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี ABTS radical scavenging

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยการฟอกสีอนุมูลอิสระ ABTS พบว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่มีฤทธิ์ในการยับยั้งสูงสุด โดยมีค่าร้อยละการยับยั้งอยู่ที่ 84.29 รองลงมา คือ ข้าวเหนียวดำ ข้าวกล้องสีนิล กล้องสังข์หุดพัทลุง ข้าวทับทิมชุมแพ ข้าวกล้อง ข้าวมันปู ซึ่งมีค่าร้อยละการยับยั้งอยู่ในช่วง 74.35 ถึง 84.29 เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน Trolox จะพบว่าพบว่ามีค่าฤทธิ์ในการยับยั้งใกล้เคียงกับสารมาตรฐาน Trolox และมีค่าสูงกว่าสารสกัดจากข้าวหอมปทุมธานี 1 ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. ข้าวหอมมะลิทุ่งกุลารั้ว ข้าวหอมมะลิ 105 ข้าวเหนียวเขี้ยวงู ข้าวเหนียวเขาวงกาฬสินธุ์ และข้าวเจ้าเกษมเสนาให้ซึ่งมีค่าร้อยละการยับยั้งอยู่ในช่วง 39.68 ถึง 60.34 จากนั้นนำค่าร้อยละการยับยั้งมาสร้างกราฟความชันเพื่อหาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่ทำให้ความเข้มข้นของ ABTS เหลืออยู่ร้อยละ 50 (EC_{50}) สารที่มีค่า EC_{50} น้อย แสดงว่าสารนั้นมีฤทธิ์ในการกำจัดอนุมูลอิสระได้ดี จากตารางที่ 3 จะพบว่าข้าวพันธุ์พื้นเมืองทั้ง 14 สายพันธุ์ มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH โดยมีค่า EC_{50} อยู่ในช่วง 0.02 ถึง 0.08 mg/mL ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน Trolox จะพบว่าสารสกัดจากข้าวพันธุ์พื้นเมือง ทั้ง 14 สายพันธุ์ มีความสามารถในการยับยั้งน้อยกว่า

ผลการหาความสามารถในการรีดิวซ์ (Reducing power)

ผลการหาความสามารถในการรีดิวซ์พบว่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด โดยมีค่าการยับยั้งอยู่ที่ 71.30 mg Trolox equivalent/ g extract รองลงมาคือ ข้าวเหนียวดำ ข้าวกล้องสีนิล กล้องสังข์หุดพัทลุง ข้าวทับทิมชุมแพ ข้าวกล้อง ข้าวมันปู ซึ่งมีค่าการยับยั้งอยู่ในช่วง 35.09 ถึง 65.76 mg Trolox equivalent/ g extract และข้าวหอมปทุมธานี 1 ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. ข้าวหอมมะลิทุ่งกุลารั้ว ข้าวหอมมะลิ 105 ข้าวเหนียวเขี้ยวงู ข้าวเหนียวเขาวงกาฬสินธุ์ และข้าวเจ้าเกษมเสนาให้มีฤทธิ์ในการยับยั้งน้อยที่สุด ซึ่งมีค่าการยับยั้งอยู่ในช่วง 25.09 ถึง 29.69 mg Trolox equivalent/ g extract

ผลการทดลองหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระทั้ง 3 วิธีคือ DPPH ABTS และ FRAP พบว่า ข้าวพันธุ์พื้นเมืองมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงได้แก่ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวกล้องสีนิล กล้องสังข์หุดพัทลุง ข้าวทับทิมชุมแพ ข้าวกล้อง ข้าวมันปู คือมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่าข้าวสายพันธุ์อื่น ซึ่งการทดสอบประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระแต่ละวิธีมีข้อแตกต่างกันในเรื่องของกลไกการทดสอบและกลุ่มของสารต้านอนุมูลอิสระที่มีสมบัติที่แตกต่างกันทำให้ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของข้าวแต่ละสายพันธุ์แต่ละวิธีมีผลการทดลองที่แตกต่างกันไป และจากผลการทดลองจะพบว่าข้าวที่มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบจำนวนมากจะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้สูง ทั้งนี้เนื่องจากสารฟีนอลเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ทำหน้าที่เป็น Free radical terminators

การหาความสามารถในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา Lipid peroxidation

ผลการทดลองจะพบว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่มีร้อยละการยับยั้งอยู่ที่ 69.49 รองลงมา คือ ข้าวเหนียวดำ ข้าวกล้องสีนิล กล้องสังข์หุดพัทลุง ข้าวทับทิมชุมแพ ข้าวกล้อง ข้าวมันปู ซึ่งมีค่าร้อยละการยับยั้งอยู่ในช่วง 30.45 ถึง 50.09 และข้าวหอมปทุมธานี 1 ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. ข้าวหอมมะลิทุ่งกุลารั้ว ข้าวหอมมะลิ 105 ข้าวเหนียวเขี้ยวงู ข้าวเหนียวเขาวงกาฬสินธุ์

และข้าวเจ็กเซยเสาให้มีฤทธิ์ในการยับยั้งน้อยที่สุด คืออยู่ในช่วง 15.34 ถึง 19.56 จากผลการทดลองจะพบว่าทั้งข้าวสีและข้าวขาวบางชนิด เช่น ข้าวหอมปทุมธานี 1 มีฤทธิ์ในการยับยั้งปฏิกิริยา Lipid peroxidation ได้ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากสารต้านอนุมูลอิสระกลุ่มอื่นที่ไม่ใช่กลุ่มของสารประกอบฟีนอลที่มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระของออกซิเจนได้

ตารางที่ 3 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยใช้วิธี DPPH assay, ABTS assay, FRAP assay และการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา Lipid peroxidation ในสารสกัดจากข้าวพันธุ์พื้นเมือง (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

พันธุ์ข้าว	DPPH assay EC ₅₀ (mg/ml)	ABTS assay EC ₅₀ (mg/ml)	FRAP assay (mg Trolox equivalent/g)	Lipid peroxidation(%)
ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6	0.07±10.03 ^b	0.32±9.13 ^b	28.45±9.11 ^b	18.21±11.11 ^b
ข้าวเหนียวเขาวงกต	0.08±9.04 ^c	0.34±11.01 ^c	26.02±9.98 ^c	15.98±11.32 ^c
ข้าวเหนียวเขี้ยว	0.07±11.02 ^d	0.30±10.08 ^d	27.05±9.28 ^d	16.08±11.02 ^d
ข้าวหอมมะลิ 105	0.08±8.03 ^e	0.33±9.01 ^e	27.90±9.47 ^e	16.21±10.22 ^e
ข้าวเจ็กเซยเสา	0.07±9.29 ^f	0.29±9.02 ^f	25.09±9.23 ^f	15.34±11.05 ^f
ข้าวหอมมะลิทุ่งกุล	0.08±10.21 ^g	0.33±9.58 ^g	28.02±8.19 ^g	16.32±11.11 ^g
ข้าวหอมปทุมธานี 1	0.06±9.10 ^h	0.28±9.11 ^h	29.69±8.14 ^h	19.56±10.01 ^h
ข้าวกล้อง	0.05±9.03 ⁱ	0.25±9.08 ⁱ	30.23±9.11 ⁱ	40.32±10.03 ⁱ
ข้าวเหนียวดำ	0.03±9.08 ^j	0.21±8.04 ^d	65.76±9.67 ^j	50.09±10.11 ^j
ข้าวไรซ์เบอร์รี่	0.02±9.10 ^k	0.19±9.01 ^d	71.30±8.03 ^k	69.49±9.04 ^k
ข้าวมันปู	0.06±10.08 ^l	0.29±9.91 ⁱ	35.09±7.78 ^l	30.45±10.34 ^l
ข้าวกล้องสีนิล	0.03±10.11 ^b	0.22±9.54 ^j	64.24±8.13 ^b	49.59±10.62 ^m
ข้าวสังข์หยดพัทลุง	0.04±10.23 ^m	0.23±9.68 ^b	62.89±7.10 ^m	47.90±9.92 ^f
ข้าวทับทิมชุมแพ	0.05±10.21 ⁿ	0.26±11.08 ^k	61.47±7.14 ⁿ	46.21±9.99 ⁿ

ตัวอย่างที่เลขอักษรกำกับที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(p<0.05); ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ข้าวพันธุ์พื้นเมืองต่างสายพันธุ์กันมีปริมาณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และแอนโทไซยานินทั้งหมด แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากข้าว ต่างสายพันธุ์กันจะมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน ส่วนประกอบภายในที่แตกต่างกัน เช่น ปริมาณแอมิโลสแอมิโลเพกติน เป็นต้น ดังนั้นจึงมีผลทำให้ปริมาณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และแอนโทไซยานินทั้งหมดแตกต่างกัน ซึ่งในสารประกอบฟีนอลิกเป็นสารสำคัญที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อหุ้มสีน้ำตาลเมล็ดข้าว คือกรดเพอรูลิก และสารประกอบฟีนอลิกสำคัญที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อหุ้มสีแดง ม่วงและดำ คือ แอนโทไซยานิน ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมีความแตกต่างกันตามสายพันธุ์และสีเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว อาจจะเป็นเนื่องจากเปลือกหุ้มเมล็ดของข้าวสายพันธุ์นี้มีสีแดง ม่วงและดำ อาจจะมีสารแอนโทไซยานิน หรือ สารฟลาโวนอยด์อื่น ๆ เป็นองค์ประกอบทำให้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้มีค่าสูงกว่าข้าวสายพันธุ์อื่นที่มีเมล็ดสีขาว และจากการทดลองพบว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุด เมื่อเทียบกับข้าวประเภทอื่นเนื่องจากข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระชนิดแอนโทไซยานินสูง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Yawadio *et al.* (2007, p.1622) พบว่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีแอนโทไซยานินสูง ถึง 87.46 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Department of Science Service (2010, p. 98) ที่พบว่า ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สูงนั้นจะแปรผันตรงกับปริมาณแอนโทไซยานิน เช่น ข้าวกล้องหอมมะลิ มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงถึง 336 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม จะมีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวสังข์หยดที่มีปริมาณแอนโทไซยานิน 87.46 และ 1.09 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ สารแอนโทไซยานินที่พบในข้าวที่มีสี เช่น ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นสารประกอบประเภทโพลีฟีนอล (Polyphenols) ที่ทำหน้าที่กำจัดสารต้านอนุมูลอิสระและทำให้ข้าวมีสีม่วงแดง มักอยู่ร่วมกับโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรต เรียกว่า Cyanidin-3-O-β-D-glucopyranoside ซึ่งโครงสร้างของแอนโทไซยานินนั้นจะมีอะตอมของไฮโดรเจนเป็นจำนวนมากที่สามารถให้อนุมูลอิสระชนิด DPPH จึงทำให้ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ TEAC สูงกว่าข้าวพันธุ์พื้นเมืองประเภทอื่น จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมีความสัมพันธ์กับปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและฟลาโวนอยด์ แสดงว่าปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ เป็นส่วนประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อสมบัติฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในข้าวพันธุ์พื้นเมือง (Goffman & Bergman, 2004, p. 1237)



สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองสรุปได้ว่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวเหนียวดำมีองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ปริมาณความชื้น และโปรตีนสูงที่สุด แต่มีปริมาณเถ้าและไขมันต่ำที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่ามีความสำคัญคือ ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และแอนโทไซยานินทั้งหมดสูงกว่าข้าวสายพันธุ์พื้นเมืองอื่น และพบว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวเหนียวดำมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าข้าวพันธุ์พื้นเมืองอื่น แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด แอนโทไซยานินทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

เอกสารอ้างอิง

- AOAC (Association of official Analytical I Chemists). (2012). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical I Chemists, Arlington.
- Arvouet-Grand, A., Vennat, B., Pourrat, A. & Legret, P. (1994). Standardization of propolis extract and identification of principal constituents. *Journal de pharmacie de Belgique*, 49, 462-468.
- Benzie, I.F. & Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebens-Wiss Technol*, 28, 25-30.
- Buachoon, N. & Manjit, W. (2018). Quantitation of total phenolic antioxidant activity and development of skin care lotion. *VRU Research and Development Journal Science and Technology*, 13(2), 78-95. (in Thai)
- Delgado-Andrade, C., Rufián-Henares, J. A., & Morales, F. J. (2005). Unraveling the contribution of melanoidins to the antioxidant activity of coffee brews. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1403-1407.
- Department of Science Service. (2010). Anthocyanin. Bangkok: Ministry of Science and Technology. (in Thai)
- Goffman, F.D. & Bergman, C.J. (2004). Rice kernel phenolic content and its relationship with antiradical efficiency. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(10), 1235-1240.
- Goufo, P. & Trindade, H. (2013). Rice antioxidants: phenolic acids, flavonoids, anthocyanins, proanthocyanidins, tocopherols, tocotrienols, γ -oryzanol, and phytic acid. *Food science and nutrition*, 2(2), 75-104.
- Henry, R.J. & Kettlewell, R.S. (1996). Cereal Grain Quality. Chapman & Hall. USA.
- Hoseney, R. C. (1986). Principles of Cereal Science and Technology. *Cereal Chemistry*, 63(3), 285-286.
- Juliano, B.O. (1993). Rice in human nutrition. Rome: The Collaboration of the International Rice Research Institute Publications.
- Lei, Y., Lim, Y.Y., & Tan, S.P. (2009). Antioxidative, Tyrosinase Inhibiting and Antibacterial Activities of Leaf Extracts from Medicinal Ferns. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 73(6), 1362-1371.
- Majhenic L, kerget MS, & Knez Z. (2007). Antioxidant and antimicrobial activity of guarana seed extracts. *Food Chemistry*, 104, 1258-1268.
- Mi-Yae, S., Tae-Hun, K. & Nak-Ju, S. (2003). Antioxidant and free radical scavenging activity of *Phellinus baumii* (*Phellinus* of *Hymenochaetaceae*) extracts. *Food Chemistry*, 882, 593-597.
- Moko, E. M., Purnomo, H., Kurnadi, J., & Ijong, F.G. (2014). 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), 1053-1059.



- Nakornriab, M. & Srihanam, P. (2010) Study on total phenolic contents and their antioxidant activity of Thai white, red and black rice bran extracts. *Pakis Journal of Biological Science*, 13(4), 170-174.
- Ranganna S. (1986). Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products. Tata McGraw-Hill Publishing Company, New Delhi, India.
- Rattanachaisit, P. & Kongkiattikajorn, J. (2015). Antioxidative activities of bran extracts from pigmented rice cultivars. *The International Conference on Herbal and Traditional Medicine*, 11, 33-42.
- Sawaddiwong, S., Jongjareonrak, A. and Benjakul, S. (2008). Phenolic content and antioxidant activity of germinated brown rice as affected by germination temperature and extraction solvent. In Proceeding of 34th Congress on Science and Technology of Thailand of Thailand. 31 October-2 November. 2008. Bangkok.
- Zhou, Z., Robards, K., Helliwell, S., & Blanchard, C., (2002). Ageing of stored rice: changes in chemical and physical attributes. *Journal of Cereal Science*. 35(1), 65-78.
- Yawadio R., Tanimori S. and Morita N. (2007). Identification of Phenolic compounds isolated from pigmented rices and their aldose reductase inhibitory activities. *Food Chemistry*, 101, 1616-1625.