

สมบัติการต้านออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์ข้าวไร้พร้อมรับประทานเสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซต

Antioxidant Properties of Ready-to-eat Upland Rice Product with Rice Bran Hydrolysate

ปริยานุช คามวุฒิ (Priyanuch Khamwut)* Sopheavi Mao* ดร.ศุภวรรณ ถาวรชินสมบัติ

(Dr.Supawan Thawornchinsombut)** ดร.อัมพร แซ่เอี้ยว (Dr.Amporn Sae-Eaw)**

ดร.จิรวัดน์ สนิทชน (Dr.Jirawat Sanitchon)***

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับของการเติมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซตจากรำข้าวเมล็ดฝ้าย (Maled Fai rice bran hydrolysate, RBH-MF) (0% 1% และ 2%) ต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (TPC) ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (TAC) ปริมาณพอลิเมอร์แอนโทไซยานิน (PC) คุณภาพด้านสี และกิจกรรมต้านออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์ข้าวไร้พร้อมรับประทาน ผลการศึกษาพบว่า การเติม RBH-MF มีผลให้ปริมาณ TPC PC TAC และกิจกรรมการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP) และ ABTS radical scavenging activity เพิ่มขึ้นแต่มีค่าความสว่างลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยตัวอย่างข้าวไร้พร้อมรับประทานที่เติม RBH-MF 1% และ 2% มีค่า TAC สูงกว่าตัวอย่างควบคุม 25% และ 67% ตามลำดับ นอกจากนี้การเติม RBH-MF 2% ส่งผลให้มีสมบัติการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี FRAP และ ABTS สูงกว่าตัวอย่างควบคุมประมาณ 11 เท่า และ 3 เท่า ตามลำดับ

ABSTRACT

This research aimed to determine the effect of Maled Fai rice bran hydrolysate (RBH-MF) (0% , 1% and 2%) added to ready-to-eat upland rice product on total phenolic content (TPC), total anthocyanin content (TAC), polymeric anthocyanin (PC), color parameters and antioxidant activities. The results showed that the addition of RBH-MF increased the TPC, TAC, PC and antioxidant activities assayed by Ferric reducing antioxidant power (FRAP) and ABTS radical scavenging activity but decreased the lightness (L^*), Chroma, and Hue values of ready-to-eat upland rice significantly ($p < 0.05$). The ready-to-eat upland rice added with 1% and 2% RBH-MF contained 25% and 67% higher TAC than the control (0 %), respectively. Moreover, FRAP and ABTS values of 2% RBH-MF were greater than the control by about 11 and 3 folds, respectively.

คำสำคัญ: สารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซต ผลิตภัณฑ์ข้าวไร้พร้อมรับประทาน สมบัติการต้านออกซิเดชัน

Keywords: Rice bran hydrolysate, Ready-to-eat upland rice product, antioxidant activity

* นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร สาขาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

ข้าวเป็นแหล่งอาหารที่ให้พลังงานหลักสำหรับประชากรเกือบครึ่งหนึ่งของโลก ซึ่งปัจจุบันนี้ ผู้บริโภคได้หันมาใส่ใจสุขภาพมากขึ้น โดยเลือกรับประทานอาหารที่นอกจากจะเป็นแหล่งให้พลังงานแก่ร่างกายแล้ว ยังเป็นแหล่งของสารป้องกันอนุมูลอิสระหรือสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่างๆ ได้ อย่างเช่น ข้าวสีต่างๆ (ข้าวสีเหลือง ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวสังข์หยด ข้าวเหนียวดำพันธุ์ลิ้มผั่ว ฯลฯ) ข้าวเจ้าเมล็ดสีฟ้า เป็นข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองสีดำที่มีการปรับปรุงสายพันธุ์โดยคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อเป็นการอนุรักษ์สายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองและเพิ่มศักยภาพผลผลิตให้แก่เกษตรกร นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มคุณค่าสารอาหารและสาระสำคัญที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เนื่องจากมีปริมาณสารแอนโทไซยานินที่สูงขึ้น สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค (Somsana et al., 2013)

การใช้สารสกัดจากธรรมชาติเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ เนื่องจากสารสังเคราะห์ต่าง ๆ อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ ในปัจจุบันจึงมีงานวิจัยศึกษาค้นคว้าสารจากธรรมชาติเพิ่มมากขึ้น เช่น สารสกัดไฮโดรไลเซทจากกากรำข้าวที่ผ่านการบีบน้ำมันแล้ว โดยสกัดด้วยน้ำสถานะค้างกิ่งวิกฤตร่วมกับการย่อยด้วยเอนไซม์โปรติเอสเชิงการค้าที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและยังสามารถยับยั้งเอนไซม์ที่ก่อให้เกิดความดันเลือดสูงได้ (angiotensin I converting enzymes; ACE) (Kaewjumpol et al., 2018) ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวมานี้ สารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซทจากกากรำข้าว นอกจากจะมีคุณค่าทางโภชนาการและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ รวมถึงคุณสมบัติด้านต่างๆ ที่น่าสนใจแล้ว ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าเศษเหลือจากกระบวนการแปรรูปข้าวมาใช้ให้เกิดประโยชน์อีกด้วย งานวิจัยนี้จึงสนใจการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพจากข้าวเมล็ดสีฟ้าในรูปของผลิตภัณฑ์ข้าวหุงสุกพร้อมรับประทาน ที่สามารถเก็บในอุณหภูมิห้องและอุ่นโดยใช้ไมโครเวฟเพียงไม่นานก็สามารถรับประทานได้ทันที ด้วยสังคมในปัจจุบันเป็นวิถีสังคมเมืองที่มีชีวิตแบบรีบเร่งแต่ยังสนใจและห่วงใยสุขภาพมากขึ้น และนำส่วนของกากรำข้าวเมล็ดสีฟ้ามาสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซทเติมลงในผลิตภัณฑ์ข้าวหุงสุกเพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์และกากรำข้าว

วัตถุประสงค์การวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเติมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซทต่อปริมาณสารสำคัญ ได้แก่ สารฟีนอลิก แอนโทไซยานิน และกิจกรรมการต้านออกซิเดชัน รวมถึงคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์ข้าวไร่พร้อมรับประทานที่เสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซท

วิธีการวิจัย

วัตถุดิบ

ข้าวสำหรับใช้ผลิตข้าวพร้อมรับประทาน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวไร่สายพันธุ์เมล็ดสีฟ้า (Maled Fai rice) ที่ได้มาจากคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เก็บเกี่ยวเดือนพฤษภาคม 2560 นำไปสีเอาเปลือกออกด้วยเครื่องสีข้าว (Thongtavee rice mill Co., Ltd., Thailand) โดยระดับการสี 50 % และข้าวหอมมะลิอินทรีย์ (KDML 105) จากบ้านโนนรัง ต.สาวะถี อ.เมือง จ.ขอนแก่น (เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม 2560)

กากรำข้าว (Defatted rice bran; DRB) ที่ผ่านการบีบน้ำมันแล้ว ได้แก่ กากรำข้าวเมล็ดสีฟ้า (DRB from Maled Fai; DRB-MF) จากคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งกากรำข้าวเมล็ดสีฟ้าผ่านการยับยั้งเอนไซม์ไลเปส ด้วยวิธีการนึ่งความดันสูงที่อุณหภูมิ 121°C นาน 15 นาที และนำไปบีบน้ำมันแบบเย็นด้วยเครื่องบีบน้ำมันแบบสกรูเพรส และลดขนาดด้วยเครื่องบดแบบใช้ค้อน แล้วจึงร่อนผ่านตะแกรงขนาด 50 เมช และเก็บรักษากากรำข้าวไว้ที่อุณหภูมิ 5°C จนกว่าจะทดลอง

เอนไซม์เชิงการค้า 2 ชนิด ได้แก่ Protease G6 เป็น Bacterial alkaline serine protease ที่ผลิตจาก *Bacillus licheniformis* (Genencor, USA) และ Protease GN เป็น Bacterial neutral enzymes ที่ผลิตจาก *Bacillus amyloliquefaciens*, (Genencor, USA) ซึ่งจากบริษัทสยามวิคตอรี เคมีภัณฑ์ ประเทศไทย จำกัด

การผลิตสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซท

ผลิตสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซท (Rice bran hydrolysate; RBH) ด้วยวิธีการใช้น้ำด่างสภาวะกึ่งวิกฤต (Subcritical alkaline water; SAW) (คัดแปลงจาก Kaewjumpsol et al., 2018) ร่วมกับกระบวนการย่อยโปรตีนด้วย เอนไซม์เชิงการค้ำ (Protease G6 และ Protease GN) (คัดแปลงจาก สรญา 2554) โดยนำกากรำข้าวผสมกับน้ำกลั่น จากนั้นปรับค่าพีเอชให้เท่ากับ 8 และนำเข้าเครื่องนึ่งความดันไอ (autoclave) โดยใช้สภาวะอุณหภูมิ 110°C นาน 60 นาที จากนั้นย่อยด้วยเอนไซม์โปรติเอส 2 ชนิด ที่สภาวะอุณหภูมิ 55°C ค่าพีเอชเท่ากับ 8 โดยเริ่มเติมเอนไซม์โปรติเอสจี6 (Protease G6) ที่ความเข้มข้น 0.5% (โดยน้ำหนักกากรำเริ่มต้น) นาน 4 ชั่วโมง แล้วจึงเติมเอนไซม์โปรติเอสจีเอ็น (Protease GN) ที่เข้มข้นเท่ากัน ย่อยต่อเนื่องอีก 2 ชั่วโมง และยับยั้งเอนไซม์ด้วยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95°C เป็นเวลา 10 นาที แล้วทำให้เย็นด้วยการหล่น้ำเย็น ก่อนนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 10,000xg เป็นเวลา 15 นาที แยกเก็บส่วนละลายใส (supernatant) ไปทำแห้งแบบระเหิดและบรรจุตัวอย่างผงแห้งในถุงออลูมิเนียมฟอยล์ภายใต้สภาวะสุญญากาศ ก่อนเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -18 °C จนกว่าจะทำการทดลองต่อไป

การศึกษาระดับการเสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซทในผลิตภัณฑ์ข้าวไร้พร้อมรับประทาน

นำข้าวเมล็ดฝ้ายและข้าวหอมมะลิอินทรีย์ล้างด้วยน้ำกลั่น 1 รอบ แช่ข้าวเมล็ดฝ้ายด้วยน้ำกลั่น 1.05:1 นาน 2 ชั่วโมง และเติมข้าวหอมมะลิอินทรีย์ลงไปด้วยอัตรา 1:1 โดยน้ำหนัก จากนั้นจึงเติมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซทจาก กากรำข้าวเมล็ดฝ้าย (Rice bran hydrolysate from Maled Fai: RBH-MF) ที่ระดับความเข้มข้น 0% 1% และ 2% โดย น้ำหนักของข้าวสารทั้งหมด (คัดเลือกจากผลการทดลองเบื้องต้น และ Wongthahan, Thawornchinsombut (2015)) จากนั้นบรรจุในภาชนะปิดสนิทชนิดอ่อนตัวก่อนนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 121°C ด้วยเครื่องฆ่าเชื้อแบบสเปรย์น้ำ ร้อน และนำตัวอย่างข้าวหุงสุกพร้อมรับประทานไปทำแห้งแบบระเหิด ก่อนมาบดผ่านด้วยเครื่อง sample milling และ เก็บตัวอย่างผงไว้ในถุงออลูมิเนียมฟอยล์ภายใต้สภาวะสุญญากาศ (เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 °C) นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ ค่าต่างๆ ดังนี้ ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (Total anthocyanin content; TAC) (Lee et al., 2005) ปริมาณพอลิเมอร์ แอนโทไซยานิน (Polymeric anthocyanin; PC) (Giusti, Wrolstad, 2001) ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content; TPC) (Hossain, Shah, 2015) กิจกรรมการต้านออกซิเดชัน (Antioxidant activity) ด้วยวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP) (Thaipong et al., 2006) และ ABTS radical scavenging activity (Re et al., 1999) คุณภาพ ด้านสีด้วยเครื่อง Hunter Lab (Sareepuang et al., 2008)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) ทำการทดลองจำนวน 2 ชุด (Replication) และวิเคราะห์การทดลอง 2 ซ้ำ ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีทเมนต์โดยวิธี Duncan's new multiple range test (DRMT) ที่ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Statistics (Version 19.0)

สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง

ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น ทำการทดลองในช่วงเดือน พฤษภาคม – กันยายน พ.ศ. 2561

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด ปริมาณพอลิเมอร์แอนโทไซยานิน และค่าสี

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด และปริมาณพอลิเมอร์แอนโทไซยานิน ของ ผลิตภัณฑ์ข้าวไร้พร้อมรับประทานเสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซทหลังการหุงสุก (ตารางที่ 1) พบว่า การเสริมสกัด-

รำข้าวไฮโดรไลเซตที่ระดับความเข้มข้น 2% ส่งผลให้ตัวอย่างมีปริมาณฟีนอลิกสูงที่สุด (243.01 µg GAE/g) ($p < 0.05$) เนื่องจากสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซตจากรำข้าวเมล็ดฝ้าย (RBH-MF) ที่ใช้เสริมในข้าวไร่พร้อมรับประทานผลิตมาจากกากรำข้าวที่มีสีม่วง ซึ่งมีรงควัตถุที่มีส่วนประกอบของสารฟีนอลิก และแอนโทไซยานิน ตัวอย่างที่มีการเสริมสารสกัด RBH-MF ที่ความเข้มข้น 1% และ 2% มีปริมาณแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นจากตัวอย่างควบคุม (0% RBH-MF) ถึง 25% และ 67% ตามลำดับ และปริมาณพอลิเมอร์แอนโทไซยานิน (Polymerized anthocyanin, PC) พบว่า เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัด RBH-MF ในตัวอย่างข้าวไร่พร้อมรับประทานทำให้ PC เพิ่มขึ้น และเพิ่มขึ้นสูงสุดในตัวอย่างข้าวหุงสุกที่มีการเสริมสารสกัด RBH-MF ที่ความเข้มข้น 2% (PC = 78.26%) ($p < 0.05$) ขณะที่ลักษณะปรากฏ พบว่า เมื่อมีการเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซต จะทำให้ตัวอย่างข้าวไร่พร้อมรับประทานมีสีเข้มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับค่าสีทั้ง 3 พารามิเตอร์ L^* Hue angle และ Chroma ที่มีค่าลดลง (ตารางที่ 2) โดยการลดลงของค่า L^* แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างข้าวไร่พร้อมรับประทานมีความสว่างลดลง และการลดลงของค่า Hue angle แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างข้าวไร่พร้อมรับประทานมีองศาของเฉดสีเปลี่ยนไป โดยตัวอย่างควบคุม (0% RBH-MF) มีค่า Hue angle เท่ากับ 35.30 เป็นเฉดสีแดง-ส้ม และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัด RBH-MF เป็น 1% และ 2% มีค่า Hue angle เท่ากับ 31.03 และ 24.92 ตามลำดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏเป็นเฉดสีแดง-ม่วง ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่าสีพอลิเมอร์แอนโทไซยานิน (PC) แสดงให้เห็นว่าการเสริมสารสกัด RBH-MF ช่วยทำให้สีของผลิตภัณฑ์มีสีม่วงและมีสีเข้มกว่าตัวอย่างควบคุม ดังนั้นสารสกัด RBH-MF สามารถทำหน้าที่เป็นสารให้สีจากธรรมชาติได้

ตารางที่ 1 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด พอลิเมอร์แอนโทไซยานิน และฟีนอลิกทั้งหมดของข้าวไร่พร้อมรับประทานที่เสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซตที่ความเข้มข้นต่างๆ

ตัวอย่าง ¹	ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (mg/100g)	ปริมาณพอลิเมอร์แอนโทไซยานิน (%)	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (µg GAE/g)
0% RBH-MF	0.31 ± 0.15 ^a	42.09 ± 2.61 ^c	96.24 ± 3.70 ^c
1% RBH-MF	0.39 ± 0.06 ^a	74.51 ± 6.84 ^b	159.92 ± 8.80 ^b
2% RBH-MF	0.52 ± 0.16 ^a	94.12 ± 4.76 ^a	243.01 ± 9.19 ^a

¹0% RBH-MF คือ ข้าวไร่พร้อมรับประทานที่เสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซตที่ความเข้มข้น 0%, 1% RBH-MF คือ ข้าวไร่พร้อมรับประทานที่เสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซตที่ความเข้มข้น 1%, 2% RBH-MF คือ ข้าวไร่พร้อมรับประทานที่เสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซตที่ความเข้มข้น 2%

^{a,b,c}ค่าเฉลี่ยที่อักษรต่างกัน ในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 2 ค่าสี L^* Hue angle และ Chroma ของข้าวไร่พร้อมรับประทานที่เสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซตที่ความเข้มข้นต่างๆ

ตัวอย่าง ¹	L^*	Hue angle (°)	Chroma
0% RBH-MF	40.27 ± 1.03 ^a	35.30 ± 2.00 ^a	10.47 ± 0.49 ^a
1% RBH-MF	36.21 ± 1.28 ^b	31.03 ± 0.67 ^b	7.63 ± 0.41 ^b
2% RBH-MF	34.66 ± 0.87 ^c	24.92 ± 3.92 ^c	5.05 ± 0.53 ^c

0% RBH-MF คือ ข้าวไร้พร้อมรับประทานที่เสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซทที่ความเข้มข้น 0%, 1% RBH-MF คือ ข้าวไร้พร้อมรับประทานที่เสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซทที่ความเข้มข้น 1%, 2% RBH-MF คือ ข้าวไร้พร้อมรับประทานที่เสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซทที่ความเข้มข้น 2%

^{a,b,c}ค่าเฉลี่ยที่อักษรต่างกัน ในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สารแอนโทไซยานินเป็นสารที่ให้สีจากธรรมชาติ (Chung et al., 2017) จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ข้าวไร้พร้อมรับประทานมีสีที่เข้มข้น มีการรายงานว่าสารเหล่านี้นอกจากจะสามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันแล้ว ยังช่วยการหมุนเวียนของกระแสโลหิตและชะลอความเสื่อมของเซลล์ร่างกายได้อีกด้วย (Ichikawa et al., 2001; Hu et al., 2003; Kim et al., 2007 อ้างอิงใน Hiemori et al., 2009) Hiemori et al. (2009) รายงานว่าข้าวสีม่วงให้ผลที่ดีต่อสุขภาพเนื่องจากมีแอนโทไซยานินและสารประกอบฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบ

ดังนั้นการเสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซทในผลิตภัณฑ์ข้าวไร้พร้อมรับประทาน ทำให้มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด และปริมาณพอลิเมอร์แอนโทไซยานินเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลทำให้ตัวอย่างข้าวไร้พร้อมรับประทานมีสารสำคัญที่สามารถออกฤทธิ์ทางชีวภาพเพิ่มขึ้น เป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ผลิตภัณฑ์ และได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพอีกด้วย

กิจกรรมการต้านออกซิเดชัน

กิจกรรมการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP assay) และ ABTS radical scavenging activity (ABTS assay) ของข้าวไร้พร้อมรับประทานที่เสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซทที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 3 พบว่าระดับของการเสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซทมีผลต่อกิจกรรมการต้านออกซิเดชันทั้ง 2 วิธี ($p < 0.05$) กิจกรรมการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี FRAP assay ในข้าวไร้พร้อมรับประทาน พบว่าตัวอย่างที่มีการเสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซทมีค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี FRAP เพิ่มขึ้น และเพิ่มสูงที่สุดในตัวอย่างที่เสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซทที่ระดับ 2% ($3182.89 \mu\text{g TE/g}$) ในขณะที่ตัวอย่างที่ไม่ได้เสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซท (0% RBH-MF) มีกิจกรรมการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี FRAP ต่ำที่สุด ($p < 0.05$) ซึ่งมีแนวโน้มเช่นเดียวกับกิจกรรมการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี ABTS assay พบว่าระดับการเสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซทส่งผลให้ค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชันเพิ่มขึ้นและการเสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซทที่ระดับ 2% มีค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี ABTS สูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซทจากรำข้าวเมล็ดฝ้าย (RBH-MF) ที่ใช้เสริมในข้าวไร้พร้อมรับประทานผลิตมาจากกากรำข้าวที่มีสีม่วง ที่ผ่านกระบวนการ SAW ส่งผลให้เกิดการทำลายโครงสร้างของกากรำข้าว และผ่านกระบวนการย่อยด้วยเอนไซม์โปรตีเอส เป็นการตัดพันธะเพปไทด์ เกิดเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มากขึ้น เช่น เพปไทด์สายสั้น และสารประกอบฟีนอล เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้มีฤทธิ์ในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Kaewjumpol et al. (2018) ศึกษาการผลิตสารสกัดไฮโดรไลเซทจากกากรำข้าวที่ผ่านการบิบน้ำมันแล้วด้วยน้ำด่างกึ่งวิกฤตที่สภาวะไม่รุนแรง (Mild subcritical alkaline water extraction; mild-SAW) ที่สภาวะอุณหภูมิ 130°C พีเอช 9.5 นาน 120 นาที ร่วมกับการย่อยด้วยเอนไซม์โปรตีเอสเชิงการค้ำ (Protease G6) พบว่า สารสกัดดังกล่าวมีปริมาณฟีนอลิกสูงกว่าในรำข้าวเริ่มต้น อีกทั้งยังมีค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี ABTS และ FRAP มีค่าเท่ากับ 294.22 ไมโครโมลโทรลออกซ์/กรัม และ 57.72 ไมโครโมลฟอร์ซซัลเฟต/กรัม ตามลำดับ และมีการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณพอลิเมอร์แอนโทไซยานิน พบว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณพอลิเมอร์แอนโทไซยานินสามารถเพิ่มสมบัติการต้านออกซิเดชันได้ (Brownmiller et al., 2008)

ดังนั้นการเสริม RBH-MF ลงในผลิตภัณฑ์ข้าวไร้พร้อมรับประทานจึงทำให้ตัวอย่างข้าวไร้พร้อมรับประทานมีค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชันทั้ง 2 วิธีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 3 กิจกรรมการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP) และ ABTS radical scavenging activity ของข้าวไร้พร้อมรับประทานที่เสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซตที่ความเข้มข้นต่างๆ

ตัวอย่าง ¹	FRAP assay ($\mu\text{g TE/g}$)	ABTS assay ($\mu\text{g TE/g}$)
0% RBH-MF	270.99 \pm 11.22 ^c	1263.97 \pm 11.61 ^c
1% RBH-MF	1315.43 \pm 346.25 ^b	3688.70 \pm 52.57 ^b
2% RBH-MF	3182.89 \pm 36.13 ^a	4851.94 \pm 32.67 ^a

¹0% RBH-MF คือ ข้าวไร้พร้อมรับประทานที่เสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซตที่ความเข้มข้น 0%, 1% RBH-MF คือ ข้าวไร้พร้อมรับประทานที่เสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซตที่ความเข้มข้น 1%, 2% RBH-MF คือ ข้าวไร้พร้อมรับประทานที่เสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซตที่ความเข้มข้น 2%

^{a,b,c}ค่าเฉลี่ยที่อักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของการเสริมสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซตจากรำข้าวเมล็ดฝ้าย (RBH-MF) ที่ระดับความเข้มข้น 0% 1% และ 2% ต่อคุณภาพด้านสี ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด ปริมาณพอลิเมอร์แอนโทไซยานิน และกิจกรรมการต้านออกซิเดชันของข้าวไร้พร้อมรับประทานที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่ 121°C นาน 48 นาที พบว่าตัวอย่างข้าวไร้พร้อมรับประทานที่มีการเสริมสารสกัด RBH-MF ที่ระดับความเข้มข้น 1% และ 2% มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูงกว่าตัวอย่างควบคุม (RBH-MF 0%) 25% และ 67% ตามลำดับ และมีปริมาณพอลิเมอร์แอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นเป็น 74.51% และ 94.12 % ตามลำดับ นอกจากนี้การเสริม RBH-MF ที่ระดับความเข้มข้น 2% ทำให้สมบัติการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี FRAP และ ABTS สูงกว่าตัวอย่างควบคุมประมาณ 11 เท่า และ 3 เท่าตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเซตจากรำข้าวมีสีที่สกัดด้วยวิธี SAW ร่วมกับการขอมด้วยเอนไซม์สามารถทำหน้าที่เป็นสารต้านออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์อาหารและสารให้สีจากธรรมชาติได้ และมีศักยภาพในการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ข้าวไร้พร้อมรับประทานเพื่อสุขภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์วัสดุในการทำวิจัยนี้ ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยแบบบูรณาการงานวิจัย ประเภท กำหนดกลุ่มเรื่อง การวิจัยและพัฒนาข้าวไทย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปี พ.ศ. 2560

เอกสารอ้างอิง

- สรญา ธิมาชัย. ผลของเอนไซม์โปรตีเอสต่อคุณสมบัติการออกฤทธิ์ทางชีวภาพของโปรตีนราช้าวไฮโดรไลเซท [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร]. ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2554.
- Brownmiller CR, Howard L, Prior RL. Processing and Storage Effects on Monomeric Anthocyanins, Percent Polymeric Color, and Antioxidant Capacity of Processed Blueberry Products. *Journal of Food Science*. 73(5): H72-9; 2008.
- Chung C, Rojanasasithara T, Mutilangi W, McClements DJ. Stability improvement of natural food colors: Impact of amino acid and peptide addition on anthocyanin stability in model beverages. *Food Chemistry*. 218: 277–284; 2017.
- Giusti MM, Wrolstad RE. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. Hoboken: John Wiley and Sons; 2001.
- Kaewjumpol G, Oruna-Cncha MJ, Niranjun K, Thawornchinsombut S. The Production of hydrolysates from industrially defatted rice bran and its surface image changes during extraction. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 98(9): 2390 -3298; 2018.
- Hiemori M, Koh E, Mitchell AE. Influence of Cooking on Anthocyanins in Black Rice (*Oryza sativa*L.japonicavar. SBR). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57: 1908 –1914; 2009.
- Hossain MA, Shah MD. A study on the total phenols content and antioxidant activity of essential oil and different solvent extracts of endemic plant *Merremia borneensis*. *Arabian Journal of Chemistry*. 8(1): 66 -71; 2015.
- Lee J, Durst RW, Worlstad RE. Determination of Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines by the pH Differential Method: Collaborative Study. *JOURNAL OF AOAC INTERNATIONAL*. 88(5): 1269 -1278; 2005.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Evan CR. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*. 26(9-10): 1231 -1237; 1999.
- Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Zevallos LC, Byrne DH Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19(6-7): 669 -675; 2006.
- Sareepuang K, Siriamornpun S, Wiset L, Meeso N. Effect of Soaking Temperature on Physical, Chemical and Cooking Properties of Parboiled Fragrant Rice. *World Journal of Agricultural Sciences*. 4(4): 409 -415; 2008.
- Somsana P, Wattana P, Suriham B, Sanitchon J. Stability and genotype by environment interactions for grain anthocyanin content of Thai black glutinous upland rice (*Oryza sativa*). *SABRAO Journal of Breeding and Genetics* 45(3): 523-532; 2013.
- Wongthahan P, Thawornchinsombut S. Quality Improvement of Reduced Salt, Phosphate Free Fish Patties from Processed By Products of Nile Tilapia Using Textural Additives and Bioactive Rice Bran Compounds. *Journal of Texture Studies*. 46: 240 -253; 2015.