

การวิเคราะห์หาสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวไรซ์เบอร์รี่
และข้าวหอมดอกมะลิ 105

DETERMINATION OF ANTIOXIDANT CAPACITY OF RICEBERRY
AND KHAO DOK MALI 105 CULTIVARS

กาญจนา เสือมัน¹ สไมพร ปักษ์¹ อภิญญา อาบสุวรรณ¹ รพีพร ฉลองสัพพัญญู²

ภรภัทร ลำอาจค์¹ ปนัดดา จันทรเนย์³ และกุลวดี ปิ่นวัฒนะ^{1*}

Kanjana Sueaman¹ Samaiporn Paksee¹ Aphinya Arpsuwan¹

Rapikorn Chalongsuppunyoo² Pornpat Sam-ang¹

Panatda Jannoey³ and Kulwadee Pinwattana^{1*}

¹สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

²สาขาวิชาวิทยาการข้อมูลและการจัดการสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

³ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

*corresponding author e-mail: pinwattana@hotmail.com

(Received: 4 September 2018 ; Revised: 24 October 2018 ; Accepted: 2 August 2019)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องที่มีสีและไม่มีสี ทั้งที่ผ่านกระบวนการงอกและกระบวนการหุงด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl พบว่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่มีสีม่วงแดงมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าข้าวหอมดอกมะลิ 105 ที่มีสีขาว โดยพบปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีที่ไอเอซีเท่ากับ 883.03 และ 690.14 ไมโครโมลต่อกรัม ตามลำดับ และเมื่อนำข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์มาผ่านกระบวนการหุงในสภาวะอุณหภูมิในหม้อหุงข้าวไฟฟ้าในครัวเรือน พบว่า ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระลดลงทั้ง 2 สายพันธุ์เท่ากับร้อยละ 3.57 และ 3.81 ของข้าวสายพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่หุงและข้าวหอมดอกมะลิ 105 หุง ตามลำดับ นอกจากนี้กระบวนการงอกหลังจากการแช่น้ำ 12 ชั่วโมง และปล่อยให้งอก 2 วัน พบว่า ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระลดลงทั้ง 2 สายพันธุ์ แต่อย่างไรก็ตามข้าวไรซ์เบอร์รี่งอกหุงจะยังคงมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่มากกว่าข้าวหอมดอกมะลิงอกหุงที่เท่ากับ 2.16 เท่า แสดงให้เห็นว่าข้าวที่มีสีอาจจะมีปริมาณแอนโทไซยานินที่มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าข้าวไม่มีสี และกระบวนการงอกที่ระยะเวลาดังกล่าวไม่มีผลในการเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระ แต่ในขณะที่กระบวนการหุงทำให้สารต้านอนุมูลอิสระลดลงทั้ง 2 สายพันธุ์

คำสำคัญ: สารต้านอนุมูลอิสระ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวหอมดอกมะลิ 105 แอนโทไซยานิน

Abstract

The propose of this research was to determine and compare the antioxidant properties of brown rice and colorless brown rice with germination and cooking process. The 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl was employed to analyze the antioxidant capacity. It was found that the Riceberry cultivar with red-purple color showed the antioxidant capacity higher than Khao Dok Mali 105 cultivar (KDML 105). The antioxidant value was found to be TEAC 883.03 of Riceberry cultivar and 690.14 $\mu\text{mol/g}$ of KDML105 cultivars, respectively. The cooking process was applied to rice of both cultivars, it was found this process reduces the antioxidant capacity to 3.57% and 3.81% of cooked Riceberry and cooked KDML105 cultivar, respectively. Moreover, both cultivars were germinated by soaked for 12 hours and allow to germination for 2 days. The antioxidant capacity of both cultivars (Germinated Riceberry and Germinated KDML105) was decreased after the germination process. However, germinated and cooked Riceberry contains the antioxidant activity higher than germinated and cooked KDML105 at the ratio of 2.16 folds. Suggested that, anthocyanin compound which found in red-purple color rice of Riceberry cultivar may enhance the antioxidant activity of color rice. Moreover, the germination process in this study does not affect to increase the antioxidant activity, while the cooling process will reduce the antioxidant activity of both cultivars.

Keywords: antioxidant, Riceberry, Khao Dok Mali 105, anthocyanin

บทนำ

ข้าวเป็นอาหารหลักและเป็นพืชเศรษฐกิจของคนไทย ซึ่งจะมีสายพันธุ์ที่หลากหลายมาก (Urtgam, 2019) โดยในข้าวจะมีสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายหลายอย่าง เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามิน เส้นใยอาหาร ไขมัน สารกาบาและสารต้านอนุมูลอิสระกลุ่มฟีนอลิก ซึ่งสารอาหารต่างๆ เหล่านี้จะมีปริมาณมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และการขัดสีข้าว (พัชรภรณ์, 2556)

ในปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการดูแลสุขภาพมากขึ้น ทำให้เกิดกระแสการรักษาสุขภาพเชิงป้องกันจากการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะข้าวมีสีหรือข้าวไรซ์เบอร์รี่ได้รับความนิยมและยอมรับว่าเป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่

สำคัญชนิดหนึ่ง ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นข้าวสายพันธุ์คนไทยซึ่งเป็นผลงานการปรับปรุงสายพันธุ์ของ รองศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ วรรณวิจิตร และทีมนักวิจัยจากศูนย์วิจัยพันธุ์ข้าว มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ และความร่วมมือจากคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ โดยเป็นการผสมข้ามสายพันธุ์ ระหว่าง ข้าวเจ้าหอมนิลซึ่งเป็นสายพันธุ์พอกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นสายพันธุ์แม่ จึงทำให้ ได้ลักษณะของข้าวที่ดีและมีคุณสมบัติเด่นๆ ออกมาเป็นข้าวไรซ์เบอร์รี่ สำหรับคุณประโยชน์ ที่เด่นชัดที่สุด คือ มีสารต้านอนุมูลอิสระ “แอนโทไซยานิน” ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลชนิดหนึ่ง เป็นรงควัตถุสีแดง ดำ หรือม่วง สะสมอยู่ในเยื่อหุ้มเมล็ด (ศิริพร, 2559; Wang et al., 1999) แอนโทไซยานินนี้มีสรรพคุณช่วยในการบำรุงร่างกาย ทำให้เกิดการสร้างคอลลาเจน ช่วยชะลอ และลดริ้วรอย ลดการอักเสบที่ผิวหนัง และที่สำคัญ คือ ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคความดันโลหิตสูง และโรคสมองเสื่อมได้ (วัชร, 2549)

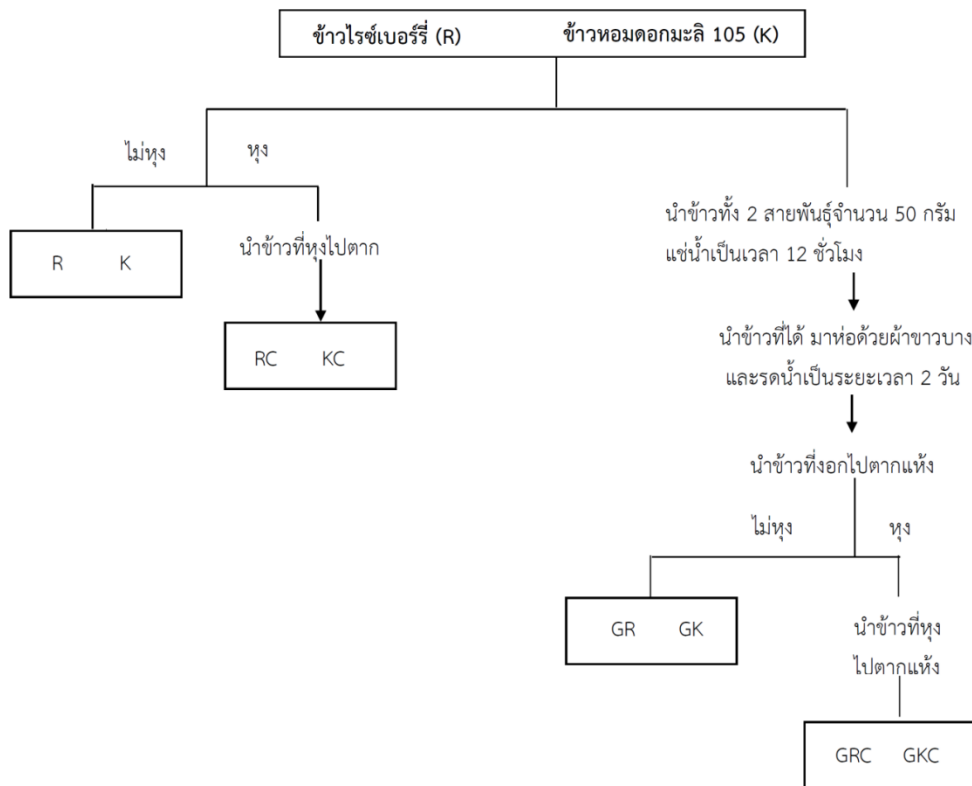
ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจที่จะนำข้าว 2 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (R) และ ข้าวหอมดอกมะลิ 105 (K) ที่ไม่ผ่านกระบวนการหุง ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (RC) ข้าวหอมดอกมะลิ 105 (KC) ที่ผ่านกระบวนการหุง นอกจากนี้ยังได้นำข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวหอมดอกมะลิ 105 มาผ่าน กระบวนการงอก จะได้ข้าวไรซ์เบอร์รี่งอก (GR) และข้าวหอมดอกมะลิ 105 งอก (KC) และ แบ่งข้าวส่วนหนึ่งไปผ่านกระบวนการหุง จะได้ข้าวไรซ์เบอร์รี่งอกหุง (GRC) และข้าวหอมดอกมะลิ 105 งอกหุง (GKC) จากนั้นนำข้าวทั้งหมดมาศึกษาเปรียบเทียบสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวแต่ละ ชนิดซึ่งเป็นข้าวที่สามารถผลิตได้ในท้องถิ่นและนำมาเป็นข้อมูลสำคัญทางโภชนาการแก่ผู้บริโภค ทั้งนี้ยังเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์และเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ใน อนาคตได้อีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวมีสีและข้าวขัดสี ได้แก่ ข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวหอมดอกมะลิ 105 ที่นำมาผ่านกระบวนการงอกและไม่งอก หุงและไม่หุง โดยใช้วิธีการตรวจหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. การสกัดสารจากเมล็ดข้าว

1.1 จัดเตรียมข้าวไรซ์เบอร์รี่ (R) และข้าวหอมดอกมะลิ 105 (K) ที่ไม่ผ่านกระบวนการ หุง และนำข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์ผ่านกระบวนการหุงด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า เมื่อหุงสุกแล้วจึงนำ ข้าวที่ได้ไปตากให้แห้งจะได้ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (RC) ข้าวหอมดอกมะลิ 105 (KC) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนของข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวหอมดอกมะลิ105 ในรูปแบบต่างๆ

1.2 นำข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวหอมดอกมะลิ 105 มาผ่านกระบวนการงอกโดยแช่น้ำเป็นเวลา 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงนำข้าวที่ได้มาห่อด้วยผ้าขาวบางและรดน้ำเป็นระยะเวลา 2 วัน จากนั้นนำข้าวที่งอกไปตากแห้ง ได้ข้าวไรซ์เบอร์รี่งอก (GR) และข้าวหอมดอกมะลิ 105 งอก (KC) และแบ่งข้าวที่ได้ส่วนหนึ่งไปผ่านกระบวนการหุงด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า เมื่อสุกแล้วจึงนำข้าวที่ได้ไปตากแห้งจะได้ข้าวไรซ์เบอร์รี่งอกหุง (GRC) และข้าวหอมดอกมะลิ 105 งอกหุง (GKC) ดังภาพที่ 1

1.3 นำเมล็ดข้าวที่ได้จัดเตรียมไว้ทั้ง 8 แบบ มาปั่นให้เป็นผงละเอียดด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า

1.4 ชั่งผงข้าวที่ได้อย่างละ 20 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ จากนั้นใส่เฮกเซนปริมาณ 100 มิลลิลิตรและปิดขวดรูปชมพู่ที่มีผงข้าวและเฮกเซนด้วยกระดาษพอยด์ แล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าสาร (Shaker) โดยแบ่งเป็น 2 ชุดๆ ละ 1 ชั่วโมง 30 นาที เมื่อครบเวลาแล้วนำสารละลายเฮกเซนออกจากสารสกัดโดยกรองด้วยผ้าขาวบางจากนั้นนำกากเดิมมาสกัดซ้ำดังข้อ 1.5

1.5 นำสารสกัดที่ได้มาแช่ด้วยเมทานอล 80% ปริมาณ 125 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าสาร โดยแบ่งเป็น 2 ชุดๆ ละ 2 ชั่วโมง เมื่อครบตามเวลาแล้วจึงนำสารสกัดที่ได้ทั้งหมดมารองด้วยกระดาษกรอง โดยเอาส่วนที่เป็นกากออก จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปทำการระเหยแห้งด้วยเครื่องกลั่นระเหยสารแบบหมุน (Rotary Evaporator) เพื่อให้ได้สารสกัดที่เข้มข้น และนำไปเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

2. การตรวจหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดข้าวด้วยเทคนิค DPPH

2.1 เตรียมสารละลายมาตรฐาน DPPH radical โดยเตรียม 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl หรือ DPPH ความเข้มข้น 0.6 มิลลิโมลาร์ ในสารละลายเอทานอล และทำการเจือจางให้ได้ความเข้มข้นเท่ากับ 0.12 มิลลิโมลาร์

2.2 เตรียมสารละลายมาตรฐาน 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid (Trolox) ที่ความเข้มข้น 20 40 60 80 100 200 300 400 และ 500 ไมโครโมลาร์ ในสารละลายเอทานอล

2.3 ทำกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐาน Trolox โดยการเตรียมสารละลายมาตรฐาน Trolox ความเข้มข้น 20 40 60 80 100 200 300 400 และ 500 ไมโครโมลาร์ ลงในช่องของแผ่นไมโครเพลต จากนั้นเติมสารละลาย DPPH radical ปริมาณ 100 ไมโครลิตร ดังที่ระบุในตารางที่ 1 หลังจากนั้นผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร

2.4 คำนวณหาร้อยละของการยับยั้ง (% inhibition) จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{ร้อยละของการยับยั้ง} = \frac{[A515_{\text{control}} - A515_{\text{test sample}}]}{A515_{\text{control}}} \times 100$$

ตารางที่ 1 แสดงการผสมสารละลายมาตรฐาน DPPH และ Trolox เพื่อตรวจหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดข้าว

สาร	No. of treatments											Un known (μ L)
	1 (Blank)	2 (Control)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Trolox (10 μ L)	0 μ M	0 μ M	20 μ M	40 μ M	60 μ M	80 μ M	100 μ M	200 μ M	300 μ M	400 μ M	500 μ M	-
DPPH radical (μ L)	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ethanol (μ L)	200	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90
สาร สกัด (μ L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
Total (μL)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200

ผลการวิจัย

1. ผลการสกัดสารจากข้าวไรเบอร์รี่และข้าวหอมดอกมะลิ 105

จากการนำข้าว 2 สายพันธุ์ โดยใช้ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (R) เป็นตัวแทนของข้าวที่มีสี และได้นำข้าวหอมดอกมะลิ 105 (K) เป็นตัวแทนของข้าวขาวที่มีคนนิยมบริโภคมากที่สุดในประเทศไทย จากนั้นได้นำข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์ มาผ่านกระบวนการงอกที่ระยะเวลา 2 วัน เพื่อศึกษาหาแนวทางของสารต้านอนุมูลอิสระ พร้อมทั้งศึกษาผลของกระบวนการงอกข้าวในชีวิตประจำวันว่ามีผลต่อความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวไรซ์เบอร์รี่หุงสุก (RC) ข้าวไรซ์เบอร์รี่งอกหุง (GRC) ข้าวหอมดอกมะลิหุง (KC) ข้าวหอมดอกมะลิหุง (GKC) ตามลำดับ โดยนำมาสกัดด้วยเมทานอลเพื่อให้ได้สารสกัดหยาบ (Crude extract) และทำการระเหยตัวสกัดโดยใช้เทคนิคการระเหยภายใต้ความดัน (Rotary Evaporator) จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักสารสกัดหยาบที่ได้และมาคำนวณหาร้อยละผลผลิตดังที่ระบุในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงร้อยละผลผลิตของสารสกัดหยาบของข้าวแต่ละสายพันธุ์ที่ผ่านกระบวนการงอก และกระบวนการหุง

ชนิดข้าว	ร้อยละผลผลิต
R	0.85 %
GR	2.00 %
RC	0.95 %
GRC	1.57 %
K	1.05 %
GK	0.95 %
KC	0.45 %
GKC	0.8 %

ในการทดลองนี้ได้นำข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์ มาผ่านกระบวนการงอกและกระบวนการหุง ดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3



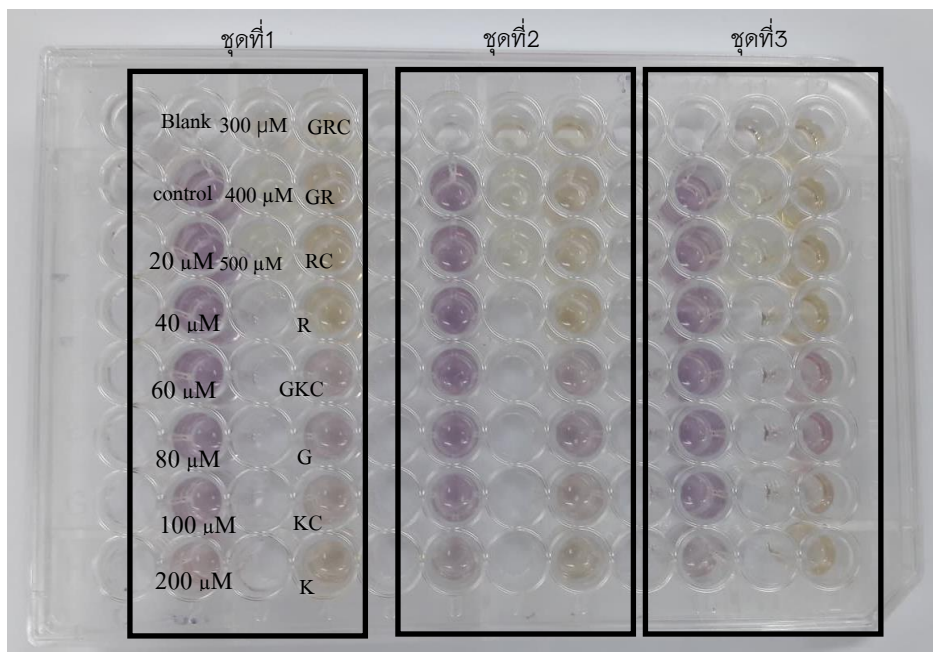
ภาพที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์ (ก) ข้าวไรซ์เบอร์รี่งอก และ (ข) ข้าวหอมดอกมะลิ 105 งอก ซึ่งผ่านกระบวนการงอกระยะเวลา 2 วัน



ภาพที่ 3 ลักษณะทางกายภาพของข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์ผ่านกระบวนการหุง คือ (ก) ข้าวไรเบอร์รี่งอกหุง (GRC) และ (ข) ข้าวหอมดอกมะลิงอกหุง (GKC)

2. ผลการหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดข้าวด้วยเทคนิค DPPH

ในการทดลองนี้ได้ใช้เทคนิค DPPH ด้วยหลักการเกิดอนุมูลอิสระชนิด DPPH โดยใช้ Trolox เป็นสารมาตรฐาน จากนั้นทำการคำนวณความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของข้าวเทียบกับ Trolox แล้วรายงานในค่า Trolox Equivalent Antioxidant Capacity, TEAC ($\mu\text{mol/g}$ ของสารสกัด) โดยในการทดลองอนุมูลอิสระของ DPPH จะมีสีม่วง ดังภาพที่ 4 แต่เมื่อเติมสารต้านอนุมูลอิสระมาตรฐาน Trolox ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ดังนี้ 20 40 60 80 100 200 300 400 และ 500 ไมโครโมลาร์ พบว่า Trolox จะทำปฏิกิริยากับ DPPH ทำให้อนุมูลอิสระ DPPH ถูกรีดิวซ์กลายเป็น DPPH-H เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลาย DPPH จากสีม่วงกลายเป็นสารละลายสีเหลืองอ่อนหรือไม่มีสี ดังจะเห็นได้ดังภาพที่ 4 ที่ความเข้มข้นของสีม่วงจะแปรผันตรงตามความเข้มข้น Trolox จากนั้นเมื่อนำสารสกัดของข้าว R RC GR GRC K KC GK และ GKC มาทดสอบปริมาณการต้านอนุมูลอิสระ DPPH พบว่า ข้าวารหัส R มีความสามารถทำให้สีของ DPPH จางลงมากที่สุด แสดงว่ามีความสามารถเป็นสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าข้าวสายพันธุ์อื่น ดังภาพที่ 4



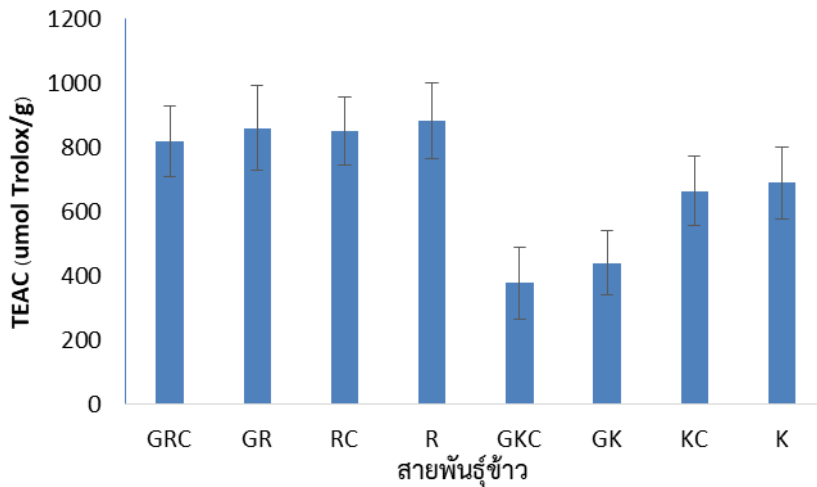
ภาพที่ 4 แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของ Trolox และสารสกัดจากข้าวไรเบอร์รี่ (R) ข้าวไรซ์เบอร์รี่หุง (RC) ข้าวไรซ์เบอร์รี่งอก (GR) ข้าวไรซ์เบอร์รี่งอกหุง (GRC) ข้าวหอมดอกมะลิ 105 (K) ข้าวหอมดอกมะลิ 105 หุง (KC) ข้าวหอมดอกมะลิ 105 งอก (GK) ข้าวหอมดอกมะลิ 105 งอกหุง (GKC) โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

จากผลการทดสอบดังกล่าวนำมาวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เพื่อใช้ในการคำนวณความสามารถของการต้านอนุมูลอิสระของข้าวในรูปค่า TEAC ได้ผลดังที่ระบุในตารางที่ 3

จากภาพที่ 5 จะเห็นได้ว่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เป็นตัวแทนของข้าวที่มีสีมีความสามารถต้านทานอนุมูลอิสระสูงที่สุด ค่า TEAC เท่ากับ 883.03 เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวหอมดอกมะลิที่มีสีขาว ค่า TEAC เท่ากับ 690.14 จากนั้นเมื่อนำข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์มาผ่านกระบวนการงอกที่ระยะเวลา 2 วัน พบว่า ค่า TEAC ของข้าวไรซ์เบอร์รี่ลดลง จาก 883.03 เป็น 861.11 และค่า TEAC ของข้าวหอมดอกมะลิ 105 ลดลงจาก 690.14 เป็น 441.51 ดังนั้น กระบวนการงอกจึงไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในการทดลองครั้งนี้ และจะเห็นได้ว่าหลังจากผ่านกระบวนการหุงด้วยหม้อหุงข้าวในชีวิตประจำวัน พบว่า ค่า TEAC ของข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์ลดลงจาก 883.03 เป็น 851.49 ของข้าวไรซ์เบอร์รี่ และจาก 690.14 เป็น 663.79 ของข้าวหอมดอกมะลิ 105 แสดงว่า ความร้อนจากการหุงข้าวมีผลทำให้สารต้านอนุมูลอิสระของข้าวลดลง

ตารางที่ 3 ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของข้าว (TEAC, ไมโครโมลต่อกรัมของสารสกัด) ด้วยวิธี DPPH

ชนิดข้าว	ค่า TEAC (ไมโครโมลต่อกรัม)
GRC	819.95 ± 99.50
GR	861.11 ± 130.13
RC	851.49 ± 105.51
R	883.03 ± 115.52
GKC	378.44 ± 112.50
GK	441.51 ± 100.50
KC	663.79 ± 108.50
K	690.14 ± 116.52



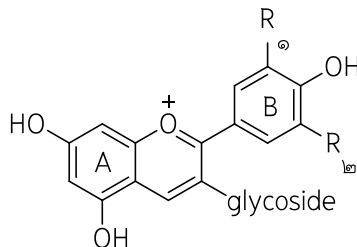
ภาพที่ 5 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (TEAC, ไมโครโมลต่อกรัมของข้าวไรซ์เบอร์รี่ (R) ข้าวไรซ์เบอร์รี่หุง (RC) ข้าวไรซ์เบอร์รี่งอก (GR) ข้าวไรซ์เบอร์รี่งอกหุง (GRC) ข้าวหอมดอกมะลิ 105 (K) ข้าวหอมดอกมะลิ 105 หุง (KC) ข้าวหอมดอกมะลิ 105 งอก (GK) ข้าวหอมดอกมะลิ 105 งอกหุง (GKC) (n=3)

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวหอมดอกมะลิ 105

จากปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่วัดได้ด้วยวิธี DPPH พบว่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุด (TEAC) เท่ากับ 883.03 ไมโครโมลต่อกรัมหรือ 221.014 มิลลิกรัมต่อกรัม เมื่อเทียบกับข้าวหอมดอกมะลิ 105 ถึง 1.28 เท่า เนื่องจากข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระชนิดแอนโทไซยานินสูงกว่าข้าวหอมดอกมะลิ 105 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Yawadio et al. (2007) พบว่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีแอนโทไซยานินสูงถึง 87.46 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Department of Science Service (2010) ที่พบว่าความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สูงนั้นจะแปรผันตรงกับปริมาณแอนโทไซยานิน เช่น ข้าวกล้องหอมมะลิ มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงถึง 336 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม จะมีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวสังข์หยดที่มีปริมาณแอนโทไซยานิน 87.46 และ 1.09 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ

สารแอนโทไซยานินที่พบในข้าวที่มีสี เช่น ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ใช้ในงานวิจัยนั้นเป็นสารประกอบประเภทโพลีฟีนอล (Polyphenols) ที่ทำหน้าที่กำจัดสารต้านอนุมูลอิสระและทำให้ข้าวมีสีม่วงแดง มักอยู่ร่วมกับโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรต เรียกว่า Cyanidin-3-O- β -D-glucopyranoside



ภาพที่ 6 โครงสร้างของแอนโทไซยานิน

จากภาพที่ 6 จะเห็นว่า โครงสร้างของแอนโทไซยานินนั้นจะมีอะตอมของไฮโดรเจนเป็นจำนวนมากที่สามารถให้อนุมูลอิสระชนิด DPPH จึงทำให้ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีค่า TEAC สูงกว่าข้าวหอมมะลิ 105

2. เปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างข้าวฮอกและไม้งอก

ข้าวที่งอกกำลังเป็นที่สนใจเนื่องจากมีปริมาณกาบา (γ -oryzanol) ไฟเบอร์และสารต้านอนุมูลอิสระชนิด Ferulic acid วิตามินอี ปริมาณฟีนอลิกรวมและปริมาณแอนโทไซยานินรวมที่ทำหน้าที่กำจัดสารต้านอนุมูลอิสระนั้นเพิ่มขึ้น

จากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณ TEAC เท่ากับ 883.03 ไมโครโมลต่อกรัม หลังจากผ่านกระบวนการงอกเป็นระยะเวลา 2 วัน มีปริมาณ TEAC ลดน้อยลง เท่ากับ 861.11 ไมโครโมลต่อกรัม และเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวหอมดอกมะลิ 105 พบว่า หลังจากงอกมีสารต้านอนุมูลอิสระค่า TEAC ลดลงเมื่อเทียบกับข้าวที่ไม้งอก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kamolchanok et al. (2013) ที่พบว่า ข้าวที่มีสีและนำไปงอกจะมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระได้มากกว่าข้าวสีขาว

อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้หลังจากการงอกแล้วมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเท่าเดิมและลดลงของทั้งสองสายพันธุ์นั้น เป็นเพราะสารสำคัญที่เกิดขึ้นในกระบวนการงอกนั้นไม่ใช่สารที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระชนิดแอนโทไซยานิน ตามที่กล่าวมาข้างต้นและสภาวะที่ใช้ในการงอกในครั้งนี้ คือ แช่น้ำ 24 ชั่วโมง และปล่อยให้งอกเป็นระยะเวลา 2 วัน ยังไม่นานพอที่จะทำให้สารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีงานวิจัยของ Daiponmak et al. (2010) ที่พบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระปริมาณฟีนอลิกรวมและปริมาณแอนโทไซยานินรวมที่อยู่ในรูปของ Cyanin-3-glycoside จะเพิ่มขึ้นเมื่อข้าวฮอกเป็นระยะเวลา 16 วันของสายพันธุ์ข้าวหอม

ดอกมะลิ 105 และข้าวก่ำดอยสะเก็ด และเมื่อเติมน้ำเกลือลงไปเพื่อแช่ข้าวจะใช้เวลาที่สั้นลง คือ 11 วัน

นอกจากนี้ Chutipajit et al. (2010) พบว่า ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระรวม ปริมาณโพรลีน (Proline) ปริมาณแอนโทไซยานินและฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) รวม จะเพิ่มขึ้นในข้าวที่งอกที่มีระยะเวลา 14 วัน ทั้งข้าวที่มีสีม่วงแดงและข้าวที่ไม่มีสี ได้แก่ สายพันธุ์ข้าวหอมดอกมะลิ 105 ปทุมธานี 1 สังข์หยด ข้าวแดง ข้าวกุหลาบแดง ข้าวก่ำสกลนคร ข้าวก่ำขอนแก่น 1 ข้าวก่ำขอนแก่น 2 ข้าวเหนียวดำ และจากการรายงานของ Ghosh et al. (2011) ได้รายงานว่ ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระฟีนอลิกรวมจะเพิ่มขึ้นหลังจากการงอกที่ระยะเวลา 17 วันของสายพันธุ์ Pokkai และ Nondokra เมื่อแช่ข้าวในสารละลายน้ำเกลือเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ จากหลักฐานงานวิจัยที่ผ่านมา แสดงให้เห็นว่าสภาวะของการงอก 2 วัน ในการทดลองนี้ไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการสังเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระที่มากกว่าเดิม

3. เปรียบเทียบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของข้าวที่หุงและไม่หุง

จากการทดลองนำข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ไม่งอกมีค่า TEAC เท่ากับ 883.03 ไมโครโมลต่อกรัม และหลังจากหุงแล้วมีค่า TEAC เท่ากับ 851.49 ไมโครโมลต่อกรัม ซึ่งมีค่าลดลงร้อยละ 3.57 จากนั้นได้นำข้าวที่งอกมาหุง พบว่า มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระลดลง ร้อยละ 7.10 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Melissa et al. (2013) ที่พบว่า ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของข้าวลดลง หลังจากกระบวนการนี้ ข้าวกล้อง (Brown rice) ข้าวขัดขาว (Polished rice) โดยพบว่า ปริมาณสารฟีนอลิกรวมลดลง หลังจากกระบวนการนี้ด้วยเช่นกัน ในข้าวสายพันธุ์ของประเทศบราซิลที่เลือกมาทดลอง แต่อย่างไรก็ตามปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิกรวมของข้าวกล้องจะมากกว่าข้าวขัดขาวถึง 20 เท่า และ 10 เท่า ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวหอมดอกมะลิ 105 ทั้งงอกและไม่งอกและนำมาหุงสุก พบว่า มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ลดลงเท่ากับร้อยละ 14.29 และ 3.80 ตามลำดับเช่นเดียวกันกับข้าวไรซ์เบอร์รี่

ทั้งนี้เป็นเพราะข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระชนิดโพลีฟีนอล เริ่มต้นสูงกว่าข้าวขัดขาว ข้าวที่มีเมล็ดสีเข้มม่วงถึงดำจะมีปริมาณความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกมากกว่าข้าวที่ไม่มีสี นอกจากนี้ยังพบว่า กระบวนการหุงต้มจะทำให้ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระลดลงตั้งแต่กระบวนการแช่ข้าว ซาวข้าว และความร้อนที่ใช้ในการหุงข้าว

นอกจากนี้ยังมีเหตุผลอื่นที่สนับสนุน ได้แก่ แหล่งที่พบโพลีฟีนอลในส่วนต่างๆ ของเมล็ดข้าวโดยสารโพลีฟีนอลจะกระจายอยู่ตามเอ็นโดสเปิร์มหรือเมล็ดข้าวและอยู่ที่ปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว (Pericarp) โดยพบว่า ปริมาณฟีนอลิกรวมจะมีมากน้อยต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ข้าวโดยพบในเนื้อเยื่อส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว ร้อยละ 62.00 และพบที่บริเวณเมล็ดอยู่ในช่วง

ร้อยละ 92.00–97.00 ดังนั้นข้าวกล้องจึงมีความสามารถด้านอนุมูลอิสระมากกว่าข้าวขัดขาว เพราะข้าวกล้องยังไม่ได้ถูกลอกเนื้อเยื่อของเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวออก และจากการรายงานของ Zhang et al. (2006) พบว่า สารประกอบฟีนอลิกรวมร้อยละ 70.00–90.00 ที่บริเวณเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวของข้าวที่มีสีม่วงแดง และพบว่า ร้อยละ 85.00 ของสารแอนโทไซยานินในข้าวที่มีสีดำ บริเวณเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวหลุดออกไปกับพวกเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวจึงทำให้มีค่า TEAC ลดลง

อย่างไรก็ตามควรมีการเพิ่มระยะเวลาในการงอกของข้าว เพื่อให้ได้ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่เพิ่มขึ้น และเพิ่มวิธีที่ใช้ในการทดสอบเพื่อที่จะให้ได้ค่าในการทดสอบมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม และภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้ความรู้และอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือและสถานที่ในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- พัชรภรณ์ รัตนธรรม และคณะ. (2556). สารประกอบฟีนอลิก แอนโทไซยานิน และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องสีงอก. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 44(2), 441–444.
- วัชร หาดยั้ง. (2549). อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระในกลไกของการเกิดมะเร็ง. *วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 34(3), 199–208.
- ศิริพร คำชุม. (2559). *การพัฒนาเครื่องต้มข้าวหมากจากข้าวมีสีที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร). มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, พิษณุโลก.
- Chutipaijit S., Cha-um S. and Sompornpailin K. (2009). Differential accumulations of proline and flavonoids in Indica rice varieties against salinity, *Pak. J. Bot.*, 41(5), 2497–2506.
- Daiponmak W., Theerakulpisut P., Thanonkao P., Vanavichit A. and Prathepha P. (2010). Changes of anthocyanin cyaniding-3-glucoside content and antioxidant activity in Thai rice varieties under salinity stress. *Science Asia*, 36, 286–291.
- Department of Science Service. (2010). Anthocyanin. **Bangkok: Ministry of Science and Technology**. (in Thai)
- Ghosh SK., Missra A., Gilmour DS. (2011). Negative elongation factor accelerates the rate at which heat shock genes are shut off by facilitating dissociation of heat shock factor. *Mol. Cell Biol.*, 31, 4232–4243.

- Umnajkitikorn K., Faiyue, B. and Saengnil K. (2013). Enhancing Antioxidant Properties of Germinated Thai rice (*Oryza sativa* L.) cv. Kum Doi Saket with Salinity. **J. Rice Res.**, 1, 1–8.
- Urtgam, S. and Jongjitvimol, T. (2019). Landrace Rice in Phitsanulok Province. **PSRU Journal of Science and Technology**, 4(1), 19–27.
- Walter M., Marchesan E., Massoni P.F.S., Silva L.P.D., Sartori G.M.S. and Ferreira R.B. (2013). Antioxidant properties of rice grains with light brown, red and black pericarp colors and the effect of processing. **Food Res Int**, 50, 698–730.
- Wang R. (1999). Quantitative structure–activity relationship analysis of phenolic antioxidants. Shandong Medical University, Jinan, Shandong 250012, **P. R. China**, 26, 285–294.
- Yawadio R., Tanimori S. and Morita N. (2007). Identification of Phenolic compounds isolated from pigmented rices and their aldose reductase inhibitory activities. **Food Chem.**, 101, 1616–1625.
- Zhang M., Guo B., Zhang R., Chi J., Wei Z., Xu Z., Zhang Y. and Tang X. (2006). Separation, purification and identification of antioxidant compositions in blank rice. **Agr Sci China.**, 5, 431–440.