



การต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอก 5 สายพันธุ์

Antioxidant Activity from Five Varieties of Germination Brown Rice

นริสรา บัวหลวง*

Narisara Bualuang

มณฑา หมิไพรพฤษ**

Montha Meepriruk

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาการต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอก 5 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี 1 ข้าวกล้องงอกขาวหอมมะลิ 105 ข้าวกล้องงอกหอมมะลิแดง ข้าวกล้องงอกหอมนิล และข้าวกล้องงอกข้าวเหนียวดำ แช่น้ำสะอาดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่ระยะเวลา 6 12 18 24 และ 36 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง นำข้าวที่บ่มมาล้างด้วยน้ำสะอาดและนำไปนึ่งเป็นเวลา 15 นาที นำมาทำแห้งโดยการตากแดด 1-2 วัน แล้วนำข้าวกล้องงอกทั้ง 5 สายพันธุ์ วิเคราะห์หาอัตราการงอก ค่าความชื้น และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ผลการวิจัยพบว่า อัตราการงอกของข้าวกล้องทั้ง 5 สายพันธุ์ อยู่ในช่วง 91-99 % และมีค่าความชื้นอยู่ในช่วง 6.84-7.48 % สภาวะที่เหมาะสมในการทำข้าวกล้องงอกพบว่า ข้าวกล้องงอกปทุมธานี 1 และข้าวกล้องงอก หอมมะลิ 105 แช่ที่ 24 ชั่วโมง บ่มที่ 24 ชั่วโมง สำหรับข้าวกล้องงอกหอมมะลิแดง ข้าวกล้องงอกหอมนิล และข้าวกล้องงอกข้าวเหนียวดำ แช่ที่ 24 บ่มที่ 36 ชั่วโมง มีการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ผลการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระพบว่า ข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี 1 มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงสุด รองลงมาคือ ข้าวกล้องงอกหอมมะลิ 105 ข้าวกล้องงอกหอมมะลิแดง ข้าวกล้องงอกข้าวเหนียวดำ และข้าวกล้องงอกหอมนิล มีปริมาณเท่ากับ ร้อยละ 95.19 93.88 87.90 62.54 และ 63.99 ตามลำดับ

คำสำคัญ : การต้านอนุมูลอิสระ / ข้าวกล้องงอก

*อาจารย์ประจำโรงเรียนอนุบาลตรัง จังหัดกำแพงเพชร

**อาจารย์ประจำโปรแกรมวิทยาศาสตรทั่วไป คณะครุศาสตร มหาวิทาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

ABSTRACT

This research aims to study antioxidant activity of the five varieties of germinated brown rice including Pathum Thani 1, Jasmine Rice 105, Red Jasmine, Hom Nin Rice and black rice. The germination process was performed by soaking brown rice in clean water for 24 hours and incubated for 6, 12, 18, 24, and 36 hours at room temperature, then cleaned and washed with clean water, steamed for 15 minutes and dried under sun light for 1-2 days. The five varieties of germinated brown rice were analyzed; germination rate, moisture content, and antioxidant activity. These results found that the germination rate of germinated brown rice from five varieties was 91-99 % and moisture content was 6.84-7.48 %. The optimal conditions of germinated brown rice shown that Pathum Thani 1 and Jasmine Rice 105 were soaked in clean water at 24 hours and incubated for 24 hours. While Red Jasmine, Hom Nin and Black rice were soaked in clean water at 24 hours and incubation for 36 hours. The antioxidant activity of germinated brown rice of Pathum Thani 1 presented highest values, follow by Jasmine Rice 105, Red Jasmine, Black rice and Hom Nin Rice were 95.19, 93.88, 87.90, 62.54 and 63.99, respectively.

Keywords : Antioxidant activity / Germinated Brown Rice

บทนำ

ข้าวเป็นอาหารหลักที่มีความสำคัญต่อประเทศไทย และเป็นแหล่งของสารอาหารที่สำคัญ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน เส้นใยอาหาร สารกาบาและสารกลุ่มฟีนอลิกขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และการขัดสีข้าว ข้าวขาวที่คนไทยส่วนใหญ่บริโภคมีสารอาหารน้อยกว่าข้าวกล้องเนื่องจากข้าวขาวเป็นข้าวที่ผ่านการขัดสีหลายครั้งทำให้จมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวหลุดออก ซึ่งส่วนที่หลุดไปนั้นเป็นแหล่งสะสมสารอาหาร ปัจจุบันมีคนสนใจบริโภคข้าวกล้องเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากข้าวกล้องมีวิตามิน แร่ธาตุ และเส้นใยอาหาร ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายมากกว่าข้าวขาวธรรมดา และยังป้องกันโรคต่างๆ ได้อีกด้วย แต่ข้าวกล้องเมื่อหุงแล้วจะมีลักษณะร่วนและแข็งกว่าข้าวขาวธรรมดา ผู้บริโภคจึงไม่นิยมรับประทานการพัฒนาข้าวกล้องมาเป็นข้าวกล้องอก โดยจะนำข้าวกล้องไปแช่น้ำ โดยใช้ข้าวกล้องใหม่ๆ ที่สีเอาเปลือกออกมาไม่เกิน 2 สัปดาห์ ข้าวกล้องอกเมื่อนำไปหุงจะมีลักษณะนุ่มมากกว่าข้าวกล้อง อีกทั้งมีสารอาหารเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity) ที่มีคุณค่าทางโภชนาการและประโยชน์ในทางการแพทย์ (Moongngarm & Saetung, 2010) ข้าวกล้องอกมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (ปวีณา และประภัสสร, 2555) ที่สำคัญต่อสุขภาพ ช่วยป้องกัน การเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน โรคเบาหวาน โรคต่อกระดูก ช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันโรคและยังช่วยลดความแก่ชรา (ประสงค์, 2553) นอกจากนี้ยังมีสารกาบา (Gamma-Aminobutyric Acid) ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของสารอาหารภายในเมล็ดข้าว ให้เป็นสารอาหารที่มีโมเลกุลเล็กลง ข้าวกล้องที่ผ่านกระบวนการงอกจะมีสารกาบาเพิ่มขึ้นมากกว่าปกติถึง 15 เท่า ซึ่งสารกาบานี้มีส่วนช่วยป้องกันโรคอัลไซเมอร์ ช่วยลดภาวะความดันโลหิตสูง (Matsuo, et al, 2010) และลดไขมันในเลือด (Usuki, S. et al, 2011) อีกทั้งช่วยกระตุ้นการไหลเวียนเลือดของสมอง ทำให้เลือดไปเลี้ยงสมองได้ดีจึงช่วยทำให้สมอง ผ่องคลาย (Su, et al, 2003; Matsumoto, et al, 2007, Huang,et. al., 2007) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณกาบาเกิดจากเอนไซม์ Glutamate Decarboxylase ที่ถูกสร้างขึ้นจากกระบวนการทางชีวเคมีเร่งปฏิกิริยาระหว่างกรดอะมิโนกลูตาเมต

กับไฮโดรเจนไอออนได้สารกาบา (Coda, et al., 2010) และการเพิ่มขึ้นของฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเกิดจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณกาบาและสารฟีนอลิก ซึ่งมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (วรัณพร และคนอื่นๆ, 2555)

งานวิจัยที่ผ่านมารายงานว่า ข้าวกล้องงอกประกอบไปด้วย สารอาหารที่สำคัญ ได้แก่ สารต้านอนุมูลอิสระ สารแกมมา-ออร์ซานอล สารโทโคไตรอีนอล สารเบต้าแคโรทีน สารแอนโทไซยานินส์และกรดไฟติก และโดยเฉพาะสารแกมมา-อะมิโนบิวทริกแอซิด หรือสารกาบา ซึ่งมีความสำคัญทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาท (Zhang, et al., 2007) ซึ่งสารต่างๆ เหล่านี้ไม่พบในข้าวขัดสีจนขาว โดยสารเหล่านี้มีประโยชน์และมีสรรพคุณทางยา ทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยการหมุนเวียนของกระแสโลหิต ชะลอการเสื่อมของเซลล์ร่างกาย สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งและโรคเรื้อรังได้หลายโรค (Oh, & Oh, 2004; Shoichi, 2004 and Komatsuzaki, et al, 2007) ดังนั้นเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับข้าว ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวกล้องงอกที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่สูงสุด โดยนำพันธุ์ข้าว 5 สายพันธุ์ มาใช้ในการศึกษา ได้แก่ ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ข้าวพันธุ์หอมนิล ข้าวพันธุ์หอมมะลิ 105 ข้าวพันธุ์หอมมะลิแดง ข้าวท่าหรือข้าวเหนียวดำ ซึ่งข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์นี้ล้วนมีคุณลักษณะ และปริมาณสารสำคัญที่แตกต่างกันไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้ข้าวกล้องจำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ปทุมธานี 1 พันธุ์หอมมะลิ 105 พันธุ์หอมมะลิแดง พันธุ์หอมนิล และพันธุ์ข้าวเหนียวดำ

การผลิตข้าวกล้องงอก นำเมล็ดข้าวกล้องทั้ง 5 สายพันธุ์ แช่ลงในน้ำสะอาดในอัตราส่วนข้าวกล้องต่อน้ำสะอาดเท่ากับ 1:3 แขนาน 24 ชั่วโมง และทำการเปลี่ยนน้ำเมื่อเริ่มมีกลิ่นหรือเริ่มเกิดฟอง ทำความสะอาดข้าวกล้องที่ผ่านการแช่น้ำโดยการกวเบาๆ เพื่อไม่ให้ส่วนที่เป็นจมูกข้าวหรือเอ็มบริโอหลุดออกจากเมล็ดข้าวกล้อง จากนั้นนำข้าวกล้องไปต้มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6, 12, 18, 24 และ 36 ชั่วโมง โดยคลุมข้าวกล้องด้วยผ้าขาวบางสะอาดและพรมน้ำทุกๆ 4 ชั่วโมง นำข้าวกล้องงอก 5 สายพันธุ์ไปล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อป้องกันการปนเปื้อนและการสะสมของเชื้อรา นำไปนึ่งเป็นเวลา 15 นาที เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และหยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการแช่น้ำ แล้วนำไปทำให้แห้งด้วยการตากแดด 1-2 วัน จะได้ข้าวกล้องงอก 5 สายพันธุ์ คือ ข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี 1 ข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมมะลิ 105 ข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมมะลิแดง ข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมนิล และข้าวกล้องงอกข้าวเหนียวดำ

การศึกษ้อัตราการงอก คัดเลือกข้าวกล้องที่มีจมูกข้าวมา 100 เมล็ด มาผ่านกระบวนการงอก แล้วทำการนับดูเมล็ดที่มีการงอกสมบูรณ์ มีกีกเปอร์เซ็นต์ โดยอัตราการงอกต้องไม่น้อยกว่า 80 % (มาตรฐานสินค้าเกษตร, 2555 และนนุช, 2555)

การวิเคราะห์ความชื้น

วิเคราะห์ความชื้นของข้าวกล้องงอกทั้ง 5 สายพันธุ์ (AOAC, 2000) โดยนำข้าวกล้องงอกประมาณ 1-2 กรัม ใส่ลงในถ้วยอะลูมิเนียม นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นำออกมาวางให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก นำไปอบซ้ำ จนได้น้ำหนักที่คงที่ แล้วคำนวณค่าความชื้น

การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

การเตรียมสารสกัดหยาบจากข้าว (ดัดแปลงจาก Moongngarm, et al., 2010) โดยนำเมล็ดข้าวกล้องงอกและข้าวกล้อง (กลุ่มควบคุม) ทั้ง 5 สายพันธุ์ ทำการบดละเอียดแล้วนำไปแช่ในเอทานอล 80% ในอัตราส่วน 1:5 (w/v) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำมาทำให้เข้มข้นด้วยเครื่อง Vacuum rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส แล้วนำสารสกัดหยาบที่ได้มาปรับให้มีความเข้มข้น 5% ด้วยเอทานอล 80% ทำการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ด้วยเทคนิค

DPPH assay (Butsat, et al., 2010) โดยโดยนำ 0.1 mM DPPH (1.9 mL) ในเอทานอล นำไปสแกนหาความยาวคลื่นสูงสุดของการดูดกลืนแสง (λ_{max}) ที่ความยาวคลื่น 400-800 nm. ด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ นำตัวอย่างสารสกัดนำสารสกัดหยาบจากข้าวกล้องงอกและข้าวกล้อง จำนวน 5 ตัวอย่าง ความเข้มข้น 5 $\mu\text{g/L}$ มาอย่างละ 1 ml ผสมกับสารละลาย DPPH 2 ml ในหลอดทดลอง ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุด (λ_{max}) เปรียบสารละลายควบคุม (Control) โดยใส่เอทานอล 80% อย่างละ 1 ml ผสมกับสารละลาย DPPH 2 ml ในหลอดทดลอง ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุด

ผลการวิจัย

อัตราการงอกของข้าวกล้องทั้ง 5 สายพันธุ์คือ ข้าวกล้องงอกปทุมธานี 1 ข้าวกล้องงอกหอมมะลิ 105 ข้าวกล้องงอกหอมมะลิแดง ข้าวกล้องงอกหอมนิล และข้าวกล้องงอกข้าวเหนียวดำ โดยใช้ข้าวกล้องแต่ละสายพันธุ์จำนวน 100 เมล็ดมีอัตราการงอกดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราการงอกของข้าวกล้อง 5 สายพันธุ์

เวลาบ่ม (ชม.)	อัตราการงอก (%)				
	ข้าวกล้องงอก ปทุมธานี 1	ข้าวกล้องงอก หอมมะลิ 105	ข้าวกล้องงอก หอมมะลิแดง	ข้าวกล้องงอก หอมนิล	ข้าวกล้องงอกข้าว เหนียวดำ
6	54	58	52	51	54
12	77	75	79	73	71
18	88	89	82	83	81
24	97	95	90	91	92
36	100	100	100	100	100

อัตราการงอกของข้าวกล้อง ทั้ง 5 สายพันธุ์คือ ข้าวกล้องงอกปทุมธานี 1 ข้าวกล้องงอกหอมมะลิ 105 ข้าวกล้องงอกหอมมะลิแดง ข้าวกล้องงอกหอมนิล และข้าวกล้องงอกข้าวเหนียวดำ โดยแช่น้ำสะอาด 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบ่มที่ระยะเวลา 6, 12, 18, 24 และ 36 ชั่วโมง พบว่า อัตราการงอกของข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ ที่ระยะเวลาการบ่ม 18, 24 และ 36 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์ความงอกอยู่ในช่วง 81-100% ซึ่งมีอัตราการงอกไม่น้อยกว่า 80 % (มาตรฐานสินค้าเกษตร, 2555 และนนุช วงศ์สินชอน, 2555) โดยข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ มีอัตราการงอก 100% ที่ระยะเวลาการบ่มที่ 36 ชั่วโมง รองลงมาคือบ่มที่เวลา 24 และ 18 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับบ่มที่ 6 และ 12 ชั่วโมง มีอัตราการงอกที่น้อยกว่า 80 % ค่าความชื้นของข้าวกล้องงอกทั้ง 5 สายพันธุ์คือ ปทุมธานี 1 หอมมะลิ 105 หอมมะลิแดง หอมนิล ข้าวเหนียวดำ มีอัตราการงอกดังนี้ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าความชื้นของข้าวกล้องงอก 5 สายพันธุ์

เวลาบ่ม (ชม.)	ค่าความชื้น (%)				
	ข้าวกล้องงอก หอมมะลิแดง	ข้าวกล้องงอก หอมมะลิ 105	ข้าวกล้องงอก หอมมะลิแดง	ข้าวกล้องงอก หอมนิล	ข้าวกล้องงอก ข้าวเหนียวดำ
6	7.997	7.174	7.406	7.768	7.303
12	6.838	7.695	8.035	8.762	7.987
18	7.995	7.025	6.202	5.106	5.458
24	6.841	7.484	6.856	7.009	7.227
36	6.813	5.714	6.357	6.874	6.659

ค่าความชื้นของข้าวกล้องงอกทั้ง 5 สายพันธุ์ ที่เวลาการแช่ 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 0, 6, 12, 18, 24 และ 36 ชั่วโมง พบว่า ข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ที่ทุกระยะเวลาการบ่มมีค่าความชื้น (Moisture Content) อยู่ในช่วง 5.106 - 8.762% ซึ่งไม่เกิน 12 % โดยน้ำหนัก (มาตรฐานสินค้าเกษตร, 2555)

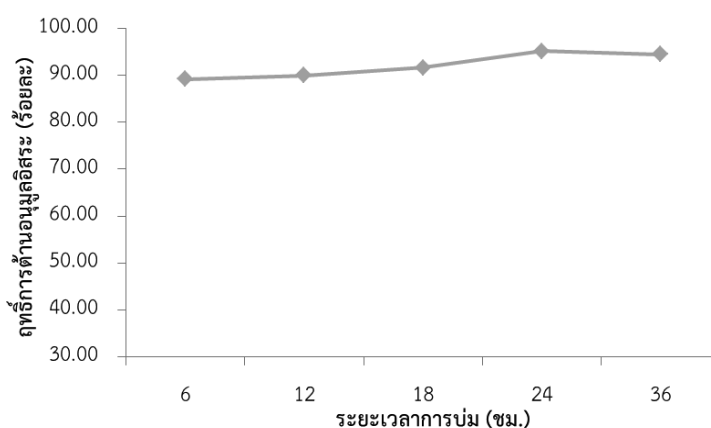
ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant Activity)

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกทั้ง 5 สายพันธุ์คือ ข้าวกล้องงอกปทุมธานี 1 ข้าวกล้องงอกหอมมะลิ 105 ข้าวกล้องงอกหอมมะลิแดง ข้าวกล้องงอกหอมนิล และข้าวกล้องงอกข้าวเหนียวดำ โดยแช่ข้าวที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 5 ระยะคือ 6, 12, 18, 24 และ 36 ชั่วโมง มีผลการวิจัยดังนี้

ระยะเวลาการบ่มที่เหมาะสม

1. ปทุมธานี 1

แช่ข้าวกล้องงอกปทุมธานี 1 ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 5 ระยะคือ 6, 12, 18, 24 และ 36 ชั่วโมง มีผลดังนี้

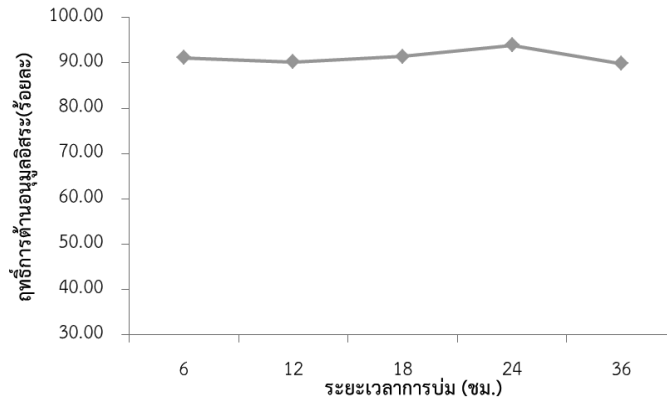


รูปที่ 1 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกปทุมธานี 1 แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 6, 12, 18, 24 และ 36 ชั่วโมง

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกปทุมธานี 1 แช่ที่ 24 ชั่วโมง บ่มที่ 6, 12, 18, 24 และ 36 ชั่วโมง พบว่า ข้าวกล้องงอกปทุมธานี 1 แช่ที่ 24 บ่มที่ 24 ชั่วโมง มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ 36, 18, 12 และ 6 ชั่วโมง เท่ากับ ร้อยละ 95.19±0.37 94.46±0.55 91.69±1.83 89.94±1.34 และ 89.21± 1.68 ตามลำดับ

2. หอมมะลิ 105

แช่ขั้วกลีบดอกหอมมะลิ 105 แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 6, 12, 18, 24 และ 36 ชั่วโมง มีผลฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของขั้วกลีบดอกหอมมะลิ 105 แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่ 6, 12, 18, 24 และ 36 ชั่วโมง

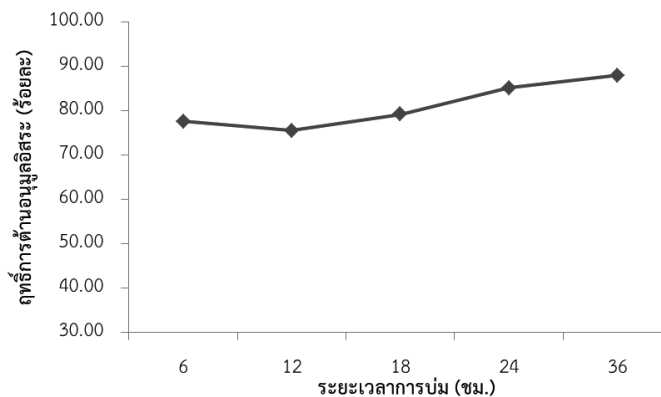


รูปที่ 2 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของขั้วกลีบดอกหอมมะลิ 105 แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 6, 12, 18, 24 และ 36 ชั่วโมง

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของขั้วกลีบดอกหอมมะลิ 105 แช่ที่ 24 ชั่วโมง บ่มที่ 6, 12, 18, 24 และ 36 ชั่วโมงพบว่า ขั้วกลีบดอกหอมมะลิ 105 แช่ที่ 24 บ่มที่ 24 ชั่วโมง มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ 18, 6, 12 และ 36 ชั่วโมง มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ ร้อยละ 93.88 ± 1.18 91.40 ± 1.32 91.11 ± 1.20 90.23 ± 0.51 และ 89.80 ± 0.39 ตามลำดับ

3. หอมมะลิแดง

แช่ขั้วกลีบดอกหอมมะลิแดงที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 6, 12, 18, 24 และ 36 ชั่วโมง มีผลดังนี้

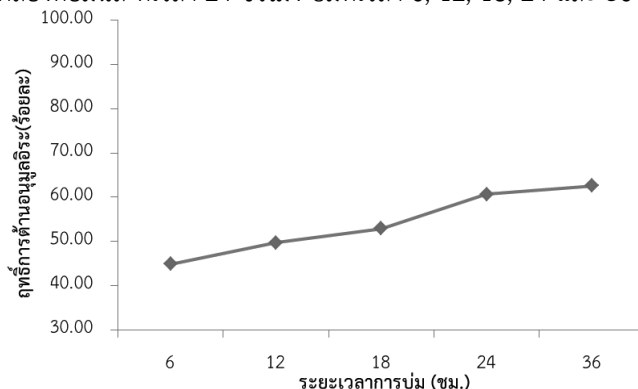


รูปที่ 3 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของขั้วกลีบดอกหอมมะลิแดง แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มเวลา 6, 12, 18, 24 และ 36 ชั่วโมง

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของขั้วกลีบดอกหอมมะลิแดง แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 6, 12, 18, 24 และ 36 ชั่วโมง พบว่า ขั้วกลีบดอกหอมมะลิ 105 แช่ที่เวลา 24 บ่มที่เวลา 36 ชั่วโมง มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ 24, 18, 6 และ 12 ชั่วโมงเท่ากับ ร้อยละ 87.90 ± 1.15 85.13 ± 1.46 79.15 ± 1.20 77.55 ± 1.76 และ 75.51 ± 1.31 ตามลำดับ

4. หอมนิล

แช่ข้าวกล้องหอมนิล ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 6, 12, 18, 24 และ 36 ชั่วโมง มีผลดังนี้

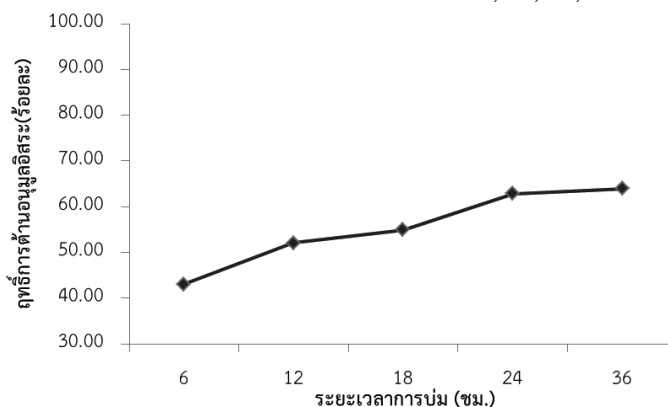


รูปที่ 4 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกหอมนิล แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 6, 12, 18, 24 และ 36 ชั่วโมง

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกหอมนิล แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 6, 12, 18, 24 และ 36 ชั่วโมง พบว่า ข้าวกล้องงอกหอมนิล 105 แช่ที่เวลา 24 บ่มที่เวลา 36 ชั่วโมง มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ 24, 18, 12 และ 6 ชั่วโมง เท่ากับ ร้อยละ 62.54 ± 0.91 60.64 ± 1.65 52.92 ± 1.10 49.71 ± 0.72 และ 44.90 ± 0.95 ตามลำดับ

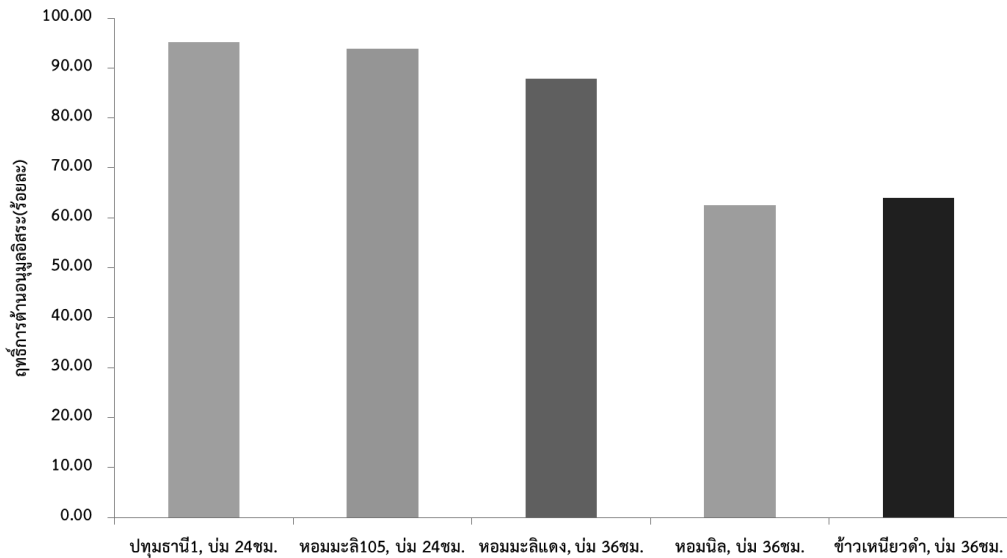
5. ข้าวเหนียวดำ

แช่ข้าวกล้องข้าวเหนียวดำ ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 6, 12, 18, 24 และ 36 ชั่วโมง มีผลดังนี้



รูปที่ 5 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกข้าวเหนียวดำ แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 6, 12, 18, 24 และ 36 ชั่วโมง

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกหอมนิล แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 6, 12, 18, 24 และ 36 ชั่วโมง พบว่า ข้าวกล้องงอกหอมนิล 105 แช่ที่เวลา 24 บ่มที่เวลา 36 ชั่วโมง มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ 24, 18, 12 และ 6 ชั่วโมง เท่ากับ ร้อยละ 63.99 ± 0.62 62.83 ± 1.43 54.96 ± 0.41 52.04 ± 1.42 และ 43.00 ± 1.75 ตามลำดับ



รูปที่ 6 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอก 5 สายพันธุ์ ที่สภาวะที่ดีที่สุด

ระยะการแช่และบ่มข้าวที่เหมาะสมคือ ข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี 1 แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 24 ชั่วโมง ข้าวกล้องงอกหอมมะลิ 105 แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 24 ชั่วโมง ข้าวกล้องงอกหอมมะลิแดง แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 36 ชั่วโมง ข้าวกล้องงอกข้าวเหนียวดำ แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 36 ชั่วโมง และข้าวกล้องงอกหอมนิล แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 36 ชั่วโมง ผลแสดงดังรูป 6 การต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้อง 5 สายพันธุ์ที่สภาวะที่ดีที่สุด โดยที่ ข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี 1 แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 24 ชั่วโมง มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ข้าวกล้องงอกหอมมะลิ 105 แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 24 ชั่วโมง ข้าวกล้องงอกหอมมะลิแดง แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 36 ชั่วโมง ข้าวกล้องงอกข้าวเหนียวดำ แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 36 ชั่วโมง และข้าวกล้องงอกหอมนิล แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 36 ชั่วโมง เท่ากับ ร้อยละ 95.19 ± 0.37 93.88 ± 1.18 87.90 ± 1.15 62.54 ± 0.91 63.99 ± 0.62 ตามลำดับ

อภิปรายผล

ข้าวกล้องงอก 5 สายพันธุ์ คือ ข้าวกล้องงอกปทุมธานี 1 ข้าวกล้องงอกหอมมะลิ 105 ข้าวกล้องงอกหอมมะลิแดง ข้าวกล้องงอกหอมนิล และข้าวกล้องงอกข้าวเหนียวดำ แช่ในน้ำสะอาดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบ่มที่ระยะเวลา 6, 12, 18, 24 และ 36 ชั่วโมง พบว่า อัตราการงอกของข้าวกล้องทั้ง 5 สายพันธุ์ ที่ระยะเวลากการบ่ม 18 24 และ 36 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์ความงอกอยู่ในช่วง 82-100% ซึ่งมีอัตราการงอกไม่น้อยกว่า 80 % (มาตรฐานสินค้าเกษตร, 2555 และนนช, 2555) ถือว่าข้าวกล้องนำไปเพาะเป็นข้าวกล้องงอกได้ โดยที่ทุกระยะเวลากการบ่มมีค่าความชื้น อยู่ในช่วง 5.106-8.762% ไม่เกิน 12 % โดยน้ำหนัก (มาตรฐานสินค้าเกษตร, 2555) ถ้าค่าความชื้นเกิน 12% ซึ่งเป็นค่าความชื้นของข้าวกล้องงอกอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการเก็บรักษา

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี 1 แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 24 ชั่วโมง มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงสุด รองลงมาคือ ข้าวกล้องงอกหอมมะลิ 105 แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 24 ชั่วโมง ข้าวกล้องงอกหอมมะลิแดง แช่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 36 ชั่วโมง ข้าวกล้องงอก

ข้าวเหนียวดำ แซ่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 36 ชั่วโมง และข้าวกล้องงอกหอมนิล แซ่ที่เวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่เวลา 36 ชั่วโมง เท่ากับ ร้อยละ 95.19+0.37 93.88+1.18 87.90+1.15 62.54+0.91 63.99+0.62 ตามลำดับ ข้าวกล้องงอกข้าวปทุมธานี 1 และข้าวกล้องงอกข้าวหอมมะลิ 105 มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่า ข้าวกล้องงอกข้าวหอมมะลิแดง ข้าวกล้องงอกข้าวเหนียวดำ และข้าวกล้องงอกข้าวหอมนิล ซึ่งข้าวขาวจะมี ปริมาณกาบาสูงที่สุดที่การบ่ม 24 ชั่วโมง ข้าวกล้องงอกมีปริมาณกาบาสูงขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของ เมล็ดระหว่างการงอก (พัชรี, 2553) โดยข้าวกล้องที่ผ่านการงอกมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าข้าวกล้อง (ภคินี และคนอื่นๆ, 2556) การเพิ่มขึ้นของฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกอาจเนื่องจากการเพิ่มขึ้น ของปริมาณกาบาและสารฟีนอลิก ซึ่งมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระชนิดหนึ่ง (วรมพร และคนอื่นๆ, 2555) ซึ่งปริมาณกาบาเกิดจากเอนไซม์กลูตาเมตดีคาร์บอกซีเลส (glutamate decarboxylase) ที่ถูกสร้างขึ้นจาก กระบวนการทางชีวเคมีในระหว่างการงอก ซึ่งช่วยเร่งปฏิกิริยาระหว่างกรดอะมิโนกลูตาเมตกับไฮโดรเจนไอออน ซึ่งจะเปลี่ยนจากกรดแกลลลูตามิก (L-glutamic Acid) เป็นสารกาบา (CODA project, 2010) และพันธุ์ข้าวที่ แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณสารกาบา (Karladee, et al., 2012)

เอกสารอ้างอิง

- นงนุช วงศ์สินชวน (2555). การเพาะข้าวกล้องงอก. *มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 33(2), 57-62.
- ประสงค์ เทียนบุญ. (2553). บทบาทของสารต้านอนุมูลอิสระกับสุขภาพ. *คลินิกอาหารและโภชนาการ*, 4(2), 69-76.
- ปวีณา รัตนเสนา และประภัสสร บุขหมั่น. (2555). กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในข้าวกล้องข้าวกล้องงอกและข้าวฮางอกของข้าวไทยบางสายพันธุ์. ในการประชุมวิชาการ **ข้าวแห่งชาติ ครั้งที่ 2**. (หน้า 623-627). มหาสารคาม : ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พชร ปัญญาภาค และคนอื่นๆ (2553). ความสัมพันธ์ของลักษณะเมล็ดและการงอกกับปริมาณสาร Gamma-Aminobutyric Acid (GABA) ในข้าว 14 พันธุ์. *วารสารพฤกษศาสตร์ไทย*, 2(พิเศษ), 97-113.
- ภคินี อัครเวสสะพงศ์ และคนอื่นๆ (2556). ความสัมพันธ์ของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระกับปริมาณ Tocopherol และ gamma aminobutyric acid (GABA) ในข้าวกล้องและข้าวกล้องงอก. ในการประชุม **วิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาวครั้งที่ 30**. (หน้า 264-277). กรุงเทพฯ : สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว.
- มาตรฐานสินค้าเกษตรอาหารแห่งชาติ, สำนักงาน. (2555). **ข้าวกล้องงอก**. กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- วัชรพร วงศ์สุติน และคนอื่นๆ (2555, พฤษภาคม-ธันวาคม). การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารสำคัญในข้าวกล้องงอก. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 43(2), 553-556.
- AOAC. (2000). **Official methods of analysis**. (17 th ed). Washington, D.C., Association of official analytical chemists.
- Coda, R, Rizzello, CG & Gobetti, M. (2010, February). Use of sourdough fermentation and pseudo-cereals and leguminous flours for the making of a functional bread enriched of **γ**-aminobutyric acid (GABA). *Int. J. Food Microbiol*, 137, 236-245.
- Huang J, Mei L-h, Wu H, Lin D-q. (2007). Biosynthesis of **γ**-aminobutyric acid (GABA) using immobilized whole cells of *Lactobacillus brevis*. *World J Microbiol Biotechnol*, 23, 865-871.
- Karladee D, Suriyong S. (2012, March). **γ**-Aminobutyric acid (GABA) content in different varieties of brown rice during germination. *Science Asia*, 38(1), 13-17.
- Komatsuzaki, N., et al. (2007, January). Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice. *Food Engineering*, 78(2), 556-560
- Matsumoto, D., et al. (2009, June). Effects of gamma-aminobutyric acid administration on health and growth rate of group-housed Japanese black calves fed using an automatic controlled milk feeder. *J Vet Med Sci*, 71(5), 651-656.

- Matsuo, A., et al. (2010, April). Hydrolysis of phytate in brown rice-added bread by addition of crude and purified aspergillus niger phytase preparations during bread making. **Functional Foods**, 4(2), 513-519.
- Moongngarm, A. & Saetung, N. (2010, October). Comparison of chemical compositions and bioactive compounds of germinated, rough rice and brown rice. **Food Chemistry**, 122(3), 782-788.
- Oh, C.H. & Oh, S.H. (2004, April). Effect of germinated brown rice extracts with enhanced levels of GABA on cancer cell proliferation and apoptosis. **J. Medicinal Food**, 7(1), 19-23.
- Shen, Y., et al. (2009, January). Total phenolics, flavonoids, antioxidant capacity in rice grain and their relations to grain color, size and weight. **J. Cereal Sci**, 49(1), 106-111.
- Shoichi, I. (2004, February). Marketing of Value-Added Rice Production in Japan : Germinated Brown Rice and Rice Bread, In Rice in Global Markets. **UN Food in Global Markets**, 4(7), 1-10.
- Su, Y-C, et al. (2003, January). Production of the secondary metabolites gamma-aminobutyric acid and monacolin K by Monascus. **J. Ind. Microbiol. Biotechnol**, 30(1), 41-46.
- Usuki, S., et al. (2011, November). Effect of pre-germinated brown rice intake on diabetic neuropathy in streptozotocin-induced diabetic rats. **PLoS ONE**, 6(4), e28693.
- Vichapong, J., et al. (2010, November). High performance liquid chromatographic analysis of phenolic compounds and their antioxidant activities in rice varieties. **Food Sci. Technol**, 43(9), 1325-1330.
- Zhang, H., Yao, H.Y. & Chen, F. (2007). Genotype and environmental effects on the relationship between alpha-amylase activity and seedling growth in rice. **Bioscience Biotechnology Biochemistry**, 5(70), 1160-1165.