

โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวกล้องงอก

Instant Porridge from Germinated Brown Rice

สุภาณี จงดี¹⁾ กฤษณา สุตหะสาร²⁾ รานี เคนเหลื่อม³⁾

Supanee Jongdee¹⁾ Grissana Sudthasarn²⁾ Rane Kenlueam³⁾

Abstract

Germinated brown rice (GBR) has high nutritional value that related to health benefit. This study investigated the factors effecting the nutritional value in GBR of 2 rice varieties (Khao Dawk Mali 105 and Pathumthani 1). The GBR was processed to instant porridge and the shelf life of instant porridge from GBR was studied. GBR of 2 varieties were prepared by having germination time for 22 and 26 hours (soaking in water for 6 hours then incubated for 16 - 20 hours) in 2 conditions (dark and normal) at 30 °C. The nutritional value in GBR was analyzed e.g. total amino acids, proteins, reducing sugar, phenolic compounds and gamma oryzanol. GBR produced in the dark condition for 26 hours contained more nutritional value than in milled rice and brown rice, containing total amino acids 18 - 19 mg/100 g, reducing sugar 1,003 -1,058 mg/100 g, phenolic compounds 59 - 65 mg/100 g and gamma oryzanol 45 - 56 mg/100 g. Instant porridge from GBR was produced from 2 rice varieties and kept in the room temperature (25 - 35 °C) to test for sensory taste every month. The instant porridge from GBR of 2 rice varieties had shelf life lasted for 5 months.

Keywords : germinated brown rice (GBR), nutritional value, Khao Dawk Mali 105, Pathumthani 1, instant porridge, shelf life

บทคัดย่อ

การทำข้าวกล้องงอก เป็นนวัตกรรมของการเพิ่มสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพและเพิ่มมูลค่าของข้าว การนำข้าวกล้องงอกมาแปรรูปเป็นโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป ทำให้สะดวกและรวดเร็วในการปรุงเป็นอาหาร จากการศึกษาวิธีทำข้าวกล้องงอกเพื่อให้เกิดสารอาหาร และสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุดในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และปทุมธานี 1 โดยการเพาะข้าวกล้องให้งอกเป็นเวลา 22 และ 26 ชม. ทั้งห้องทดลองในสภาพปกติและสภาพมืดที่อุณหภูมิ 30 °ซ. พบว่า การเพาะในสภาพมืดเป็นเวลา 26 ชม. ทำให้ปริมาณสารอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นสูงสุดในข้าวกล้องงอกของข้าวทั้งสองพันธุ์ มี amino acids โดยรวม 18-19 มก./100 กรัม มากกว่าในข้าวสารประมาณ 60 เท่า ปริมาณโปรตีนในข้าวกล้องงอกเพิ่มขึ้นจากข้าวกล้องและข้าวสารเพียงเล็กน้อย ปริมาณน้ำตาลเชิงเดี่ยวที่เกิดขึ้นในข้าวกล้องงอก 1,003 - 1,058 มก./100 กรัม สูงกว่าในข้าวสารประมาณ 4 - 6 เท่า และสารต้านอนุมูลอิสระพวก phenolic compounds ในข้าวกล้องงอกเพิ่มมากกว่าในข้าวสารและข้าวกล้อง 59-65 มก./100 กรัม การเพาะข้าวกล้องที่ใช้เวลา 26 ชั่วโมงในสภาพมืดให้ปริมาณ gamma oryzanol สูงสุดคือ 45 - 56 มก./100 กรัม ได้นำข้าวกล้องงอกที่

1) ศูนย์วิจัยข้าวนครราชสีมา อ.พิมาย จ.นครราชสีมา 30110 โทรศัพท์ 0-4447-1583

Nakhon Ratchasima Rice Research Center, Phimai, Nakhon Ratchasima 30110 Tel. 0-4447-1583

2) ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร อ.เมือง จ.สกลนคร 47000 โทรศัพท์ 0-4271-1471

Sakon Nakhon Rice Research Center, Mueang, Sakon Nakhon 47000 Tel. 0-4271-1471

3) ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี อ.เมือง จ.อุบลราชธานี 34000 โทรศัพท์ 0-4534-4103

Ubon Ratchathani Rice Research Center, Mueang, Ubon Ratchathani 34000 Tel. 0-4534-4103

เพาะเป็นเวลา 26 ชม. ในสภาพมืดไปทำโจ๊กสำเร็จรูปบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ชิมให้การยอมรับระดับดี - ปานกลาง ทั้งรสชาติ ความข้นใส และกลิ่น โจ๊กสำเร็จรูปสามารถเก็บไว้ได้ในสภาพอุณหภูมิห้องนาน 5 เดือน

คำสำคัญ : ข้าวกล้องงอก คุณค่าทางอาหาร ข้าวดอกมะลิ 105 ปทุมธานี 1 โจ๊กสำเร็จรูป อายุการเก็บรักษา

คำนำ

เมล็ดข้าวที่ได้รับความชื้นตั้งแต่ 35 - 36 % เมล็ดจะงอก (Komatsuzaki *et al.*, 2007) เอนไซม์ต่างๆ เช่น protease จะย่อยโปรตีนเป็น amino acids และ amylase จะย่อยสลายแป้งเป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยว (reducing sugars) ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ทันที ทำให้ข้าวกล้องงอกมีรสหวาน เมล็ดข้าวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ โดยเห็นส่วนของต้นอ่อนงอกออกมาจากส่วนที่เป็นคัพภะยาวประมาณ 0.5 - 1 มล. เรียกว่า “ข้าวกล้องงอก” ในข้าวกล้องงอกมีสารอาหารกลุ่ม amino acids เพิ่มขึ้นหลายชนิด ที่สำคัญได้แก่ gamma amino butyric acid หรือ GABA สารนี้ช่วยให้การทำงานของไตดีขึ้น ช่วยลดความดันโลหิต ช่วยให้การไหลเวียนโลหิตในสมองดีขึ้น ป้องกันการเสื่อมของสมองและช่วยลดไขมันในเส้นเลือด (Beasley, 2004; DOMER, 2004) Osawa และคณะ (2004) พบว่า ผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตสูงเมื่อรับประทานข้าวกล้อง ภายใน 4 สัปดาห์สามารถลดความดันโลหิตของคนที่ใช้ได้ มีงานวิจัยตรวจสอบหาสาร GABA ในคัพภะข้าวหอมไทย 2 พันธุ์ คือ ข้าวดอกมะลิ 105 และ ปทุมธานี 1 โดยนำคัพภะแช่น้ำเป็นเวลา 4 ชม. ที่อุณหภูมิ 40 °ซ. ทำให้เกิดสาร GABA สูงสุดในข้าวปทุมธานี 1 (555.1 มก./กก.) แต่ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีสาร GABA ต่ำกว่าเล็กน้อย (Varanyanond *et al.*, 2005)

นอกจากนี้ เมล็ดข้าวงอกยังผลิตกรดอะมิโนที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ หรือสร้างได้ในปริมาณน้อย คือ lysine โดยมีปริมาณมากกว่าข้าวกล้องปกติ 2 เท่า (Komatsuzaki *et al.*, 2007) ซึ่ง lysine ช่วยเสริมสร้างและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย รวมทั้งมี dietary fiber เพิ่มขึ้นมากกว่าข้าวสาร 3.7 เท่า ช่วยในการขับถ่าย และป้องกันการเกิดมะเร็งในลำไส้ใหญ่ ป้องกันการเกิดโรคเบาหวานเนื่องจากช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (Seki *et al.*, 2005) และยังพบสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น วิตามินอี สาร phenolic compounds ซึ่งเป็น

ส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวกล้อง พบมากในส่วนผนังเซลล์ของ endosperm และในผนังเซลล์ของ aleurone layer จะมีสาร phenolic compounds มากที่สุด (Zhou *et al.*, 2004; Tian *et al.*, 2004) และ gamma oryzanol ซึ่งสารตัวนี้ช่วยลดการดูดซึมของ cholesterol ในเลือด (Rong *et al.*, 1997)

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำข้าวกล้องงอกจากข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และปทุมธานี 1 การทำโจ๊กสำเร็จรูปจากข้าวกล้องงอก และระยะเวลาการเก็บรักษาโจ๊กสำเร็จรูปดังกล่าว

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้มี 2 ขั้นตอน คือ

1. ศึกษาวิธีการทำข้าวกล้องงอก จากข้าวเจ้าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และปทุมธานี 1 เพื่อใช้ทำโจ๊กสำเร็จรูป

1.1 ตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความงอกของข้าวกล้องงอก นำเมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์ดังกล่าวมาเพาะเป็นข้าวกล้อง ทำการคัดแยกข้าวหักออกให้เหลือเฉพาะข้าวกล้องสมบูรณ์ที่มีคัพภะติดอยู่ (Fig. 1 และ 2) นำเมล็ดข้าวไปเพาะในจานเพาะ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 100 เมล็ด ตรวจสอบนับเมล็ดข้าวกล้องที่งอกสมบูรณ์หลังการเพาะ 7 วัน

1.2 การเพาะข้าวกล้องงอกให้ได้สารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายสูง ทำการเพาะเมล็ดใน 2 สภาพ คือ เพาะในห้องปฏิบัติการปกติ และในสภาพมืดที่อุณหภูมิ 30 °ซ. ใช้เวลาในการเพาะ 22 และ 26 ชม. โดยให้นำเมล็ดข้าวกล้องแช่น้ำสะอาด 6 ชม. แล้วเทน้ำออกล้างให้สะอาดหุ้มด้วยผ้าขาวบาง เก็บในภาชนะที่มีฝาปิดสนิทเป็นเวลา 16 และ 20 ชม. วางแผนการทดลอง completely randomized design (CRD) มี 3 ซ้ำ 6 กรรมวิธี (สภาพการเพาะเมล็ด) วิเคราะห์หาสารอาหารในข้าวกล้องงอก (ดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการคณะเทคโนโลยี



Fig. 1 Germinated brown rice (GBR), having a part of young seedling protruded from the seed 0.5 - 1 mm



Fig. 2 Comparison between germinated brown rice (GBR) and brown rice



Fig.3 Flour from cooked germinated brown rice



Fig. 4 Instant porridge from germinated brown rice packed in aluminum foil bag

การอาหาร มหาวิทยาลัยมหาสารคาม) ดังนี้

- Reducing sugar ด้วยวิธี dinitrosalicylic (DNS) (Miller, 1959)
- ปริมาณโปรตีนโดยวิธีเจลดาลห์ (AOAC, 1990)
- Phenolic compounds ด้วยวิธี total phenolic content (ดัดแปลงจาก Emmons *et al.*, 1999)
- Total amino acids (AOAC, 1990)
- Gamma oryzanol (Xu and Godber, 2000)

1.3 การทำไ้ก้กึ่งสำเร็จรูปจากข้าวกล้องงอก

ทำการเพาะข้าวกล้องงอกโดยกรรมวิธีการเพาะที่ให้สารอาหารสูงสุดจากข้อ 1.2 หุงโดยใช้หม้อหุงข้าวไฟฟ้า ใส่ น้ำปริมาณ 1:1 โดยน้ำหนัก นำข้าวสุกไปบดและทำให้แห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dry) จะได้เกล็ดของแผ่นแป้ง หลังจากนั้นนำไปบดให้เป็นผงแป้ง (Fig. 3) นำเครื่องปรุงที่อบแห้งแล้วมาผสม ได้แก่ แครอท เห็ดหอม ต้นหอม เกลือ น้ำตาล บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ มีน้ำหนักสุทธิ 42 กรัม ไม่ใส่วัตถุกันเสียและผงชูรส ส่วนประกอบของไ้ก้กึ่งสำเร็จรูป ข้าว (75.12%) น้ำตาล (9.76%) โปรตีน (4.88%) เกลือ (7.80%) ผงพริกไทย (0.24%) ขิง (0.49%) แครอท (0.49%) ต้นหอม (0.49%) และเห็ดหอม (0.73%) (Fig. 4)

2. ทดสอบอายุการเก็บรักษาไ้ก้กึ่งสำเร็จรูป

จากข้างออก

เก็บรักษาไ้ก้กึ่งสำเร็จรูปไว้ในอุณหภูมิห้อง (25-35 °ซ.) ทดสอบการยอมรับ โดยวิธีประสาทสัมผัสจากการชิม โดยมีผู้ชิมจำนวน 15 คน ให้คะแนนความชอบจากการชิม ช่วงคะแนน 1-9 ดังนี้ 1= ไม่ชอบที่สุด 2= ไม่ชอบอย่างมาก 3= ไม่ชอบปานกลาง 4= ไม่ชอบเล็กน้อย 5= เฉยๆ 6= ชอบเล็กน้อย 7= ชอบปานกลาง 8= ชอบมาก และ 9= ชอบมากที่สุด ทำการทดสอบทุกเดือน เป็นเวลา 7 เดือน

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การทำข้าวกล้องงอกจากข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ ปทุมธานี 1

1.1 จากการตรวจสอบความงอกของข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และ ปทุมธานี 1 พบว่า มีความงอกเฉลี่ยมากกว่า 95% โดยความงอกของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ นำข้าวกล้องดังกล่าวไปทดลองทำข้าวกล้องงอกต่อไป

สารอาหารที่เกิดขึ้นในข้าวกล้องงอก

การตรวจสอบสารอาหารในข้าวกล้องงอก โดยทั่วไปประเมินจากสาร GABA ซึ่งเป็น amino acids ชนิดหนึ่ง

Table 1 Analytical data of nutritional components of milled rice, brown rice and germinated brown rice (GBR) of KDML105 during incubation for 22 and 26 hours in dark and normal conditions

Treatment	Total amino acid (mg/100 g)	Protein (g/100 g)	Reducing sugar (mg/100 g)
Milled rice	0.32 f	7.33 e	230.60 e
Brown rice	2.83 e	8.07 d	676.53 d
GBR 22 h /dark condition	12.58 d	8.40 c	1,058.37 a
GBR 26 h /dark condition	19.23 a	8.58 b	978.00 b
GBR 22 h /normal condition	14.72 c	8.42 c	776.53 c
GBR 26 h /normal condition	14.82 b	8.88 a	922.83 b
CV (%)	0.4	0.9	4.9

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

ใน total amino acids แต่การศึกษานี้ไม่สามารถหาแหล่งตรวจสอบปริมาณ GABA ได้ จึงประเมินสารอาหารจาก total amino acids

(1) ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 (Table 1) พบว่าข้าวกล้องงอกมีสารอาหารทั้ง 3 ชนิดเพิ่มขึ้นสูงกว่าในข้าวกล้องและข้าวสารประมาณ 2-6 เท่า สภาพการเพาะมีผลทำให้สารอาหารแตกต่างกัน คือ การเพาะในสภาพมืด total amino acids มีค่าสูงกว่าในสภาพปกติ และการเพาะที่ใช้เวลามากกว่า (26 ชม.) ค่า total amino acids เท่ากับ 19.23 มก./100 กรัม สูงกว่าที่ 22 ชม. (12.58 มก./100 กรัม) ส่วนการเพาะในสภาพปกติและใช้เวลา 22 และ 26 ชม. ค่า total amino acids ใกล้เคียงกันคือ 14.72 และ 14.82 มก./100 กรัม ตามลำดับ

Komatsuzaki และคณะ (2007) พบว่า ข้าวกล้องงอกพันธุ์ Haimiori มีปริมาณ GABA สูงกว่าข้าวกล้องปกติ 3.4 เท่า Seki และคณะ (2005) พบว่า ข้าวกล้องงอกของข้าวพันธุ์เมล็ดยาวของญี่ปุ่นมี GABA สูงกว่าข้าวสารถึง 20 เท่า ซึ่งความแตกต่างทางปริมาณของสาร GABA ที่พบอาจเกิดจากกระบวนการเพาะหรือพันธุ์ข้าวที่ใช้แตกต่างกัน

โปรตีนเป็นสารอาหารที่แทรกอยู่ในระหว่างเมล็ดแป้งและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว ข้าวกล้องที่งอกแล้วจะมีปริมาณโปรตีนสูงขึ้นเล็กน้อย การเพาะในสภาพมืดและสภาพ

ปกติและเวลาที่ใช้เพาะ 22 และ 26 ชม. มีปริมาณโปรตีนในข้าวกล้องงอก 8.40 - 8.88% ข้าวสารและข้าวกล้องของพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีปริมาณโปรตีน 7.33 และ 8.07% ตามลำดับ เนื่องจากโปรตีนส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณเยื่อเมล็ดคือชั้นของ aleurone layer ติดกับเยื่อหุ้มเมล็ด เมื่อขัดเอาเยื่อหุ้มเมล็ดออกจึงทำให้ข้าวสารมีโปรตีนลดลง

ข้าวกล้องงอกพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีปริมาณน้ำตาลเชิงเดี่ยว เกิดขึ้นสูงกว่าในข้าวสารและข้าวกล้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเพาะในสภาพมืดเป็นเวลา 22 ชม. จะเกิดน้ำตาลเชิงเดี่ยวในปริมาณสูงสุด (1,058.37 มก./100 กรัม) แต่เมื่อเพาะนานขึ้นเป็นเวลา 26 ชม. จะมีน้ำตาลเชิงเดี่ยวลดลงเหลือ 978 มก./100 กรัม การเพาะในสภาพปกติเป็นเวลา 22 ชม. มีปริมาณน้ำตาลเชิงเดี่ยว 776.53 มก./100 กรัม และเพิ่มขึ้นเป็น 922.83 มก./100 กรัม น้ำตาลเชิงเดี่ยว มีส่วนประกอบของ D-glucose และ D-fructose ที่พืชสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ทันที การสร้างน้ำตาลเชิงเดี่ยวในสภาพมืดเป็นเวลา 22 ชม. สูงกว่าในสภาพปกติในระยะเวลานี้มาก ซึ่งสันนิษฐานว่ากระบวนการงอกในสภาพมืดจะเกิดขึ้นเร็วกว่า และในขณะเดียวกันก็นำน้ำตาลไปใช้เป็นพลังงานในการงอกเพื่อไปเสริมสร้างยอดอ่อน ในขณะที่ข้าวกล้องงอกในสภาพปกติเกิดอย่างช้าๆ จึงมีการสะสมน้ำตาลเชิงเดี่ยวไปเรื่อยๆ จนถึงเวลา 26 ชม. และ

Table 2 Analytical data of nutritional components of milled rice, brown rice and germinated brown rice (GBR) of PTT1 during incubation for 22 and 26 hours in dark and normal conditions

Treatment	Total amino acid (mg/100 g)	Protein (g/100 g)	Reducing sugar (mg/100 g)
Milled rice	0.63 f	7.43 e	211.70 f
Brown rice	3.27 e	8.01 d	409.47 e
GBR 22 h /dark condition	13.66 b	8.49 c	1,003.20 b
GBR 26 h /dark condition	18.72 a	8.67 b	788.37 d
GBR 22 h /normal condition	8.15 d	8.50 c	1,298.03 a
GBR 26 h /normal condition	11.54 c	8.78 a	916.90 c
CV (%)	0.7	1.1	2.3

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

ยังพบว่าคุณสมบัติการหุงต้มของข้าวกล้องงอกมีรสหวานกว่าข้าวกล้อง เนื่องมาจากมีน้ำตาลที่เกิดขึ้นในข้าวกล้องงอกสูงกว่าข้าวกล้องปกติถึง 2-3 เท่า

(2) ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 (Table 2) พบว่า สารอาหารในข้าวกล้องงอกมีมากกว่าในข้าวสารและข้าวกล้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเป็นในทิศทางเดียวกันกับข้าวกล้องงอกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยการเพาะในสภาพมืดเป็นเวลา 26 ชม. มีปริมาณ total amino acids สูงสุด 18.72 มก./100 กรัม รองลงมาคือการเพาะเป็นเวลา 22 ชม. (13.66 มก./100 กรัม) ส่วนการเพาะในสภาพปกติเป็นเวลา 22 และ 26 ชั่วโมง จะผลิต total amino acids ในข้าวกล้องงอกน้อยกว่า (8.15-11.54 มก./100 กรัม)

ส่วนโปรตีนในข้าวสาร ข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ปริมาณที่แตกต่างมีเพียงเล็กน้อย โดยปริมาณโปรตีนของข้าวสารและข้าวกล้องเท่ากับ 7.43 และ 8.01% ตามลำดับ เมื่อเพาะในสภาพและช่วงเวลาที่ต่างกันโปรตีนข้าวกล้องงอกจะสูงขึ้น (8.49 - 8.78 %) แสดงว่าสภาพและช่วงเวลาการเพาะไม่มีผลมากนักต่อปริมาณโปรตีนในข้าวกล้องงอก

ข้าวกล้องงอกของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มีน้ำตาลเชิงเดี่ยวเกิดขึ้นสูงกว่าในข้าวสารและข้าวกล้องอย่างมีนัย

สำคัญทางสถิติ เมื่อเพาะในสภาพปกติเป็นเวลา 22 ชม. จะเกิดน้ำตาลเชิงเดี่ยวในปริมาณสูงสุด 1,298.03 มก./100 กรัม แต่เมื่อเพาะนานขึ้นเป็นเวลา 26 ชม. น้ำตาลเชิงเดี่ยวจะลดลงเหลือ 916.90 มก./100 กรัม การเกิดน้ำตาลเชิงเดี่ยวในสภาพมืดที่เวลา 22 ชม. สูงกว่าที่เวลา 26 ชม. (1,003.20 และ 788.37 มก./100 กรัม) แต่มีปริมาณต่ำกว่าการเกิดในสภาพปกติ ซึ่งตรงกันข้ามกับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเกิดน้ำตาลเชิงเดี่ยวในปริมาณสูงสุดในสภาพมืด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะของพันธุ์แตกต่างกัน ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 เป็นข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงแต่พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวไวต่อช่วงแสง หรืออาจเป็นเพราะความสามารถในการออกของเมล็ดแตกต่างกัน

ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants)

(1) ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (Table 3) พบว่า สภาพการเพาะและช่วงเวลามีผลทำให้เกิดสาร phenolic compounds ในปริมาณที่แตกต่างกัน ในข้าวกล้องงอกสารดังกล่าวสูงกว่าในข้าวสารและข้าวกล้อง การเพาะข้าวกล้องงอกเป็นเวลา 26 ชม. ให้ปริมาณสาร phenolic compounds สูงสุด คือ 63.13 และ 60.85 มก./100 กรัม ในสภาพปกติและสภาพมืด ตามลำดับ มากกว่าในข้าวสาร 2.7 เท่า และในข้าวกล้องมีมากกว่าข้าวสาร 2 เท่า ซึ่ง phenolic compounds เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วย

Table 3 Analytical data of antioxidant components of milled rice, brown rice and germinated brown rice (GBR) of KDML105 during incubation for 22 and 26 hours in dark and normal conditions

Treatment	Phenolic compound (mg/100 g)	Compared to milled rice (time)	Gamma oryzanol (mg/100 g)	Compared to milled rice (time)
Milled rice	23.68 f	1.0	10.22 f	1.0
Brown rice	47.06 e	2.0	26.95 e	2.6
GBR 22 h/dark condition	59.52 c	2.5	35.84 c	3.5
GBR 26 h/dark condition	60.85 b	2.6	45.68 a	4.4
GBR 22 h/normal condition	51.53 d	2.2	28.46 d	2.8
GBR 26 h/normal condition	63.13 a	2.7	40.80 b	3.9
CV (%)	0.8	-	1.43	-

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

ป้องกันการถูกทำลายและการเสื่อมสลายของเซลล์ในร่าง กาย มีมากในส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ด Zhou และคณะ (2004) พบว่า phenolic compounds ในข้าวกล้องมีมาก กว่าในข้าวสารถึง 4 เท่า ความแตกต่างของปริมาณสาร นี้อาจเนื่องมาจากพันธุ์ข้าว และในข้าวสารที่ขัดเอาเยื่อหุ้ม เมล็ดออก สาร phenolic compounds จะลดลง

ปริมาณสาร gamma oryzanol ในข้าวสาร ข้าว กล้อง และข้าวกล้องงอก พบว่า มีความแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ในข้าวกล้องงอกจะมีสาร gamma oryzanol สูงกว่า การเพาะในสภาพมืดเป็นเวลา 26 ชม. gamma oryzanol จะมีปริมาณสูงสุด 45.68 มก./100 กรัม รองลงมาคือ การเพาะในสภาพปกติ (40.80 มก./ 100 กรัม) ซึ่งสาร gamma oryzanol ในข้าวกล้องงอกมี มากกว่าในข้าวสาร 4.4 เท่า

(2) ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 (Table 4) พบว่า สาร phenolic compounds เกิดขึ้นในสภาพการเพาะปกติสูง กว่าการเพาะในสภาพมืด การเพาะในสภาพปกติเป็น เวลา 22 และ 26 ชม. ให้สาร phenolic compounds 65.86 และ 63.40 มก./100 กรัม ตามลำดับ แต่การเพาะใน สภาพมืดเป็นเวลา 22 และ 26 ชม. ให้ปริมาณสารนี้ 60.85 และ 59.50 มก./100 กรัม ตามลำดับ

ส่วนปริมาณสาร gamma oryzanol ในข้าวกล้องงอก

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเพาะ เป็นเวลา 26 ชม. ในสภาพมืดให้ปริมาณ gamma oryzanol สูงสุด คือ 56.15 มก./100 กรัม รองลงมาคือ การเพาะที่ 26 ชม. ในสภาพปกติ (47.82 มก./100 กรัม)

จากการประเมินสารอาหารและสารต้านอนุมูล อิสระที่เกิดขึ้นในข้าวกล้องงอกของข้าวทั้งสองพันธุ์ พบว่า การเพาะในสภาพมืดเป็นเวลา 26 ชม. ให้สาร total amino acids และ gamma oryzanol สูงสุด และให้สาร phenolic compounds อยู่ในระดับสูง โดยต่ำกว่าการเพาะที่สภาพ ปกติเพียงเล็กน้อย จึงทำการเพาะข้าวกล้องในสภาพมืด เป็นเวลา 26 ชั่วโมง แล้วนำข้าวกล้องงอกไปหุงเป็นข้าว สุกเพื่อนำไปทำโจ๊กก็งสำเร็จรูปต่อไป (ตามวิธีการข้อ 1.3)

2. อายุการเก็บรักษาโจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวกล้อง

โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวกล้องงอก จากข้าวพันธุ์ขาว ดอกมะลิ 105 และปทุมธานี 1 ที่เก็บไว้ในสภาพอุณหภูมิ ห้อง และนำมาให้ผู้ชิม ที่ชำนาญการ 15 คน พบว่า ผู้ชิม ให้การยอมรับเนื้อสัมผัส (texture) ของโจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจาก ข้าวกล้องงอกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 หลังการเก็บรักษา ไว้ถึง 7 เดือน โดยค่าเฉลี่ยการยอมรับอยู่ระหว่าง 6.5 - 7.47 ด้านกลิ่น (odor) ของโจ๊ก หลังจากการเก็บไว้ 1-6 เดือน ผู้ชิมให้การยอมรับโดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ ระหว่าง

Table 4 Analytical data of antioxidant components of milled rice, brown rice and germinated brown rice (GBR) of PTT1 during incubation for 22 and 26 hours in dark and normal conditions

Treatment	Phenolic compound (mg/100 g)	Compared to milled rice (time)	Gamma oryzanol (mg/100 g)	Compared to milled rice (time)
Milled rice	22.89 e	1.0	13.60 f	1.0
Brown rice	52.14 d	2.3	23.32 e	1.7
GBR 22 h/dark condition	60.85 c	2.7	30.94 d	2.3
GBR 26 h/dark condition	59.50 e	2.6	56.15 a	4.1
GBR 22 h/normal condition	65.86 a	2.9	39.07 c	2.8
GBR 26 h/normal condition	63.40 b	2.8	47.82 b	3.5
CV (%)	2.3	-	1.12	-

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

Table 5 Average scores of sensory taste after storage of the instant porridge from germinated brown rice of KDML105, tested by 15 trained panels

Month	Texture		Odor		Taste		Over all acceptance	
	No. accepted	Avg	No. accepted	Avg	No. accepted	Avg	No. accepted	Avg
1	15	7.47	15	7.53	15	7.83	15	7.93
2	15	7.27	15	7.12	15	7.53	15	7.84
3	15	7.25	15	7.20	15	7.73	13	7.55
4	15	7.10	14	7.11	12	7.55	12	7.12
5	15	7.21	12	6.51	11	7.12	12	7.09
6	15	7.10	8	6.10	11	6.58	7	6.15
7	15	6.50	0	4.25	8	6.12	1	5.50

6.10 - 7.53 แต่เมื่อถึงเดือนที่ 7 โจ๊กเริ่มมีกลิ่นเหม็นหืน ผู้ชิมไม่ยอมรับ คะแนนการยอมรับเฉลี่ย เพียง 4.25 สำหรับด้านรสชาติ (taste) ผู้ชิมให้การยอมรับโจ๊กที่เก็บนานถึง 7 เดือน สำหรับความชอบโดยรวม ผู้ชิมให้การยอมรับโจ๊กที่เก็บตั้งแต่เดือนที่ 1-6 โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.15 - 7.93 (Table 5)

จากการนำคะแนนความชอบรวมมาประเมินช่วงคะแนนการยอมรับในผลิตภัณฑ์ โดยเลือกเฉพาะผู้ชิมที่ให้คะแนนตั้งแต่ 7 คะแนนขึ้นไป พบว่า เดือนที่ 1 มีค่ามากที่สุด (mode) ของการให้คะแนนอยู่ในช่วง (interval) 7-8 มากที่สุด โดยผู้ให้คะแนนการยอมรับ 14 จาก 15 คน เดือนที่ 2-5 การยอมรับได้ลดลงเล็กน้อย ส่วนเดือนที่ 6 แม้คะแนนส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 6 คะแนน แต่ผู้ชิมยอมรับเพียง 5 คน และในเดือนที่ 7 ไม่มีผู้ให้คะแนนถึง 7 คะแนน (Table 6) แสดงว่าอายุการเก็บรักษาของโจ๊กถึงสำเร็จรูปจากข้าวกล้องงอกของพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 สามารถเก็บได้นาน 5 เดือน สำหรับข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 เป็นไปไม่เหมือนกัน จึงไม่ได้นำข้อมูลมาแสดงไว้

สรุปผลการทดลอง

ข้าวกล้องงอกของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และปทุมธานี 1 ให้สารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ได้แก่ พวกร amino acids ในปริมาณสูงสุด โดยอยู่ระหว่าง 18-19 มก./100 กรัม และให้สารต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ระหว่าง 45-56 มก./100 กรัม หรือประมาณ 4 เท่า

Table 6 Over all acceptance scores of sensory taste of instant porridge from germinated brown rice from KDML105 classified as interval, mode and number of panels marked (≥ 7 scores)

Month	Interval	Mode	No. of panels marked (≥ 7 scores)
1	7 - 8	8	14
2	6 - 8	7	12
3	6 - 8	7	12
4	5 - 8	7	11
5	5 - 7	7	8
6	4 - 7	6	5
7	3 - 6	4	0

ของข้าวสาร เมื่อนำข้าวกล้องงอกไปทำเป็นโจ๊กถึงสำเร็จรูปสามารถเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 เดือน โดยที่เนื้อสัมผัส กลิ่น และรสชาติ ของโจ๊กถึงสำเร็จรูปยังเป็นที่ยอมรับของการบริโภค

เอกสารอ้างอิง

AOAC. 1990. Official Method of Analysis. 15th ed. Association of the Analytical Chemists. AOAC, Washington, DC. 1,298 p.

- Beasley, Z. 2004. Soaking brown rice increase its nutritional value. American Chemical Society, December 16, 2000.
- DOMER company. 2004. GBR's Power. December 16, 2004. Available source : <http://hatsuga.com>.
- Emmons, L.C., D.M. Peterson and G.L. Paul. 1999. Antioxidant capacity of oat (*Avena sativa* L.) extracts. 2. *In vitro* antioxidant activity and contents of phenolic and tocol antioxidants. J. Agric. Food Chem. 47(12) : 4894-4898.
- Kamatsuzaki, N., T. Kikuichi, T. Hidechika, S. Tadanao, S. Naoto and K. Toshinori. 2007. Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice. J. Food Eng. 78 : 556-560.
- Miller, G.L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Biotechnol. Bioenry. 5 : 193.
- Osawa, M.Z., K. Goto and K. Tsukahara. 2004. Clinical study of germinated brown rice on Sawapikari. World Rice Research Conference 2004, 5-7 November, 2004. Tsukuba International Congress Center (Epochal Tsukuba) Tsukuba, Ibaraki, Japan.
- Rong, N., L.M. Ausman and R.J. Nicolosi. 1997. Oryzanol decreases cholesterol absorption and aortic fatty streaks in hamsters. Lipids 32 : 303-309.
- Seki, T., R. Nagase, M. Torimitsu, M. Yanagi, Y. Ito, M. Kise, A. Mizukuchi, K. Hayamizu and T. Ariga. 2005. Insoluble fiber is a major constituent responsible for post-prandial blood glucose concentration in the pre - germinated brown rice. Biol. Pharm. Bull. 28(8) : 1539-1542.
- Tian, S., K. Nakamura and H. Kayahara. 2004. Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice and germinated brown rice. J. Agric. Food Chem. 52 : 4808-4813.
- Varanyanoud, W., P. Tungtrakul, V. Surojanametakul, L. Watanasirithum and W. Luxiang. 2005. Effect of water soaking on gamma-aminobutyric acid (GABA) in germ of different Thai rice varieties. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 39 : 411-415.
- Xu, Z. and J.S. Godber. 2000. Comparison of supercritical fluid and solvent extraction methods in extracting oryzanol from rice bran. JOACS, 77(5).
- Zhou, Z., K. Robards, S. Helliwell and C. Baanarchard. 2004. The distribution of phenolic acids in rice. Food Chem. 87 : 401-406.