Agricultural Sci. J. 44 : 3 (Suppl.) : 339-342 (2013) ว. วิทย. กษ. 44 : 3 (พิเศษ) : 339-342 (2556)

ผลของวิธีการเพาะงอกที่มีต่อคุณภาพของข้าวกล้องงอก

Effect of Germination Methods on Qualities of Germinated Brown Rice

อุมาพร อยู่สบาย[1] รติยา ธุวพาณิชยานันท์[1] ดลฤดี ใจสุทธิ์[1] และ สมเกียรติ ปรัชญาวรากร[2]
Umaporn Yoosabai[1], Ratiya Thuwapanichayanan[1], Donludee Jaisut[1] and Somkiat Prachayawarakorn[2]

Abstract

The objectives of this work were to study the effect of germination methods on the qualities of germinated brown rice (GBR) in terms of GABA content, number of fissured kernels and textural properties. The GBR was prepared by three different methods. The first method was performed by soaking paddy rice in water for 68 h. The second method was performed by soaking paddy rice in water for 32 h and keeping the drained sample in an unventilated cylinder tank with a lid for 32 h. The third method was performed by soaking paddy rice in water for 32 h and keeping the drained sample in an unventilated cylinder tank with a lid for 12 h. Then, the sample was dried in a fluidized bed dryer at 120°C for 30 s and was put back into the cylinder tank with a lid for 20 h. The experimental results showed that the GBR produced by soaking combined with gaseous and heat treatment method had the highest GABA content. However, this method provided a higher number of fissured kernels as compared with the other two methods. This fissure subsequently affected its textural properties. The GBR produced by soaking combined with gaseous and heat treatment method had lower hardness value. However, its cooked rice shape was not much different from those produced by soaking and soaking combined with gaseous treatment.

Keywords: GABA, gaseous and heat treatment, germinated brown rice

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวิธีการเพาะงอกที่มีต่อคุณภาพของข้าวกล้องงอก ได้แก่ ปริมาณสารกาบา การแตกร้าวของเมล็ด และคุณภาพเนื้อสัมผัสหลังการหุงต้ม โดยทำการเพาะงอกข้าวเปลือก 3 วิธี วิธีที่ 1 แช่ข้าวเปลือกในน้ำเป็นเวลา 68 ชั่วโมง วิธีที่ 2 แช่ข้าวเปลือกในน้ำเป็นเวลา 32 ชั่วโมง จากนั้นเทน้ำทิ้งและนำข้าวเปลือกไปเก็บไว้ในที่อับอากาศเป็นเวลา 32 ชั่วโมง และวิธีที่ 3 แช่ข้าวเปลือกในน้ำเป็นเวลา 32 ชั่วโมง จากนั้นเทน้ำทิ้งและนำข้าวเปลือกไปเก็บไว้ในที่อับอากาศเป็นเวลา 12 ชั่วโมง และนำไปให้ความร้อนอย่างรวดเร็วด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์เบดที่อุณหภูมิ 120°C เป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นนำไปเก็บไว้ในที่อับอากาศต่อเป็นเวลา 20 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่าข้าวที่ผ่านการเพาะงอกด้วยวิธีการแช่น้ำร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศและการให้ความร้อนมีปริมาณสารกาบาสูงที่สุด แต่มีร้อยละการแตกร้าวสูงที่สุด ซึ่งส่งผลให้มีค่าความแข็งต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ผ่านการเพาะงอกด้วยวิธีการแช่น้ำร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ และวิธีการแช่น้ำ แต่อย่างไรก็ตามรูปร่างของเมล็ดข้าวกล้องงอกที่ผ่านการเพาะงอกทั้ง 3 วิธี หลังการหุงต้มมีลักษณะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

คำสำคัญ: กาบา, การเก็บในที่อับอากาศและการให้ความร้อน, ข้าวกล้องงอก

คำนำ

ข้าวกล้องงอกเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพที่กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากอุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์โดยเฉพาะสารกาบา กาบาเป็นกรดอะมิโนอิสระ ทำหน้าที่เป็นสารสื่อนำประสาท ช่วยป้องกันการทำลายสมองเนื่องจากสารเบต้าอไมลอยด์เปปไทด์ ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคอัลไซเมอร์ นอกจากนี้ยังช่วยให้นอนหลับสบาย และช่วยลดความดันโลหิตได้อีกด้วย กาบาเกิดขึ้นจากกระบวนการดีคาร์บอกซิเลชัน (Decarboxylation) ของกรดกลูตามิก โดยมีเอ็นไซม์กลูตาเมทดีคาร์บอกซีเลส (Glutamate decarboxylase, GAD) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารกาบาในระหว่าง

[1] ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1] Department of Farm Mechanics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900
[2] ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140
[2] Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, 10140

กระบวนการเพาะงอกนั้นจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวและสภาวะที่ทำการเพาะงอก (Varanyanond *et al*., 2005; Komatsuzaki *et al*., 2007) โดยกระบวนการสังเคราะห์สารกาบาจะตอบสนองอย่างรวดเร็วต่อสภาวะเครียด ซึ่งการสร้างสภาวะเครียดให้กับข้าวสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเก็บในที่อับอากาศ การอยู่ในสภาวะกรด การสัมผัสกับความร้อนหรือความเย็นอย่างรุนแรง Komatsuzaki *et al*. (2007) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการเพาะงอก 2 วิธี คือ แช่ในน้ำจนกระทั่งเอ็มบริโอเจริญออกมา และแช่ในน้ำจนกระทั่งข้าวอิ่มตัวด้วยความชื้น แล้วนำมาเก็บต่อในที่อับอากาศ โดยให้ทั้ง 2 วิธีใช้เวลาเท่ากัน จากผลการศึกษาพบว่า ข้าวกล้องที่ผ่านการแช่ในน้ำร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศมีปริมาณสารกาบามากกว่าข้าวกล้องที่แช่ในน้ำยาว Youn *et al*. (2011) ทำการศึกษาผลของการให้ความร้อนอย่างรวดเร็วในระหว่างกระบวนการเพาะงอกที่มีต่อปริมาณสารกาบาในข้าวสาลี จากผลการศึกษาพบว่า การให้ความร้อนอย่างรวดเร็วในระหว่างกระบวนการเพาะงอกจะช่วยกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์สารกาบาได้มากขึ้นนอกจากนี้ยังพบว่า ข้าวกล้องงอกที่เพาะงอกจากข้าวเปลือกมีปริมาณสารกาบาสูงกว่าข้าวกล้องงอกที่เพาะงอกจากข้าวกล้อง เนื่องจากภายในเปลือกมีแร่ธาตุสะสมอยู่ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม ซึ่งเมล็ดจะใช้แร่ธาตุดังกล่าวในการเจริญเติบโต จึงส่งผลให้ข้าวกล้องงอกที่เพาะงอกจากข้าวเปลือกเกิดการสังเคราะห์สารกาบาได้มากกว่าข้าวกล้องงอกที่เพาะงอกจากข้าวกล้อง (Chungcharoen *et al*., 2012) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาผลของวิธีการเพาะงอกข้าวเปลือก ได้แก่ วิธีที่ 1 การแช่ข้าวเปลือกในน้ำ วิธีที่ 2 การแช่ข้าวเปลือกในน้ำร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ และวิธีที่ 3 การแช่ข้าวเปลือกในน้ำร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศและการให้ความร้อนที่มีต่อคุณภาพของข้าวกล้องงอก ได้แก่ ปริมาณสารกาบา การแตกร้าวของเมล็ด และคุณภาพเนื้อสัมผัสหลังการหุงต้ม

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่างข้าวเปลือกงอก

ใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ปทุมธานี 1 โดยทำการเพาะงอก 3 วิธี ดังนี้ วิธีที่ 1 แช่ข้าวเปลือกในน้ำเป็นเวลา 68 ชั่วโมง ซึ่งจะได้ร้อยละการงอกสูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 95 โดยมีความยาวของจมูกข้าวประมาณ 1 mm วิธีที่ 2 แช่ข้าวเปลือกในน้ำจนกระทั่งข้าวเปลือกอิ่มตัวไปด้วยความชื้น ซึ่งมีค่าประมาณ 35% (w.b.) โดยจะใช้เวลา 32 ชั่วโมง จากนั้นเทน้ำทิ้งและนำข้าวเปลือกไปเพาะงอกต่อในสภาวะอับอากาศ จนกระทั่งข้าวเปลือกมีร้อยละการงอกและความยาวของจมูกข้าวเท่ากับการเพาะงอกด้วยวิธีที่ 1 ซึ่งจะใช้เวลาอีก 32 ชั่วโมง และวิธีที่ 3 แช่ข้าวเปลือกในน้ำจนกระทั่งข้าวเปลือกอิ่มตัวไปด้วยความชื้น ซึ่งจะใช้เวลา 32 ชั่วโมง จากนั้นเทน้ำทิ้งและนำข้าวเปลือกไปเพาะงอกต่อในสภาวะอับอากาศเป็นระยะเวลาหนึ่ง (กำหนดให้ใช้เวลาในการงอกจนกระทั่งได้ร้อยละการงอกเท่ากับ 50 ซึ่งจะใช้เวลา 12 ชั่วโมง) ก่อนนำไปให้ความร้อนอย่างรวดเร็วด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์เบดที่อุณหภูมิ 120°C เป็นเวลา 30 วินาที ทั้งนี้เพื่อให้อุณหภูมิของเมล็ดไม่เกิน 43°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิสูงสุดที่เมล็ดข้าวสามารถงอกได้ จากนั้นทำการฉีดพ่นน้ำเพื่อให้ข้าวเปลือกมีความชื้นเท่ากับข้าวเปลือกก่อนนำไปให้ความร้อน และนำไปเพาะงอกต่อในสภาวะอับอากาศ จนกระทั่งข้าวเปลือกมีร้อยละการงอกและความยาวของจมูกข้าวเท่ากับการเพาะงอกด้วยวิธีที่ 1 ซึ่งจะใช้เวลาอีก 20 ชั่วโมง โดยตลอดช่วงเวลาที่แช่ข้าวเปลือกในน้ำ จะมีการเปลี่ยนน้ำทุก 4 ชั่วโมง และเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการเพาะงอกแล้ว นำตัวอย่างข้าวเปลือกงอกไปผึ่งไว้ตามธรรมชาติเป็นเวลา 7 วัน เพื่อให้ความชื้นลดลงเหลือ 13-14% (d.b.) จากนั้นนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C เพื่อรอวิเคราะห์คุณภาพต่อไป

2. การวิเคราะห์คุณภาพข้าวกล้องงอก

นำข้าวเปลือกงอกไปกะเทาะเอาเปลือกออก จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารกาบาโดยใช้เทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC) และวิเคราะห์หาร้อยละการแตกร้าวของเมล็ด โดยสุ่มตัวอย่างข้าวกล้องงอก 100 เมล็ด และนำมาส่องกับแสงไฟ เพื่อสังเกตรอยร้าวที่เกิดขึ้น แล้วรายงานผลในรูปของร้อยละการแตกร้าวของเมล็ด และทดสอบคุณภาพเนื้อสัมผัสหลังการหุงต้ม (ความแข็งและความเหนียว) ด้วยเครื่อง Texture Analyzer โดยนำข้าวกล้องงอกมาหุงให้สุกโดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ เท่ากับ 1:1.5 ก่อนนำไปทดสอบ

ผล

1. ผลของวิธีการเพาะงอกที่มีต่อคุณภาพข้าวกล้องงอก

Table 1 แสดงปริมาณสารกาบาในข้าวกล้องและในข้าวกล้องงอกที่เพาะงอกด้วยวิธีการแตกต่างกัน จากตารางพบว่า ข้าวกล้องงอกมีปริมาณสารกาบาสูงกว่าข้าวกล้องมาก โดยข้าวกล้องงอกที่เพาะงอกด้วยวิธีการแช่ข้าวเปลือกในน้ำร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศและการให้ความร้อน มีปริมาณสารกาบาสูงที่สุด (43.86 mg/100 g brown rice) รองลงมาคือ

ข้าวกล้องงอกที่เพาะงอกด้วยวิธีการแช่ข้าวเปลือกในน้ำร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ (37.62 mg/100 g brown rice) และข้าวกล้องงอกที่เพาะงอกด้วยวิธีการแช่ในน้ำเพียงอย่างเดียว (23.19 mg/100 g brown rice)

Table 1 GABA content of germinated brown rice

Germination Method	GABA content (mg/100g brown rice)
Brown rice (Reference)	1.53 ± 0.04[a]
Soaking 68 h	23.19 ± 1.31[b]
Soaking 32 h + Gaseous 32 h	37.62 ± 1.57[c]
Soaking 32 h + Gaseous 12 h + Heat treatment 30s + Gaseous 20 h	43.86 ± 0.17[d]

Different letters in the same column indicate that the values are significantly different ($p < 0.05$)

Table 2 แสดงร้อยละการแตกร้าวของเมล็ดข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกที่เพาะงอกด้วยวิธีการแตกต่างกัน จากตารางพบว่า ข้าวกล้องงอกมีร้อยละการแตกร้าวสูงกว่าข้าวกล้องมาก โดยข้าวกล้องงอกที่เพาะงอกด้วยวิธีการแช่ข้าวเปลือกในน้ำร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศและการให้ความร้อน มีร้อยละการแตกร้าวสูงที่สุด (ร้อยละ 42.33) รองลงมาคือข้าวกล้องงอกที่เพาะงอกด้วยวิธีการแช่ข้าวเปลือกในน้ำร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ และข้าวกล้องงอกที่เพาะงอกด้วยวิธีการแช่ข้าวเปลือกในน้ำเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีร้อยละการแตกร้าวเท่ากับ 33.67 และ 26.33 ตามลำดับ

Table 2 Percentage of fissured kernels

Germination Method	Percentage of fissure kernels (%)
Brown rice (Reference)	3.50 ± 0.7[a]
Soaking 68 h	26.33 ± 2.08[b]
Soaking 32 h + Gaseous 32 h	32.33 ± 1.53[c]
Soaking 32 h + Gaseous 12 h + Heat treatment 30 s + Gaseous 20 h	42.33 ± 1.53[d]

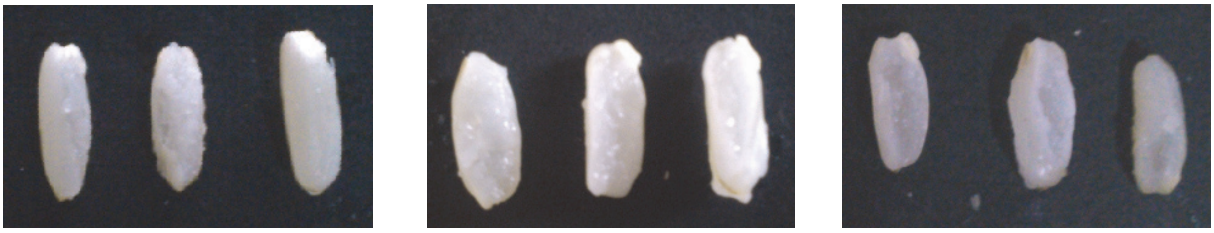
Different letters in the same column indicate that the values are significantly different ($p < 0.05$)

Table 3 แสดงคุณภาพเนื้อสัมผัสหลังการหุงต้ม (ความแข็งและความเหนียว) ของข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกที่เพาะงอกด้วยวิธีการแตกต่างกัน จากตารางพบว่า ข้าวกล้องงอกมีความแข็งลดลง และความเหนียวเพิ่มขึ้น โดยข้าวกล้องงอกที่เพาะงอกด้วยวิธีการแช่ข้าวเปลือกในน้ำร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศและการให้ความร้อนมีความแข็งน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามข้าวกล้องงอกที่เพาะงอกด้วยวิธีการดังกล่าว จะเกิดการเสียรูปทรงของเมล็ดเพียงเล็กน้อยหลังการหุงต้ม ดังแสดงใน Figure 1 สำหรับค่าความเหนียวนั้นพบว่า ข้าวกล้องงอกที่เพาะงอกด้วยวิธีการแตกต่างกันมีความเหนียวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

Table 3 Textural properties of cooked germinated rice

Germination Method	Hardness (N)	Stickiness (N)
Brown rice (Reference)	121.50 ± 2.05[d]	- 4.22 ± 1.10[a]
Soaking 68 h	95.26 ± 4.83[c]	- 5.29 ± 1.11[b]
Soaking 32 h + Gaseous 32 h	93.12 ± 5.64[b]	- 5.62 ± 1.33[b]
Soaking 32 h + Gaseous 12 h + Heat treatment 30 s + Gaseous 20 h	90.73 ± 5.39[a]	- 6.57 ± 1.95[b]

Different letters in the same column indicate that the values are significantly different ($p < 0.05$)



(a) (b) (c)

Figure 1 Shape of cooked germinated rice; (a) Soaking 68 h (b) Soaking 32 h + Gaseous 32 h and (c) Soaking 32 h + Gaseous 12 h + Heat treatment 30 s + Gaseous 20 h.

วิจารณ์ผล

ข้าวกล้องงอกที่ผ่านกระบวนการเพาะงอกทั้ง 3 วิธี ได้แก่ การแช่ข้าวเปลือกในน้ำ การแช่ข้าวเปลือกในน้ำร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ และการแช่ข้าวเปลือกในน้ำร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศและการให้ความร้อน มีปริมาณสารกาบาสูงกว่าข้าวกล้อง เนื่องจากในระหว่างกระบวนการเพาะงอก เอนไซม์กลูตาเมทดีคาร์บอกซีเลส จะถูกกระตุ้นให้ทำงาน นอกจากนี้ในระหว่างกระบวนการเพาะงอกยังเกิดการย่อยสลายสารโมเลกุลใหญ่ เช่น แป้ง และโปรตีน ให้กลายเป็นสารโมเลกุลเล็ก เช่น น้ำตาล เปปไทด์ และกรดอะมิโน เป็นต้น ส่งผลให้ข้าวกล้องงอกมีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มลง แต่จะมีร้อยละการแตกร้าวเพิ่มมากขึ้น อันเนื่องมาจากการดูดซับน้ำในระหว่างกระบวนการเพาะงอก

เมื่อพิจารณาผลของวิธีการเพาะงอกที่มีต่อคุณภาพของข้าวกล้องงอกพบว่า ข้าวกล้องงอกที่เพาะงอกด้วยวิธีการแช่ข้าวเปลือกในน้ำร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศและการให้ความร้อน มีปริมาณสารกาบาสูงที่สุด เนื่องจากวิธีการดังกล่าวข้าวเปลือกถูกเพาะงอกในสภาวะเครียด ซึ่งจะเกิดการสะสมของ Ca^{+} และ H^{+} ในไซโทซอล (Cytosol) ของเมล็ดข้าว ทำให้ไซโทซอลมีสภาวะเป็นกรด ซึ่งช่วยเร่งการทำงานของเอ็นไซม์กลูตาเมทดีคาร์บอกซีเลส ส่งผลให้เกิดการสังเคราะห์สารกาบาเพิ่มขึ้น (Shelp *et al*., 1999) อย่างไรก็ตามข้าวกล้องงอกที่เพาะงอกด้วยวิธีการดังกล่าวมีร้อยละการแตกร้าวสูงกว่าข้าวกล้องงอกที่เพาะงอกด้วยวิธีการแช่ข้าวเปลือกในน้ำร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ และข้าวกล้องงอกที่เพาะงอกด้วยวิธีการแช่ข้าวเปลือกในน้ำเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากความเค้นที่เพิ่มมากขึ้นภายในเมล็ดในระหว่างการให้ความร้อน ซึ่งการแตกร้าวของเมล็ดจะส่งผลต่อความแข็งของข้าวกล้องงอกหุงสุก โดยข้าวกล้องงอกที่มีร้อยละการแตกร้าวสูง เมื่อนำไปหุงต้มจะสามารถดูดน้ำได้มากกว่า และเกิดการสูญเสียอะไมโลสได้ง่ายกว่าข้าวกล้องงอกที่มีร้อยละการแตกร้าวต่ำ ส่งผลให้เนื้อสัมผัสหลังการหุงต้มมีความนุ่มกว่า อย่างไรก็ตามข้าวกล้องงอกที่เพาะงอกด้วยวิธีการแช่ข้าวเปลือกในน้ำร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศและการให้ความร้อนยังสามารถคงรูปเอาไว้ได้หลังการหุงต้ม

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

Chungcharoen, T., S. Prachayawarakorn, S. Soponronnarit and P. Tungtrakul. 2012. Effect of drying temperature on drying characteristics and quality of germinated rice prepared from paddy and brown rice. *Drying Technology* 30: 1844–1853.

Komatsuzaki, N., K. Tsukahara, H.Toyoshima, T. Suzuki, N. Shimizu and T. Kimura. 2007. Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice. *Journal of Food Engineering* 78: 556–560.

Shelp, B. J., A. W. Bown and M. D. McLean. 1999. Metabolism and functions of gamma-aminobutyric acid. *Trends Plant Sci* 4: 446-452.

Youn, Y. S., J. K. Park, H. D. Jang and Y. W. Rhee. 2011. Sequential hydration with anaerobic and heat treatment increases GABA content in wheat. *Journal of Food Chemistry* 129: 1631-1635.

Varanyanond, W., P. Tungtrakul, V. Surojanametakul, L. Wattanasiritham and W. Luxiang. 2005. Effects of water soaking on gamma-aminobutyric acid (GABA) in germ if different Thai rice varieties. *Kasetsart Journal* 39: 411-415.