



สัดส่วนของน้ำต่อข้าวในกระบวนการแช่ข้าวเปลือกสำหรับการผลิตข้าวกล้องงอกที่มีผลต่อปริมาณ GABA และ
คุณภาพข้าวกล้อง

Water per Paddy Ratio in Soaking Process of Paddy for Germinated Brown Rice on GABA and
Brown Rice Quality

ศิริรัตน์ พิลาวุธ^{1*}

Sirorat Pilawut^{1*}

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น, ขอนแก่น, 40000

¹Program of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology ISAN Khonkaen Campus, Khon kaen, 40000, Thailand

*Corresponding author: Tel: +66-8-9715-0977, E-mail: sirorat.pilawut@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสัดส่วนของน้ำต่อข้าวในกระบวนการแช่ข้าวเปลือกของการผลิตข้าวกล้องงอก ที่มีผลต่อปริมาณสาร Gamma-aminobutyric acid (GABA) คุณภาพข้าวกล้องด้านร้อยละข้าวกล้องรวม ร้อยละข้าวกล้องเต็มเมล็ด ค่าความแตกต่างสีและความเหลืองของข้าวกล้อง และความยาวราก โดยแปรค่าสัดส่วนของน้ำต่อข้าว 8 ระดับ คือ 3 4 5 6 7 8 9 และ 10 ต่อ 1 ใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในการทดสอบ มีความชื้นของเมล็ดเฉลี่ยร้อยละฐานเปียก 11.0 ความงอกเฉลี่ยร้อยละ 90.8 และ ปริมาณสาร GABA น้อยกว่า 0.14 ไมโครกรัม/ข้าวกล้อง 100 กรัม ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณสาร GABA เพิ่มขึ้นเมื่อสัดส่วนน้ำต่อข้าวมีค่าตั้งแต่ 3 ต่อ 1 เป็นต้นไป ขณะเดียวกันเมื่อสัดส่วนของน้ำต่อข้าวเพิ่มขึ้นมีผลให้ความยาวราก ร้อยละข้าวกล้องรวม และ ร้อยละข้าวกล้องเต็มเมล็ดมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ส่วนค่าความแตกต่างสีและความเหลืองของข้าวกล้องไม่ต่างกัน

คำสำคัญ: GABA, ข้าวกล้องงอก, คุณภาพข้าวกล้อง

Abstract

The objective of this study was to determine the effect of water to paddy ratio, in the soaking process of germinated brown rice, on the content of Gamma-aminobutyric acid (GABA), root length and brown rice quality (percentage of total brown rice, percentage of whole grain brown rice, color difference and yellowness of brown rice). Eight levels of water to paddy ratio, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10 to 1, were studied with Khao Dok Mali 105 rice variety, having an average grain moisture content of 11.0 %wb, average initial germination of 90.8 % and average GABA content less than 0.14 µg/100g brown rice. The results indicated that the amount of GABA content increased as the water to paddy ratio increased from 3 to 1 and onwards. The increase in the water to paddy ratio also affected on trend to slightly decrease of root length, percentages of total brown rice and whole grain brown rice, whereas the color difference and yellowness of brown rice did not change.

Keywords: GABA, Germinated Brown Rice, Brown Rice Quality

1. บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญมากของประเทศไทย มีผลผลิตรวมปีละกว่า 30 ล้านตันข้าวเปลือก และส่งออกในรูปแบบข้าวสารปีละกว่า 10 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 200,000 ล้านบาทต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) โดยส่วนหนึ่งของการส่งออกข้าวสารนั้น เป็นข้าวคุณภาพดีซึ่งรวมถึงข้าวกล้อง ประมาณ 6 ล้านตันต่อปี (กรมการค้าต่างประเทศ, 2556)

ข้าวกล้องงอก ประกอบด้วยสารอาหารจำนวนมาก เช่น โยอาหาร กรดไฟติก วิตามินซี วิตามินอี และ GABA (gamma aminobutyric acid) ซึ่งเป็นสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) ป้องกันเส้นโลหิตในสมองแตก ช่วยบำรุงเซลล์สมอง รวมทั้งป้องกันโรคเสื่อม/อัลไซเมอร์ (Alzheimer) และนอกจากนี้ยังช่วยป้องกันโรคต่าง ๆ เช่น โรคมะเร็งและเบาหวาน (Ito, Ishikawa, 2004) และเมื่อนำข้าวกล้องมาแช่น้ำแล้วทำให้งอก มีการค้นพบว่าทำให้ข้าวที่ได้มีสารอาหาร โดยเฉพาะสาร GABA เพิ่มขึ้น โดยปัจจุบันในการค้าอาหาร

สุขภาพจากข้าวนั้นได้เน้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวให้ได้คุณค่าทางอาหารมากขึ้นโดยเฉพาะสาร GABA จากการใช้วัตถุดิบที่เป็นข้าวกล้อง แล้วนำมาผ่านกระบวนการแช่น้ำ การทำให้งอก การหยุดงอก ทำให้แห้ง กะเทาะ และบรรจุเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งในแต่ละกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกนั้น มีปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณสาร GABA ในข้าวกล้องหลายอย่างด้วยกัน อาทิ อุณหภูมิและระยะเวลาในกระบวนการแช่และกระบวนการเพาะงอก เป็นต้น โดยปัจจัยต่าง ๆ ดังกล่าวยังคงเป็นความลับทางการค้า และได้เคยมีการศึกษามาบ้างแล้ว โดย จารุรัตน์ สันเต และคณะ (2550) ศึกษาผลของกระบวนการแช่และการงอกต่อปริมาณสาร GABA ในข้าวกล้องงอกหอมมะลิ วรรณุช ศรีเจริญรักษ์ (2551) ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการงอกเพื่อให้ได้ปริมาณสาร GABA มากที่สุด พัชร ตั้งตระกูล และคณะ (2550) ศึกษาวิธีการเพิ่มปริมาณสาร GABA ในคัพภะ (จมูกข้าว) ข้าวเจ้า Komatsuzaki et al. (2007) ศึกษาผลของกระบวนการแช่และการกำจัดจุลินทรีย์ต่อปริมาณสาร GABA ในข้าวกล้องงอก ไชยรัตน์ สัมฉุน (2553) เขียนถึงผลงานการออกแบบและสร้างเครื่องผลิตข้าวกล้องงอกขนาดเล็กในครัวเรือน และวารุณี วารัญญานนท์ และคณะ (2548) ศึกษากรรมวิธีการเพิ่มปริมาณแกมมา - แอมิโน บิวเทอริก แอซิด ในคัพภะของข้าว

ในประเทศไทยโดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการแปรรูปข้าวแบบภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยการทำข้าวกล้องงอกจากข้าวเปลือก หรือภาษาท้องถิ่นเรียกว่า “ข้าวฮาง” (Ha-ang Rice) ซึ่งเป็นกระบวนการแปรรูปข้าวเพื่อให้เก็บข้าวเปลือกไว้ได้นานเมื่อเกิดปัญหาข้าวในนาเสียหายจากภัยธรรมชาติต่าง ๆ เช่น น้ำท่วมและฝนแล้ง จึงมีผู้เริ่มศึกษาปริมาณสาร GABA ของข้าวกล้องงอกจากข้าวเปลือก ผลการศึกษาพบว่าข้าวกล้องงอกจากข้าวเปลือก มีปริมาณสาร GABA มากกว่าข้าวกล้องงอกจากข้าวกล้อง ถึง 2 เท่า (ชาญวิทย์ ศรีเพ็ญชัย และคณะ, 2552; อภิชาติ อางนาเสียว, 2553) ซึ่งเป็นการศึกษาเพียงบางปัจจัยในกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกจากข้าวเปลือก

กระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกจากข้าวเปลือกปัจจุบัน ผู้ผลิตจะนำข้าวเปลือกมาแช่น้ำด้วยปริมาณเพียงให้น้ำท่วมข้าว เป็นเวลาประมาณ 24-48 ชม. เพื่อให้งอก (ขึ้นกับกลุ่มผู้ผลิต) แล้วนำข้าวเปลือกดังกล่าวขึ้นจากน้ำ จากนั้นนำไปเพาะความงอกในกระสอบข้าวในสภาวะอากาศแวดล้อมปกติ ประมาณ 24-48 ชม. (ขึ้นกับกลุ่มผู้ผลิต) ซึ่งจะมีรากงอกออกมาเล็กน้อย ต่อจากนั้นจะนำข้าวเปลือกดังกล่าวไปนึ่ง ลดความชื้น และนำไปสีเป็นข้าวกล้องงอก ตามลำดับ โดยในกระบวนการแช่ข้าวเปลือกนั้นคาดว่าหากนำข้าวเปลือกแช่น้ำที่มีสัดส่วนของน้ำต่อข้าวต่างกันอาจได้ผลดีกว่าการแช่เพียงน้ำท่วมข้าว จึงเป็นที่มาของการวิจัยในครั้งนี้ คือ การศึกษาสัดส่วนของน้ำต่อข้าวในกระบวนการแช่ข้าวเปลือกสำหรับการผลิตข้าวกล้องงอก ที่มีผลต่อปริมาณสาร GABA และคุณภาพข้าวกล้อง

2. อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาดำเนินการโดยใช้ชุดทดสอบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิของน้ำได้ ซึ่งอุณหภูมิของน้ำควบคุมโดยชุดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ ตลอดจนการทดสอบบันทึกค่าอุณหภูมิ น้ำ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศด้วยเครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ

การทดสอบใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่เก็บเกี่ยวในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554 มีความชื้นของเมล็ดเฉลี่ยร้อยละ ฐานเปียก 11.0 ความงอกเริ่มต้นเฉลี่ยร้อยละ 90.8 ปริมาณสาร GABA เฉลี่ยน้อยกว่า 0.14 ไมโครกรัม/มิลลิกรัม ข้าวกล้องรวมเฉลี่ยร้อยละ 76.35 ข้าวกล้องเต็มเมล็ดเฉลี่ยร้อยละ 81.99 ค่าความเหลืองของข้าวกล้องเฉลี่ย 21.96 ความหนาแน่นของข้าวเปลือกเฉลี่ย 542.8 กรัม/ลิตร และน้ำหนักเมล็ดข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด เฉลี่ย 28.31 กรัม

ข้าวเปลือกที่ใช้ทดสอบทำความสะอาดด้วยเครื่องทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือก (วินิต ชินสุวรรณ, 2553) ความเร็วในการทำความสะอาด 2 เมตร/วินาที ทำความสะอาด 3 รอบเพื่อคัดแยกสิ่งเจือปนและเมล็ดข้าวเปลือกที่มีลักษณะลีบแบนไม่สมบูรณ์ออก นำข้าวเปลือกที่ทำความสะอาดแล้วจำนวน 3 กิโลกรัม ล้างในน้ำสะอาดแล้วบรรจุลงในชุดทดสอบ ทดสอบโดยแปรค่าสัดส่วนน้ำต่อข้าวโดยน้ำหนัก 8 ระดับ คือ 3 4 5 6 7 8 9 และ 10 โดยปัจจัยที่ควบคุมในกระบวนการแช่ ประกอบด้วยเวลาในการแช่ข้าว 24 ชั่วโมง อุณหภูมิ น้ำ 35 องศาเซลเซียส และควบคุมเวลาในการเพาะงอก 30 ชั่วโมง ซึ่งเพาะงอกในกระสอบข้าวที่สภาวะอากาศแวดล้อมปกติ หลังการทดสอบวัดความยาวรากที่งอก ด้วยอุปกรณ์วัด Absolute Digimatic Caliper (Mitutoyo Model 500-171-20, Japan) โดยสุ่มตัวอย่างข้าวเพื่อวัดความยาวของรากจำนวน 300 เมล็ด จากนั้นนำข้าวเปลือกงอกลดความชื้นโดยตากแห้ง 2-3 แดด (กรมวิชาการเกษตร, สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2547) ต่อมาข้าวเปลือกงอกที่แห้งแล้วนำมากะเทาะและคัดแยกเพื่อหาคุณภาพข้าวกล้องด้านร้อยละข้าวกล้องรวมและร้อยละข้าวกล้องเต็มเมล็ดในห้องปฏิบัติการโดยใช้อุปกรณ์ SATAKE โดยสุ่มตัวอย่างข้าวเปลือก 250 g จำนวน 3 ซ้ำ นำมากะเทาะด้วยเครื่องกะเทาะข้าวเปลือก (SATAKE Model THU356A, Japan) จำนวน 2 รอบ นำข้าวเปลือกที่ไม่ถูกกะเทาะซึ่งมีเพียงเล็กน้อยแกะเปลือกด้วยมือ แล้วชั่งน้ำหนักข้าวกล้องที่ได้ทั้งหมด จากนั้นนำข้าวกล้องมาคัดขนาดด้วยเครื่องคัดขนาดข้าวสาร (SATAKE Model TRG05B, Japan) โดยใช้ตะแกรงรูกกลมเบอร์ 5 มุมรองรับข้าวหัก 30 องศา ระยะเวลาคัดแยก 1 นาที และชั่งน้ำหนักข้าวกล้องเต็มเมล็ด คำนวณร้อยละข้าวกล้องรวม และร้อยละข้าวกล้องเต็มเมล็ด และวัดค่าสีจำนวน 9 ซ้ำ ด้วยเครื่อง Color Reader (Konica Minolta Model CR-10, Japan) ซึ่งวัดค่าสีในระบบ CIE LAB Color Space กำหนดขึ้นโดย Commission International de l' Eclairage แสดงผลเป็นค่า

L^* , a^* และ b^* โดย L^* บ่งถึงค่าความสว่าง a^* บ่งถึงค่าสีแดงและสีเขียว และ b^* บ่งถึงค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน ในการศึกษาที่แสดงค่าสีของข้าวกล้องเป็นค่าความเหลืองจากค่าของ b^* เนื่องจากข้าวกล้องโดยทั่วไปมีโทสีเหลือง และนำค่า L^* , a^* และ b^* คำนวณเพื่อหาระดับความแตกต่างสีของตัวอย่างเทียบกับค่าอ้างอิง (ΔE) ตามสมการที่ 1 ของ Konica Minolta (1999) (* หลังค่า L , a และ b ถูกกำหนดขึ้นโดย Commission International de l'Éclairage ซึ่งพัฒนามาจากค่า L , a และ b) และส่งตัวอย่างข้าวกล้องเต็มเมล็ดหาค่าปริมาณสาร GABA ณ ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

$$\Delta E = \sqrt{(L_{sam}^* - L_{ref}^*)^2 + (a_{sam}^* - a_{ref}^*)^2 + (b_{sam}^* - b_{ref}^*)^2} \quad (1)$$

3. ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษาสัดส่วนน้ำต่อข้าวในกระบวนการแช่ข้าวเปลือกสำหรับการผลิตข้าวกล้องงอก ที่มีผลต่อปริมาณสาร GABA และคุณภาพข้าวกล้อง โดยสรุปดังแสดงใน Table 1

สัดส่วนน้ำต่อข้าวในกระบวนการแช่ข้าวเปลือกสำหรับการผลิตข้าวกล้องงอก ที่มีผลต่อปริมาณสาร GABA ในข้าวกล้องงอก ดังแสดงใน Figure 1 ผลการวิเคราะห์ จาก Table 1 และ Figure 1 พบว่า เมื่อสัดส่วนน้ำต่อข้าวโดยน้ำหนักเพิ่มขึ้น ปริมาณสาร GABA ในข้าวกล้องงอก เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P -value < 0.01) ซึ่งสามารถประมาณความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของน้ำต่อข้าวโดยน้ำหนักกับปริมาณสาร GABA เป็นสมการเส้นตรง ($y = 0.605x + 6.695$) โดยมี $R^2 = 0.425$

ในขณะที่เดียวกันเมื่อสัดส่วนน้ำต่อข้าวโดยน้ำหนักเพิ่มขึ้นระหว่าง 3 ถึง 10 มีผลให้ความยาวราก ร้อยละข้าวกล้องรวม และร้อยละข้าวกล้องเต็มเมล็ด แตกต่างทางสถิติ โดยหากพิจารณาในส่วนของแนวโน้มพบว่าทั้งความยาวราก ร้อยละข้าวกล้องรวม และร้อยละข้าวกล้องเต็มเมล็ดนั้นมีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อย

ส่วนค่าความแตกต่างสีและความเหลืองของข้าวกล้องนั้น สัดส่วนน้ำต่อข้าวโดยน้ำหนักในกระบวนการแช่ข้าวเปลือกสำหรับการผลิตข้าวกล้องงอกไม่มีผลทำให้แตกต่างกัน โดยจากการทดสอบมีค่าเฉลี่ยของความแตกต่างสีและความเหลืองของข้าวกล้อง 3.71 และ 22.41 ตามลำดับ

Table 1 The comparison of germinated brown rice properties for 8 levels of water quantities.

Amount of Water (times of paddy weight)	Indicators value					
	GABA mg/100g rice	Root Length mm	Total Brown Rice %	Whole Grain Brown rice %	Color Difference	Yellowness
3	9.54 ^{ab}	1.06 ^{abc}	76.56 ^{bc}	77.41 ^c	4.39 ^a	22.50 ^a
4	9.82 ^{abc}	1.06 ^{abc}	76.59 ^{bc}	76.52 ^c	5.13 ^a	22.37 ^a
5	8.52 ^a	1.17 ^{bc}	76.55 ^{bc}	87.06 ^f	4.07 ^a	22.23 ^a
6	9.34 ^{ab}	1.19 ^{bc}	76.37 ^{ab}	74.49 ^{ab}	4.31 ^a	22.81 ^a
7	9.93 ^{abc}	1.21 ^c	76.79 ^c	73.91 ^a	2.58 ^a	22.83 ^a
8	11.61 ^{bc}	1.06 ^{abc}	76.29 ^a	83.43 ^e	3.58 ^a	21.87 ^a
9	15.36 ^d	0.99 ^a	76.59 ^{bc}	80.38 ^d	2.48 ^a	22.44 ^a
10	12.16 ^c	1.02 ^{ab}	76.58 ^{bc}	75.21 ^b	3.13 ^a	22.19 ^a

Mean with different superscripts in the same column are significantly different by Duncan ($p < 0.05$)

การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 19 วันที่ 26-27 เมษายน 2561

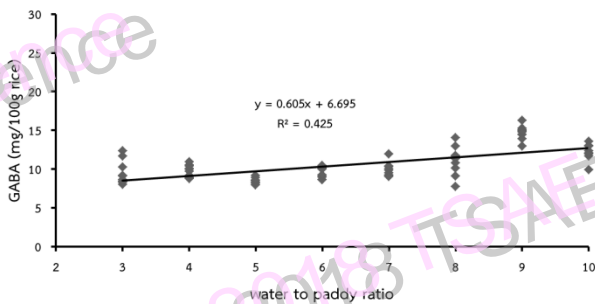


Figure 1 Relationship between amount of water and GABA.

4. สรุป

จากผลการทดสอบสัดส่วนน้ำต่อข้าวโดยน้ำหนักในกระบวนการแช่ข้าวเปลือกสำหรับการผลิตข้าวกล้องงอก ที่มีต่อปริมาณสาร GABA และคุณภาพข้าวกล้องงอก ของข้าวพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 สรุปได้ว่า เมื่อสัดส่วนของน้ำต่อข้าวโดยน้ำหนักเพิ่มขึ้นระหว่าง 3 ถึง 10 มีผลให้ปริมาณสาร GABA เพิ่มขึ้น และความยากาก ร้อยละข้าวกล้องงอก และร้อยละข้าวกล้องเต็มเมล็ด มีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อย ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของน้ำต่อข้าวโดยน้ำหนักไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความแตกต่างของสีและความเหลืองของข้าวกล้องงอก โดยอิทธิพลของสัดส่วนของน้ำต่อข้าวโดยน้ำหนักมีผลต่อปริมาณสาร GABA เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบชัดเจนที่สุด

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่ให้การสนับสนุนการนำเสนอผลงานวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง

กรมการค้าต่างประเทศ. สถานการณ์ข้าวโลกเดือนมกราคม 2556 [ออนไลน์] 2556 [อ้างเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2556]. จาก: <http://www.dft.go.th/Default.aspx?tabid=159&ctl=DetailUserContent&mid=660&contentID=3654&modID=660>.

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย. กรุงเทพฯ: จีรวัฒน์เอ็กซ์เพรส; 2547.

จารุรัตน์ สันต, วรณช ศรีเจษฎารักษ์, รัชฎา ตั้งวงศ์ไชย. ผลของกระบวนการแช่ต่อปริมาณสารแกมมาอะมิโนบิวทริกแอซิดในข้าวกล้องงอก (หอมมะลิ 105). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 2550; 38(5 พิเศษ): 164-167.

ชาญวิทย์ ศรีเพ็ญชัย, อภิชาติ อัจฉนาเสียว, ทินกร คำแสน. ผลของอุณหภูมิในกระบวนการแช่และกระบวนการงอกของข้าวเปลือก (หอมมะลิ 105) ต่อปริมาณสารแกมมาอะมิโนบิวทริกแอซิด. ใน: การประชุมวิชาการ ม.อบ. วิจัย ครั้งที่ 3. 2552. หน้า 88-92.

ไชยรัตน์ สัมณ. สร้างเครื่องผลิตข้าวกล้องงอก พัฒนาคุณภาพน้ำใช้ในครัวเรือน. ไทยรัฐ [วารสารออนไลน์] 9 สิงหาคม 2553 [อ้างเมื่อ 5 ธันวาคม 2555]. จาก: <http://www.thairath.co.th/content/edu/102201>

พัชรี ตั้งตระกูล, วารุณี วาธัญญานนท์, วิภา สุโรจนะเมธากุล, ลัดดา วัฒนศิริธรรม. การเพิ่มปริมาณกรดแกมมา-อะมิโนบิวทริกในคัพเพาะข้าวเจ้าและข้าวเหนียวโดยการแช่. อาหาร 2550; 37(4): 291-296.

วรณช ศรีเจษฎารักษ์. รายงานฉบับสมบูรณ์เรื่องการผลิตสารประกอบทางชีวภาพจากข้าวกล้องงอก. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น: 2551.

วารุณี วาธัญญานนท์, วิภา สุโรจนะเมธากุล, พัชรี ตั้งตระกูล. กรรมวิธีการเพิ่มปริมาณแกมมา-อะมิโน บิวทริกแอซิดในคัพเพาะของข้าว [อนุสิทธิบัตร กรมทรัพย์สินทางปัญญา เลขที่ 1783]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2548.

วินิต ชินสุวรรณ. เครื่องทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือก [อนุสิทธิบัตร กรมทรัพย์สินทางปัญญา เลขที่ 5629]. มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2553.

อภิชาติ อัจฉนาเสียว. ผลของกระบวนการแช่ที่มีการเติมสารเร่งและการงอกที่มีผลต่อปริมาณสาร GABA ในข้าวเปลือกงอกหอมมะลิ 105. วิศวกรรมสาร มข. 2553; 37(2): 131-133.

Ito S, Ishikawa Y. Marketing of value-added rice products in Japan. Paper presented at the FAO RICE CONFERENCE; 2004 Feb12-13; Rome, Italy.

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

Konica Minolta. Color measure manual: CM-3500d Spectrophotometer. Japan: IGHAJ Press; 1999.