Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 370-373 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 370-373 (2554)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารแกมมาอมิโนบิวทิริคแอซิดในข้าวก่ำพันธุ์พื้นเมืองภายหลังกระบวนการแช่และการงอก

Change of gamma-aminobutyric acid in landrace purple rice after soaking and germinating process

แสงทิวา สุริยงค์[1] กนกวรรณ ศรีงาม[2]และ ดำเนิน กาละดี[3]
Sangtiwa Suriyong[1], Kanokwan Sringarm[2] and Dumneon Karladee[3]

Abstract

Nutritive value of purple rice is an alternative of functional foods and drinks. This research was to study effect of soaking and germinating process on gamma-amino butyric acid (GABA) content of landrace purple rice 3 verieties. There are glutinous purple rice (var. Kam Doi Saket and collection line number 88061) and amylose purple rice (var. Hom Nil) compared with white rice (Kao Dawk Ma Li 105; KDML105). The result showed that rice genotypes and soaking time significantly affected GABA content in each rice variety. GABA generally contained in non-soaking and increased in the rice after soaking time for 4, 8 and 12 hr at which HomNil had the highest GABA (12.1 mg/100g), followed by Kam Doi Saket (10.3 mg/100g), KDML105 (8.23 mg/100g) and collection line number 88061 (3.7 mg/100g), respectively. Germinating time also caused an effect on GABA accumulation which 24 hours of incubation time showed the highest means of GABA. Moreover, the interaction between varieties and germination times involved in the change of GABA contents with significance. After incubating for 24 hr, KDML105 produced higher GABA over 3-folds than the other varieties and increased to 26.38 mg/100g at 36 hr. On the other hand, GABA was declined when the rice var. Hom Nil germinated for 36 hr, but it was not changed in the rice var. KamDoi Saket.

Keywords: germinated brown purple rice, soaking, GABA

บทคัดย่อ

คุณค่าทางโภชนาการของข้าวที่มีรงควัตถุสีม่วงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของอาหารสุขภาพ การทดลองนี้จึงได้ศึกษาผลของขบวนการแช่และการงอกต่อปริมาณของสารแกมมาอมิโนบิวทิริคแอซิดหรือกาบา(gamma-amino butyric acid; GABA) ในข้าวก่ำหรือข้าวมีสีม่วง 3 พันธุ์คือข้าวเหนียวดำหรือข้าวก่ำพันธุ์ดอยสะเก็ด สายพันธุ์เก็บสะสมเลขที่ 88061 และข้าวเจ้าก่ำพันธุ์หอมนิล เปรียบเทียบกับข้าวเจ้าขาวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ผลการทดลองพบว่าระยะเวลาในการแช่ข้าวมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของสารกาบาของข้าวแต่ละพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวที่ไม่ผ่านการแช่มีสารกาบาในเมล็ดอยู่แล้วและสารดังกล่าวมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาแช่ข้าว 4, 8 และ 12 ชั่วโมงซึ่งมีสารกาบาสูงสุดในข้าวเจ้าพันธุ์หอมนิล รองลงมาคือ พันธุ์ก่ำดอยสะเก็ด ขาวดอกมะลิ 105 และสายพันธุ์ที่เก็บสะสมเลขที่ 88061 มีค่าเท่ากับ 12.1, 10.3, 8.23 และ3.7 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ เช่นเดียวกับการเพาะเมล็ดให้งอกนาน 12, 24, 36 ชั่วโมงมีผลต่อการสะสมสารกาบา ซึ่งการเพาะนาน 24 ชั่วโมงมีผลให้ค่าเฉลี่ยจากข้าวทุกพันธุ์มีสารกาบาสูงสุด อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวและช่วงเวลาการเพาะมีผลต่อการสังเคราะห์กาบาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิมีการสะสมเพิ่มขึ้นถึง 3 เท่าหลังจากบ่มเพาะนาน 24 ชั่วโมง ซึ่งสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ และเพิ่มขึ้นเป็น 26.38 มิลลิกรัม/100 กรัมเมื่อเพาะนาน 36 ชั่วโมง ในขณะที่พันธุ์หอมนิลมีการสะสมสารกาบาลดลงเมื่อเพาะนาน 36 ชั่วโมงแต่ไม่แตกต่างกันในพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ด

คำสำคัญ: ข้าวเหนียวดำกล้องงอก การแช่ กาบา

[1] ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[1] Department of crop science and natural resource, Faculty of agriculture, Chiang Mai University
[2] ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[2] Central laboratory, Faculty of agriculture, Chiang Mai University
[3] หน่วยวิจัยข้าวก่ำ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[3] Purple Rice Research Unit, Science and Technology Institute, Chiang Mai University

คำนำ

ปัจจุบันความต้องการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวที่อุดมด้วยสารที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่นน้ำข้าวกล้องเป็นอาหารสุขภาพที่อุดมด้วยสารที่มีคุณค่า ข้าวเหนียวดำก็นับเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มสารอาหารเพื่อแปรรูปเป็นน้ำข้าวกล้องเนื่องจากข้าวเหนียวดำ หรือเรียกตามภาษาพื้นเมืองของทางเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือว่า “ข้าวก่ำ” มีรงควัตถุสีม่วงในส่วนเยื่อหุ้มเมล็ดหรือสารแอนโทไซยานินซึ่งนับว่ามีคุณประโยชน์ในต้านอนุมูลอิสระ ดังนั้นหากนำข้าวดังกล่าวมาเพาะเป็นข้าวกล้องงอก (germinated brown rice) จะเป็นการเพิ่มสารกาบา (gamma-aminobutyric acid; GABA) เนื่องจากข้าวกล้องที่ผ่านกระบวนการแช่น้ำและทำให้งอกมีขบวนการทางชีวเคมีต่างๆ เกิดขึ้นโดยเฉพาะการย่อยโปรตีนที่เป็นอาหารสะสมใน โดยกรดอะมิโนที่ถูกผลิตขึ้นในกระบวนการ decarboxylation ของกรดกลูตามิค (glutamic acid)ในสิ่งมีชีวิตโดยอาศัยกิจกรรมของเอนไซม์ glutamate decarboxylase เปลี่ยนไปเป็นกาบา (Lamkin *et al*., 1982) ซึ่งเอนไซม์ดังกล่าวมีความสำคัญในการงอกของเมล็ดธัญพืช ดังนั้นในจมูกข้าวจึงประกอบด้วยสารอาหารเพื่อสุขภาพที่เรียกว่ากาบา เป็นสารสื่อประสาทในสมองส่วนกลาง ป้องกันเส้นโลหิตในสมองแตก ช่วยลดความดันโลหิต มีส่วนช่วยสนับสนุนให้นอนหลับสนิทซึ่งมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ ในทางการแพทย์ได้มีรายงานว่าสารดังกล่าวช่วยต้านการเกิดโรคมะเร็ง (Kawabata *et al*., 1999; Mori *et al*., 1999) ซึ่งกล่าวถึงส่วนประกอบของจมูกข้าวมีส่วนประกอบที่ช่วยป้องกันการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ จากการทดลองที่ผ่านมา Varanyanond *et al.* (2005) ได้ทำการทดสอบผลของกระบวนการแช่ต่อปริมาณของสารกาบาในข้าวไทย 6 สายพันธุ์ พบว่าสารดังกล่าวพบปริมาณสูงสุดในข้าว 3 สายพันธุ์คือ ขาวดอกมะลิ105 ปทุมธานี1 และชัยนาท 1 (186.2, 154.6 และ 144.5 มก./กก.-น้ำหนักจมูกข้าว ตามลำดับ) อย่างไรก็ตามการสะสมของสารดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามชนิดของสายพันธุ์ข้าวที่แช่น้ำในเวลาต่างกัน ดังนั้นหากนำข้าวก่ำมาผ่านกระบวนการแช่และการงอกเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารกาบาแล้วคาดว่าจะได้รับข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อไปแก่ผู้บริโภคข้าวมีรงควัตถุสีม่วงในเยื่อหุ้มเมล็ด

อุปกรณ์และวิธีการ

นำข้าวเปลือกจำนวน 4 สายพันธุ์ คือ ข้าวเหนียวดำ(ข้าวก่ำ) 2 พันธุ์ (พันธุ์ก่ำดอยสะเก็ด และสายพันธุ์สะสมเลขที่ 88061) และข้าวเจ้าดำจำนวน 1 พันธุ์ (พันธุ์หอมนิล) เปรียบเทียบกับข้าวขาว 1 พันธุ์ คือข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มากะเทาะเปลือกจนได้ข้าวกล้อง เพื่อนำผ่านกระบวนต่างกันโดยแบ่งการทดลองเป็นสองส่วนคือศึกษาผลของระยะเวลาในการแช่ข้าวที่มีผลต่อปริมาณสารกาบาโดยนำข้าวกล้องจำนวน 4 สายพันธุ์มาแช่ในน้ำสะอาดในภาชนะปิดสนิทนาน 4, 8, 12 ชั่วโมง วางไว้ในอุณหภูมิห้อง และ 12 ชั่วโมงวางไว้ที่อุณหภูมิ 4°ซ และส่วนที่สองศึกษาผลของระยะเวลาในกระบวนการงอกต่อปริมาณสารกาบาโดยนำข้าวกล้องจำนวน 4 สายพันธุ์ดังกล่าวมาแช่ในน้ำสะอาดในภาชนะปิดสนิทนาน 6 ชั่วโมงแล้วนำมาเพาะให้งอกนาน 12, 24 และ 36 ชั่วโมง จากนั้นนำข้าวกล้องที่ผ่านการงอกทั้งสองส่วนไปวิเคราะห์ปริมาณกาบา โดยนำตัวอย่างข้าวที่ผ่านการแช่หรือผ่านการงอกมาอบที่ 100°ซ นาน 3 ชั่วโมงจนได้ความชื้น 6-8 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้ง 5 กรัม มาบดละเอียดและเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้ม 6 โมลาร์ จำนวน 100 มล.ย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิ 110°ซ นาน 24 ชม. ของเหลวที่ได้จากการย่อยเป็นโปรตีนไฮโดรเสท นำไปทำปฏิกิริยา กับ 9-fluorenylmetyl chloroformate (FMOC) ได้เป็นตัวอย่างอนุพันธ์ของโปรตีนไฮโดรไลเสทที่สกัดได้ แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณกาบา ด้วย HPLC (ดัดแปลงจากวิธีของ Heems *et al*., 1998) และหาปริมาณโดยเปรียบเทียบพื้นที่ใต้กราฟกับสารละลายกาบาและ กลูตาเมทมาตรฐาน

ผล

ผลของกระบวนการแช่ต่อปริมาณสารแกมม่าอมิโนบิวทาริคแอซิดหรือกาบา

ผลการทดลองพบว่าสายพันธุ์ ระยะเวลาการแช่ และปฏิสัมพันธ์ของทั้งสองปัจจัยมีผลต่อการเพิ่มปริมารสารกาบาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงใน Table 1 ซึ่งสารกาบาปรากฏอยู่ในข้าวที่แม้ไม่ผ่านการแช่ เมื่อถูกแช่เมล็ดข้าวกล้องที่ปราศจากเปลือกหุ้มเมล็ด (hull) คงเหลือเฉพาะส่วนเยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat และ pericarp) ดูดน้ำอย่างรวดเร็วและกระตุ้นให้เอนไซม์ที่มีอยู่แล้วในเมล็ดให้ทำงานใน 4 ชั่วโมงแรกและสารกาบามีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นประมาณ 1.5 เท่าของเมล็ดที่ไม่ได้แช่ และการสะสมสารกาบา เพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อแช่ข้าวนาน 12 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง ทั้งนี้ข้าวที่ถูกแช่ในน้ำและวางไว้ในอุณหภูมิต่ำ 4°ซ ยังสามารถเกิดกระบวนการงอกและสามารถผลิตสารกาบาได้ และมีปริมาณการสะสมเฉลี่ยไม่แตกต่างกับการแช่ในข้าวในอุณหภูมิห้องนาน 8 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังพบว่าข้าวทุกสายพันธุ์มีการสะสมสารกาบาเพิ่มขึ้นแปรผันตามระยะเวลาการแช่ที่

มากขึ้นจนถึง 12 ชั่วโมงเมื่อวางไว้ในอุณหภูมิห้อง ยกเว้นสายพันธุ์สะสมเลขที่ 88061 ที่มีปริมาณสารกาบาในเมล็ดข้าวกล้อง 8.2 มก./100ก. แต่ภายหลังการแช่สารดังกล่าวกลับลดลงและไม่แตกต่างกันหลังขบวนการแช่ ตรงข้ามกับเมล็ดข้าวพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ดที่มีสารกาบาเพิ่มขึ้นถึง 6 เท่าภายหลังการแช่ข้าวในน้ำนาน 12 ชั่วโมงในอุณหภูมิห้อง

Table 1 Effect of soaking process on γ–amino butyric acid in 4 varieties of landrace Thai rice

Treatment	Rice variety				Average
	KDML 105	Kum Doi Saket	Collection line No. 88061	Hom Nil	
	γ–amino butyric acid content (mg/ 100 g)				
Control	1.64	1.70	8.20	2.86	3.60
Soaking 4 hr. at room	4.94	6.25	3.56	8.51	5.81
Soaking 8 hr. at room	5.93	8.09	4.01	10.53	7.14
Soaking 12 hr. at room	8.23	10.3	3.70	11.84	8.52
Soaking 12 hr. at 4°C	7.81	5.98	3.60	12.10	7.37
Average	5.71	6.47	3.47	9.16	
LSD0.05 variety (A)			0.72		
LSD0.05 soaking time (B)			0.82		
LSD0.05 A x B			1.64		

ผลของกระบวนการงอกต่อปริมาณสารแกมม่าอมิโนบิวทาริคแอซิด

จากการนำข้าวทั้ง 4 สายพันธุ์มาแช่ในน้ำและบ่มให้งอก พบว่าสายพันธุ์ ระยะเวลาการบ่มเพาะให้งอก และปฏิสัมพันธ์ของทั้งสองปัจจัยมีผลต่อการเพิ่มปริมารสารกาบาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังแสดงใน Table 2 โดยพันธุ์ขาวดอกมะลิมีค่าเฉลี่ยสูงสุดถึง 16.6 มก/100ก. รองลงมาคือพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ด หอมนิล นอกจากนี้การสะสมปริมาณสารกาบามีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นตามเวลาการเพาะนาน 12 และ 24 ชั่วโมงมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 13.81มก./100ก.และมีค่าเฉลี่ยลดลงหลังเพาะให้งอกนาน 36 ชั่วโมง ทั้งนี้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิมีการสะสมสารกาบาในช่วง 12 ชั่วโมงไม่แตกต่างจากการแช่น้ำนาน 6 ชั่วโมงแรก (7.78 มก./100 ก.) แต่หลังจากบ่มเพาะนาน 24 ชั่วโมงพบว่าปริมาณสารดังกล่าวเพิ่มขึ้นถึง 3 เท่าและสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ในขณะที่พันธุ์ก่ำดอยสะเก็ดมีการสะสมสารกาบาไม่แตกต่างกันในการเพาะ 24-36 ชั่วโมงตรงข้ามกับสายพันธุ์สะสม 88061 ที่มีปริมาณสารดังกล่าวเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาการเพาะจาก 12-24 ชั่วโมงที่มีปริมาณสูงสุด 5.81 มก./100ก.และลดลงในชั่วโมงที่ 36 เช่นเดียวกับพันธุ์หอมนิลที่มีการสะสมสารกาบาสูงสุด 11.77 ในชั่วโมงที่ 24 ของการบ่มเพาะและลดลงเมื่อเพาะนาน 36 ชั่วโมง

Table 2 Effect of germination process on γ–amino butyric acid in 4 varieties of landrace Thai rice

Treatment	Rice variety				Average
	KDML 105	Kum Doi Saket	Collection line No. 88061	Hom Nil	
	γ–amino butyric acid content (mg/ 100g)				
Control	8.21	6.97	2.50	8.04	6.43
Germination 12 hr	7.78	11.49	3.48	10.53	8.32
Germination 24 hr	24.05	13.62	5.81	11.77	13.81
Germination 36 hr	26.38	13.85	2.83	5.28	12.08
Average	16.6	11.48	3.65	8.90	
LSD0.05 variety (A)			1.65		
LSD0.05 soaking time (B)			0.57		
LSD0.05 A x B			1.14		

วิจารณ์ผล

ระยะเวลาในการแช่ข้าวกล้องในน้ำมีผลต่อสังเคราะห์สารแกมม่าอมิโนบิวทิริคแอซิดหรือกาบาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากเมล็ดข้าวกล้องดูดน้ำอย่างรวดเร็วและกระตุ้นให้เอนไซม์ที่มีอยู่แล้วในเมล็ดให้ทำงานใน 4 ชั่วโมงแรกและเกิดขบวนการงอก ซึ่งเริ่มแรกเกิดจากการสังเคราะห์ฮอร์โมน gibberllin (GA) ในส่วนคัพภะก่อนแล้วเคลื่อนย้ายไปสู่ส่วน aleuron layer (Palmiano and Juliano, 1972) เพื่อกระตุ้นให้ปลดปล่อยเอนไซม์พวก hydrolytic enzymes ออกมาและเกิดการย่อยสลายสารอาหารโปรตีนในส่วนคัพภะมีผลให้เกิดการสะสมสารกาบา โดยข้าวทุกพันธุ์ยกเว้นสายพันธุ์สะสมเลขที่ 88061 มีการสะสมสารเพิ่มขึ้นแปรผันตามระยะเวลาการแช่ที่มากขึ้นจนถึง 12 ชั่วโมงเมื่อวางไว้ในอุณหภูมิห้อง เป็นไปในทำนองเดียวกันการทดลองของ Saikusa *et al*. (1994) พบว่าสารดังกล่าวมีการสะสมสูงสุดในช่วงแรกของการแช่น้ำ ส่วนสายพันธุ์สะสมเลขที่ 88061 ที่มีปริมาณสารกาบาในเมล็ดข้าวกล้อง 8.2 มก./100 ก. แต่ภายหลังการแช่สารดังกล่าวกลับลดลงและไม่แตกต่างกันหลังการแช่ เนื่องจากมีความงอกเริ่มต้นเพียง 55 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่พันธุ์อื่นมีความงอกมากกว่า (75 เปอร์เซ็นต์) จึงเป็นได้ที่เมล็ดไม่มีชีวิตปะปนอยู่อาจมีผลต่อการสะสมสารกาบา การเกิดเมตาโบลิซึมจะเกิดช้าลงเมื่อแช่ข้าวในน้ำและวางไว้ในอุณหภูมิต่ำประมาณ 4°ซ แต่เมล็ดยังดูดน้ำได้และการสังเคราะห์โปรตีนเป็นไปอย่างช้าๆ และสามารถผลิตสารกาบาได้ (Table 1) มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกับการแช่ 8 ชั่วโมงในอุณหภูมิห้อง ซึ่งในแง่การบริโภคหากต้องการลดการปนเปื้อนของเชื้อโรคในอากาศก็สามารถแช่ข้าวในตู้เย็นได้ นอกจากนี้สารกาบาจะถูกสังเคราะห์เพิ่มขึ้นเมื่อนำข้าวกล้องไปผ่านกระบวนการเพาะให้งอกได้โดยสายพันธุ์ขาวดอกมะลิมีการสะสมสารกาบาใน 24 ชั่วโมงเพิ่มขึ้นถึง 3 เท่าและสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ (Table 2) และเพิ่มขึ้นเป็น 26.38 มก./100 ก. ในชั่วโมงที่ 36 ส่วนในข้าวเหนียวดำหรือข้าวก่ำที่ต้องการเพิ่มความเป็นประโยชน์ของสารอาหารนอกจากแอนโทไซยานินแล้วหากนำข้าวสายพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ดไปผ่านกระบวนการเพาะให้งอกพบว่าข้าวก่ำมีการสังเคราะห์สารกาบาเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเพาะนาน 24 ชั่วโมงหากบ่มนาน 36 ชั่วโมงสารดังกล่าวมีปริมาณไม่แตกต่างกัน และค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์ยังสูงกว่าข้าวเจ้าพันธุ์หอมนิล อย่างไรก็ตามในการบริโภคข้าวที่มีรงควัตถุสีม่วงจะได้ประโยชน์ดังที่กล่าวมาแล้ว แต่หากนำมาเพิ่มคุณค่าโดยการแช่น้ำหรือเพาะให้งอกก็จะทำให้ได้สารอาหารกาบาที่มีคุณประโยชน์จากข้าวได้มากขึ้น เพื่อประกอบการแปรรูปผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มหรืออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานก็สามารถเพิ่มเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้แก่ผู้บริโภคอาหารสุขภาพต่อไปได้

สรุป

สายพันธุ์ข้าวและช่วงเวลาการแช่น้ำมีผลต่อการสะสมสารกาบาในเมล็ดข้าว โดยการแช่น้ำนาน 12 ชั่วโมงมีผลให้เกิดการสะสมสารกาบามากที่สุดและการแช่ข้าวในอุณหภูมิต่ำนาน 12 ชั่วโมงมีผลให้เกิดการสะสมสารกาบาเทียบเท่ากับการแช่ในอุณหภูมิห้องนาน 8 ชั่วโมง นอกจากนี้ช่วงเวลาการบ่มเพาะนาน 24 ชั่วโมงมีผลให้เกิดการสะสมสารกาบาสูงสุดในข้าวก่ำดอยสะเก็ดและข้าวหอมนิลส่วนในข้าวหอมมะลิสารกาบามีปริมาณเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเพาะให้งอก 36 ชั่วโมง

คำขอบคุณ

ขอแสดงความขอบคุณ กองทุนพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ กองทุนสนับสนุนงานวิจัย ศูนย์บริหารงานวิจัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Heems, D., G. Luck, C. Fraudeau, and E. Vérette. 1998. Fully automated precolumn derivatization, on-line dialysis and high performance liquid chromatographic analysis of amino acids in food, beverages and feedstuff. Journal of Chromotography A 798: 9-17.

Kawabata, K., T. Tanaka, T. Murakami, T. Okada., H. Murai, T. Yamamoto, A. Hara., M. Shimizu, Y. Yamada, K. Masunaga, T. Kuno, N. Yoshimi, S. Sugie and H. Mori. 1999. Ditary prevention of azoxymethane-induced colon carcinogenesis wit rice germ in F344 rats. Carcinogenesis 20(11): 2109-2115

Lamkin, W. M., S. W. Nelson, B. S. Miller, and Y. Pomeranz.1982.Glutamic acid decarboxylase activities as a measure of percent germination for barley. Cereal Chemistry 60(2): 166-171.

Mori, H., K. Kawabata, N. Yoshimi, T. Tanaka, T. Murakami, T. Okada and H. Murai. 1999. Chemopreventive effects of ferulic acid on oral and rice germ on large bowel carcinogenesis. Anticancer Research 19: 3775-3778.

Palmiano P. E. and O. B. Juliano. 1972. Chemical Changes in the rice grain during germination. Plant Physiology 49: 751-756.

Saikusa, T., T. Horino and Y. Mori. 1994. Accumulation of γ-amino-n-butyric acid (GABA) in the rice germ during water soaking. Bioscience Biotech Biochem. 58 (12): 2291-2292.

Varanyanond W., P. Tungtrakul, V. Surojanametakul, L. Watanasiritham and W. Luxiang. 2005. Effects of Water soaking on Gamma-Aminobutyric Acid (GABA) in Germ of Different Thai Rice Varieties. Kasetsart Journal (Natural Science) 39: 411-415