

คุณค่าทางโภชนาการบางประการในข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวสังข์หยดพัทลุง

Some Nutritional Properties of Sweet Fermented Rice Products of Sung Yod Phatthalung Rices

อุไรวรรณ วัฒนกุล¹ ชุตินุช สุจริต¹ และ นพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา²

Uraiwan wattanakul¹, Chutinut Sujarit¹ and Nopparat Vonghirundacha²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการบางประการในข้าวหมากที่ผลิตจากส่วนผสมของข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงและข้าวเหนียวดำ 5 อัตรา ได้แก่ 1:0, 3:1, 1:1, 1:3 และ 0:1 พบว่า ปริมาณโปรตีนและไขมันในสูตรที่ใช้ส่วนผสมของข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุง มีค่าน้อยกว่าการใช้ข้าวเหนียวดำเพียงอย่างเดียว แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 3 สูตรที่มีการผสมของข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุง พบว่า สูตรที่ผสมข้าวเหนียวดำต่อข้าวสังข์หยดพัทลุง อัตรา 1:1 ให้ค่าโปรตีนและไขมันใกล้เคียงกับข้าวเหนียวดำพัทลุงที่สุด มีค่าเท่ากับ 3.6 และ 0.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณความชื้นและค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) ในทุกสูตรทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ พบว่าทุกสูตรการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.23-0.47 เปอร์เซ็นต์ ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน มผช. 162/2546 แต่มีแนวโน้มว่าข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำผสมข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงอัตรา 1:1 มีปริมาณแอลกอฮอล์และปริมาณการต้านอนุมูลอิสระ DPPH มากที่สุด ส่วนข้าวหมากจากข้าวเหนียวดำพัทลุงให้ปริมาณแอลกอฮอล์น้อยที่สุด แต่มีปริมาณสารสีแอนโทไซยานินมากที่สุด เท่ากับ 84.26 มก.ต่อกรัม น้ำหนักเปียก แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับสูตรอื่น

ABSTRACT

This research aims to study some nutritional properties of sweet fermented rice products of the mixtures of Sung Yod Phatthalung brown rice and black sticky rice for 5 ratio including 1:0, 3:1, 1:1, 1:3, 0:1. The result showed that the total amount of protein and lipid in the mixtures of brown rice were lower than those of the black sticky rice alone. It was significantly different. However, the protein and lipid contents of the mixtures of black sticky rice and Sung Yod Phatthalung brown rice at ratio 1:1 were closed to these of the glutinous rice by 3.6 and 0.31 percentages, respectively. While the moisture and total soluble solids contents of all mixtures were not significantly different. The alcohol contents of all mixtures were in the range of 0.23 to 0.47 percentages under the community standard 162/2546. The alcohol content was highest in the sweet fermented rice produced with the mixture of black sticky rice and Sung Yod Phatthalung brown rice at

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง 92150

¹Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang 92150

²โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จ. สงขลา 9000

²Program in Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University, Songkhla 90000

1:1 and lowest those black sticky rice. The anthocyanin content in sweet-fermented rice produced with the black sticky rice was highest (84.26 mg per g.wet weight.) It was significantly different ($p < 0.05$) with the others. The amount of DPPH antioxidant activity in black sticky rice mixed with Sung Yod Phatthalung brown rice at 1:1 provided the highest antioxidant activity.

Key words: nutritional properties, sweet fermented rice products, Sung Yod Phatthalung rice

e-mail address: uriwan16@gmail.com

คำนำ

ผลิตภัณฑ์จากข้าว ได้รับการวิจัยและพัฒนาไปในรูปแบบที่หลากหลาย ทั้งนี้เพราะแนวโน้มการบริโภคข้าว ในหลายประเทศลดลง (Ito and Ishikawa, 2004) ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวจึงเป็นแนวทางหนึ่งเพื่อเพิ่มมูลค่า แม้ว่าข้าวพื้นเมืองบางชนิดจะมีราคาสูง เช่น ข้าวสังข์หยดพัทลุง แต่ก็มีอุปสรรคมากขึ้นทุกปี ทั้งนี้เพราะข้าวสังข์หยดพัทลุงเป็นอาหารสุขภาพ มีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ในปริมาณสูง แม้ว่าจะได้รับการแปรรูป และพัฒนาผลิตภัณฑ์มากมาย ไม่ว่าจะเป็นส่วนผสมหรือองค์ประกอบในการทำคุกกี้ ขนมเค้ก ไอศกรีม น้ำข้าว กล้องงอก ข้าวเกรียบ และอื่น ๆ แต่ยังไม่มียุติภัณฑ์จากการหมักแป้งข้าว ผู้วิจัยฯ เล็งเห็นว่าเพื่อเพิ่มความหลากหลายในการแปรรูป และเป็นการฟื้นฟูภูมิปัญญา เพื่ออนุรักษ์อาหารพื้นบ้าน เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้ข้าวหมาก และใช้ประโยชน์จากข้าวให้หลากหลาย การผลิตแป้งข้าวหมากจากข้าวสังข์หยดพัทลุง จึงน่าจะเป็นอีกแนวทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เพราะจุลินทรีย์ หรือลูกแป้ง เมื่อเจริญบนข้าวจะผลิตสารสำคัญที่ก่อประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยเฉพาะการเป็นสารโปรไบโอติก และสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งปัจจุบันสารกลุ่มนี้ถูกนำมาใช้ในการส่งเสริมและป้องกันโรคต่างๆ ทั้งในรูปของอาหารและสมุนไพร เพราะสารต้านอนุมูลอิสระจะทำหน้าที่ขจัดอนุมูลอิสระได้ดี (ศรีวัฒนาและคณะ, 2548) จากภูมิปัญญาชาวบ้านที่มีการนำข้าวสังข์หยดมาแปรรูปเป็นแป้งข้าวหมาก เพื่อหมักเป็นแอลกอฮอล์ ทั้งนี้เพราะสมบัติทางเคมีของข้าวสังข์หยดพัทลุง จัดอยู่ในกลุ่มข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ (ปรีชา, 2548) ซึ่งอาจทดแทนหรือใช้ร่วมกับข้าวเหนียวดำเพื่อการแปรรูปได้ โดยกระบวนการผลิตข้าวหมากนั้น จะมีีสต์ทำหน้าที่เปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล และมีบางส่วนเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ (มณฑัย, 2546) ข้าวหมากจึงมีรสอมหวานอมเปรี้ยว สอดคล้องกับแนวทางการดูแลสุขภาพในปัจจุบันที่สนใจบริโภคอาหารโปรไบโอติกที่ช่วยในการปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในร่างกาย เพราะเชื้อยีสต์ในข้าวหมากเป็นโปรไบโอติกส์ชนิดหนึ่งที่ก่อประโยชน์ต่อร่างกายโดยทำการปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในร่างกาย กระตุ้นการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ ภูมิคุ้มกันมะเร็ง ช่วยระบบทางเดินอาหารให้ทำงานเป็นปกติและดูดซึมวิตามินดีขึ้น ผลิตเม็ดเลือดแดงดีขึ้น ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค และช่วยให้การดูดซึมแคลเซียมดี ทั้งยังรักษาแผลในลำไส้จากการอักเสบเรื้อรัง (ทองจุล, 2554) เมื่อภูมิปัญญาโบราณกล่าวถึงในด้านประโยชน์ของแป้งข้าวหมากต่อสุขภาพมากมาย แต่ยังไม่มีการวิจัยถึงคุณค่าที่ได้จากแป้งข้าวหมากสังข์หยดอย่างจริงจัง โดยเฉพาะคุณค่าที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทำแป้งข้าวหมากจนเกิดเป็นสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ สารสีแอนโทไซยานิน ปริมาณโปรตีน ไขมัน เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จากแป้งข้าวหมากสังข์หยดร่วมกับข้าวเหนียวดำ โดยพิจารณาถึงคุณค่าทางโภชนาการบางประการในผลิตภัณฑ์แป้งข้าวหมากเป็นสำคัญ เพื่อนำภูมิปัญญาของไทยมาพัฒนาให้เกิดประโยชน์และเป็นแนวทางเพื่อผลิตเป็นสินค้ามูลค่าเพิ่ม

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลอง ศึกษาการผลิตแป้งข้าวหมากจากข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุง

การเตรียมวัตถุดิบและสูตรแป้งข้าวหมาก

เตรียมวัตถุดิบจากข้าวพื้นเมืองของจังหวัดพัทลุง ได้แก่ ข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงที่ผลิตตามฤดูกาล มีอายุการเก็บเกี่ยวหลังออกดอก 45 วัน และข้าวเหนียวดำพัทลุง อายุการเก็บรักษาไม่เกิน 4 เดือน เพื่อนำมาผลิตเป็นแป้งข้าวหมาก โดยวิธีการผสมข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุง (SYBR) และข้าวเหนียวดำพัทลุง (BGR) โดยมีอัตราส่วนผสม แบ่งเป็น 5 ชุดการทดลอง ๆ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ใช้ข้าวเหนียวดำพัทลุงอย่างเดียว

ชุดการทดลองที่ 2 ใช้ข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงอย่างเดียว

ชุดการทดลองที่ 3 ใช้ข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุง : ข้าวเหนียวดำพัทลุง สัดส่วน 3 : 1

ชุดการทดลองที่ 4 ใช้ข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุง : ข้าวเหนียวดำพัทลุง สัดส่วน 1 : 1

ชุดการทดลองที่ 5 ใช้ข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุง : ข้าวเหนียวดำพัทลุง สัดส่วน 1 : 3

การหมักข้าวหมาก ดัดแปลงจากวิธีการของ สมพักตร์ (2546) โดยนำตัวอย่างข้าวมาล้างน้ำให้สะอาด 2 ครั้ง แช่วข้าวเหนียวดำ 6 ชั่วโมง แล้วนำมาึ่งจนสุก ส่วนข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงนำมาหุงจนสุก จากนั้นนำมาเกลี่ยให้กระจายความหนาเท่ากันรอจนข้าวเย็น นำข้าวทั้งสองชนิดมาผสมกันตามอัตราส่วนในชุดการทดลอง ทำการโรยน้ำตาลลงไปให้สม่ำเสมอกันโดยใช้ข้าว 500 กรัมต่อน้ำตาล 110 กรัม ตามด้วยการโรยลูกแป้งข้าวหมากที่บดละเอียด 2 ลูก จากนั้นบรรจุใส่ภาชนะที่แห้งและสะอาดเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ใช้เวลาในการหมัก 3 วัน จนได้เป็นข้าวหมาก วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำ และทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการในระหว่างทำการหมักแป้งข้าวหมากดังนี้

1. วิเคราะห์โปรตีน โดยวิธี Kjeldahl method (AOAC, 1990)
2. วิเคราะห์ไขมัน โดยวิธี Soxhlet extraction method (AOAC, 1990)
3. วิเคราะห์เถ้า (AOAC, 1990)
4. วิเคราะห์ความชื้น โดยวิธี Loss on drying at 135°C (AOAC, 1990)
5. หาปริมาณคาร์โบไฮเดรต โดยวิธีการคำนวณ (Calculation)
6. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เปอร์เซ็นต์โดยใช้ hand refractometer ยี่ห้อ ATAGO รุ่น Master-2M
3. วัดสีแอนโทไซยานิน ตามวิธีการของ Abdel-Aal and Hucl (1999) โดยการสกัดตัวอย่างในสารละลาย 1.0 N HCl และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ด้วย เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ รุ่น UV-1601 spectrophotometer ยี่ห้อ shimadzu
4. วัดปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธีการทดสอบความสามารถในการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging capacity assay) โดยสกัดตัวอย่างใน 80% ethanol ทำปฏิกิริยากับสารละลาย 0.8 mM DPPH และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm ด้วย เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ รุ่น UV-1601 spectrophotometer ยี่ห้อ shimadzu (Murakami et al. 2004)
5. วัดเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ โดยวิธี Ebulliometric analysis ด้วยเครื่อง Ebulliometre ยี่ห้อ dujardin salleron

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT วิเคราะห์ทางสถิติโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างแต่ละชุดการทดลองด้านคุณค่าทางโภชนาการ และสมบัติทางเคมีบางประการในข้าวหมาก

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการในแป้งข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวสังข์หยดพัทลุง, ข้าวเหนียวดำพัทลุง และส่วนผสมของข้าวทั้งสองพันธุ์ โดยมีชุดการทดลองแตกต่างกัน 5 ชุด พบว่า ปริมาณความชื้นในตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าระหว่าง 47.75-52.83 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณโปรตีนในแป้งข้าวหมากในข้าวเหนียวดำพัทลุง มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 4.4 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดการทดลองอื่นที่มีส่วนผสมของข้าวสังข์หยดพัทลุง โดยแป้งข้าวหมากจากข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุง, ข้าวเหนียวดำต่อข้าวสังข์หยดพัทลุงอัตรา 3:1, 1:1 และ 1:3 มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 3.5, 3.6, 3.6 และ 3.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1)

ปริมาณไขมัน ในแป้งข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำพัทลุง ข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุง และข้าวเหนียวดำต่อข้าวสังข์หยดพัทลุงอัตรา 1:1 มีค่าเท่ากัน อยู่ระหว่าง 0.31-0.33 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดการทดลองอื่นซึ่งมีค่าน้อยกว่า โดยแป้งข้าวหมากจากข้าวเหนียวดำต่อข้าวสังข์หยดพัทลุงอัตรา 3:1 มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 0.16 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) ปริมาณเถ้าในแป้งข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำต่อข้าวสังข์หยดพัทลุงอัตรา 1:3 และข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงไม่ผสม มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 0.56-0.57 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาได้แก่ ชุดข้าวเหนียวดำต่อข้าวสังข์หยดพัทลุงอัตรา 1:1, 3:1 และ ข้าวเหนียวดำไม่ผสม ตามลำดับ (Table 1) ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตในแป้งข้าวหมากผลิตจากข้าวเหนียวดำมีค่ามากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ 4 ชุดทดลอง ซึ่งให้ค่าไม่ต่างกันทางสถิติ อยู่ระหว่าง 42.79-45.11 เปอร์เซ็นต์ ค่าที่ได้แตกต่างกับรายงานของ อรอนงค์ (2550) กล่าวว่าปริมาณสารอาหารบางอย่างในอาหารหมักดองจากข้าว โดยเฉพาะในข้าวหมากจะมีค่าความชื้น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เส้นใยหยาบ ไขมัน เถ้า น้ำตาล อินเวิร์ต สตาร์ช แอลกอฮอล์ เท่ากับ 60.3, 1.8, 37.7, 0.3, 0.1, 0.1, 11-12.7, 14.25, และ 1.21 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าทุกชุดการทดลองให้ค่าความชื้นน้อยกว่า ซึ่งส่งผลต่อผลิตภัณฑ์เพราะเมล็ดข้าวหมากจะไม่ละและแฉิม ส่วนโปรตีนให้ค่ามากกว่ารายงานของอรอนงค์ ถึง 2 เท่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากกว่าถึง 5-7% และแอลกอฮอล์น้อยกว่าประมาณ 3 เท่า ซึ่งไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์

การทดลอง บ่งชี้ว่าคุณค่าทางโภชนาการในแป้งข้าวหมาก ทั้ง 3 ชุดที่ใช้ส่วนผสมของข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงร่วมกับข้าวเหนียวดำพัทลุง มีความแตกต่างกัน โดยสูตรที่ผสมข้าวเหนียวดำต่อข้าวสังข์หยด อัตรา 1:1 ให้คุณค่าทางโภชนาการดีเกือบเทียบเท่ากับข้าวเหนียวดำพัทลุงที่สุด ทั้งนี้เพราะในเมล็ดข้าวเหนียวดำที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีเข้มให้ค่าโปรตีนและกรดอะมิโนไลซีนสูงกว่าข้าวขาว (Frei and Becker, 2005) และแม้ว่าผลการวิเคราะห์ข้าว 1,787 สายพันธุ์ของประเทศไทย พบปริมาณโปรตีนในข้าวกล้องเพียง $7.48 \pm 1.65\%$ ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าธัญพืชอื่นแต่ก็มีคุณค่าทางชีวภาพ และประโยชน์สูงที่สุดกว่า สามารถย่อยได้ดี เนื่องจากมีเส้นใยและแทนนินต่ำ (งามชื่น, 2542) ส่งผลต่อการใช้ประโยชน์ได้ดีกว่า

ผลการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) และเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ในข้าวหมาก

จากการวิเคราะห์ทางเคมีของแป้งข้าวหมากด้านเปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ละลายได้ เป็นเวลา 14 วัน (Table 2) พบว่าข้าวหมากทั้ง 5 สูตรการทดลอง ตั้งแต่วันแรกจนถึงวันที่ 14 ของการหมัก มีค่าของแข็งที่ละลายได้มากขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น โดยค่าของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้น ของชุดทดลองที่ผสมข้าวสังข์หยดพัทลุง มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 38.33-39.67°Brix แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จากข้าวหมากชุดข้าวเหนียวดำไม่ผสม ที่มีค่าน้อยที่สุด แต่เมื่อครบ 14 วัน พบว่าค่าของแข็งที่ละลายได้ของทุกชุดการทดลองกลับมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือมีค่าอยู่ระหว่าง 39.33-41.67°Brix ใกล้เคียงกับการทดลองของดารีกา (2539) ที่ผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่ำโดยการหมักข้าวเหนียวหนึ่งทั้งเมล็ด พบว่ามีปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นและสุดท้ายของการหมักเท่ากับ 31.5°Brix และ 31.7°Brix แตกต่างจากงานวิจัยของ สมพัทธ์ (2546) ที่พบว่า ค่าความหวานจากการใช้ลูกแป้งที่แตกต่างกัน 3 ชนิด มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 40.85-42.40%

เมื่อพิจารณาปริมาณแอลกอฮอล์ (Table 3) ที่วิเคราะห์ 3 ครั้ง เป็นเวลา 7 วัน พบว่า วันที่ 3 ของการหมัก ทุกสูตรมีปริมาณแอลกอฮอล์ อยู่ระหว่าง 0.13-0.37% จนถึงวันที่ 7 ปริมาณแอลกอฮอล์ ในทุกสูตรการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย อยู่ระหว่าง 0.23-0.47% เมื่อเทียบกับมาตรฐาน มพช. 162/2546 กำหนดค่า แอลกอฮอล์ต้องไม่เกิน 0.5% โดยน้ำหนัก ทำให้ค่าที่ได้จากการทดลองไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน แต่มีแนวโน้มว่าข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำต่อข้าวสังข์หยดพัทลุงอัตรา 1:1 ให้ปริมาณแอลกอฮอล์มากที่สุด ส่วนข้าวหมากจากข้าวเหนียวดำให้ปริมาณแอลกอฮอล์น้อยที่สุด สอดคล้องกับงานทดลองของดารีกา (2539) ที่ผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่ำโดยใช้ลูกแป้งข้าวหมากในการหมักน้ำแป้งข้าวเหนียวหนึ่ง ได้ปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ในช่วง 0.27-0.37 เปอร์เซ็นต์

Table 1 Chemical approximated analysis results of sweet fermented rices from Black sticky rice

Phatthalung and Sung Yod Phatthalung brown rice at difference ratio after 3 Days fermenting

Treatments	Moisture (%)	Carbohydrate (%)	Protein (%)	Lipid (%)	Ash (%)
Black glutinous rices	47.75±0.12	49.20±0.11 ^a	4.4±0.02 ^a	0.31±0.07 ^a	0.34±0.02 ^c
SY brown rices	50.79±0.33	44.81±0.12 ^b	3.5±0.03 ^b	0.33±0.07 ^a	0.57±0.06 ^a
BGR : SYBR (3:1)	51.46±0.14	44.39±0.18 ^b	3.6±0.01 ^b	0.16±0.01 ^c	0.39±0.05 ^c
BGR : SYBR (1:1)	52.83±2.23	42.79±0.21 ^b	3.6±0.03 ^b	0.31±0.06 ^a	0.47±0.04 ^b
BGR : SYBR (1:3)	50.48±0.18	45.11±0.15 ^{ab}	3.6±0.04 ^b	0.25±0.05 ^b	0.56±0.05 ^a

Note: values in the same column followed by different letters (a, b, c superscript) were significantly different (P<0.05)

Table 2 The percentage of total soluble solids (TSS) in sweet-fermented rice products

Treatments	Amount of sweetness (%Brix)			
	Day 0	Day 4	Day 10	Day 14
Black glutinous rices	33.33±0.58 ^b	36.67±0.38 ^b	38.00±0.02	40.33±0.58
Sung Yod Phatthalung brown rices	39.00±0.05 ^a	39.33±0.48 ^a	39.67±0.58	39.33±0.58
BGR : SYBR (3:1)	39.00±0.00 ^a	40.33±0.58 ^a	40.63±0.58	41.23±0.40
BGR : SYBR (1:1)	39.67±0.58 ^a	40.13±0.58 ^a	40.33±0.58	41.00±0.00
BGR : SYBR (1:3)	38.33±0.58 ^a	40.00±0.07 ^a	40.00±0.19	41.67±0.58

Note: values in the same column followed by different letters (a, b, c superscript) were significantly different (P<0.05)

Table 3 The percentage of alcoholic content of sweet-fermented rice products

Treatments	Alcohol (%)		
	Day 3	Day 5	Day 7
Black glutinous rices (BGR)	0.13±0.06 ^b	0.17±0.06 ^c	0.23±0.06 ^c
Sung Yod Phatthalung brown rices(SYBR)	0.17±0.06 ^b	0.27±0.06 ^b	0.40±0.17 ^{ab}
BGR : SYBR (3:1)	0.30±0.00 ^a	0.32±0.06 ^{ab}	0.33±0.06 ^b
BGR : SYBR (1:1)	0.37±0.06 ^a	0.40±0.00 ^a	0.47±0.06 ^a
BGR : SYBR (1:3)	0.13±0.06 ^b	0.27±0.06 ^b	0.33±0.06 ^b

Note: values in the same column followed by different letters (a, b, c superscript) were significantly different (P<0.05)

Table 4 Total anthocyanin content and antioxidant activity by DPPH assay of sweet-fermented rice products after 3 Days fermenting

Treatments	anthocyanin content	antioxidant activity by
	(mg./g. wet weight)	DPPH (%)
Black glutinous rices	84.26±1.43 ^d	48.78±8.27 ^a
Sung Yod Phatthalung brown rices	11.34±2.42 ^a	51.98±7.72 ^{ab}
BGR : SYBR (3:1)	60.34±1.67 ^c	50.44±9.50 ^a
BGR : SYBR (1:1)	49.18±2.18 ^b	57.83±2.24 ^c
BGR : SYBR (1:3)	16.23±1.53 ^a	54.24±6.34 ^b

Note: values in the same column followed by different letters (a, b, c superscript) were significantly different (P<0.05)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินและการต้านอนุมูลอิสระ DPPH

จากการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวหมากทั้ง 5 สูตร (Table 4) พบว่า ข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำพัทลุง มีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุด เท่ากับ 84.26 มก./กรัม น้ำหนักเปียก แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับสูตรอื่น รองลงมาได้แก่ สูตรที่มีข้าวเหนียวดำต่อข้าวสังข์หยดพัทลุงอัตรา 3:1 และ 1:1 ตามลำดับ ส่วนข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงให้ค่าน้อยที่สุด สอดคล้องกับงานทดลองของ Hu *et al.* (2003) กล่าวว่า ข้าวเหนียวดำมีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุด รองลงมาคือ ข้าวสีม่วง ข้าวสีแดง และข้าวกล้อง ตามลำดับ ปริมาณแอนโทไซยานินจะมีผลต่อความเข้มของสีในข้าวเพราะเป็นรงควัตถุที่มีสีแดงถึงม่วง ในธัญพืชพบอยู่ในบริเวณเนื้อเยื่อชั้นนอกและเนื้อเยื่อชั้นใน (Abdel-Aal *et al.*, 2006) ข้าวที่มีปริมาณแอนโทไซยานินน้อยจะมีสีแดงอ่อนส่วนข้าวที่มีปริมาณแอนโทไซยานินมากจะมีสีม่วงเข้ม อย่างไรก็ตาม ข้าวบางชนิดในกลุ่มข้าวสีแดงมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดใกล้เคียงกับข้าวเหนียวดำมาก แต่มีปริมาณแอนโทไซยานินน้อยกว่าข้าวเหนียวดำมาก แสดงว่าในข้าวบางกลุ่มจะมีแอนโทไซยานินเป็นองค์ประกอบ แต่อาจไม่ใช่องค์ประกอบที่สำคัญของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่พบในข้าวกลุ่มนั้น (Hu *et al.*, 2003) เมื่อวิเคราะห์ปริมาณการต้านอนุมูลอิสระ DPPH พบว่า ข้าวเหนียวดำและข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงให้เปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระไม่ต่างกัน (Table 4) โดยสูตรที่ใช้ข้าวเหนียวดำต่อข้าวสังข์หยดพัทลุงอัตรา 1:1 ให้ค่าการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ข้าวเหนียวดำต่อข้าวสังข์หยดพัทลุงอัตรา 1:3 และ ข้าวสังข์หยดพัทลุงไม่ผสม ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากสูตรข้าวเหนียวดำ และข้าวเหนียวดำต่อข้าวสังข์หยดพัทลุงอัตรา 3:1 ที่ให้ค่าน้อยที่สุด ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าในการหมักข้าวสังข์หยดพัทลุงทำให้เกิดสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าในข้าวเหนียวดำ เช่นเดียวกับการทดลองของ Suttajit *et al.* (2006) กล่าวว่าเมล็ดข้าวกล้องสีดำและแดงมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าเมล็ดข้าวกล้องสีขาว และประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระขึ้นอยู่กับปริมาณสารประกอบฟีนอลในเมล็ดข้าว และสารสีพวกแอนโทไซยานิน ยังประกอบไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยลดหรือชะลอความแก่ได้ (Min, 2004) แต่ในด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ ซึ่งทดลองโดย กาญจนา และศศิธร (2555) ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยนำข้าวกล้องสังข์หยดผสมกับข้าวเหนียวดำในอัตราส่วนแตกต่างกัน ทำการหมัก 3 วัน เพื่อคัดเลือกสูตรที่ยอมรับมากที่สุด พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับข้าวหมากที่ทำจากข้าวกล้องสังข์หยดต่อข้าวเหนียวดำในอัตราส่วน 1:3 มากที่สุด โดยให้เหตุผลว่าลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัสดีที่สุด

สรุป

คุณค่าทางโภชนาการได้แก่ โปรตีน และ ไขมัน ในแป้งข้าวหมาก ที่ใช้ส่วนผสมของข้าวเหนียวดำพัทลุง และข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุง ทั้ง 3 สูตร มีปริมาณน้อยกว่าการใช้ข้าวเหนียวดำพัทลุงเพียงอย่างเดียว โดยสูตรที่ผสมข้าวเหนียวดำพัทลุงต่อข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงอัตรา 1:1 มีค่าการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดและให้คุณค่าทางโภชนาการดีเกือบเทียบเท่ากับข้าวเหนียวดำพัทลุงที่สุด ขณะที่ปริมาณความชื้นและค่าของแข็งที่ละลายได้ในตัวอย่างไม่แตกต่างกัน ข้าวหมากทั้งหมดมีปริมาณแอลกอฮอล์ อยู่ในช่วง 0.23-0.47 ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อเทียบกับมาตรฐาน มผช. 162/2546 ปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำมีปริมาณมากที่สุด แต่ปริมาณการต้านอนุมูลอิสระ DPPH กลับมีค่าน้อยที่สุด จากวัตถุประสงค์ที่วางไว้พบว่าคุณค่าทางโภชนาการในสูตรที่ผสมข้าวเหนียวดำพัทลุงต่อข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงอัตรา 1:1 มีค่ามากที่สุด รองลงมาได้แก่

สูตรที่มีส่วนผสมข้าวเหนียวดำพัทลุงต่อข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงอัตรา 3:1 แต่สูตรดังกล่าวผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด ดังนั้นหากต้องพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์ ควรใช้สูตรที่มีส่วนผสมข้าวเหนียวดำพัทลุงต่อข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงอัตรา 3:1 น่าจะเป็นสูตรที่ดีที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) เครือข่ายการวิจัยภาคใต้ตอนล่าง ประจำปีงบประมาณ 2554

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา หนูพุก และศศิธร คงพัฒน์. 2555. การศึกษาการผลิตข้าวหมากโดยใช้ข้าวกล้องสังข์หยด.

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง จ. ตรัง.

งามชื่น คงเสรี. 2542. การปรับปรุงพันธุ์ข้าว. จีวีพัฒน์เอ็กเพรส. กรุงเทพฯ.

ปรีชา เมียนเพชร. 2548. ข้าวสังข์หยด ข้าวสุขภาพ. เอกสารเผยแพร่ในการสัมมนาทางวิชาการเรื่องธุรกิจข้าวไทย อนาคตของคนรุ่นใหม่ วันที่ 2-3 กุมภาพันธ์ 2548. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ดาริกา เพ็ญรัตน์. 2539. การศึกษาเปรียบเทียบการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่ำโดยใช้ลูกแป้งข้าวหมากในการหมัก กรณีศึกษา ข้าวเหนียวหนึ่งทั้งเมล็ดและน้ำแป้งข้าวเหนียวหนึ่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.

ทองจุล ชันขาว. 2554. ข้าวหมากอาหารโพรไบโอติกเพื่อสุขภาพ.

แหล่งที่มา: <http://www.thongjoon.com/2011/10/blog-post.html>, 5 มีนาคม 2555.

มณฑชัย เดชสังกรานนท์. 2546. คุณสมบัติของยีสต์และราที่มีบทบาทในการหมักข้าวหมากและสาโท. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศรีวัฒนา ทรงจิตสมบุรณ์ ปาจารย์ อับดุลลาగాซิม และสุรัตน์ โคมินทร์. 2548. สารต้านอนุมูลอิสระจำเป็นต่อร่างกายอย่างไร. แหล่งที่มา: http://elib-online.com/doctors49/food_food002.html, 5 มีนาคม 2555.

สมพักตร์ เอี่ยมสะอาด. 2546. ผลของลูกแป้ง พันธุ์ข้าวเหนียว และสีธรรมชาติต่อคุณภาพของข้าวหมาก. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, สถาบันราชภัฏเพชรบุรี.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2550. ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Abdel-Aal, E.-S. M. and P. Hunch. 1999. A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheats. *Cereal Chem.* 76: 350-354.

Abdel-Aal, E.M., J.C. Young and I. Rabalski. 2006. Anthocyanin composition in black, blue, pink, purple and red cereal grains. *J. Agric. Food Chem* 54: 4696-4704.

AOAC (Association of official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Arlington. VA.

- Frei, M. and K. Becker. 2005. **Rice Biodiversity and Nutrients**. Institute of Animal Production in the Tropics and Subtropics. University of Hohenheim, Germany. Available Source: <http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/rice-biodiversity-nutrients.pdf>,. October, 2005.
- Hu, C., J. Zawistowski, W.Ling and D.D. Kitts. 2003. Black rice (*Oryza sativa* L.*indica*) pigmented fraction suppresses both reactive oxygen species and nitric oxide in chemical and biological model systems .**J.Agric Food Chem.** 51(18):5271-5277.
- Ito, S. and Y. Ishikawa. 2004. Marketing of Value-added rice products in Japan. FAO International Rice Year Symposium Rome <Http://w.w.w.hatsuga.com/DOMER/english/en/GBRRB.html>.
- Min, S. 2004. Rice rich in essential amino acids: researcher. **Rice News**. Available Source: <http://www.riceonline.com/NewsNov04.htm>, June 13, 2006.
- Murakami, M., T. Yamaguchi, H. Takamura and T. Matoba. 2004. Effects of thermal treatment on radical-scavenging activity of single and mixed polyphenolic compound. **Journal of Food Science.** 69(1): FCT7-FCT10.
- Suttajit M., S. Immark, S. Teerajan, S. Suttajit and C. Chiyasut. 2006. **Antioxidative activity and polyphenol content in different varieties of Thai rice grains**. Proceedings of Asia Pacific Clinical Nutrition Society. Joint 8th ISCN and 5th APCNS conference 2006. Available Source: <http://www.healthy eating club.com/APJCN/>, June 2007.