

ผลของอุณหภูมิในการคั่วข้าวตอกสังข์หยดพัทลุงต่อคุณค่าทางโภชนาการ Effect of Temperature on Roast of Sungyod Phatthalung Popped Rice to Nutritional Values

อุไรวรรณ วัฒนกุล^{1*} ชูไวน๊ะ สะอิ^{2*} และ วิภาวัลย์ เขบาบท^{2*}

¹ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาอุตสาหกรรมอาหารและผลิตภัณฑ์ประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดตรัง 92150

²ผู้ช่วยวิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดตรัง 92150

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิในการคั่วข้าวเปลือกสังข์หยดพัทลุงที่มีความชื้นไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์ มาผลิตเป็นข้าวตอกต่อคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และสารสีแอนโทไซยานิน โดยกำหนดสภาวะอุณหภูมิที่ใช้ในการคั่วข้าวตอกแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 200 220 และ 240 องศาเซลเซียส ผลการวิจัย พบว่าอุณหภูมิทั้ง 3 ระดับที่ทดลองไม่ส่งผลให้ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า และความชื้นในข้าวตอกสังข์หยดพัทลุงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อุณหภูมิมีผลให้ปริมาณสารสีแอนโทไซยานิน และค่าการต้านอนุมูลอิสระลดลงตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น โดยอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส จะให้ค่าปริมาณสารสีแอนโทไซยานิน และค่าการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 2.73 และ 76.95 ตามลำดับ แตกต่างจากอุณหภูมิอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อีกทั้งคุณค่าทางโภชนาการในข้าวตอกมีค่าต่ำกว่าคุณค่าทางโภชนาการในเมล็ดข้าวเปลือกเริ่มต้น การทดลองแสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิส่งผลให้คุณค่าทางโภชนาการลดลง และช่วงอุณหภูมิที่ทำการศึกษา บ่งชี้ว่าการคั่วข้าวตอกที่ 200 องศาเซลเซียส ส่งผลต่อการลดลงของปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและสารสีแอนโทไซยานินน้อยที่สุด

Abstract

The objectives of this research were to study the effect of temperature on the roasted of paddy Sungyod Phatthalung rice with moisture content up to 12 percentage for popped rice production. Nutritional values, including protein, fat, ash, moisture content, antioxidant activity and anthocyanin compound were studies. The temperatures used in roasting popped rice were three levels of 200, 220 and 240 degrees Celsius. The result showed that all three temperature levels does not different effected to amount of protein, fat, ash and moisture content in popped rice. It was not statistically significant difference ($p < 0.05$). Whereas, the amount of anthocyanin compound and antioxidant activity decreased as the temperature increased. Temperature of 200 degree Celsius had the highest of anthocyanin and antioxidant activity showed 2.73 and 76.95 percentage, respectively. It was statistically significant difference ($p > 0.05$). The nutritional values in popped rice were lower than start paddy rice. The experiment showed that temperature was effected to reduced of nutritional values. Temperature range of studied indicated minimum decrease nutrition values of anthocyanin and antioxidant activity for the roasted popped rice was 200 degree Celsius.

คำสำคัญ : ผลของอุณหภูมิ ข้าวตอก คุณค่าทางโภชนาการ

Key words : effect of temperature, popped rice, nutritional values

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ uraiwan16@gmail.com โทร. 0 7520 4063

1. บทนำ

ข้าวสังข์หยดพัทลุงเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองของภาคใต้ จัดเป็นกลุ่มข้าวที่มีสีแดงหรือสีม่วงมีลักษณะที่สำคัญคือเป็นพันธุ์ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง คุณภาพการสีดี เมื่อหุงสุกจะมีความนุ่มมาก และยังคงนุ่มอยู่เมื่อเย็นตัวลง มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี ได้แก่ มีวิตามินบีสูง ให้คุณค่าทางโภชนาการในการช่วยป้องกันโรคเหน็บชาและโรคอัมพฤกษ์ได้ (ปรีชา, 2548) ลักษณะของเยื่อหุ้มเมล็ดมีสีแดงเข้ม เพราะมีรงควัตถุของแอนโทไซยานินปรากฏอยู่ในเยื่อชั้นนอกของข้าวกล้อง (จำรัส, 2534) สารกลุ่มนี้มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระได้ดี นอกจากนี้สารสีแอนโทไซยานินยังประกอบไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยลดหรือชะลอความแก่ได้ (Min, 2004)

ข้าวตอกเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเอาเมล็ดข้าวเปลือกที่แห้งสนิทมาให้ความร้อน สามารถผลิตได้โดยนำข้าวเปลือกมาคั่วด้วยไฟที่อุณหภูมิประมาณ 240 องศาเซลเซียส เมื่อเมล็ดข้าวเปลือกได้รับความร้อนและกระจายเข้าไปในเมล็ดจะทำให้ส่วนของแบ่งที่อยู่ภายในเกิดการเปลี่ยนแปลง (เจลาติไนซ์) เป็นแป้งสุกและเกิดแรงดันเปลือกข้าวแตกออกจนเห็นเป็นแบ่งพองเบา สีขาว เรียกว่า ข้าวตอก (popped rice) (รูปที่ 1) ดังนั้นข้าวตอกจึงเป็นส่วนของเมล็ดข้าวกล้องที่เอาเฉพาะเมล็ดและแยกเอาเปลือกนอกหรือกลบออก ในส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ด ประกอบด้วยใยอาหาร (เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และเพนโทซาน) ยังคงติดอยู่ในเมล็ดข้าว ซึ่งจะส่งเสริมให้ข้าวตอกมีส่วนของใยอาหารสูงกว่าธัญพืชชนิดอื่น 2-5 เท่า นอกจากนี้ยังมีโปรตีน ไขมัน วิตามิน และเกลือแร่ปนอยู่ในเมล็ดข้าวตอก ภายในส่วนของเอนโดสเปิร์มจะเป็นแบ่งที่สุกด้วยความร้อน สามารถย่อยและดูดซึมได้ง่ายในร่างกาย (อุทัย, 2550)

ดังนั้นการผลิตเป็นข้าวตอกซึ่งรับประทานได้ง่ายกว่า อาจเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมการบริโภคเพื่อขยายไปสู่บุคคลทั่วไปในรูปอาหารขบเคี้ยว งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลต่างของอุณหภูมิในการคั่วข้าวเปลือกต่อคุณค่าทางโภชนาการในข้าวตอกสังข์หยดพัทลุง ทั้งนี้จะได้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการต่อยอดหรือการผลิตขนมขบเคี้ยวในโอกาสต่อไป

2. วิธีการศึกษา

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุง

นำวัตถุดิบข้าวเปลือกสังข์หยดพัทลุง ปีการผลิต 2554 จากแปลงนาข้าวหมู่ที่ 3 อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง มาสีเป็นข้าวกล้องแบบกะเพาะเปลือก และตรวจสอบคุณค่าทางโภชนาการ ดังนี้

- ปริมาณความชื้นตามวิธีของ Loss on drying at 135 องศาเซลเซียส (A.O.A.C., 2000)
- ปริมาณเถ้า (A.O.A.C., 2000)
- ปริมาณโปรตีนตามวิธีของ Kjeldahl method (A.O.A.C., 2000)
- ปริมาณไขมันตามวิธีของ Soxhlet extraction method (A.O.A.C., 2000)
- ปริมาณแอนโทไซยานิน ตามวิธีการของ Abdel-Aal and Hucl (1999)

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH radical scavenging assay (Murakami *et al.*, 2004)

การศึกษาน้ำมันที่เหมาะสมและคุณค่าทางโภชนาการในข้าวตอกสังข์หยดพัทลุง

การเตรียมวัตถุดิบข้าวเปลือก

อบข้าวเปลือกสังข์หยดพัทลุงด้วยตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง และนำไปวิเคราะห์ความชื้นของวัตถุดิบข้าวเปลือกทุกครั้งก่อนการนำไปคั่วให้อยู่ในช่วงร้อยละ 12 จากนั้นจึงนำข้าวเปลือกไปคั่วในกระหะไฟฟ้าด้วยความร้อน 3 ระดับ ได้แก่ 200 220 และ 240 องศาเซลเซียส โดยใช้ระบบวัดความร้อนจากกระหะไฟฟ้าเป็นตัวควบคุมค่าความร้อน เมื่อให้ความร้อนจนข้าวเปลือกแตกเป็นพองเบาสีขาวแล้วให้นำข้าวตอกที่ได้เทลงในภาชนะ เพื่อกระจายความร้อนและร่อนคัดแยกเปลือกออก จากนั้นปล่อยให้เย็นลงและอบไล่ความชื้นด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จนได้ความชื้นสุดท้ายในข้าวตอกอยู่ในช่วงร้อยละ 6-7 จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการตามข้อ 1

การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการแตกตัวของข้าวตอกสังข์หยดพัทลุง

ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการแตกตัวของข้าวตอกสังข์หยดพัทลุง โดยใช้ข้าวเปลือกที่มีค่าความชื้นเริ่มต้นเท่ากับร้อยละ 10 -12 และแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 การคั่วข้าวเปลือกที่ระดับอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส

ชุดการทดลองที่ 2 การคั่วข้าวเปลือกที่ระดับอุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส

ชุดการทดลองที่ 3 การคั่วข้าวเปลือกที่ระดับอุณหภูมิ 240 องศาเซลเซียส

คัดเลือกชุดการทดลองที่เหมาะสม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomize Complete Block Design, RCBD) กำหนดให้แต่ละชุดการทดลองมีการทำซ้ำ 3 ซ้ำ (Replication) ข้อมูลที่ได้นำมาเปรียบเทียบคุณค่าโภชนาการ วิเคราะห์ผลโดยโปรแกรมสำเร็จรูป

กระบวนการผลิตข้าวตอก

1) นำข้าวเปลือกสังข์หยดพัทลุงมาให้ความร้อน โดยการคั่วในกระทะ (รูปที่ 1) ให้มีอุณหภูมิแตกต่างกันตามชุดการทดลอง ดัดแปลงตามวิธีการของ (อุทัย, 2547) เมื่อความร้อนกระจายเข้าไปในเมล็ดข้าว จะทำให้เกิดแรงดันเปลือกข้าวแตกออกเป็นข้าวฟองเบาสีขาวนำมาคัดเปลือกทิ้งไปเหลือเพียงข้าวตอก

2) นำข้าวตอกไปอบเพื่อไล่ความชื้น โดยเทใส่ถาดก้นแบน เกลี่ยให้ข้าวตอกกระจายทั่วถาด แล้วนำไปอบในเตาอบ 60 องศาเซลเซียส

3) หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน โปรตีน สารสีแอนโทไซยานิน รวมถึงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เพื่อคัดเลือกข้าวตอกในชุดการทดลองที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีที่สุด



รูปที่ 1 การคั่วข้าวตอกสังข์หยดพัทลุง

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

คุณค่าทางโภชนาการของข้าวสังข์หยดพัทลุง

นำวัตถุดิบข้าวเปลือกสังข์หยดพัทลุงที่เป็นข้าวกล้องแบบกะเทาะเปลือก และศึกษาปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน โปรตีน (A.O.A.C., 2000) แอนโทไซยานิน ใช้วิธีของ Abdel-Aal and Hucl (1999) รวมถึงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (Murakami *et al.* 2004) โดยทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของตัวอย่างข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิง

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ (ร้อยละ)	
	ข้าวกะเทาะเปลือก สังข์หยดพัทลุง	ข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุง (สุนันทาและคณะ, 2549)
ความชื้น	10.40 ± 0.10	10.71
เถ้า	1.50 ± 0.02	1.26
โปรตีน	8.88 ± 0.06	7.30
ไขมัน	1.98 ± 0.02	2.42
สารแอนโทไซยานิน	1.22 ± 1.44	-
การต้านอนุมูลอิสระ	79.25 ± 0.44	-

หมายเหตุ : เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูล จำนวน 3 ซ้ำ

ผลการทดลองพบว่าปริมาณความชื้น เท่ากับ 10.40 ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานของข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงที่วิเคราะห์โดยสุนันทาและคณะ (2549) ความชื้นดังกล่าวทำให้ตัวอย่างข้าวเก็บรักษาได้นานขึ้น ส่วนปริมาณเถ้ามีค่าเท่ากับ 1.50 สูงกว่าค่าที่วิเคราะห์โดยสุนันทาและคณะ (2549) แสดงให้เห็นว่ามีแร่ธาตุในข้าวทดลองสูงกว่าซึ่งปริมาณเถ้าสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของอาหารและผลิตภัณฑ์อาหารได้ ส่วนปริมาณโปรตีน เท่ากับ 8.88 มีค่าสูงกว่าค่าที่วิเคราะห์โดย สุนันทาและคณะ (2549) ทั้งนี้เพราะตัวอย่างเป็นข้าวแบบกะเทาะเปลือก ซึ่งโปรตีนสะสมอยู่ที่เยื่อหุ้มเมล็ดและไม่ถูกขัดสีออก แต่ใกล้เคียงกับงานทดลองของอุไรวรรณ และคณะ (2552) ที่พบว่าปริมาณโปรตีนในข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงที่ระยะการเก็บเกี่ยว 44 วัน หลังออกดอก ที่ความชื้นอยู่ในช่วงไม่เกิน 13 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด เท่ากับ 8.10 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวส่งผลต่อการสะสมของโปรตีนในเมล็ดข้าว และมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณโปรตีนตามระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่นานขึ้นเช่นกัน แสดงให้เห็นว่าในตัวอย่างข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงที่นำมาทดลองมีคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมสำหรับเป็นอาหารสุขภาพ ทำให้ตัวอย่างมีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีกว่า ขณะที่ไขมันมีค่าต่ำกว่า แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างข้าวเหมาะสมสำหรับเป็นอาหารเพื่อสุขภาพและมีคุณค่าทางโภชนาการเริ่มต้นที่ดี

ปริมาณแอนโทไซยานิน มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.22 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณสารสีแอนโทไซยานินในข้าวสี ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.001-6.676 แสดงให้เห็นว่าในตัวอย่างข้าวทดสอบสารชนิดนี้อยู่ในช่วงดังกล่าว แสดงสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระได้ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าปริมาณการต้านอนุมูลอิสระ พบว่ามีค่าเท่ากับร้อยละ 79.25 ค่าที่ได้เท่ากับการทดลองของฤทัยรัตน์ (2552) ที่ทำการวิเคราะห์ปริมาณการต้านอนุมูลอิสระ ในข้าวกล้องงอกโดยวิธีการของ Del Pozo-Insfran et al., (2006) แสดงให้เห็นว่าข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกมีศักยภาพและแสดงการต้านอนุมูลอิสระได้ดีเช่นเดียวกัน

อุณหภูมิที่เหมาะสมและคุณค่าทางโภชนาการในข้าวตอกสังข์หยดพัทลุง

นำตัวอย่างข้าวสังข์หยดพัทลุง มาอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80°C นาน 3 ชั่วโมง และคั่วด้วยความร้อนตามชุดการทดลองที่กำหนดจนได้เป็นข้าวตอก เมื่อนำไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ แสดงผลดังตารางที่ 2 ข้าวตอกที่กำหนดสภาวะอุณหภูมิในการคั่ว 3 ระดับ ได้แก่ 200 220 และ 240 องศาเซลเซียส มีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 6.91-6.85 ไม่แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีค่าต่ำกว่าความชื้นในข้าวเริ่มต้น แสดงให้เห็นว่าเมื่อนำข้าวสังข์หยดพัทลุงมาให้ความร้อนจะทำให้ปริมาณน้ำในองค์ประกอบน้อยลง ส่วนปริมาณเถ้าในข้าวตอกทั้ง 3 ระดับอุณหภูมิ มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 1.47-1.43 ไม่แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นกัน เมื่อวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในข้าวตอกสังข์หยดพัทลุง พบว่าทั้ง 3 สภาวะ ให้ค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 7.62-7.51 ไม่แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าข้าวกล้อง (ตารางที่ 1) แสดงว่าความร้อน

ส่งผลให้ปริมาณโปรตีนมีค่าน้อยลง ส่วนไขมันในข้าวตอกมีค่าอยู่ในช่วง 1.75-1.83 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นเดียวกัน บ่งชี้ว่าความร้อนจากการคั่วไม่ส่งผลต่อปริมาณไขมันในข้าวตอก

ปริมาณสารสีแอนโทไซยานิน และค่าการต้านอนุมูลอิสระ ในข้าวตอกสังขยดพัทลุงที่คั่วอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับร้อยละ 2.73 และ 76.95 ตามลำดับ สูงกว่าข้าวตอกที่คั่วอุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.17 และ 72.33 และอุณหภูมิ 240 องศาเซลเซียส ที่ให้ค่าเท่ากับร้อยละ 2.14 และ 72.45 ตามลำดับ แสดงว่าความร้อนส่งผลต่อการสลายของสารสีของแอนโทไซยานินและการต้านอนุมูลอิสระในข้าวตอก ทั้งนี้ปริมาณสารสีแอนโทไซยานิน และค่าการต้านอนุมูลอิสระ ในข้าวตอกที่คั่วอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส มีค่าสูงที่สุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับระดับอุณหภูมิอื่นที่ทำการทดลอง ดังนั้น อุณหภูมิที่ใช้ในการคั่วข้าวตอกไม่ส่งผลต่อปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน โปรตีน แต่ส่งผลต่อปริมาณสารสีแอนโทไซยานิน และการต้านอนุมูลอิสระ โดยอุณหภูมิที่มีความเหมาะสมที่สุด คือ 200 องศาเซลเซียส ผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของ Huff และคณะ (1992) ที่พบว่าโดยทั่วไปกระบวนการพองตัวของข้าวจะใช้อุณหภูมิประมาณ 200-270 องศาเซลเซียส เมื่อใช้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นก็จะทำให้กระบวนการพองตัวเพิ่มขึ้นด้วย แต่แตกต่างจากงานวิจัยของ hsieh และคณะ (1989) ที่ทดลองใช้อุณหภูมิ 4 ระดับ คือ 200, 210, 220 และ 230 องศาเซลเซียส และพบว่า อุณหภูมิ 230 องศาเซลเซียสข้าวพองตัวได้ดีที่สุด

ตารางที่ 2 ผลของอุณหภูมิในการคั่วต่อคุณค่าทางโภชนาการของข้าวตอกสังขยดพัทลุง

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ (ร้อยละ)		
	อุณหภูมิ 200 °c	อุณหภูมิ 220 °c	อุณหภูมิ 240 °c
ความชื้น	6.85 ± 0.23^{ns}	6.91 ± 0.26^a	6.89 ± 0.78^a
เถ้า	1.43 ± 0.05^{ns}	1.47 ± 0.04^a	1.47 ± 0.09^a
โปรตีน	7.51 ± 0.07^{ns}	7.57 ± 0.22^a	7.62 ± 0.10^a
ไขมัน	1.83 ± 0.03^{ns}	1.78 ± 0.02^a	1.75 ± 0.03^a
สารแอนโทไซยานิน	2.73 ± 1.67^{ns}	2.17 ± 0.77^b	2.14 ± 1.87^b
การต้านอนุมูลอิสระ	76.95 ± 0.56^{ns}	72.33 ± 2.02^b	72.45 ± 2.63^b

หมายเหตุ : ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

4. สรุป

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า คุณค่าทางโภชนาการในข้าวกล้องสังขยดพัทลุง ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน สารแอนโทไซยานินและการต้านอนุมูลอิสระ มีค่าร้อยละ 10.40, 1.50, 9.88, 1.98, 1.22 และ 79.25 ตามลำดับ เมื่อนำไปผลิตเป็นข้าวตอกที่กำหนดสภาวะอุณหภูมิในการคั่วข้าวตอก 3 ระดับ คือ 200 220 และ 240 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน และปริมาณไขมันของทั้งสามระดับอุณหภูมิ อยู่ในช่วงร้อยละ 6.91-6.85, 1.47-1.43, 7.62-7.51 และ 0.43-0.53 ตามลำดับ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนปริมาณสีแอนโทไซยานิน และค่าการต้านอนุมูลอิสระ ในข้าวตอกที่คั่วอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส มีค่าสูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 2.73 และ 76.95 ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับระดับอุณหภูมิอื่น ดังนั้น อุณหภูมิที่ใช้ในการคั่วข้าวตอกทั้ง 3 ระดับ ไม่ส่งผลต่อปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน โปรตีน แต่ส่งผลต่อปริมาณสารสีแอนโทไซยานิน และการต้านอนุมูลอิสระ โดยอุณหภูมิที่ทำการศึกษา และส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารสีแอนโทไซยานิน และค่าการต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุด คือ 200 องศาเซลเซียส

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ทำวิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ที่ได้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย และขอขอบคุณ คุณอรุณ ไพชานาญ ที่ให้การอนุเคราะห์ข้าวเปลือกสังข์หยดพัทลุงสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- จำรัส โปร่งศิริวัฒนา. 2534. **ความรู้เรื่องข้าว : สถาบันวิจัยข้าว** กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ปรีชา เมียนเพชร. 2548. ข้าวสังข์หยด : ข้าวสุขภาพ เอกสารเผยแพร่ในการสัมมนาทางวิชาการเรื่องธุรกิจข้าวไทย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 120 น.
- ฤทัยรัตน์ สวัสดิวงศ์. 2552. **ข้าวกล้องงอกจากข้าวพื้นเมืองของไทย : สถานะในการงอกและสมบัติการต้านออกซิเดชัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุนันทา คงนิยม. 2549. คุณค่าทางโภชนาการของข้าวสังข์หยดพัทลุง. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร เขต 9. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www2.oae.go.th/zone9/rice_songyod/information/value_pochanakarhtml (25 กุมภาพันธ์ 2556).
- อุลัย ศิริศรี. 2550. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวตอก: คุณค่าทางโภชนาการ อายุการเก็บ และการบรรจุหีบห่อ** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, กรุงเทพฯ. 157 น.
- อุไรวรรณ วัฒนกุล, วัฒนา วัฒนกุล, นพรัตน์ มะเห. 2553. ผลของระยะเวลาการเก็บเกี่ยวต่อปริมาณโปรตีนและสารกาบาในข้าวสังข์หยดพัทลุงปลอดสารพิษ. **การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 20 ประจำปี 2553** วันที่ 16-18 กันยายน 2553, ณ โรงแรมเจบีหาดใหญ่ จ. สงขลา. 505 น.
- Abdel-Aal ESM, and Hucl,P. 1999. A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleuone and purple pericarp wheats. **Cereal Chem.** 76: 350-354.
- A.O.A.C. 2000.**Official Method of Analysis**. 17th ed. The Association of Official Analytical Chemicals. Washington DC, USA.
- Hsieh,F H., Huff, H.E., Peng, I.C., and Marek, S.W. 1989. Puffing of rice cakes as influenced by tempering and heating condition. **J. Food Sci.** 54 (5) : 1310-1312.
- Huff, H.E. Hsieh, F., and Peng, I.C. 1992. Rice cake production using long grain and medium grain brown rice. **J. Food Sci.** 57 (50) : 1164-1167.
- Min, S. 2004. Rice rich in essential amino acid : researcher. Rice New. Reraieved June 13,006, from <http://www.riceonline.com/New Novo4.htm>.
- Murakami ,M.,Yamaguchi,T.,Takamura,H.,Matoba,T. 2004. Effects of thermal treatment on radical scavenging activity of single and mixed polyphenolic compounds.**J.Food Sci.**69:FCT7-FCT10