ผลของวิธีการนึ่งที่มีต่อคุณค่าสารอาหาร และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของข้าวก่ำพื้นเมืองพะเยาผสมข้าวเหนียวขาว จังหวัดพะเยา

Effect of Cooking Methods on Proximate Analysis and Sensory Characteristics of Local Phayao Purple Rice and White Sticky Rice, Phayao

นริศรา พันธุรัตน์*

Naritsara Phanthurat*

สาขาโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา

Department of Nutrition, School of Medical Science, University of Phayao

Received : 2 January 2018

Revised : 1 April 2019

Accepted : 22 April 2019

บทคัดย่อ

ข้าวก่ำเป็นข้าวเหนียวพันธุ์พื้นเมืองของเอเชีย มีสีแดงอมม่วง และมีคุณค่าสารอาหารสูงกว่าข้าวเหนียวขัดสีทั่วไป ปัจจุบันการบริโภคข้าวก่ำยังไม่ได้รับความนิยมมากนัก เพราะเมล็ดข้าวก่ำมีความแข็ง และร่วนกว่าข้าวเหนียวทั่วไป เพื่อเป็นการส่งเสริมการบริโภคข้าวก่ำ ทางผู้วิจัยจึงได้ศึกษาคุณค่าสารอาหาร และการทดสอบทางประสาทสัมผัสข้าวก่ำที่นึ่งด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน 3 วิธี ได้แก่ วิธี A แช่ข้าวก่ำในน้ำอุ่นทิ้งไว้ค้างคืนแล้วนำมานึ่ง วิธี B แช่ข้าวก่ำในน้ำธรรมดาทิ้งไว้ค้างคืนแล้วนำมานึ่ง วิธี C ต้มข้าวก่ำในน้ำเดือด 10 นาที ทิ้งไว้ค้างคืนแล้วนำมานึ่ง จากนั้นทดสอบทางประสาทสัมผัสในกลุ่มที่มีอายุ 30-40 ปี พบว่าด้านความชอบที่มีต่อเนื้อสัมผัส รสชาติ และความพึงพอใจโดยรวมของการนึ่งข้าวก่ำด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน 3 วิธี ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ในขณะที่สีของการนึ่งแบบวิธี A และ B มีสีแตกต่างจากวิธี C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ ส่วนกลิ่นพบว่าวิธี A และ C มีกลิ่นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ เมื่อนำไปวิเคราะห์คุณค่าสารอาหาร พบว่าปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน เส้นใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้พลังงานของการนึ่งข้าวทั้ง 3 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ โดยพบว่าการนึ่งข้าวด้วยวิธี C มีใยอาหารสูงที่สุด (4.25 ± 0.06 %) และมีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้พลังงานต่ำที่สุด (Available Carbohydrate) (28.61 ± 0.38 %) จากวิธีการหุงข้าวทั้งหมด พบว่าการหุงด้วยวิธี C ทำให้ข้าวมีลักษณะทางเนื้อสัมผัส และคุณค่าสารอาหารมากที่สุด

คำสำคัญ : ข้าวก่ำ, ข้าวเหนียว, การทดสอบประสาทสัมผัส, การนึ่ง, การวิเคราะห์สารอาหาร

***Corresponding author. E-mail** : panturat.naris@gmail.com

Abstract

Purple rice is local glutinous rice of Asia that was reddish color and more nutritional than white sticky rice. Currently, the consumption of rice was not popular because it was hardness and loose. Therefore, this study was designed to evaluate the effect of three cooking methods; method A soaked purple rice in warm water overnight before cooking, method B soaked purple rice in water overnight before cooking, and method C boiled purple rice 10 minutes and soaked it overnight before cooking on proximate analysis and sensory characteristics of local Phayao purple rice and white sticky rice. After that, there were sensory test of cooked purple rice from three different methods among adult 30-40 years old. The result showed that the texture and tasty of three methods was no significant ($p > 0.05$), however there showed significant difference ($p \leq 0.05$) in color and odor of method A, method B and method C. Furthermore, the proximate analysis (Energy, carbohydrate, protein, fat, and dietary fiber) of cooked purple rice showed significant difference ($p \leq 0.05$) of 3 methods; method C was the highest of dietary fiber (4.25 ± 0.19%) and lowest of available carbohydrate (28.61 ± 0.38 %). Overall, method C was found the most benefit in term of texture properties and nutrients.

Keywords : Purple rice, glutinous rice, organoleptic, steaming, nutrient analysis

บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย และภูมิภาคเอเชีย รวมทั้งยังเป็นแหล่งอาหารหลักของประชากรในประเทศไทย ข้าวจัดเป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต หรือแป้งเป็นส่วนใหญ่ และยังมีองค์ประกอบทางเคมี หรือสารอาหารหลักประเภทอื่นอีก ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน (Naiwikun, 2008) ข้าวเหนียวเป็นข้าวที่ประชากรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือนิยมบริโภคเป็นอาหารหลักมากที่สุด ประกอบกับการมีพื้นที่ในการเพาะปลูกข้าวดังกล่าวถึงร้อยละ 80 ของพื้นที่ (Musika *et al*., 2013)

ข้าวก่ำ เป็นข้าวพื้นเมืองของเอเชีย มีหลายชื่อขึ้นอยู่กับภูมิภาคของประเทศไทย เช่น ภาคกลาง เรียก ข้าวเหนียวดำ (Black Sticky Rice) ภาคใต้เรียก เหนียวดำ หรือข้าวนิล มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa* L. ลักษณะของเมล็ดข้าวมีสีแดงอมม่วง เป็นข้าวที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ มีคุณค่าทางอาหารมากกว่าข้าวขาวทั่วไป เพราะมีโปรตีน วิตามิน และเกลือแร่ที่สูง นอกจากนี้ในข้าวก่ำยังมีสารประกอบฟีนอลิกที่สำคัญ คือ แอนโทไซยานิน (anthocyanin) ซึ่งมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Hu *et al*., 2003) (Kim *et al*., 2007), ต้านการอักเสบ (Kowalczyk *et al*., 2003), ลดการเกิดภาวะ oxidative stress และลดระดับไขมันในเลือดที่ก่อให้เกิดภาวะหลอดเลือดแข็ง (Atherosclerosis) (Ling *et al*., 2002) (Xia *et al*., 2003) และยังช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Klunklin *et al.,* 2012) เช่น ยับยั้งการเกิดภาวะไขมันในเลือดสูง (anti-hyperlipidemia) (Guo *et al*., 2007), ยับยั้งการเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดสูง (anti-hyperglycemia) (Sasaki *et al*., 2007) จากการศึกษาของ Apichai *et al*., (2012) ต่อการบริโภครำข้าวก่ำปริมาณ 50กรัม/1กิโลกรัม น้ำหนักตัว ในหนูที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 30 ตัว พบว่า หนูทดลองมีระดับน้ำตาลในเลือด และระดับน้ำตาลหลังปริโภคอาหารลดลงร้อยละ 30 และมีระดับไขมันไตรกลีเซอไรด์ลดลงร้อยละ 34 หลังจากปริโภครำข้าวก่ำ (Apichai *et al*., 2012) อีกหนึ่งการศึกษาของประเทศ

ญี่ปุ่นที่ศึกษาผลของการบริโภคข้าวก่ำต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือดในมนุษย์ จำนวน 9 คน พบว่า ผู้ที่บริโภคข้าวก่ำ มีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่าผู้ที่บริโภคข้าวขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเวลาที่ 30 และ 90 นาที หลังการบริโภคข้าว แต่อย่างไรก็ตามกลุ่มผู้เข้าร่วมการศึกษามีจำนวนน้อย (Shimoda *et al*., 2015) นอกจากนี้มีการศึกษาของ Suman *et al*., (2015) ศึกษาผลของวิธีการหุงข้าวที่มีผลต่อคุณค่าสารอาหาร พบว่าการหุงข้าวด้วยวิธีที่แตกต่างกันส่งผลให้มีคุณค่าสารอาหารที่แตกต่างกันอย่ามีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เช่น ปริมาณไขมัน เถ้า และโปรตีนในข้าวที่นึ่งแบบหม้อหุงข้าวซึ้งนึ่งข้าว จะมีความชื้นมากกว่าข้าวที่นึ่งด้วยไมโครเวฟ

ในพื้นที่จังหวัดพะเยามีการปลูกข้าวก่ำพื้นเมือง แต่ยังไม่ได้รับความนิยมในการนำมารับประทาน เพราะข้าวก่ำมีเมล็ดข้าวที่แข็งกว่าข้าวเหนียวขาว ไม่มียางข้าว ข้าวร่วนไม่เกาะตัวกัน ถึงแม้จะใช้ระยะเวลาในการแช่ และนึ่งข้าวมากกว่าข้าวขาวก็ตาม นอกจากนั้นยังไม่มีการศึกษาใดที่ศึกษาผลของวิธีการนึ่งต่อคุณค่าทางโภชนาการด้านสารอาหารของข้าว ผู้วิจัยและคณะจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเรื่องดังกล่าว เพื่อส่งเสริมให้คนในพื้นที่หันมารับประทานข้าวก่ำพื้นเมืองมากขึ้น ตลอดจนเป็นการอนุรักษ์ข้าวพื้นเมืองชนิดนี้ไม่ให้สูญหาย

วิธีดำเนินการวิจัย

ตัวอย่าง และสายพันธุ์ข้าว : ข้าวก่ำพันธุ์พื้นเมืองพะเยา

การศึกษาวิธีการนึ่งข้าวก่ำพื้นเมืองพะเยา ผสมข้าวเหนียวขาวจำนวน 3 วิธี ดังนี้

วิธี A คือ นำข้าวก่ำ (100%) แช่ในน้ำอุ่น (อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส) ในอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:3 ทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นนำข้าวเหนียวขาว (100%) มาผสมในอัตราส่วน 2:1 แช่ทิ้งไว้ 1 คืน ก่อนนำไปนึ่งในหม้อนึ่งข้าวให้สุก

วิธี B คือ แช่ข้าวก่ำและข้าวเหนียวขาวผสมกันในอัตราส่วน 2:1 ในน้ำธรรมดาที่อุณหภูมิห้อง 1 คืน โดยมีอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:3 ก่อนนำไปนึ่งในหม้อนึ่งข้าวให้สุก

วิธี C คือ นำข้าวก่ำไปต้มในน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น นำมาผสมข้าวเหนียวขาว อัตรา 2:1 แช่ทิ้งไว้ 1 คืน ก่อนนำไปนึ่งในหม้อนึ่งข้าวให้สุก

การประเมินทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่างข้าว : ข้าวก่ำพันธุ์พื้นเมืองพะเยาผสมข้าวเหนียวขาวที่นึ่งด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน 3 วิธี เมื่อข้าวสุกแล้วจะถูกนำมาเกลี่ยให้ไอร้อนออกจากข้าว เพื่อให้ข้าวก่ำไม่แฉะ โดยใช้ตัวอย่างข้าวสุกประมาณ 100 กรัม ใส่ในกระติบข้าวที่มีขนาดเท่ากันทุกตัวอย่าง ระยะเวลารอเสิร์ฟ 10 นาที

แบบทดสอบ : การทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory test) และสำรวจความพึงพอใจของการบริโภคข้าวก่ำที่นึ่งแต่ละวิธีด้วยคะแนนความชอบแบบ 9 – point hedonic scale ด้านเนื้อสัมผัส, กลิ่น และรสชาติ ให้ 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุดและ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด ส่วนด้านสี ให้ 1 หมายถึงเข้มมาก และ 9 หมายถึงอ่อนมาก

กลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา : กลุ่มวัยทำงาน (พนักงานสายวิชาการ, นักวิทยาศาสตร์ และพนักงานสายสนับสนุน) อายุ 30-40 ปี ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่จังหวัดพะเยา เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการศึกษานำร่อง (Pilot study) ด้วยการสัมภาษณ์กลุ่มเฉพาะ ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน (ชาย 10 คน และ หญิง 10 คน) มีอายุเฉลี่ย 38.86 ± 3.12 ปี โดยคัดเลือกแบบเจาะจงตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria)

1) อาสาสมัครเพศชาย หรือเพศหญิงที่อาศัยอยู่ในพื้นที่จังหวัดพะเยา

2) อายุ 30-40 ปี

3) สามารถสื่อสาร ได้แก่ การฟัง พูด อ่าน และเขียนได้

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria)

1) อาสาสมัครมีปัญหาด้านสุขภาพฟัน การเคี้ยว การกลืน

2) ไม่สะดวกในการร่วมกิจกรรมของโครงการ

จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์: การศึกษานี้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยพะเยา เลขที่เอกสารรับรอง ICH-GCP-2/055.1/61 โดยอาสาสมัครจะต้องลงนามหนังสือยินยอมเข้าร่วมโครงการให้เรียบร้อยก่อนดำเนินการศึกษา

ขั้นตอนการทดสอบทางประสาทสัมผัส: ให้ผู้ทดสอบที่มีอายุประมาณ 30 - 40 ปี มีสุขภาพดี จำนวน 20 คน ประเมินความชอบต่อตัวอย่างข้าวทุกตัวอย่างๆละ 3 ซ้ำ เรียงตามลำดับที่ได้สุ่มไว้ก่อนล่วงหน้า จากนั้นให้ผู้ทดสอบกรอกข้อมูลลงในแบบประเมินมาตรฐาน โดยทำเครื่องหมาย √ ที่ช่องการทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แก่ เนื้อสัมผัส, สี, กลิ่น, และรสชาติ พร้อมวงกลมระดับความพึงพอใจของตัวอย่างจาก 1-9 (คะแนนด้านเนื้อสัมผัส, กลิ่น และรสชาติ ให้ 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุดและ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด ส่วนด้านสี ให้ 1 หมายถึงเข้มมาก และ 9 หมายถึงอ่อนมาก) ลงในกระดาษทดสอบที่ตรงกับความรู้สึกมากที่สุด และก่อนการทดสอบตัวอย่างใหม่ทุกครั้งให้ผู้ทดสอบทำการชำระล้างตัวอย่างเดิมที่ตกค้างอยู่โดยการจิบ และบ้วนปากด้วยน้ำสะอาดที่จัดไว้ให้

การวิเคราะห์สารอาหารหลัก ได้แก่ ปริมาณความชื้น, เถ้า, โปรตีน, ไขมัน, เส้นใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (Association of Official Analytical Chemists, 2005) ดังนี้

ปริมาณความชื้น โดยวิธีการหาน้ำหนักที่หายไปหลังจากการอบแห้ง (AOAC, 2005)

ปริมาณเถ้า (AOAC, 2005)

ปริมาณโปรตีน โดยวิธี Kjeldahl method โดย automatic distillation unit (AOAC, 2005)

ปริมาณไขมัน Soxhlet extraction method (AOAC, 2005)

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต โดยวิธีการคำนวณ จากสูตร

$$\text{คาร์โบไฮเดรต} = 100 - \text{โปรตีน} - \text{ความชื้น} - \text{เถ้า} - \text{ไขมัน} - \text{ใยอาหาร} \quad (1)$$

เส้นใยอาหาร (AOAC, 2005)

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตส่วนที่ร่างกายสามารถย่อย ดูดซึม และให้พลังงานต่อร่างกาย คำนวณจากสูตร

$$\text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้} = \text{คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด} - \text{ใยอาหาร} \quad (2)$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean ± standard deviation) ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (IBM SPSS Statistic Version 19 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณค่าสารอาหารของข้าวก่ำพันธุ์พื้นเมืองพะเยา ผสมข้าวขาวที่นึ่งแต่ละวิธี วิเคราะห์ตามการวางแผนการทดลองแบบสุ่ม

ในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Rang Test; DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

<u>การทดสอบทางประสาทสัมผัส</u>

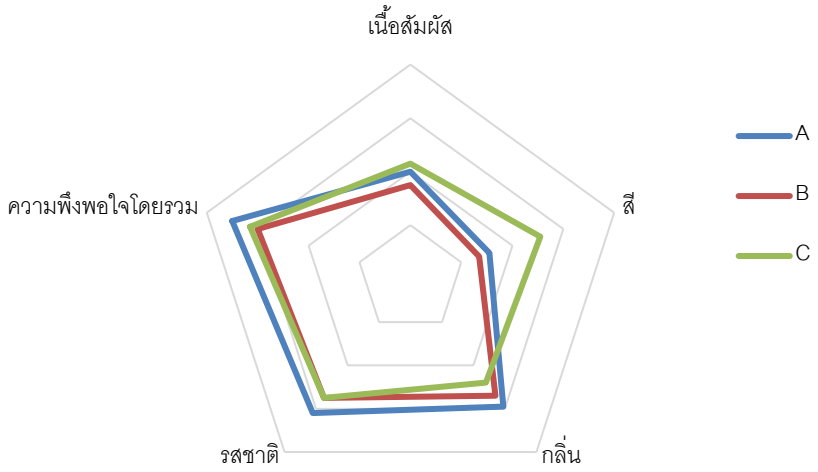
ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของวิธีการนึ่งข้าวทั้ง 3 วิธี คือ วิธี A นำข้าวก่ำ (100%) แช่ในน้ำอุ่น (อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส) ในอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:3 ทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นนำข้าวเหนียวขาว (100%) มาผสมในอัตราส่วน 2:1 แช่ทิ้งไว้ 1 คืน ก่อนนำไปนึ่งในหม้อนึ่งข้าวให้สุก, วิธี B แช่ข้าวก่ำและข้าวเหนียวขาวผสมกันในอัตราส่วน 2:1 ในน้ำธรรมดาที่อุณหภูมิห้อง 1 คืน โดยมีอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:3 ก่อนนำไปนึ่งในหม้อนึ่งข้าวให้สุก และวิธี C นำข้าวก่ำไปต้มในน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น นำมาผสมข้าวเหนียวขาว อัตรา 2:1 แช่ทิ้งไว้ 1 คืน ก่อนนำไปนึ่งในหม้อนึ่งข้าวให้สุก โดยใช้วิธี Hedonic scale (1-9) แสดงดังตารางที่ 1 พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบที่มีต่อเนื้อสัมผัส รสชาติ และความพึงพอใจโดยรวมของข้าวที่นึ่งทั้ง 3 วิธีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) ดังตารางที่ 1 แต่คะแนนด้านความชอบที่มีต่อเนื้อสัมผัส พบว่าตัวอย่างที่หุงด้วยวิธี C มีคะแนนความชอบมากที่สุด รองลงมาเป็นวิธีหุงข้าวแบบวิธี A ส่วนตัวอย่างที่ได้รับความนิยมน้อยที่สุดคือวิธี B นอกจากนี้คะแนนความชอบที่มีต่อรสชาติ และความพึงพอใจโดยรวม พบว่า วิธี A มีคะแนนด้านความชอบมากที่สุด ดังภาพที่ 1

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของวิธีการนึ่งข้าวทั้ง 3 วิธี พบว่า วิธี A และวิธี B มีสีแตกต่างจากวิธี C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยวิธี C มีสีอ่อนกว่าวิธี A และ B ตามลำดับในขณะเดียวกันการทดสอบประสาทสัมผัสด้านกลิ่นได้ผลว่า วิธี A และ C มีกลิ่นแตกต่างกันอย่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 1 โดยผู้ทดสอบมีความชอบของกลิ่นที่หุงด้วยวิธี A มากที่สุด ดังภาพที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยด้านความชอบของผู้บริโภคต่อวิธีการนึ่งข้าวก่ำพันธุ์พื้นเมืองพะเยาผสมข้าวเหนียวขาวที่นึ่งด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน 3 วิธี

วิธีการนึ่งข้าว	คุณลักษณะ				ความพึงพอใจโดยรวม
	เนื้อสัมผัส	สี	กลิ่น	รสชาติ	
(A)	4.00 ± 1.03 ^{ns}	3.10 ± 1.52^{a}	5.90 ± 1.65^{a}	6.20 ± 2.19 ^{ns}	7.00 ± 1.78 ^{ns}
(B)	3.50 ± 1.57 ^{ns}	2.70 ± 1.49^{a}	5.40 ± 1.54^{ns}	5.50 ± 1.70 ^{ns}	6.00 ± 1.84 ^{ns}
(C)	4.30 ± 1.63 ^{ns}	5.10 ± 1.65^{b}	4.80 ± 1.11^{b}	5.50 ± 2.04 ^{ns}	6.30 ± 2.18 ^{ns}

หมายเหตุ ค่าของข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (A) = คือวิธีการนำน้ำอุ่นมาผสมในข้าวก่ำทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นนำมาผสมข้าวเหนียวขาว อัตรา 2:1 ทิ้งหนึ่งคืนแล้วนำมานึ่ง (B) = คือวิธีการนำข้าวก่ำผสมข้าวเหนียวขาว อัตรา 2:1 ในน้ำธรรมดาทิ้งหนึ่งคืนแล้วนำมานึ่ง (C) = คือวิธีการนำข้าวก่ำไปต้ม 10 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น นำมาผสมข้าวเหนียวขาว อัตรา 2:1 ทิ้งหนึ่งคืน แล้วนำมานึ่งค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ตามวิธีของ Duncan's New Multiple Rang Test, ^{ns} หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05



ภาพที่ 1 กราฟใยแมงมุมแสดงผลการเปรียบเทียบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อสัมผัส สี กลิ่น รสชาติ และความพึงพอใจโดยรวมของข้าวก่ำพันธุ์พื้นเมืองพะเยา ผสมข้าวเหนียวขาวที่นึ่งด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน 3 วิธี (A) = คือวิธีการนำน้ำอุ่นมาผสมในข้าวก่ำทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นนำมาผสมข้าวเหนียวขาว อัตรา 2:1 ทิ้งหนึ่งคืน แล้วนำมานึ่ง (B) = คือวิธีการนำข้าวก่ำผสมข้าวเหนียวขาว อัตรา 2:1 ในน้ำธรรมดาทิ้งหนึ่งคืนแล้วนำมานึ่ง (C) = คือวิธีการนำข้าวก่ำไปต้ม 10 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น นำมาผสมข้าวเหนียวขาว อัตรา 2:1 ทิ้งหนึ่งคืน จากผู้ทดสอบ

การวิเคราะห์สารอาหารของข้าวก่ำพื้นเมืองพะเยา

จากผลการวิเคราะห์คุณค่าสารอาหารในข้าวก่ำพันธุ์พื้นเมืองผสมข้าวเหนียวขาวที่นึ่งด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน 3 วิธี พบว่าปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้พลังงานของข้าวที่นึ่งทั้ง 3 วิธีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่วิธี A มีปริมาณความชื้นมากที่สุด (55.07 ± 0.26%) ส่วนวิธี C มีโปรตีน ไขมัน และเส้นใยอาหารมากที่สุด (8.17 ± 0.14%, 3.35 ± 0.01% และ4.25 ± 0.06% ตามลำดับ) รวมถึงมีค่าคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้พลังงานต่ำที่สุด (28.61 ± 0.38%) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์คุณค่าสารอาหารของข้าวก่ำพันธุ์พื้นเมืองพะเยาผสมข้าวเหนียวขาวที่นึ่งด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน 3 วิธี

วิธี	ความชื้น (%)	เถ้า (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เส้นใยอาหาร (%)	คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้พลังงาน (%)
(A)	55.07 ± 0.26^{a}	1.46 ± 0.02^{a}	8.09 ± 0.07^{a}	1.90 ± 0.01^{a}	3.57 ± 0.18^{a}	36.50 ± 0.28^{a}
(B)	45.15 ± 0.11^{b}	1.92 ± 0.06^{b}	7.38 ± 0.26^{b}	2.87 ± 0.08^{b}	2.09 ± 0.03^{b}	38.51 ± 0.27^{b}
(C)	48.52 ± 0.41^{c}	2.86 ± 0.02^{c}	8.17 ± 0.14^{a}	3.35 ± 0.01^{c}	4.25 ± 0.06^{c}	28.61 ± 0.38^{c}

หมายเหตุ ค่าของข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (A) = คือวิธีการนำน้ำอุ่นมาผสมในข้าวก่ำทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นนำมาผสมข้าวเหนียวขาวอัตรา 2:1 ทิ้งหนึ่งคืน แล้วนำมานึ่ง (B) = คือวิธีการนำข้าวก่ำผสมข้าวเหนียวขาว อัตรา 2:1 ในน้ำธรรมดาทิ้งหนึ่งคืนแล้วนำมานึ่ง (C) = คือวิธีการนำข้าวก่ำไปต้ม 10 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น นำมาผสมข้าวเหนียวขาว อัตรา 2:1 ทิ้งหนึ่งคืน แล้วนำมานึ่งค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ตามวิธีของ Duncan's New Multiple Rang Test

วิจารณ์ผลการวิจัย

<u>การทดสอบทางประสาทสัมผัส</u>

จากผลการทดสอบประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของข้าวก่ำผสมข้าวเหนียวขาว พบว่าผู้ทดสอบมีความชอบเนื้อสัมผัสที่หุงด้วยวิธี C มากที่สุด รองลงมาคือวิธี A จากผลดังกล่าวมีผลไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาของ Horrungsiwat *et al*., (2016) ที่ศึกษาผลของวิธีการหุงสุกต่อคุณภาพของข้าวหอมมะลิ พบว่ากระบวนการผลิต เช่น การแช่ การนึ่ง และการต้ม มีผลต่อเนื้อสัมผัสของข้าว ซึ่งการต้ม แช่ข้าว และนำไปนึ่งอีกครั้งจะทำให้เกิดการเพิ่มอุณหภูมิของเมล็ดข้าว และการลดอุณหภูมิด้วยการแช่ข้าวในน้ำธรรมดาที่อุณหภูมิห้อง ทำให้เมล็ดข้าวเกิดการขยาย และหดตัวของผิวนอกเมล็ดข้าว เยื่อหุ้มเมล็ดข้าวจึงปริแตก และสามารถดูดซึมน้ำเข้าไปได้มากขึ้น (Chaing *et al*., 2002) ส่งผลให้เมล็ดข้าวก่ำสุก มีความนุ่มมากขึ้น ในขณะที่คะแนนความชอบที่มีต่อรสชาติ และความพึงพอใจโดยรวมพบว่า วิธี B มีคะแนนด้านความชอบน้อยที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Timkhum *et al*., (2018) ที่รายงานว่าเมล็ดข้าวเหนียวที่แช่ และนึ่งด้วยวิธีปกติ (แช่ข้าวเหนียวในน้ำธรรมดาที่อุณหภูมิห้อง) มีค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ความชอบโดยรวมน้อยกว่าวิธีการแช่น้ำร้อน เนื่องจากข้าวที่มีการดูดซึมน้ำในระหว่างการหุงต้มน้อยจะมีลักษณะร่วน และมีเนื้อสัมผัสแข็งมากกว่าข้าวที่มีการดูดซึมน้ำในระหว่างการหุงต้มมาก (Horrungsiwat *et al*., 2016)

นอกจากนี้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อสีของข้าวก่ำผสมข้าวเหนียวขาวพบว่า วิธี A และวิธี B มีสีแตกต่างจากวิธี C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ โดยวิธี C มีสีอ่อนกว่าวิธี A และ B ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ranmeechai *et al*., (2013) ที่ศึกษาสภาวะในการแช่ และการนึ่งต่อสีข้าวนึ่งพันธุ์ กข 41 พบว่าการแช่ข้าวในน้ำที่อุณหภูมิต่ำ (แช่ข้าวในน้ำอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง) จะส่งเสริมให้เกิดสีเข้มได้มากกว่าการแช่ข้าวที่อุญหภูมิสูง (แช่ข้าวในน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง) เนื่องจากการเกิดสีในข้าวนึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) เป็นหลัก โดยปฏิกิริยาดังกล่าวจะเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของการนึ่งข้าว โดยเฉพาะขั้นตอนการแช่ข้าว เนื่องจากในระหว่างการแช่ข้าว แป้งภายในข้าวจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์อะไมเลส (Amylase) (Shinke *et al*., 1973) ได้เป็นน้ำตาล ซึ่งเป็นสารตั้งต้นสำคัญในการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด การแช่ข้าวที่อุณหภูมิค่อนข้างต่ำในเป็นเวลาที่เหมาะสม (แช่ข้าวในน้ำอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง) จะทำให้มีน้ำตาลเกิดขึ้นมากกว่าการแช่ข้าวในน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เนื่องจากอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเอนไซม์อะไมเลสจะเสื่อมสภาพ ทำให้ไม่สามารถปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลได้

การวิเคราะห์สารอาหารหลักของข้าวก่ำพื้นเมืองพะเยา

จากผลการวิเคราะห์คุณค่าสารอาหารในข้าวก่ำผสมข้าวเหนียวขาว พบว่าข้าวที่นึ่งด้วยวิธี A และ C มีปริมาณความชื้นมากที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Timkhum *et al*., (2018) ที่รายงานว่าหลังการแช่ข้าวทุก ๆวิธี เมื่อหุงสุกแล้วจะ

มีปริมาณความชื้นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p \leq 0.05$ เนื่องจากระยะเวลาในการต้ม มีผลต่อความชื้นของข้าว โดยที่การใช้เวลาต้มข้าวนานจะทำให้ข้าวสุกมากขึ้น มีผลให้ความชื้นเพิ่มมากขึ้นด้วย (Wanitchang *et al.*, 2013)

ด้านปริมาณโปรตีน และไขมันพบว่าวิธี C มีปริมาณมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Khatoon *et al.*, (2006) พบว่าข้าวพันธุ์บาสมาติ หรือบัสมาตี (Basmati Rice) เมื่อหุงสุกแล้วจะมีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับการศึกษาของ Saipang *et al.*, (2010) ที่พบว่าการแช่ข้าวในอุณหภูมิสูง และระยะเวลาที่นานขึ้น ทำให้มีปริมาณไขมันเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p > 0.05$ เนื่องจากการแช่ และต้มข้าวในน้ำที่อุณหภูมิสูงจะไปกระตุ้นการทำงานของไฮโดรไลติกเอนไซม์ (hydrolytic enzyme) ทำให้เกิดการย่อยสลายไขมันและโปรตีนที่ บริเวณชั้นรำข้าว และบริเวณเยื่อหุ้มเมล็ด ทำให้มีปริมาณโปรตีนและไขมันเพิ่มขึ้น (Joshi, 2018) ส่วนปริมาณใยอาหารที่เพิ่มขึ้น และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้พลังงานลดลงภายหลังการหุงด้วยวิธี C สอดคล้องกับการศึกษาของ Saipang *et al.*, (2010) และ Natcha *et al.*, (2011) พบว่าการแช่ข้าวที่อุณหภูมิสูงขึ้น และระยะเวลานานขึ้น มีผลทำให้มีปริมาณใยอาหารที่เพิ่มขึ้น และมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้พลังงานลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p \leq 0.05$ เนื่องจากในกระบวนการแช่ข้าวในระยะเวลานานจะส่งผลให้แป้งภายในข้าวถูกย่อยด้วยเอนไซม์อะไมเลส เปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล และขั้นตอนการล้างด้วยน้ำสะอาดหลังการแช่ข้าว ทำให้น้ำตาลบางส่วนถูกชะล้าง และหลุดไปกับน้ำ ส่งผลให้มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลง นอกจากนี้โมเลกุลของน้ำที่ซึมเข้าไปในเมล็ดข้าวส่งผลให้เอนไซม์สามารถย่อยเส้นใยส่วนของพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง และเส้นใยในเมล็ดข้าว ทำให้ข้าวสามารถทนต่อการย่อยด้วยกรด หรือด่าง (Roskhrua *et al.*, 2015) ซึ่งจะเป็นผลดีต่อสุขภาพ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาที่ได้กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น พบว่า การเปรียบเทียบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส และความพึงพอใจของการบริโภคข้าวเหนียวก่ำพื้นเมืองพะเยาผสมข้าวเหนียวขาว ในกลุ่มผู้บริโภควัยทำงานอายุ 30-40 ปี พบว่าผู้ทดสอบมีความชอบเนื้อสัมผัสที่หุงด้วยวิธี C มากที่สุด คือวิธีการนำข้าวก่ำไปต้ม 10 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น นำมาผสมข้าวเหนียวขาว อัตรา 2:1 ทิ้งหนึ่งคืน แล้วนำมานึ่ง ผลการศึกษาวิเคราะห์คุณค่าสารอาหารในข้าวก่ำผสมข้าวเหนียวขาว พบว่าการนึ่งข้าวด้วยวิธี C พบว่า มีใยอาหารสูงที่สุด (4.25 ± 0.19 %) และมีค่าคาร์โบไฮเดรตซึ่งย่อยสลายเป็นพลังงานต่ำที่สุด (28.61 ± 0.38 %) จากการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะในข้าวของวิธี C ทำให้ข้าวเหนียวก่ำมีคุณประโยชน์ทางสุขภาพมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการขยายการศึกษาข้าวก่ำพื้นเมืองในพื้นที่อื่นๆ ในภาคเหนือเพื่อวิเคราะห์คุณค่าสารอาหารข้าวก่ำในพื้นที่อื่น
2. ควรวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระในข้าวก่ำพันธุ์พื้นเมืองพะเยาด้วยการนึ่งข้าวในวิธีต่างๆ และในอัตราส่วนของการผสมข้าวขาว และข้าวก่ำที่แตกต่างกัน
3. ควรมีการศึกษาค่าดัชนีน้ำตาลของข้าวก่ำพันธุ์พื้นเมืองพะเยาด้วยการนึ่งข้าวในวิธีต่างๆ และในอัตราส่วนของการผสมข้าวขาว และข้าวก่ำที่แตกต่างกัน
4. ควรมีการวิจัยในผู้ป่วยที่เป็นเบาหวานเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือดภายหลังการบริโภคข้าวก่ำพื้นเมือง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัทโคคาโคล่าที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัยดังกล่าว และขอขอบคุณคณาจารย์ บุคลากร ศิษย์เก่านายจิรวัฒน์ นาใจคง และนิสิตหลักสูตรโภชนาการและโภชนบำบัดทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมการศึกษา ท้ายนี้ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยาที่เป็นสถานที่ดำเนินงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

AOAC. (2005). Official methods of analysis, 18th ed. Association of Official; Analytical Chemists, Washington DC.

Apichai, S., Pongchaidecha, A., Kaeapai, W., Jitprawet, N., and Lailerd, N. (2012). Beneficial effects of Thai purple sticky rice supplement in streptozotocin induced diabetic rats. *CMU Journal of Natural of Sciences*, *11*(1), 371-81.

Chaing, PY., and Yeh, AL. (2002). Effect of soaking on wet-milling of rice. *Journal of Cereal Science*, *35*, 85-94.

Guo, H., Ling, W., Wang, Q., Liu, C., Hu, Y., Xia, M., Feng, X., and Xia, X. (2007). Effect of anthocyanin-rich extract from black rice (*Oryza sativa L. indica*) on hyperlipidemia and insulin resistance in fructose-fed rats. *Plant Foods for Human Nutrition, 62*(1), 1-6.

Horrungsiwat, S., and Therdthai, N. (2016). Effect of cooking methods on quality of Jasmine rice. In *Proceedings of 53rd Kasetsart University Annual Conference*. (pp. 1019-1026). Thailand.

Hu, C., Zawistowski, J., Ling, W., and Kitts, DD. (2003). Black rice (*Oryza sativa L. indica*) pigmented fraction suppresses both reactive oxygen species and nitric oxide in chemical and biological model systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51*(18), 5271-7.

Joshi, R. (2018). Role of enzymes in seed germination. *International Journal of Creative Research Thoughts, 6*(2), 1480-1485.

Khatoon, N., and Prakash, J. (2006). Nutritional quality of microwave and pressure cooked rice (*Oryza sativa*) Varieties. *Food Science and Technology International, 12*(4), 297-305.

Kim, MJ., Hyun, JN., Kim, JA., Park, JC., Kim, MY., Kim, JG., Lee, SJ., Chun, SC., and Chung, IM. (2007). Relationship between phenolic compounds, anthocyanins content and antioxidant activity in colored barley germplasm. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *55*(12), 4802-9.

Klunklin, W., Wirjantoro, T., and Phianmongkhol, A. (2012). Nutritional value of purple rice and health benefits. *Nursing Journal*, *39*, 128-139. (in Thai)

Kowalczyk, E., Krzesinski, P., Kura, M., Szmigiel, B., and Blaszczyk, J. (2003). Anthocyanins in medicine. *Polish Journal of Pharmacology*, *55*(5), 699-702.

Ling, WH., Wang, LL., and Ma, J. (2002). Supplementation of the black rice outer layer fraction to rabbits decreases atherosclerotic plaque formation and increases antioxidant status. *The Journal of Nutrition*, *132*(1), 20-6.

Musika, W., Musika, W., and Photchanachai, S. (2013). Evaluation of cooked glutinous rice quality soaked in alum. *Agricultural Science Journal*, *44*(2)(Suppl.), 521-524. (in Thai)

Naiwikun, O. (2008). Rice: Science and Technology. Bangkok: Kasetsart University Press. (in Thai)

Natcha, D., Anuchita, M., Lalita, P., and Angkana, N. (2011). Effect of cooking methods on physicochemical properties of brown rice. *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering, 6*, V1-1-4.

Ranmeechai, N., Boonyaritthongchai, P., Uthairatanakij, A. and Photchanachai, S. (2013). Colour of 'RD 41' parboiled rice as affected by soaking and steaming conditions. *Agricultural Science Journal*, *44*(2), 489-492.

Roskhrua, P., Tunti, S., and Lonun, T. (2015). Effects of water content and cooking time on chemical composition structureand properties of germinated purple rice (oryza sativa var. glutinosa) flour. In *Proceedings of the 5th Rajamangala University of Technology National Conference. (*pp. 280-291*)*. Thailand.

Saipang, S., Utama-ang, N., and Phimolsiripol, Y. (2010). Effect of soaking conditions on physicochemical properties of red-jasmine germinated brown rice flour. In *Proceedings of 48th Kasetsart University Annual Conference: Agro-Industry*. (pp. 1-8). Thailand.

Sasaki, R., Nishimura, N., Hoshino, H., Isa, Y., Kadowaki, M., Ichi, T., Tanaka, A., Nishiumi, S., Fukuda, I., Ashida, H., Horio, F., and Tsuda, T. (2007). Cyanidin 3-glucoside ameliorates hyperglycemia and insulin sensitivity due to downregulation of retinol binding protein 4expression in diabetic mice. *Biochemical Pharmacology*, *74*(11), 1619-27.

Shimoda, H., Aitani, M., Tanaka, J., and Hitoe, S. (2015). Purple rice extract exhibits preventive activities on experimental diabetes models and human subjects. *Journal of Rice Research*, *3*(2), 412-429.

Shinke, R., Nishira, H., and Mugibatashi, N. (1973). Type of amylases in rice grain. *Agricultural and biological chemistry*, *37*(10), 2437-2438.

Suman, B., and Pinky, B. (2015). Effect of cooking methods on nutritional quality of rice (Oryza saliva) varieties. *Asian Journal of Dairy & Food Research*, *34*(2), 136-140.

Timkhum, P., Sitthiwut, T., and Phayakham, S. (2018). Study of sticky rice cooking by microwave oven. In *Proceedings of 19th TSAE National Conference*. (pp. 396-401). Thailand.

Wanitchang, J., Wanitchang, P., Boonkrachang, N., and Wanitchang, P. (2013). Alternative: Innovations for the tourism: quick cooking rice. In *Proceedings of the 5th Rajamangala University of Technology National Conference*. (pp. 203-210). Thailand.

Xia, M., Ling, WH., Ma, J., Kitts, DD., and Zawistowski, J. (2003). Supplementation of diets with the black rice pigment fraction attenuates atherosclerotic plaque formation in apolipoprotein e deficient mice. *The Journal of Nutrition*, *133*(3), 744-51.