http://journal.rmutp.ac.th/

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสและผงโรยข้าวจากถั่วเหลืองหมักพื้นบ้าน

สุรีวรรณ ราชสม* ณัฐวิภา สีลำ และ สุทธิดา ทากอนแก้ว

วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
128 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300

รับบทความ 20 พฤษภาคม 2563 แก้ไขบทความ 24 สิงหาคม 2563 ตอบรับบทความ 15 กันยายน 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองหมักพื้นบ้านของภาคเหนือ(ถั่วเน่า) และประเมินคุณค่าทางโภชนาการและสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ โดยนำผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองหมักมาทำการอบแห้งจากนั้นนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผงปรุงรส และผงโรยข้าวรสงา-สาหร่ายและรสหอม-กระเทียม โดยศึกษาสูตรต่างๆ 3 สูตรทดลอง ผลการทดลองพบว่าถั่วเหลืองหมักพื้นบ้านมีศักยภาพในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผงปรุงรส และผงโรยข้าว โดยสูตรที่ดีที่สุดของผงโรยข้าวรสงา-สาหร่ายและรสหอม-กระเทียมคือสูตรที่มีอัตราส่วนของผงถั่วเหลืองหมักพื้นบ้านหรือถั่วเน่าร้อยละ 35 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในระดับดี ค่าคะแนนการยอมรับ 7.85±0.36 7.46±0.67 และ 7.44±1.01 สำหรับผลิตภัณฑ์ผงปรุงรส ผงโรยข้าวรสงา-สาหร่ายและผงโรยข้าวรสหอม-กระเทียม ตามลำดับ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการทางอาหาร ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน และวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่าผงปรุงรส มีปริมาณโปรตีน ไขมัน และประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด คือ ร้อยละ 43.80, 19.24 และ 3.72 µmol TE/g ตามลำดับ และผงโรยข้าวรสงา-สาหร่ายและผงโรยข้าวรสหอม-กระเทียม มีปริมาณร้อยละโปรตีน ไขมัน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 29.90, 9.72 และ 1.79 µmol TE/g และ 31.70, 20.51 และ 1.96 µmol TE/g ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้สามารถนำไปต่อยอดผลิตในเชิงการค้าของชุมชนเพื่อจำหน่ายต่อไปเนื่องจากถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการหมักพบว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณโปรตีนที่สูงขึ้น

คำสำคัญ: ถั่วเหลืองหมักพื้นบ้าน; ผงปรุงรส; ผงโรยข้าว; ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ

ผู้นิพนธ์ประสานงานโทร: +669 3954 1462, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: sureewan@rmutl.ac.th

http://journal.rmutp.ac.th/

Development of Seasoning Powder and Furikake-rice Seasoning from Fermented Soy Bean

Sureewan Rajchasom* Nattavipa Seelum and Suttida Takonkeaw

College of Integrated Science and Technology, Rajamangala University Technology of Lanna
128 Huay Kaew Road, Muang, Chiang Mai, Thailand, 50300

Received 20 May 2020; Revised 24 August 2020; Accepted 15 September 2020

Abstract

This research aims to develop the new product from a northern local fermented soy bean which were seasoning powder and furikake-rice seasoning and analyze to observe the nutritional, chemical component and antioxidant of the products. The fermented soy bean was dried using hot air oven to achieve a required moisture content prior to apply to the new product. The best ratio of the dried fermented soybean powder was of 35%. The sensory test was used to evaluate the customer acceptance in these developed products. The results showed that the panelist moderately like the products with the overall acceptable score of 7.85 ± 0.36 for the seasoning powder and 7.46 ± 0.67 and 7.44 ± 1.01 for furikake-rice seasoning in sesame-seaweed and garlic flavors, respectively. The analysis of the nutritional values (protein, fat and antioxidant) of the product were analyzed. The result showed that the seasoning powder has the highest values of nutritional values which were 43.80%, 19.24% and 3.72 µmol TE/g, for protein, fat and antioxidant respectively. The furikake-rice seasoning sesame-seaweed have the values of protein, fat and antioxidant of 29.90%, 9.72% and 1.79 µmol TE/g respectively. The garlic flavor has the values of protein, fat and antioxidant of 31.70%, 20.51%, 1.96 µmol TE/g, respectively. The developed product would be continuously produced in a commercial product for the local community since the fermented soybean products have high amount of nutrition especially the protein content.

Keywords : Local Fermented Soybean; Seasoning Powder; Furikake-rice Seasoning; Antioxidant

** Corresponding Author. Tel.: +669 3954 1462, E-mail Address: sureewan@rmutl.ac.th*

1. บทนำ

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหารมากมายได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก ไนอะซิน วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และวิตามินบี 12 เป็นต้น [1] สารอาหารที่สำคัญที่สุดของพืชตระกูลถั่ว คือ โปรตีน เนื่องจากโปรตีนที่ได้จากถั่วเป็นโปรตีนที่มีราคาถูกกว่าโปรตีนจากสัตว์ องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเหลืองมีความแตกต่างกันขึ้นกับแหล่งเพาะปลูก แต่โดยเฉลี่ยแล้ว ถั่วมีองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้ ปริมาณความชื้นร้อยละ 6-10 โปรตีนร้อยละ 37-45 และไขมันร้อยละ 19-22 โดยเฉพาะอย่างยิ่งถั่วเหลืองพันธุ์พื้นบ้านมีปริมาณโปรตีนมากกว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์อื่นร้อยละ 49.5 และมีปริมาณไขมันต่ำกว่าร้อยละ 5.4 [2], [3] นอกจากนี้สารอาหารในถั่วยังช่วยในการกระตุ้นการสร้างเซลล์กระดูก ป้องกันการขาดแคลเซียมในกระดูก และบำรุงประสาท และอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ Isoflavones, phytic acids, saponin และ oligosaccharides สารที่มีประโยชน์เหล่านี้จะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเมื่อผ่านกระบวนการหมักเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยแหล่งอาหารทำให้เกิดสารสำคัญระหว่างการหมัก เกิดกลิ่นรสเฉพาะในแต่ละผลิตภัณฑ์ และได้สารอาหารที่เพิ่มมากขึ้น เช่น ผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองหมักหรือถั่วเน่า เต้าเจี้ยว เทมเป้ ซีอิ้ว เป็นต้น [4]

ถั่วเหลืองหมักหรือถั่วเน่าเป็นผลิตภัณฑ์พื้นเมืองของภาคเหนือที่พัฒนามาจากภูมิปัญญาชาวบ้านที่ถ่ายทอดสืบต่อกันมา เชื่อกันว่ามีต้นกำเนิดมาจากไทใหญ่ ในอดีตถั่วเน่าเคยเป็นของบรรณาการที่พญาละคร (เจ้าเมืองลำปาง) เคยถวายเป็นของบรรณาการแก่พญาแม่กุ แห่งเมืองนพบุรี เชียงใหม่ [5] ต่อมาถั่วเน่าเป็นที่นิยมบริโภคโดยทั่วไปในเขตภาคเหนือ เช่น เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง แพร่ และแม่ฮ่องสอน โดยใช้เป็นเครื่องปรุงรสในอาหารพื้นเมือง เช่น ขนมจีน (น้ำเงี้ยว) น้ำพริกอ่อง เป็นต้น ถั่วเหลืองหมักเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง การผลิตถั่วเหลืองหมักมี 2 แบบ ได้แก่ การผลิตแบบถั่วเหลืองหมักเปียก และถั่วเหลืองหมักแบบแผ่น ในการผลิตถั่วเน่าเป็นการหมักแบบดั้งเดิม ใช้เชื้อที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ จากรายงานการวิจัยพบว่าจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องคือแบคทีเรียในจีนัส *Bacillus* ชนิดของแบคทีเรียในจีนัสที่พบในกระบวนการหมักถั่วเน่า ได้แก่ *B. subtilis B. licheniformis B. thermocatenulatus B. pumilus* และ *B. megaterium* มีการรายงานว่าพบเชื้อกลุ่มอื่นเช่นกัน เช่น *lactic acid bacteria* และแบคทีเรียในกลุ่ม cocci ที่ยังระบุชนิดไม่ได้ เชื้อ *B. ssp.* มีบทบาทสำคัญในกระบวนการหมักถั่วเน่า โดยผลิตเอนไซม์มาใช้ในการย่อยโปรตีนในถั่วเหลือง และมีความสามารถในการผลิตเอมไซม์ได้หลายชนิดที่สำคัญ คือ เอนไซม์โปรติเอส (Proteases) ในกระบวนการย่อยโปรตีนจะได้เปปไทด์สายสั้นๆ และกรดอะมิโน นอกจากนี้ ยังทำให้เกิดสารประกอบเอมีนอิสระในรูปของเกลือแอมโมเนียม และเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของถั่วเน่ามีค่าสูงขึ้น (Alkaline Condition) และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ [6]

นอกจากถั่วเน่าในประเทศไทยแล้วยังพบผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองหมักในอีกหลายประเทศ ได้แก่ Natto ของประเทศญี่ปุ่น Dawadawa หรือ Iru ของประเทศไนจีเรียและอีกหลายประเทศในทวีปแอฟริกา Kinema ของประเทศอินเดียและเนปาล และ Chungkukjang ของประเทศเกาหลี ผลจากการหมักถั่วเหลือง จะได้สารเหนียว ซึ่งเป็นพอลิกลูทามิก Polyglutamic Acid, PGA) พอลิแซคคาไรด์ (Polysaccharide) และแอมโมเนีย มีผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่น และรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์ [7]

ปัจจุบันความนิยมในอาหารพื้นบ้านของคนรุ่นใหม่ได้ลดน้อยลง อีกทั้งการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นก็ไม่เป็นที่สนใจของคนรุ่นใหม่เนื่องจากกระบวนการผลิตที่ซับซ้อนและยุ่งยาก และที่สำคัญคือราคาผลิตภัณฑ์ต่ำ

ไม่เป็นที่น่าสนใจ การรับประทานและการผลิตถั่วเน่าในพื้นที่ภาคเหนือจึงมีแนวโน้มลดลง แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ให้ประโยชน์และคุณค่าทางโภชนาการสูง จึงมีศักยภาพเพียงพอที่จะนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทันสมัยเข้ากับยุคสมัยปัจจุบัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสและผงโรยข้าวจากถั่วเหลืองหมักพื้นบ้านหรือถั่วเน่า ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับวิถีชีวิตของคนยุคปัจจุบัน และวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพื่อเป็นแนวทางในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ให้กับผลิตภัณฑ์พื้นถิ่นภาคเหนือ

2. ระเบียบวิธีวิจัย

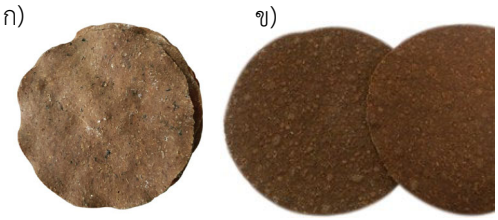
ระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology) สำหรับการศึกษานี้แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสและผงโรยข้าวจากถั่วเหลืองหมัก การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ และการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์

2.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสและผงโรยข้าวจากถั่วเหลืองหมัก

แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

2.1.1 การเตรียมถั่วเหลืองหมักอบแห้ง

ถั่วเหลืองหมักพื้นบ้านหรือถั่วเน่าในการศึกษาครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากหมู่บ้านหนองอ้อ อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีลักษณะเป็นถั่วเหลืองหมักแผ่นขนาดเส้นผ่านกลาง 127-152 มิลลิเมตร หนา 1-1.5 มิลลิเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 20-22 กรัมต่อแผ่น มีความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ยร้อยละ 12.98±0.59 โดยน้ำหนัก (รูปที่ 1 ก) นำถั่วเหลืองหมักแผ่นมาทำการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 35 นาที [8] โดยผลิตภัณฑ์มีความชื้นสุดท้าย 4.65±0.19 โดยน้ำหนัก (รูปที่ 1 ข) จากนั้นนำถั่วเหลืองหมักแผ่นอบแห้งมาทำการบดด้วยเครื่องปั่นลดขนาดชนิด 2 ใบพัด ยี่ห้อ PHILLIP (รุ่น HR2118, ประเทศไทย)และนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช บรรจุในถุงซิปล็อคเก็บไว้ในโถดูดความชื้น



รูปที่ 1 ก) ถั่วหมักพื้นบ้านแผ่น (ถั่วเน่า) ก่อนอบแห้ง ข) ถั่วหมักพื้นบ้านแผ่น (ถั่วเน่า) หลังอบแห้ง

2.1.2 การศึกษาการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสและผงโรยข้าว

นำถั่วเหลืองหมักพื้นบ้านที่ผ่านการอบแห้งในขั้นตอนแรกแล้ว มาพัฒนาเป็นผงปรุงรสและผงโรยข้าว โดยในส่วนของผงปรุงรสนำมาพัฒนาเป็นผงปรุงรสรสดั้งเดิม เนื่องจากประโยชน์ในการนำไปใช้ของผู้บริโภคคือนำไปปรุงรสในอาหารพื้นบ้านซึ่งการทำในรูปแบบผงทำให้เกิดความสะดวกมากขึ้น และในส่วนของผงโรยข้าว นำมาพัฒนาเป็น 2 สูตร คือ รสงา-สาหร่าย และรสหอม-กระเทียม

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมการพัฒนาสูตรผงปรุงรสและผงโรยข้าวรสงา-สาหร่าย

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)			
	สูตรอ้างอิง [9]	สูตรทดลอง 1	สูตรทดลอง 2	สูตรทดลอง 3
ผักอบแห้ง	17	-	-	-
ผงถั่วหมักอบแห้ง	-	25	30	35
งาขาว	20	25	25	25
งาดำ	20	25	25	25
สาหร่าย	3	13	8	3
น้ำตาลทรายขาว	6	9	9	9
เกลือป่น	2	3	3	3
ซีอิ้ว	16	-	-	-
น้ำ	16	-	-	-

ตารางที่ 2 อัตราส่วนผสมการพัฒนาสูตรผงผงโรยข้าวรสหอม-กระเทียม

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)			
	สูตรอ้างอิง [9]	สูตรทดลอง 1	สูตรทดลอง 2	สูตรทดลอง 3
ผงถั่วหมักอบแห้ง	-	25	30	35
หอมแดงเจียวป่น	25	29	24	19
กระเทียมป่น	25	24	24	24
พริกป่น	25	2	2	2
โปรตีนเกษตร	20	8	8	8
กะปิกุ้ง	5	-	-	-
น้ำตาลทรายขาว	-	9	9	9
เกลือป่น	-	3	3	3

ในการพัฒนาสูตรรสงา-สาหร่ายวางแผนการทดลองแบบ Mixture design โดยทำการผันแปรปริมาณผงถั่วหมักอบแห้งและสาหร่าย โดยให้ปริมาณวัตถุดิบอื่นคงที่และเปรียบเทียบกับสูตรจากงานวิจัยผงโรยข้าวจากผักสลัด [9] ดังแสดงในตารางที่ 1 และในการพัฒนาสูตรเผ็ดวางแผนการทดลองแบบ Mixture design โดยทำการผันแปรปริมาณผงถั่วหมักอบแห้งและหอมแดงเจียวป่นโดยให้ปริมาณวัตถุดิบอื่นคงที่และทำการเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์พริกคั่วกรอบโรยข้าวในท้องตลาด ยี่ห้อไทยไทย ดังแสดงในตารางที่ 2

2.1.3 การทดสอบการยอมรับในผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสและผงโรยข้าว

ทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสและผงโรยข้าวโดย ใช้วิธีการประเมินทางประสาทสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block Design (RCBD) ด้วยแบบทดสอบ 9-point hedonic scale (คะแนนเท่ากับ 1 คือไม่ชอบมากที่สุด คะแนนเท่ากับ 9 คือ ชอบมากที่สุด) สำหรับผงปรุงรสทดสอบกับผู้ทดสอบที่บริโภคถั่วเหลืองหมักเป็นผู้เชี่ยวชาญจำนวน 15 คน และผงโรยข้าวทั้ง 2 รสชาติ ใช้จำนวนผู้ทดสอบกลุ่มผู้บริโภคทั่วไปทั้งหมด 50 คนโดยผู้ทดสอบจะได้รับตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสงา-สาหร่ายและรสหอม-กระเทียมทั้ง 6 สูตรพร้อมกัน เตรียมโดยนำผงโรยข้าวคลุกกับข้าวสวยในอัตราส่วน 1 : 3 ส่วนแล้วคลุกเคล้าให้เข้ากันก่อนแล้วจึงนำไปประเมินความชอบในคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม นำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผลด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติ

2.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยนำข้อมูลผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผงโรยข้าวจากถั่วเหลืองหมักแห้ง ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Excel (version 2010) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's Test เมื่อได้สูตรที่ดีที่สุดของทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์แล้วขั้นตอนต่อไปจึงนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ คุณค่าทางโภชนาการ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

2.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

2.2.1 การวัดปริมาณความชื้น

ทำการการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก) โดยใช้เครื่องวัดความชื้น (Moisture Analyze, MB54, OHAUS, Switzerland) โดยนำตัวอย่าง จำนวน 1 กรัม ใส่ลงในเครื่องวัดความชื้น (ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำต่อหนึ่งตัวอย่าง) และปรับตั้งค่าการวัดความชื้นที่ อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส อ่านค่าแล้วทำการบันทึกผล

2.2.2 การวัดปริมาณน้ำอิสระ (aw)

วัดด้วยเครื่องวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity Meter, Novasina, AW Center, Switzerland) โดยนำผงถั่วเหลืองหมักแบบแผ่นใส่ลงในกระบอกประมาณ ½ ของความสูงของกระบอก และใส่ลงใน

เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ รอจนเครื่องแสดงค่าที่วัดได้ ซึ่งจะทำการวัด 3 ซ้ำต่อหนึ่งตัวอย่าง บันทึกค่าที่อ่านได้และนำมาหาค่าเฉลี่ย

2.3 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

2.3.1 การหาปริมาณโปรตีน

การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดใช้วิธีเคลดาห์ล Kjeldahl Method (AOAC Method 928.08) โดยการนำตัวอย่าง 0.50-1.00 กรัม ใส่ลงใน Kjeldahl Flask เติมกรดซัลฟิวริคเข้มข้น (H_2SO_4) 20 มิลลิลิตร นำไปย่อยในเครื่อง Kjeldahl Digestion apparatus อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จนได้สารละลายใสเติมน้ำ 75 มิลลิลิตร จากนั้นนำสารละลายที่ได้มาเติมกรดบอริค 50 มิลลิลิตร ลงใน Flask ขนาด 250 มิลลิลิตร หยด Mixed Indicator ลงไป 4-5 หยด ทำการกลั่น 1 ชั่วโมง แล้วนำไปไทเทรตด้วนกรดเกลือมาตรฐานจนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วง และทำการไทเทรต blank คำนวณปริมาณโปรตีน (Convection Factor = 6.25)

2.3.2 การหาปริมาณไขมัน

ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสและผงโรยข้าวจากถั่วเหลืองหมักวิเคราะห์โดยใช้วิธี Soxhlet method (AOAC Method 963.15) อบตัวอย่างให้แห้ง ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่อบแล้วประมาณ 2 กรัม (A) ใส่ในกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักเบอร์ 1 ห่อให้เรียบร้อย อบขวดก้นกลมให้แห้งที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนัก (B) ต่อขวดก้นกลมเข้ากับระบบกลั่น Soxhlet เติม Dichloromethane ประมาณ 250 มิลลิลิตร แล้วต้มทิ้งไว้นาน 8 ชั่วโมง เมื่อกลั่นเสร็จแล้ว นำตัวอย่างและขวดก้นกลมไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนัก (C) คำนวณปริมาณร้อยละของไขมันจากสมการ

ปริมาณไขมันร้อยละโดยน้ำหนัก = [(C-B)/A] x100

2.3.3 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

การวัดค่าการต้านอนุมูลอิสระใช้วิธี (2,2-Diphenyl- 2- picryl- hydrazyl (DPPH) Radical Scavenging Activity Method [10] โดยนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสและผงโรยข้าวมา 1 กรัม เตรียมสารละลายด้วยการผสมกับ 60% EtOH 10 มิลลิลิตร เตรียมสารละลาย DPPH: Tris Buffer : EtOH (1:1:1) ให้พอกับตัวอย่าง เติมสารละลายดังกล่าวปริมาณ 1.8 มิลลิลิตร ลงไปในหลอดตัวอย่างและมาตรฐาน ให้ปริมาตรสุดท้าย 2.4 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ในห้องมืดไม่ให้โดนแสงที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที จากนั้นนำไปวิเคราะห์การดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer (Perkin Elmer Spectrum Instrument, SP-UV-200, UK) ที่ความยาวคลื่น 525 นาโนเมตร และใช้สารละลาย 50% EtOH เป็นสารละลายมาตรฐาน จากนั้นคำนวณ %DPPH Inhibition จากสูตร

$$\%DPPH\ inhibition = \frac{(Abs_{control} - Abs_{sample})}{Abs_{control}} \times 100$$

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการศึกษาแสดงเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงปรุงรส และผงโรยข้าวรสงา-สาหร่ายและรสหอม-กระเทียม ผลการวัดคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระในตัวอย่าง และการวัดคุณค่าทางโภชนาการ

3.1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ผงปรุงรส ผงโรยข้าวรสงา-สาหร่ายและรสหอม-กระเทียม

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองหมักพื้นบ้านปรุงรสแสดงดังตารางที่ 3 จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผงปรุงรส พบว่าผู้บริโภคให้ความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบ

โดยรวมอยู่ในระดับชอบถึงชอบปานกลาง โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.00 ถึง 7.85 ซึ่งถือว่ามีคะแนนที่สูง

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผงโรยข้าวรสงา-สาหร่าย 3 สูตร แสดงดังแผนภูมิใยแมงมุม (ตารางที่ 4) จากรูปพบว่าผู้ทดสอบชิมให้ความชอบผงโรยข้าวรสงา-สาหร่ายทั้ง 3 สูตร อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลางทั้ง 5 คุณลักษณะที่ทดสอบโดยมีคะแนนในช่วง 7.10 ถึง 7.46 และมีความชอบด้านความชอบโดยรวมอยู่ในช่วง 6.66 ถึง 7.46 คือมีความชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง โดยสูตรที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด คือสูตรที่ 3 เมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติพบว่า สูตรที่ 3 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) จากสูตรที่ 1 และ 2 แสดงว่าผู้ทดสอบมีความชอบสูตรที่ 3 มากที่สุด และพบว่าผู้ทดสอบชิมให้ความชอบในสูตรที่ 3 สูงกว่า สูตรที่ 1 และ 2 ในทุกๆ ด้าน

ตารางที่ 3 ผลคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผงปรุงรสจากถั่วเหลืองหมักพื้นบ้านอบแห้ง (n=15)

คุณสมบัติ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
ผงปรุงรส	7.20±0.77	7.40±0.73	7.00±0.53	7.85±0.36

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากผู้ทดสอบชิมที่เป็นผู้เชี่ยวชาญจำนวน 15 คน ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผงโรยข้าวจากถั่วเหลืองหมักพื้นบ้านอบแห้งรสงา-สาหร่าย

สูตรที่	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1	6.04 ± 0.95^{a}	5.98 ± 0.92^{b}	6.70 ± 0.98^{b}	6.64 ± 0.99^{a}	6.66 ± 1.15^{b}
2	6.08 ± 0.52^{b}	7.06 ± 0.90^{a}	6.74 ± 0.82^{b}	6.86 ± 0.80^{a}	6.84 ± 0.73^{b}
3	7.10 ± 1.52^{a}	7.44 ± 1.40^{a}	7.44 ± 1.56^{a}	7.28 ± 1.29^{a}	7.46 ± 1.48^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับต่างกันแสดงว่ามีความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี F-test แบบ one way–ANOVA และจัดกลุ่มโดย Tukey's test

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผงโรยข้าวจากถั่วเหลืองหมักพื้นบ้านอบแห้งรสหอม-กระเทียม

สูตรที่	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1	5.08 ± 0.52^{b}	7.06 ± 0.91^{b}	6.77 ± 0.82^{a}	6.64 ± 0.80^{a}	6.84 ± 0.73^{b}
2	6.04 ± 0.96^{b}	5.98 ± 0.93^{b}	6.70 ± 0.99^{a}	6.64 ± 1.00^{a}	6.66 ± 1.17^{b}
3	7.40 ± 1.56^{a}	7.20 ± 1.08^{a}	6.96 ± 1.26^{a}	7.08 ± 0.96^{a}	7.44 ± 1.01^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับต่างกันแสดงว่ามีความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี F-test แบบ one way–ANOVA และจัดกลุ่มโดย Tukey's test

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อศึกษาสูตรที่ดีที่สุดสำหรับผงโรยข้าวรสหอม-กระเทียม แสดงดังตารางที่ 5 จากรูปพบว่าผู้ทดสอบชิมให้ความชอบผงโรยข้าวรสหอม-กระเทียมทั้ง 3 สูตรอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลางโดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.04 ถึง 7.44 และพบว่าสูตรที่ 3 ได้รับคะแนนความชอบสูงกว่าสูตรที่ 1 และ 2 ในทุกๆ ด้าน และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.96 ถึง 7.44 และมีคะแนนความชอบรวมสูงสุด 7.44 จะเห็นว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบในสูตรที่ 3 สูงสุดทั้ง 2 รสชาติเนื่องจากในถั่วเหลืองหมักอบแห้งมีส่วนประกอบของกรดกลูตามิก (Glutamic Acid) [7] ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการรับรส อูมามิ จะทำให้เกิดรสอูมามิเด่นขึ้นมาเหนือรสอื่นๆ [11] โดยสูตรที่ 3 มีปริมาณถั่วเหลืองหมักแห้งมากที่สุด จึงมีผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูง คือ ชอบปานกลาง ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 3 เป็นสูตรที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสงา-สาหร่ายและรสหอม-กระเทียม โดยมีส่วนประกอบของถั่วเหลืองหมักแห้งผงร้อยละ 35

3.2 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพผลิตภัณฑ์ผงปรุงรส ผงโรยข้าวรสงา-สาหร่ายและรสหอม-กระเทียม

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสและได้คัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดคือสูตรที่ 3 ในขั้นต้นนั้น จึงได้นำผง

โรยข้าวและผงปรุงรสมาวัดคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระในตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คุณสมบัติทางกายภาพของผงปรุงรส และผงโรยข้าวจากถั่วเหลืองหมักพื้นบ้านอบแห้ง

ตัวอย่าง	ร้อยละความชื้นฐานเปียก	ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)
ผงปรุงรส	4.84±0.48	0.28±0.01
ผงโรยข้าวรสงา-สาหร่าย (สูตรที่ 3)	4.45±0.25	0.26±0.01
ผงโรยข้าวรสหอม-กระเทียม (สูตรที่ 3)	5.39±0.15	0.33±0.01

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของผงปรุงรส และผงโรยข้าวรสงา-สาหร่ายและรสหอม-กระเทียม จากสูตรที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุดคือ สูตรที่ 3 พบว่าปริมาณความชื้นโดยน้ำหนักเปียกของผงปรุงรส และผงโรยข้าวรสงา-สาหร่ายและรสหอม-กระเทียมมีค่าร้อยละ 4.84 4.45 และ 5.39 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากปริมาณน้ำอิสระ (a_w) พบว่าผงปรุงรส ผงโรยข้าวรสงา-สาหร่ายและรสหอม-กระเทียมมีปริมาณน้ำอิสระมีค่า 0.28 0.26 และ 0.33 ตามลำดับ จะเห็นว่าผงโรยข้าวรสหอม-กระเทียมมีปริมาณความชื้นและน้ำอิสระสูงกว่าอีก 2 ผลิตภัณฑ์ เนื่องจากในการนำมาพัฒนาสูตรนั้นในสูตรของผงโรยข้าวรสหอม-กระเทียมมีส่วนผสมบางชนิดที่มีค่าความชื้นสูงร่วมอยู่ด้วย ได้แก่ กระเทียมเจียว จึงทำให้ค่าปริมาณความชื้นและน้ำอิสระเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ในการพัฒนาสูตรต้องพิจารณาสัดส่วนให้เหมาะสมด้วย อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดมีปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.6 ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน [12] ที่กำหนดไว้เป็นค่าต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำมาใช้เพื่อเจริญเติบโตและใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ เป็นการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์ได้ [13]

3.3 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ด้วยวัตถุประสงค์ในการส่งเสริมให้ชุมชนนำไปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการค้าจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผงปรุงรสและผงโรยข้าวจากถั่วเหลืองหมักพื้นบ้านอบแห้งที่ได้ถูกพัฒนา โดยผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 คุณค่าทางโภชนาการและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผงปรุงรสและผงโรยข้าวจากถั่วเหลืองหมักพื้นบ้านอบแห้ง

ตัวอย่าง	คุณค่าทางโภชนาการ		
	โปรตีน (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (μmol TE/g)
ผงปรุงรส	43.80±0.01	19.24±0.04	3.72±0.05
ผงโรยข้าวรสงา-สาหร่าย	29.90±0.60	9.72±0.15	1.79±0.04
ผงโรยข้าวรสหอม-กระเทียม	31.70±0.05	20.51±0.67	1.96±0.15

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางพบว่าผงปรุงรส ผงโรยข้าวรสงา-สาหร่ายและรสหอม-กระเทียมที่พัฒนามาจากผงถั่วเหลืองหมักพื้นบ้านมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 43.80 29.90 และ 32.70 ตามลำดับ โดยผงปรุงรสมีปริมาณโปรตีนสูงสุดเนื่องจากมีปริมาณถั่วเหลืองหมักผงสูงสุด และพบว่าถั่วเหลืองหมักมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการหมัก เนื่องจากกระบวนการหมักทำให้เกิดเอนไซม์ที่สร้างขึ้นจากจุลินทรีย์ในกลุ่มบาซิลลัส (Bacillus sp.) โดยเฉพาะเอนไซม์โปรติเอสที่ย่อยสลาย

โปรตีนให้เป็นกรดอะมิโน ทำให้ปริมาณโปรตีนสูงขึ้นกว่าเดิม [2, 3, 4] รองลงมาคือผงโรยข้าวรสหอม-กระเทียม เนื่องจากผงโรยข้าวรสหอม-กระเทียมมีองค์ประกอบของโปรตีนเกษตรจึงมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าผงโรยข้าวรสงา-สาหร่าย สำหรับปริมาณไขมัน พบว่าผงโรยข้าวรสหอม-กระเทียม มีปริมาณไขมันสูงกว่า ผงปรุงรส และผงโรยข้าวรสงา-สาหร่ายมีปริมาณไขมันต่ำสุด คือร้อยละ 20.51 19.24 และ 9.72 ตามลำดับ เนื่องจากในผงโรยข้าวรสหอม-กระเทียมมีส่วนประกอบของหอมแดงเจียวซึ่งมีปริมาณน้ำมันอยู่จึงทำให้ปริมาณไขมันสูงกว่าผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น ส่วนประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระวัดโดยใช้วิธี DPPH Radical Scarvenging Ability และคำนวณในรูปของ µmol Trolox Equivalents/g พบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 มีประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระอยู่ในช่วง 1.79 – 3.72 µmol TE/g ซึ่งใกล้เคียงกับสมุนไพรไทยประเภทตะไคร้ ใบเตย มะรุม เป็นต้น [14] ผงปรุงรสมีประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าผลิตภัณฑ์อื่น รองลงมาได้แก่ ผงโรยข้าวรสหอม-กระเทียม และรสงา-สาหร่าย ตามลำดับ โดยมีค่าเท่ากับ 3.72 1.96 และ 1.79 µmol TE/g เนื่องจากผงปรุงรสมีปริมาณสัดส่วนของถั่วเน่าผงสูงกว่าผลิตภัณฑ์อีก 2 ชนิด และในผงโรยข้าวรสหอม-กระเทียมมีองค์ประกอบของหอมแดงเจียวและมีปริมาณไขมันสูง จึงเป็นไปได้ว่าประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่าผงโรยข้าวรสงา-สาหร่ายมาจากปริมาณน้ำมันในองค์ประกอบของหอมแดงเจียว เนื่องจากน้ำมันมีวิตามินอีซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเช่นกัน [15]

4. สรุป

จากการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จากถั่วเหลืองหมักแบบแผ่นพบว่า ถั่วเหลืองหมักแบบแผ่นที่เป็นภูมิปัญญาของชาวบ้านพื้นถิ่นในภาคเหนือ สามารถนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ทันสมัยสนองต่อความต้องการที่เปลี่ยนแปลงของผู้บริโภคในยุคปัจจุบัน ได้ 2 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ผงปรุงรส และผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว ซึ่งจากการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวได้ทดลองไว้ 2 รสชาติ ได้แก่ รสงา-สาหร่าย และรสหอม-กระเทียม พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับความชอบปานกลางถึงมาก และมีคุณสมบัติทางโภชนาการด้านโปรตีน ไขมันและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ในระดับสูงซึ่งเกิดจากการผ่านกระบวนการหมักจึงมีประโยชน์ต่อผู้บริโภค

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนภายใต้ “โครงการอาจารย์นักวิจัยหน้าใหม่ (New Hands-on Researcher: N-HR 2016)” ประจำปี 2559 จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Nutrition division, Department of health, Ministry of public health, *Nutritive values of Thai foods,* 3rd ed. Bangkok: The War Veterans Organization of Thailand, 2001, pp. 15-20.

[2] J. Japakaset, C. Wongkhalaung and V. Leelawatcharamas, “Utilization of soybean residue to produce monacolin K-cholesterol lowering agent,” *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, vol. 31, no. 1, pp. 35-39, Jan.-Feb. 2009.

[3] S. Vongpiphan, “ Development of functional food from soybean yoghurt for menopause,” M.S. thesis, Dept. Food Tech., Silpakorn Univ., Bangkok, Thailand, 2007.

[4] N. Rattanapanon, *Effect of processing on food and nutrition in food, Food science and*

technology, Chiangmai: Faculty of agro industry, Chiangmai University, 2000.

[5] T. Runnum. (2014, October 15). ThuaNao: Lanna local wisdom food. [Online]. Available: https://www.stou.ac.th

[6] L. KeShun, "Chemistry and Nutritional Value of Soybean Components," *Soybean Chemistry Technology and Utilization*, L. KeShun, New York: Chapman and Hall, 1997, pp. 25-113.

[7] E. Chukeatirote, S. In-khian, K. Dajantaa and A. Apichartsrangkoon, "Thua Nao-An Indigenous Fermented Soybean of Thailand," *SWU Sci. J*, vol. 27, no. 1, pp. 197-213, Jun. 2011.

[8] S. Rajchasom, J. Vuthijamnonk, N. Seelum and S. Takornkwea, "The study of drying condition for local dried fermented soybean (Thua Nao)," *International Journal of Food Engineering*, vol. 5, no. 2, pp. 116-120, Jun. 2019.

[9] P. Kaewsritho, N. On-Nom, U. Suttisansanee, T. Winuprasith, R. Chamchan, N. Sriden, A. Aursalung and Y. Sahasakul, "Development of healthy Tom Yum flavoured rice seasoning (Furikake) from vegetable powder," *Agricultural Sci. J.*, vol. 49, no. 2, pp. 165-168, Jun. 2018.

[10] W. Brand-Williams, M. E. Cuvelier, and C. Berset, "Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity," *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 28, no. 1, pp. 25–30, Jan. 1995

[11] P. Pornchalermphong and N. Rattanapanon. (2010, May 10). Glutamic acid. [Online]. Available: http://www.foodnetworksolution.com

[12] Thai industrial standards institute (2005, September 10). Community product standard Thua-Nao Powder [Online]. Available: http://app.tisi.go.th

[13] R. Phongsawadmanich and P. Vuttijumnon, *Food product shelf-life evaluation and extension,* Bangkok: O.S. printing house, 2017.

[14] A. Halee and B. Rattanapun, "Study of antioxidant efficacies of 15 Local herbs," *KMUTT Research and Development Journal*, vol. 40, no. 2, pp. 283-293, Dec. 2017.

[15] World Health Organization (WHO) Food and Agriculture Organization (FAO). *Vitamin and Mineral Requirements in Human Nutrition: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation*, Bangkok, Thailand, 21–30 September 1998. WHO, FAO; Geneva, Switzerland: 2004. p. 341.