การพัฒนาตำรับน้ำพริกเทมเป้ถั่ว 5 สี
Development of five color beans tempeh chili paste recipes

ธัญญ์ธิชา นาคเกิด[1] และรัฐพล ไกรกลาง[1]*
[1] คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Thanthicha Nakkoed[1] and Ratthaphol Kraiklang[1]*
[1] Faculty of Public Health, Khon Kaen University

รับบทความ: 30 ตุลาคม 2566
แก้ไขบทความ: 16 มกราคม 2567
ตอบรับบทความ: 21 กุมภาพันธ์ 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตำรับน้ำพริกจากเทมเป้ถั่ว 5 สี และประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อตำรับน้ำพริกจากเทมเป้ถั่ว 5 สี ที่พัฒนาขึ้น น้ำพริกถือว่าเป็นวัฒนธรรมทางอาหารของประเทศไทยที่มีความหลากหลายในแต่ละภูมิภาค โดยเฉพาะในเขตภาคกลางมีน้ำพริกมากมายหลายชนิด วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำพริกส่วนใหญ่จะคล้ายคลึงกัน คือ พริก หอมแดง กระเทียม ข่า ตะไคร้ โดยมีส่วนผสมของโปรตีน คือ กุ้งแห้ง ปลาแห้ง โดยปัจจุบันโปรตีนทางเลือก ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากพฤติกรรมและความนิยมของผู้บริโภค แหล่งโปรตีนทางเลือกที่สำคัญและได้รับความนิยม ได้แก่ โปรตีนจากพืชตระกูลถั่ว ซึ่งราคาถูกกว่าเนื้อสัตว์ เทมเป้ คือ ถั่วเหลืองหมักของชาวอินโดนีเซียซึ่งมีโปรตีนสูง เป็นอีกแหล่งของโปรตีนทางเลือก เป็นการหมักถั่วด้วยเชื้อรา *Rhizopus oligosporus* เทมเป้ จึงจัดเป็นอาหารหมักที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง อุดมด้วยโปรตีน ไขมัน ใยอาหาร วิตามิน แร่ธาตุ การศึกษาในครั้งนี้จึงมีความสนใจที่จะนำเทมเป้มาพัฒนาสูตรอาหารเพื่อสุขภาพ โดยพัฒนาผลิตภัณฑ์ตำรับน้ำพริกจากเทมเป้ถั่ว 5 สี จาก ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง ถั่วดำ และถั่วขาว ผลการศึกษาพบว่า ตำรับน้ำพริกสูตรที่ทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี ที่ปริมาณ 100 กรัม ให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร และวิตามิน บี 12 สูงที่สุด คือ 45.51 กรัม, 4.61 กรัม และ 0.37 ไมโครกรัม ตามลำดับ ในขณะที่มีปริมาณไขมันที่ต่ำที่สุด คือ 6.37 กรัม ได้รับคะแนนความชอบโดยรวม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงให้เห็นว่าสูตรน้ำพริกสูตรทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี น่าจะเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

คำสำคัญ: เทมเป้, น้ำพริก, ถั่ว 5 สี

*** ผู้ประสานงาน (Corresponding Author)**
e-mail: ratthaphol@kku.ac.th

Abstract

The objectives of this research are to develop a chili paste recipe from five-colored bean tempeh and to evaluate consumer sensory acceptance of the developed chili paste from five-colored bean tempeh recipe. Chili paste is considered to be the most unique food culture of Thailand and diversity in each region especially in the central region, there are many types of chili paste. The raw materials used in the production of chili paste are mostly similar, namely chili, shallots, garlic, galangal, lemongrass, with a mixture of proteins such as dried shrimp and dried fish. Currently, alternative proteins It has rapidly increased in popularity due to consumer behavior and popularity. Important and popular alternative protein sources include protein from legumes. It is cheaper than meat. Tempeh is an Indonesian fermented soybean that is high in protein. It is another source of alternative protein. Tempeh is a fermentation of beans with the fungus Rhizopus oligosporus. Therefore, it is considered a fermented food with high nutritional value, rich in protein, fat, dietary fiber, vitamins, minerals. This study is therefore interested to develop healthy food recipes of chili paste recipe from 5-colored bean tempeh from soybeans, mung beans, red beans, black beans, and white beans. The study found that chili paste recipes tempeh 5 color beans 100 g recipe gave the highest carbohydrate, dietary fiber and vitamin B12 content of 45.51 g, 4.61 g and 0.37 mcg, respectively, while the lowest fat content was 6.37 g. It was found that chili paste recipes tempeh 5 color beans received overall preference scores. There was no statistically significant difference ($p>0.05$), indicating that the tempeh substitution formula with 5 color beans seems to be a good choice for health-conscious consumers.

Keywords: Tempeh, Chili paste, Five color beans

บทนำ

โปรตีนทางเลือก (Alternative protein) ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากพฤติกรรมและความนิยมของผู้บริโภคที่หันมาใส่ใจสุขภาพมากขึ้น จึงได้เปลี่ยนแปลงรูปแบบการบริโภคจากเดิม คือ บริโภคเนื้อสัตว์น้อยลง และหันมาบริโภคอาหารมังสวิรัติ หรือวีแกนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้พฤติกรรมการบริโภคอาหารเปลี่ยนไป จากการสำรวจของ Euromonitor's Health and Nutrition Survey พบว่า ปี 2563 ผู้บริโภคที่เป็นมังสวิรัติ (Vegetarians) คิดเป็นร้อยละ 4 และวีแกน (Vegan) ร้อยละ 6 ของประชากรโลก แม้ตลาดอาหารมังสวิรัติไม่ได้ใหญ่นัก แต่ก็เป็นตลาดที่น่าสนใจและมีแนวโน้มเติบโตต่อเนื่องทุกปี และพบว่าโปรตีนจากพืชเป็นกลุ่มโปรตีนทางเลือกที่เป็นตัวขับเคลื่อนตลาด โดยแหล่งโปรตีนที่สำคัญและได้รับความนิยมนำมาผลิตโปรตีนทางเลือก ได้แก่ ถั่วชนิดต่าง ๆ รวมถึง เห็ด ข้าวสาลี และธัญพืชต่าง ๆ เป็นต้น (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2565)

แหล่งโปรตีนที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่งที่นอกเหนือจากเนื้อสัตว์ คือ โปรตีนจากพืชตระกูลถั่ว ซึ่งราคาถูกกว่าเนื้อสัตว์ อีกทั้งมีปริมาณไขมันต่ำ ในขณะที่อุดมไปด้วยใยอาหาร วิตามิน และแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ เช่น แคลเซียม ธาตุเหล็ก ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และโพแทสเซียม เป็นต้น (Iqbal et al., 2006) จากการศึกษาวิจัยพบว่า ถั่วเหลือง มีสารในกลุ่มไอโซฟลาโวน (Isoflavones) เช่น เจนีสทีน (Genistein) ไดซีอิน (Daidzein) และไกลซิทีน (Glycitein) ซึ่งออกฤทธิ์คล้ายกับฮอร์โมนเอสโตรเจน (Phytoestrogen) (Tranche et al., 2016) ถั่วเขียวอุดมไปด้วยกรดอะมิโน โดยเฉพาะลิวซีน (Leucine) และไลซีน (Lysine) (กฤติกา บูรณโชคไพศาล, 2555) และโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว มีอัตราส่วนกรดอะมิโนจำเป็นอาร์จินีนต่อไลซีนสูง จากรายงานวิจัยพบว่าโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลรวมในเลือดหนูที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม และลดระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดได้ (Yao, Zhu, & Guixing, 2014) ถั่วแดงมีองค์ประกอบของโปรตีน ใยอาหารสูง มีวิตามิน และแร่ธาตุหลายชนิด เช่น มีไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง โซเดียมต่ำ ไม่มีคอเลสเตอรอล นอกจากนี้เปลือกหุ้มเมล็ดยังอุดมไปด้วยแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งมี คุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ถั่วดำช่วยบำรุงหัวใจ บำรุงสายตา บำรุงไต ลดไขมันอุดตันในหลอดเลือด กระตุ้นการขับถ่าย และเพิ่มประสิทธิภาพระบบภูมิคุ้มกัน เนื่องจากมีสารแอนโทไซยานิน โฟเลต แมกนีเซียม วิตามินบี 6 วิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 ในปริมาณสูง (มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์ และคณะ, 2556) และในถั่วขาว มีคุณสมบัติการช่วยควบคุมน้ำหนัก เนื่องจากมีสารฟาซิโอลามีน (Phaseolamin) ซึ่งยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อัลฟาอะไมเลส (α-amylase) ทำให้การย่อยคาร์โบไฮเดรตเพื่อปลดปล่อยน้ำตาลกลูโคสออกมาจากอาหารเป็นไปได้ช้าลง (บุศรินทร์ จงเจริญยานนท์, 2559) ส่งผลดีต่อการรักษาระดับน้ำตาลในเลือด

เทมเป้ (Tempeh) คือ ถั่วเหลืองหมัก เป็นอาหารพื้นเมืองของชาวอินโดนีเซียซึ่งมีโปรตีนสูง เป็นอีกแหล่งของโปรตีนทางเลือก ที่กำลังได้รับความนิยมสูงในปัจจุบัน เป็นการหมักถั่วเหลืองด้วยเชื้อรา *Rhizopus oligosporus* ซึ่งเป็นราชนิดที่นิยมใช้ในกระบวนการหมักและเป็นสายพันธุ์ที่ไม่ก่อให้เกิดโทษต่อร่างกาย เทมเป้จึงจัดเป็นอาหารหมักที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง อุดมด้วยโปรตีน ไขมัน ใยอาหาร วิตามิน แร่ธาตุ และยังมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง อีกทั้งเทมเป้ยังจัดเป็นโพรไบโอติกส์ (Probiotics) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ช่วยเสริมสร้างการทำงานของระบบทางเดินอาหาร จึงมีส่วนช่วยให้การขับถ่ายเป็นปกติ (Seng, 1998; Chen et al., 2012) เทมเป้สามารถใช้เป็นอาหารหลักทดแทนเนื้อสัตว์ได้ เนื่องจากมีโปรตีนสูงถึงร้อยละ 20.30 จึงเป็นที่นิยมในบรรดาผู้ที่รับประทานมังสวิรัติ มีการนำเทมเป้มาแก้ปัญหาการขาดสารอาหารโปรตีนได้ และจากการศึกษาพบว่า ในเทมเป้นั้นมีเชื้อ *Klebsiella pneumoniae* ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ไม่ก่อโรคที่สามารถผลิตวิตามินบี 12 ได้ เทมเป้จึงเป็นอาหารที่มีประโยชน์เหมาะสำหรับทุกเพศทุกวัย โดยเฉพาะเป็นอาหารสำหรับผู้ที่กินเจหรือมังสวิรัติ ขนาดของตลาดเทมเป้ในระดับโลกนั้นมีมูลค่าอยู่ที่ 146.7 ล้านเหรียญสหรัฐ โดยคาดการณ์ว่าการเพิ่มขึ้นของความต้องการซื้อในตลาด ซึ่งเกิดจากการความต้องการของประชากรที่หันมาบริโภคโปรตีนจากพืชทดแทนเนื้อสัตว์มากขึ้น (Hexa Research, 2019)

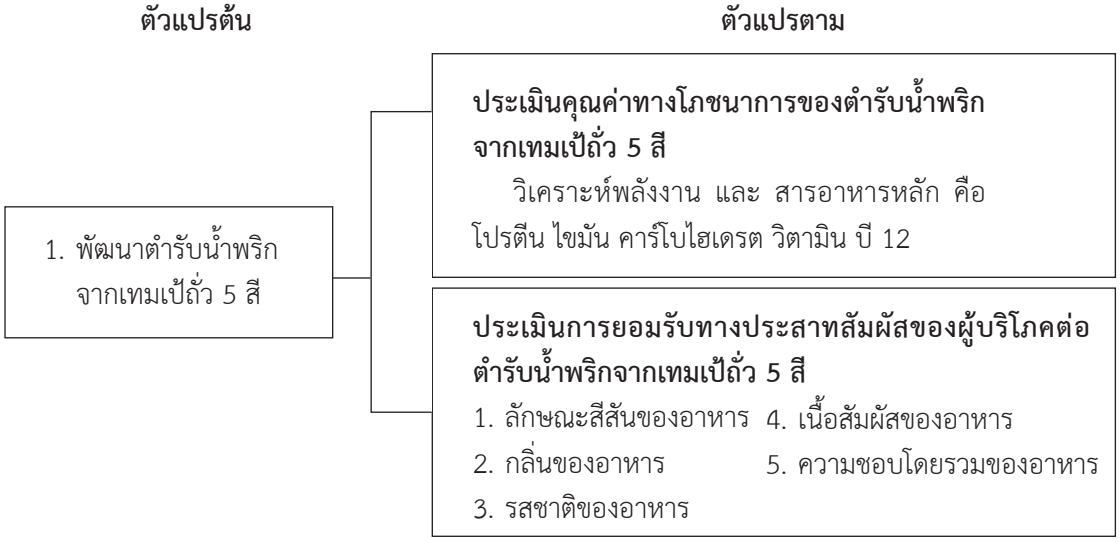
อาหารประเภทน้ำพริกถือว่าเป็นวัฒนธรรมทางอาหารของประเทศไทยที่มีความหลากหลายตามท้องถิ่นในแต่ละภูมิภาค เนื่องจากมีรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว น้ำพริก มีความผูกพันกับวิถีชีวิตการรับประทานอาหารของคนไทยมาเป็นเวลานาน โดยเฉพาะในท้องถิ่นเขตภาคกลางมีน้ำพริกมากมายหลายชนิด วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำพริกส่วนใหญ่จะคล้ายคลึงกันคือ พริก หอมแดง กระเทียม ข่า ตะไคร้ กุ้งแห้ง ปลาแห้ง ที่ผ่าน

การเผา อบ คั่ว หรือทอด แล้วนำมาบดผสมให้เข้ากันปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรส เช่น เกลือ น้ำตาล และมะขามเปียก อาจผสมเนื้อสัตว์หรือส่วนผสมอื่น และมีรายงานของคุณสมบัติในเชิงสุขภาพของพืชสมุนไพรถูกนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของน้ำพริก (สิริมนต์ ชายเกตุ และคณะ, 2553) ด้วยเหตุนี้จึงมีความสนใจ เลือกน้ำพริกเผาของภาคกลางซึ่งเป็นน้ำพริกรสชาติกลมกล่อมทั้งเค็ม เปรี้ยว เผ็ด และหวาน ใช้เป็นน้ำพริกสูตรมาตรฐาน และจากประโยชน์ของถั่วชนิดต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ร่วมกับการนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทน และคุณประโยชน์ของเทมเป้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำถั่วชนิดต่าง ๆ มาพัฒนาตำรับน้ำพริกที่ใช้เทมเป้ถั่ว 5 สี เป็นส่วนผสม เพื่อเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์เทมเป้ และยังเป็นการพัฒนาต่อยอดภูมิปัญญาไทยของน้ำพริกให้เป็นอาหารสุขภาพที่สอดคล้องกับกระแสการบริโภคของประชาชนที่ปรับเปลี่ยนตามเวลา และกระแสสังคมที่ผู้คนยุคปัจจุบันให้ความใส่ใจต่อการบริโภคเพื่อสุขภาพเพิ่มมากขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาตำรับน้ำพริกจากเทมเป้ถั่ว 5 สี
2. เพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนาการของตำรับน้ำพริกจากเทมเป้ถั่ว 5 สี
3. เพื่อประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อตำรับน้ำพริกจากเทมเป้ถั่ว 5 สี

กรอบแนวคิด



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา เพื่อพัฒนาตำรับน้ำพริกจาก เทมเป้ถั่ว 5 สี และทำการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อตำรับน้ำพริกจากเทมเป้ถั่ว 5 สี ที่พัฒนาขึ้น โดยมีขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัยที่สำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การผลิตเทมเป้ถั่ว 5 สี และการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ โดยดัดแปลงการผลิตจากการศึกษาของพรดรัล จุลกัลป์ และธนพล กิจพจน์ (2556) และศิริพร ลุนพรม (2565)

กรรมวิธีการผลิตเทมเป้ถั่ว 5 สี ล้างถั่ว 5 สี ให้สะอาด แช่ในน้ำอุณหภูมิห้อง ควรแช่น้ำแยกกัน โดยให้น้ำท่วมถั่วประมาณ 2-3 เท่า แช่นาน 48 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำถั่วที่แช่แล้วต้มถั่วให้สุก ใส่น้ำให้ท่วมถั่ว หากเป็นถั่วเหลือง, ถั่วแดง, ถั่วดำ และถั่วขาว ใช้เวลาต้ม 30-45 นาที (เริ่มจับเวลาตอนน้ำเดือด) ถั่วเขียว ใช้เวลา 20-30 นาที ต้มให้สุกพอกรุบ หากถั่วยังไม่สุกสามารถเพิ่มเวลาได้ตามความเหมาะสม แต่ไม่ควรต้มนานจนถั่วเละ เพราะจะทำให้ถั่วอมน้ำ และปนเปื้อนได้ง่าย สะเด็ดน้ำให้แห้งในขณะเมล็ดถั่วยังร้อน พักทิ้งไว้ให้เย็น เติมผงเชื้อรา Rhizopus oligosporus จำนวนร้อยละ 5 ของน้ำหนักถั่วลงไป คลุกเคล้าให้เชื้อกระจายทั่วถึง บรรจุใส่ถุงพลาสติกที่เจาะรู บ่มบนชั้นที่มีตะแกรงเพื่อให้อากาศกับเชื้อราอย่างทั่วถึง หรือวางบนภาชนะหรือพื้นที่สะอาด เพื่อให้เชื้อราได้รับอากาศและเจริญทั่วถึง บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 36-48 ชั่วโมง และส่งตัวอย่างเทมเป้ถั่ว 5 สี ไปยัง บริษัท เมดิคอล แอนด์ ฟู้ด แลบ จำกัด : MEDICAL AND FOOD LAB CO., LTD. วิเคราะห์พลังงานและสารอาหารหลัก คือ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน บี 12 ใยอาหาร ความชื้น และเถ้า

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาตำรับน้ำพริกจากเทมเป้ถั่ว 5 สี

ตำรับน้ำพริกจากเทมเป้ ดัดแปลงจากการศึกษาของวัธนาธร รสโหมด และคณะ (2015) โดยมีส่วนผสมตำรับน้ำพริกสูตรมาตรฐาน และสูตรที่ทดแทนด้วยสูตรที่ทดแทนเทมเป้ถั่วเหลือง และทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนผสมตำรับน้ำพริก

ส่วนผสม	สูตรที่ 1 (สูตรมาตรฐาน)		สูตรที่ 2 (ทดแทนเทมเป้ถั่วเหลือง)		สูตรที่ 3 (ทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี)	
	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ
พริกแห้ง	20	5.23	20	5.23	20	5.23
หัวหอมแดง	50	13.07	50	13.07	50	13.07
กระเทียม	20	5.23	20	5.23	20	5.23
น้ำตาลปี๊บ	80	20.92	80	20.92	80	20.92
เกลือ	1.5	0.39	1.5	0.39	1.5	0.39
น้ำมะขามเปียก	45	11.76	45	11.76	45	11.76
น้ำปลา	36	9.41	36	9.41	36	9.41
น้ำมัน	80	20.92	80	20.92	80	20.92
กุ้งแห้ง	50	13.07	-	-	-	-
เทมเป้	-	-	50	13.07	-	-
เทมเป้ถั่ว 5 สี	-	-	-	-	50	13.07
รวม	382.5	100	382.5	100	382.5	100

ที่มา: ดัดแปลงจาก วัธนาธร รสโหมด และคณะ (2015)

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของตำรับน้ำพริก

1. วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของตำรับน้ำพริกสูตรมาตรฐาน โดยใช้โปรแกรม INMUCAL-Nutrients V.4.0 คำนวณปริมาณพลังงานและสารอาหาร ประมวลผลจากปริมาณน้ำหนักของส่วนผสมที่ใช้ในตำรับอาหาร

2. วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของตำรับน้ำพริกสูตรทดแทนเทมเป้ถั่วเหลือง โดยใช้โปรแกรม INMUCAL-Nutrients V.4.0 ร่วมกับข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของเทมเป้ถั่วเหลือง (USDA Food Composition Database, 2019) คำนวณปริมาณพลังงานและสารอาหาร ประมวลผลจากปริมาณน้ำหนักของส่วนผสมที่ใช้ในตำรับอาหาร

3. วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของตำรับน้ำพริกจากเทมเป้ถั่ว 5 สี โดยส่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไปยังบริษัท เมดิคอล แอนด์ ฟู้ด แลบ จำกัด : MEDICAL AND FOOD LAB CO., LTD. ได้แก่ วิเคราะห์หาปริมาณพลังงาน และสารอาหารหลัก (Method of Analysis for Nutrition Labeling, 1993, Chapter 6 Proximate and Mineral Analysis) วิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน (AOAC, 2019: 991.20) วิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (AOAC, 2019: 948.15) วิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Method of Analysis for Nutrition Labeling, 1993, Chapter 6 Proximate and Mineral Analysis) วิเคราะห์หาวิตามิน บี 12 (In-house method STM No. 01-016 based on AOAC, 2019: 952.20) วิเคราะห์หาใยอาหาร, (AOAC, 2019: 985.29, 991.42 and 993.19)

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อตำรับน้ำพริก

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในกลุ่มผู้ทดสอบชิม (Consumer panel) ที่ไม่ผ่านการฝึกฝน ซึ่งเป็นนักศึกษา เจ้าหน้าที่ บุคลากรทางการศึกษา และบุคคลทั่วไป ในมหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น จำนวน 100 คน ด้วยวิธีการสุ่มแบบบังเอิญ (Accidental sampling)

2. การสร้างและพัฒนาคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามเพื่อประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อตำรับน้ำพริก โดยแบ่งเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้

ตอนที่ 2 ข้อมูลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อตำรับน้ำพริกจากเทมเป้ถั่ว 5 สี 5 ด้าน ได้แก่ ลักษณะสีสัน กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ลักษณะแบบสอบถามทดสอบทางประสาทสัมผัส 9-point Hedonic scales

3. การเก็บและรวบรวมข้อมูล

3.1 การดำเนินการเก็บข้อมูล ดังนี้

1) การเชิญกลุ่มผู้ทดสอบชิมเข้าร่วมโครงการวิจัย โดยตัวผู้วิจัยไปพบและเชิญชวนด้วยตัวเอง ซึ่งเป็นผู้ทดสอบชิม (Consumer panel) ที่ไม่ผ่านการฝึกฝน ซึ่งเป็นนักศึกษา เจ้าหน้าที่ บุคลากรทางการศึกษา และบุคคลทั่วไป จำนวน 100 คน ด้วยวิธีการสุ่มแบบบังเอิญ ผู้วิจัยทำการทดสอบโดยใช้สถานที่แบบ Central

Location Test. (CLT) ภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งผู้วิจัยให้เอกสารชี้แจง อธิบายรายละเอียด เปิดโอกาสให้ซักถาม ให้เวลา/อิสระในการตัดสินใจ และทำความเข้าใจถึงรายละเอียดและวัตถุประสงค์ของการศึกษาให้กับผู้ทดสอบชิมทราบก่อนการเก็บข้อมูล อีกทั้งเนื่องจากตำรับน้ำพริกจากเทมเป้ถั่ว 5 สี มีโปรตีนจากถั่วเป็นส่วนผสม จึงมีการสอบถามอาการแพ้โปรตีนจากถั่ว และผลิตภัณฑ์จากถั่ว รวมถึงธัญพืชชนิดอื่น ๆ ก่อนการให้ชิมผลิตภัณฑ์โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกเข้าศึกษา และเกณฑ์การคัดออกจากการศึกษา

2) นำตำรับน้ำพริกปริมาณ 20 กรัม และข้าวสวย 50 กรัม พร้อมน้ำเปล่า ให้กลุ่มผู้ทดสอบชิมประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคโดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อตำรับน้ำพริกจากเทมเป้ถั่ว 5 สี โดยจะนำน้ำพริกทั้ง 3 สูตร ได้แก่สูตรที่ 1 (สูตรมาตรฐาน) สูตรที่ 2 (สูตรทดแทนเทมเป้) สูตรที่ 3 (สูตรทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี) โดยให้กลุ่มผู้ทดสอบชิมจะเป็นผู้ประเมินคุณลักษณะของอาหารทั้งหมด 5 ด้าน ประกอบด้วย ลักษณะสีสัน กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคโดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบ 9 ระดับ ดังต่อไปนี้ 9 = ชอบมากที่สุด, 8 = ชอบมาก, 7 = ชอบปานกลาง, 6 = ชอบเล็กน้อย, 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ (เฉย ๆ), 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย, 3 = ไม่ชอบปานกลาง, 2 = ไม่ชอบมาก, 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มผู้ทดสอบชิม โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive) วิเคราะห์ข้อมูลโดย ค่าจำนวน และค่าร้อยละ

4.2 การวิเคราะห์ผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อตำรับน้ำพริกทั้ง 3 สูตร วิเคราะห์ข้อมูลโดย ค่าจำนวน ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS V.28 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) และวิเคราะห์ความแปรปรวน One-way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) แสดงผลการวิเคราะห์เป็นเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean ± SD)

5. จริยธรรมการวิจัยและการพิทักษ์สิทธิ์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยให้ความสำคัญกับจริยธรรมการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้มีการขออนุญาตทำการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น หมายเลขสำคัญโครงการ HE662015 ซึ่งได้พิจารณาแล้วว่าเป็นโครงการที่เข้าข่ายการพิจารณาแบบยกเว้น ได้บรรจุในวาระการประชุมคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยฯ

ผลการวิจัย

1. ผลการผลิตเทมเป้ถั่ว 5 สี และผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเทมเป้ถั่ว 5 สี

1.1 ผลการผลิตเทมเป้ถั่ว 5 สี โดยบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 42 ชั่วโมง พบว่า เทมเป้ถั่ว 5 สี มีการเจริญเติบโตของเส้นใยขาวจากเชื้อรา *Rhizopus oligosporus* ปกคลุมทั่วเมล็ดถั่วทั้งหมด เส้นใยของเชื้อรากับเมล็ดถั่วมีการเกาะตัวกันอย่างหนาแน่น ดังแสดงในภาพที่ 2 (ก) และภาพที่ 2 (ข) และเมื่อนำมาตัดด้วยมีดเป็นชิ้นบาง ดังแสดงในภาพที่ 2 (ค) ซึ่งพบว่าการยึดเกาะระหว่างเส้นใยของเชื้อรากับถั่ว 5 สี มีการยึด

เกาะอย่างหนาแน่น โดยเมื่อใช้มีดตัดลงไปแล้วไม่เกิดการแตกหักของเทมเป้ หรือมีการหลุดของเมล็ดถั่วออกจากตัวแผ่นเทมเป้ มีกลิ่นหอมคล้ายเห็ดสด ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ลักษณะปรากฏของเชื้อรา *Rhizopus oligosporus* ในเทมเป้ถั่ว 5 สี (ก); เทมเป้ถั่ว 5 สี เมื่อตัดครึ่ง (ข); เทมเป้ถั่วเหลืองตัดด้วยมีดเป็นชิ้นบาง (ค)

2. ผลการพัฒนาตำรับน้ำพริก

2.1 ผลการพัฒนาตำรับน้ำพริก

ในการพัฒนาตำรับน้ำพริกที่ทดแทนเทมเป้ถั่วเหลือง และทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี ในสูตรมาตรฐานซึ่งใช้กุ้งแห้ง รายละเอียดของส่วนผสมแสดงในตารางที่ 1 จากนั้นนำน้ำพริกทั้ง 3 สูตร มาคำนวณคุณค่าทางโภชนาการ และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยลักษณะปรากฏของน้ำพริกสูตรที่ 1 สูตรมาตรฐาน (ก); สูตรที่ 2 สูตรทดแทนเทมเป้ถั่วเหลือง (ข); สูตรที่ 3 สูตรทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี (ค) ทั้ง 3 สูตรมีลักษณะปรากฏคล้ายกันทุกสูตร มีความแตกต่างกันที่กลิ่น สูตรมาตรฐาน (ก) จะมีกลิ่นหอมของกุ้งแห้งที่เป็นส่วนผสม และสูตรที่ 2 สูตรทดแทนเทมเป้ถั่วเหลือง (ข), สูตรที่ 3 สูตรทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี (ค) มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ คล้ายเห็ด แสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ลักษณะปรากฏของน้ำพริกสูตรที่ 1 สูตรมาตรฐาน (ก); สูตรที่ 2 สูตรทดแทนเทมเป้ถั่วเหลือง (ข); สูตรที่ 3 สูตรทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี (ค)

3. ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของตำรับน้ำพริก

ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของตำรับน้ำพริก ในปริมาณ 100 กรัม โดยใช้โปรแกรมคำนวณคุณค่าทางโภชนาการปริมาณพลังงานและสารอาหาร โปรแกรม INMUCAL-Nutrients V.4.0 ร่วมกับข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของเทมเป้ถั่วเหลือง (USDA Food Composition Database, 2019) และข้อมูลโภชนาการของน้ำพริกเทมเป้ถั่ว 5 สีที่ได้จากบริษัท เมดิคอล แอนด์ ฟู้ด แลบ จำกัด : MEDICAL AND FOOD LAB CO., LTD. แสดงคุณค่าทางโภชนาการ โดยประมวลผลจากปริมาณน้ำหนักของส่วนประกอบที่ใช้ในตำรับ แสดงผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่า ตำรับน้ำพริกที่ให้พลังงาน โปรตีน ไขมัน สูงที่สุด คือ น้ำพริกสูตรที่ทดแทนเทมเป้ถั่วเหลือง และตำรับน้ำพริกที่ให้คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร และวิตามิน บี 12 ได้แก่ น้ำพริกสูตรที่ทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ (100 กรัม) ของตำรับน้ำพริก

คุณค่าทางโภชนาการ	สูตรที่ 1 (สูตรมาตรฐาน)[1]	สูตรที่ 2 (ทดแทนเทมเป้ถั่วเหลือง)[2]	สูตรที่ 3 (ทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี)[3]
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	339.89	363.07	331.99
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	29.00	29.83	45.51
โปรตีน (กรัม)	7.08	7.52	6.37
ไขมัน (กรัม)	21.73	24.23	13.83
ใยอาหาร (กรัม)	0.73	1.48	4.61
วิตามิน บี 12 (ไมโครกรัม)	00.00	0.02	0.37

หมายเหตุ : 1. คุณค่าทางโภชนาการได้จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม INMUCAL-Nutrients V.4.0 ประมวลผลจากปริมาณน้ำหนักของส่วนผสมที่ใช้ในตำรับน้ำพริกสูตรมาตรฐาน 2. คุณค่าทางโภชนาการได้จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม INMUCAL-Nutrients V.4.0 ประมวลผลจากปริมาณน้ำหนักของส่วนผสมที่ใช้ในตำรับน้ำพริกทดแทนเทมเป้ถั่วเหลือง ร่วมกับข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของเทมเป้ถั่วเหลือง (USDA Food Composition Database, 2019) 3. คุณค่าทางโภชนาการได้จากการส่งตำรับน้ำพริกทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี ตรวจวิเคราะห์จากบริษัท เมดิคอล แอนด์ ฟู้ด แลบ จำกัด : MEDICAL AND FOOD LAB CO., LTD.

4. ผลประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อตำรับน้ำพริก

ผู้วิจัยได้นำตำรับน้ำพริกที่ทดแทนเทมเป้ถั่วเหลือง และทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี ในสูตรมาตรฐานซึ่งใช้กุ้งแห้ง ไปประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยวิธีทางประสาทสัมผัส เพื่อประเมินการยอมรับในด้านคุณลักษณะโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน เป็นบุคคลทั่วไปจำนวน 100 คน ทำการชิมอาหารในแต่ละตำรับแล้วกรอกคะแนนการยอมรับในแบบประเมิน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ทดสอบชิม

ผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบชิมจำนวน 100 คน โดยส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 67.00) มีอายุ 20-29 ปี (ร้อยละ 68.00) โดยอายุเฉลี่ย 30.06 ปี (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 11.75) มีสถานภาพโสด (ร้อยละ 79.00) ด้านการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรี/สูงกว่าปริญญาตรี (ร้อยละ 76.00) โดยส่วนใหญ่ประกอบอาชีพ นักเรียน/นักศึกษา (ร้อยละ 51.00) มีรายได้เฉลี่ย 5,001-10,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 42.00) และส่วนใหญ่ผู้ทดสอบชิมไม่เคยรับประทานเทมเป้ หรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเทมเป้ (ร้อยละ 83.00) สำหรับผู้ทดสอบชิมที่เคยรับประทาน เทมเป้ หรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเทมเป้

4.2 ข้อมูลประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อตำรับน้ำพริก

4.3.1 ผลข้อมูลระดับคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อตำรับน้ำพริก

ผลการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยประเมินคุณลักษณะของอาหารทั้งหมด 5 ด้าน ประกอบด้วย ลักษณะสีสัน กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมต่อตำรับน้ำพริก พบว่า ตำรับน้ำพริกสูตรมาตรฐาน สูตรที่ทดแทนเทมเป้ถั่วเหลือง และสูตรที่ทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี ได้รับคะแนนความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อแปลผลตามคะแนนเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ช่วงระดับการยอมรับผลคะแนนที่ได้อยู่ในระดับความชอบปานกลาง โดยมีค่าเท่ากับ 7.18±1.18, 7.18±1.31 และ7.01±1.41 ตามลำดับต่อตำรับน้ำพริกทั้ง 3 สูตร และสูตรที่ทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี คุณลักษณะด้านลักษณะสีสัน ได้รับ ช่วงระดับการยอมรับผลคะแนนที่ได้อยู่ในระดับความชอบปานกลาง โดยมีค่าเท่ากับ 7.33±1.23 (ตารางที่ 4) และเมื่อนำผลคะแนนที่ได้ของแต่ละคุณลักษณะมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าทุกคุณลักษณะมีคะแนนการยอมรับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระดับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อตำรับน้ำพริก

คุณลักษณะ	สูตรที่ 1 (สูตรมาตรฐาน)		สูตรที่ 2 (ทดแทนเทมเป้ถั่วเหลือง)		สูตรที่ 3 (ทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี)	
	คะแนน	ระดับการยอมรับ	คะแนน	ระดับการยอมรับ	คะแนน	ระดับการยอมรับ
1. ลักษณะสีสัน^{ns}	7.24±1.22	ชอบปานกลาง	7.29±1.27	ชอบปานกลาง	7.33±1.23	ชอบมาก
2. กลิ่น^{ns}	6.82±1.53	ชอบปานกลาง	7.02±1.34	ชอบปานกลาง	6.75±1.55	ชอบปานกลาง
3. รสชาติ^{ns}	7.03±1.50	ชอบปานกลาง	7.10±1.49	ชอบปานกลาง	6.67±1.65	ชอบปานกลาง
4. เนื้อสัมผัส^{ns}	6.82±1.38	ชอบปานกลาง	7.04±1.40	ชอบปานกลาง	6.97±1.35	ชอบปานกลาง
5. ความชอบโดยรวม^{ns}	7.18±1.18	ชอบปานกลาง	7.18±1.31	ชอบปานกลาง	7.01±1.41	ชอบปานกลาง

หมายเหตุ: ตัวอักษร ns หรือ non-significant หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

อภิปรายผล

การพัฒนาตำรับน้ำพริกจากเทมเป้ถั่ว 5 สี ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของตำรับน้ำพริกในปริมาณ 100 กรัม โดยใช้โปรแกรมคำนวณคุณค่าทางโภชนาการปริมาณพลังงานและสารอาหารโปรแกรม INMUCAL-Nutrients V.4.0 ร่วมกับข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของเทมเป้ถั่วเหลือง (USDA Food Composition Database, 2019) และการข้อมูลโภชนาการของน้ำพริกเทมเป้ถั่ว 5 สีที่ได้จากบริษัท เมดิคอล แอนด์ ฟู้ด แลบ จำกัด พบว่า ตำรับน้ำพริกสูตรที่ทดแทนเทมเป้ถั่วเหลือง 100 กรัม จะให้พลังงาน โปรตีน ไขมัน สูงที่สุด ที่ปริมาณ 363.07 กิโลแคลอรี, 7.52 กรัม และ24.23 กรัม ตามลำดับ ตำรับน้ำพริกสูตรที่ทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี 100 กรัม ให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร และวิตามิน บี 12 สูงที่สุด ที่ปริมาณ 45.51 กรัม, 4.61 กรัม และ 0.37 กรัม ตามลำดับ และตำรับน้ำพริกสูตรมาตรฐาน ให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร และวิตามิน บี 12 ต่ำกว่าสูตรน้ำพริกที่ทดแทนเทมเป้ถั่วเหลือง และทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี อันเนื่องจากการใช้เทมเป้ถั่วเหลืองและเทมเป้ถั่ว 5 สี เป็นส่วนผสมในกระบวนการผลิตเทมเป้ จะพบว่า จากกระบวนการหมักถั่วด้วยจุลินทรีย์จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพและชีวเคมี ส่งผลทำให้ปริมาณคุณค่าทางโภชนาการ และกรดอะมิโนรวมถึงสารประกอบอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้นอีกทั้งยังสอดคล้องกับ Wolkers-Rooijackers, Endika, Smid, (2018) และ Okada, Hadioetomo, & Niekuni, (1983) ที่กล่าวว่า ปริมาณวิตามิน บี 12 จะเพิ่มขึ้นจากกระบวนการผลิตเทมเป้ เนื่องจากถั่วเหลือง มีวิตามิน บี 12 ต่ำ หรือตรวจไม่พบวิตามิน บี 12 แต่เมื่อถั่วเหลืองผ่านกระบวนการหมักเป็นผลิตภัณฑ์เทมเป้ จะพบวิตามิน บี 12 เพิ่มมากขึ้น และผู้วิจัยได้นำตำรับน้ำพริกไปประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยวิธีทางประสาทสัมผัส เพื่อประเมินการยอมรับในด้านคุณลักษณะโดยรวม ซึ่งผลจากการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อตำรับน้ำพริกสูตรมาตรฐาน สูตรที่ทดแทนเทมเป้ถั่วเหลือง และสูตรที่ทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี ที่พัฒนาขึ้นโดยวิธีทางประสาทสัมผัส การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อตำรับน้ำพริก เพื่อประเมินความชอบในด้านคุณลักษณะโดยรวม พบว่า ตำรับน้ำพริกสูตรมาตรฐาน สูตรที่ทดแทนเทมเป้ถั่วเหลือง และสูตรที่ทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี ได้รับคะแนนความชอบโดยรวม อยู่ในระดับความชอบปานกลาง และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อแปลผลตามคะแนนเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ช่วงระดับความพึงพอใจผลคะแนนที่ได้อยู่ในระดับความชอบปานกลาง โดยมีค่าเท่ากับ 7.18±1.18, 7.18±1.31 และ7.01±1.41 ตามลำดับ และสูตรที่ทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี คุณลักษณะด้านลักษณะสีสัน ได้รับ ช่วงระดับการยอมรับผลคะแนนที่ได้อยู่ในระดับความชอบปานกลาง โดยมีค่าเท่ากับ 7.33±1.23 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของพรดรัล จุลกัลป์ และปิยาภรณ์ เชื่อมชัยตระกูล (2017) ที่ศึกษาการผลิตเทมเป้ถั่วเหลืองด้วยผงเชื้อ *RHIZOPUS OLIGOSPORUS TISTR 3089* ในระดับครัวเรือนและการนำไปใช้ทดแทนเนื้อสัตว์ในผงปรุงรส ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ กับผู้บริโภคที่ไม่ได้รับการฝึกฝน จำนวน 30 คน พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบเฉลี่ยต่อผงปรุงรส (น้ำซุป) ที่ใช้เทมเป้ถั่วเหลือง ร้อยละ 8.00 และ 10.00 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยค่าคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยของผงปรุงรสที่ใช้ถั่วเหลืองหมักร้อยละ 10.00 มีค่าสูงที่สุด คือ 7.63 หมายถึง ชอบปานกลางถึงชอบมาก จากงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าตำรับน้ำพริกสูตรที่ทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี อาจนำมาใช้เป็นทางเลือกอาหารเพื่อสุขภาพเนื่องจากให้พลังงานและ

ปริมาณไขมันที่ต่ำกว่า แต่กลับให้กากใย และวิตามินบี 12 ที่สูงกว่า เมื่อเทียบกับสูตรมาตรฐาน และสูตรทดแทนเทมเป้ถั่วเหลือง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1.1 ผลิตภัณฑ์ตำรับน้ำพริกเทมเป้ถั่ว 5 สี จะมีกลิ่นหมักของเทมเป้ ซึ่งเป็นข้อเสียของเทมเป้ ซึ่งผู้บริโภคสามารถรู้สึกได้ แต่เป็นลักษณะที่ทำให้การยอมรับลดลง ซึ่งอาจจะมีการพัฒนาวิธีการที่ลดกลิ่นของเทมเป้ แต่ยังคงได้ปริมาณพลังงานและสารอาหารตามที่ต้องการอยู่

1.2 ควรมีการศึกษาอายุการเก็บรักษาของน้ำพริกเทมเป้ถั่ว 5 สี

1.3 ควรมีการศึกษาปริมาณที่ทดแทนเทมเป้ถั่ว 5 สี ในตำรับน้ำพริก เนื่องจากผู้บริโภคสามารถรู้สึกถึงกลิ่นของหมักของเทมเป้ถั่ว 5 สี ได้

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาหากระบวนการเก็บรักษาน้ำพริก หากทำการศึกษาชนิดของภาชนะบรรจุอุณหภูมิที่เหมาะสมอาจช่วยให้อายุการเก็บรักษาดีขึ้น

References

กฤติกา บูรณโชคไพศาล. (2555). การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเส้นจากแป้งถั่วเขียวเพาะงอก. *ราชภัฏเพชรบูรณ์สาร,* 15(2), 9-15.

นภา โล่ทอง. (2535). *กล้าเชื้ออาหารหมักและเทคโนโลยีการผลิต.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาจุลชีววิทยาคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บริษัท ศูนย์วิจัยกสิกรไทย จำกัด. (2565), *กระแสทรรศน์* ฉบับที่ 3333. สืบค้น 3 กันยายน 2565, เข้าถึงได้จาก https://www.kasikornresearch.com/th/analysis/k-econ/business/Pages/Plant-Basez3333.aspx.

วัธนาธร รสโหมด และสุพิชญา คำคม สดี ขจรศักดิ์สิริกุล และบุญญาพร เชื่อมสมพงษ์ (2015). การทดแทนไส้น้ำพริกเผาเสริมเนื้อปลาสลิดในผลิตภัณฑ์ปั้นขลิบทอด. *Journal of Food Health and Bioenvironmental Science,* 7(2), 67–78. Retrieved from https://li01.tci-thaijo.org/index.php/sdust/article/view/ 29401.

บุศรินทร์ จงเจริญยานนท์. (2559). คุณสมบัติเชิงหน้าที่ของ ถั่วขาวและการประยุกต์แป้งถั่วขาวในผลิตภัณฑ์ขนมอบ. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม.*;11(1):1-12.

พรดรัล จุลกัลป์ และธนพล กิจพจน์. (2556). การผลิตเทมเป้ถั่วเหลืองด้วยผลกล้าเชื้อ Rhizopus oligosporus TISTR 3098 ในระดับห้องปฏิบัติการ. *Rajabhat. J. SCi. Humanit. Soc. SCi.* 14(1), 32-41.

พรดรัล จุลกัลป์ และปิยาภรณ์ เชื่อมชัยตระกูล. (2017). การผลิตเทมเป้ถั่วเหลืองด้วยผงเชื้อ RHIZOPUS OLIGOSPORUS TISTR 3089 ในระดับครัวเรือนและการนำไปใช้ทดแทนเนื้อสัตว์ในผงปรุงรส. *Rajabhat J. Sci. Humanit. Soc. Sci.* 18(1): 201-208.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. (2536). *การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส.* ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

ไพโรจน์ วิริยจารี. (2545). *การประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation).* พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่ : คณะ อุตสาหกรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์, อำนาจ คูตะคุ, ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์, กรุณา วงษ์กระจ่าง, ชมดาว สิกขะมณฑล. (2556). การผลิตอาหารเพื่อสุขภาพจากถั่ว 5 สีสำหรับผู้สูงวัยด้วยกรรมวิธีเอ็กซ์ทรูชัน. *การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 14 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 6;* มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี. ปทุมธานี.

วราวุฒิ ครูส่ง และรุ่งนภา พงสวัสดิ์มานิต. (2532). *เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม.* โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

วัธนาธร รสโหมด, สุพิชญา คำคม ผุสดี ขจรศักดิ์สิริกุล และบุญญาพร เชื่อมสม (2015). การทดแทนไส้น้ำพริกเผาเสริมเนื้อปลาสลิดในผลิตภัณฑ์ปั้นขลิบทอด. *Journal of Food Health and Bioenvironmental Science,* 7(2), 67–78. Retrieved from https://li01.tci-thaijo.org/index.php/sdust/article/view/29401.

ราตรี เมฆวิลัย. (2554). น้ำพริกเครื่องจิ้ม. หลักสูตรอุตสาหกรรมอาหารและการบริการ. โรงเรียนการเรือน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.

สิริมนต์ ชายเกตุ, ศาลินา วงษ์ไทย, อรุษา เชาวนลิขิต, อุลิสาณ์ พาชีครีพาพล, ชาติรส การะเวก, และสมชาย สุริยะศิริบุตร. (2010). การบริโภคน้ำพริกของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานคร (CHILLI PASTE CONSUMPTION AMONG CONSUMERS IN BANGKOK METROPOLITAN). *Journal of Srinakharinwirot University (Journal of Science and Technology),* 2(3), 64-79.

สุจินดา สุวรรณกิจ (2534). *การผลิตถั่วเหลืองหมักถั่วลิสงค์ ระดับอุตสาหกรรมในครัวเรือน.* วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Cempaka, L., Eliza, N., Ardiansyah, A., Handoko, D.D., & Astuti, R.M. (2018). Proximate Composition, Total Phenolic Content, and Sensory Analysis of Rice Bran Tempeh. *Makara Journal of Science,* 22(2), 89-94.

Chen, K.I., Erh, M.H., Su, N.W. & Cheng, K.C. (2012). Soy foods and soybean products: from traditional use to modern applications. *Appl Microbiol Biotechnol,* 96, 9-22.

Hexa Research. (2019). *Tempeh Market Size and Forecast, By Product Type (Conventional, Organic), By Distribution Channel (Offline, Online), By Region (North America, Europe, Asia Pacific, Rest of the World) And Trend Analysis, 2019 – 2025.* Retrieved September 3, 2022, from https://www.hexaresearch.com.

Iqbal, A., Khalil, I. A., Ateeq, N. & Muhammad Sayyar Khan (2006). Nutritional quality of important food legumes. *Food Chemistry,* 97(2), 331-335.

Ogawa, Y., Tokumasu, S. & Tubaki, K. (2004). An original habitat of tempeh molds. *Mycoscience,* 45(4), 45, 271-276.

Okada, Noriyuki, Ratna Siri Hadioetomo, & Sayuki Niekuni.. (1983). Vitamin B12 content of fermented foods in the tropics. *Report of National Food Research Institute,* 43, 126-129.

Seng, K. (1998). *Development of Tempeh Based Snack Food.* Retrieved April 13, 2022, from http://www.nre.vic.gov.au/TRADE/ ASIAVEG/nlaf_02.

Srapinkornburee, W., Tassanaudom, U. & Nipornram, S. (2009). "Commercial development of red kidney bean tempeh." *Asian journal of Food and Agrolndustry.* 2(3), 362-372.

Salvador Tranche, Carlos Brotons, Beatriz Pascual de la Pisa, Ramón Macías, Eduardo Hevia, & Mercè Marzo-Castillejo (2016). Impact of a soy drink on climacteric symptoms: an open-label, crossover, randomized clinical trial. *Gynecological Endocrinology,* 32(6), 477-482.

Shurtleff, W., and Aoyagi, A. (1979). *The Book of Tempeh. Soyinfo Center.* Retrieved April 13, 2022, from https://books.google.co.th.

Tranche S, Brotons C, Pascual de la Pisa B, Macías R, Hevia E, Marzo-Castillejo M. (2016). Impact of a soy drink on climacteric symptoms: an open-label, crossover, randomized clinical trial. *Gynecol Endocrinol;* 32(6) : 477-82.

United States Department of Agriculture-Agricultural Research Service. (2019). *The USDA Nutrient Database for Standard Reference: food-details – Tempeh.* Retrieved April 13, 2021, from https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/174272/nutrients.

William Shurtleff, Akiko Aoyagi. (1979). *The Book of Tempeh. Soyinfo Center.* Retrieved from https://books.google.co.th.

Wolkers-Rooijackers J. C. M., Endika M. F., Smid E. J. (2018). Enhancing vitamin B 12 in lupin tempeh by in situ fortification. *LWT.* 96 513–518.10.1016

Yao, Y., Zhu, Y., & Guixing. R. (2014). Mung bean protein increase plasma cholesterol by up-regulation of Hepatic HMG-CoA Reductase, and CYP7A1 in mRNA level. *Journal of Food and Nutrition Research,* 2(11), 770-775.

คณะผู้เขียน

นางสาวธัญญ์ธิชา นาคเกิด

คณะสาธารณสุขศาสตร์ สาขาโภชนศาสตร์เพื่อสุขภาพ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

e-mail: thanthicha.n@kkumail.com

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัฐพล ไกรกลาง

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

e-mail: ratthaphol@kku.ac.th