ผลของน้ำตาลมะพร้าวและน้ำตาลทรายขาวที่มีต่อคุณภาพของซอสพริกผสมเนื้อมะละกอสุกเพื่อสุขภาพ

Effect of Coconut and White Sugar on Qualities of Healthy Chili Sauce Mixed with Ripe Papaya Pulp

พิทยา ใจคำ*
Pittaya Chaikham

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรซอสพริกผสมเนื้อมะละกอสุก โดยใช้น้ำตาลมะพร้าวทดแทนน้ำตาลทรายขาวที่ระดับต่างๆ ได้แก่ 0, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพของซอสพริกที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ คุณภาพด้านกายภาพ ด้านเคมี ด้านจุลชีววิทยา และด้านประสาทสัมผัส เปรียบเทียบกับซอสพริกสูตรทางการค้า จากผลการทดลองพบว่า ซอสพริกสูตรที่พัฒนาขึ้นมีค่าความเข้มของสี (*C**) สูงกว่าซอสพริกสูตรทางการค้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นสีแดง (*a**) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของตัวอย่าง โดยสูตรที่มีการเติมน้ำตาลมะพร้าว 100 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกรดแอสคอร์บิค สารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด ค่าการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และค่า FRAP value เท่ากับ 17.64±1.16 mg/100 g, 387.52±7.62 mg GAE/100 g, 52.12±2.80 เปอร์เซ็นต์ และ 19.55±2.13 mM $FeSO_4$/100 g ตามลำดับ จากการวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลชีววิทยาพบว่า ซอสพริกทุกสูตรมีความปลอดภัย และเหมาะสมต่อการบริโภค เนื่องจากจำนวนจุลินทรีย์ชี้วัดที่ตรวจพบ ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด *Escherichia coli* ยีสต์และรา มีค่าเป็นไปตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ซอสพริก : มผช. 289/2547) โดยภาพรวมซอสพริกสูตรที่พัฒนาขึ้นซึ่งมีการเติมน้ำตาลทรายขาวผสมกับน้ำตาลมะพร้าวอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยน้ำหนัก มีคะแนนความชอบอยู่ในระดับที่สูง ดังนั้นซอสพริกสูตรนี้จึงอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคที่ใส่ใจในเรื่องสุขภาพ

คำสำคัญ : ซอสพริก / มะละกอ / น้ำตาล / การยอมรับของผู้บริโภค

*อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

ABSTRACT

This research aimed to develop chili sauce formula mixed with ripe papaya pulp and white sugar which was substituted with different levels of coconut sugar at 0%, 50% and 100% (w/w). Afterwards, the physical, chemical, microbiological and sensorial qualities of the developed chili sauces were evaluated by comparing with commercial chili sauce. It was found that the color intensities (*C**) of all developed chili sauces were apparently higher than the commercial sauce, as related with the redness (*a**) and yellowish (*b**) values of the samples. The formula that combined with 100% coconut sugar had ascorbic acid, total phenolic compounds, DPPH radical inhibition and FRAP value around 17.64±1.16 mg/100 g, 387.52±7.62 mg GAE/100 g, 52.12±2.80% and 19.55±2.13 mM $FeSO_4$/100 g, respectively. The results of microbiological assessments showed that all chili sauces were safe and suitable for consumption because of all detected indicator microbes *viz.* total plate counts, *Escherichia coli*, yeasts and molds were complied with the standard of Thai Industrial Standard Institute (Chili sauce: CPS. 289/2004). In overall, the high overall liking scores were observed in chili sauces added with the mixture of white and coconut sugars at a ratio of 1:1 (w/w). Therefore, the formula may be a choice for health-conscious consumers.

Keywords : Chili sauce / Papaya / Sugar / Consumer acceptance

บทนำ

พริก (*Capsicum annuum*) อุดมไปด้วยสารสำคัญหลายชนิด อาทิเช่น วิตามินเอ กรดแอสคอร์บิค สารประกอบฟีนอลิค แคโรทีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ และแคปไซซิน สารเหล่านี้มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เนื่องจากเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยชะลอวัย เพิ่มภูมิคุ้มกัน ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด และช่วยบำรุงร่างกายได้อีกด้วย (Apichartsrangkoon, et al., 2013) ดังนั้นพริกจึงถูกนำมาสกัดเพื่อนำสารสำคัญเหล่านี้ไปใช้เป็นส่วนผสมของยารักษาโรค เครื่องสำอาง และอาหารเพื่อสุขภาพ นอกจากนั้นยังใช้เป็นอาหารสัตว์ได้อีกด้วย (ทัตดาว และคนอื่นๆ, 2560; Apichartsrangkoon, et al., 2013) พริกยังสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ ได้หลากหลายชนิด ได้แก่ น้ำพริก น้ำพริกเผา น้ำจิ้ม เครื่องแกงต่างๆ และผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมอีกชนิดหนึ่ง คือ ซอสพริก ตามคำจำกัดความของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2547) ได้อธิบายไว้ว่า ซอสพริก หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพริกสดผสมกระเทียม น้ำส้มสายชู น้ำตาล และเกลือ ในอัตราส่วนที่เหมาะสม อาจผสมผัก ผลไม้ เครื่องเทศ หรือไม่ก็ได้ ซอสพริกที่มีจำหน่ายในท้องตลาดปัจจุบัน แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ ชนิดเผ็ดมาก เผ็ดปานกลาง และเผ็ดน้อย ซอสพริกมีทั้งซอสพริกล้วน คือ ซอสพริกที่ทำจากพริกล้วนๆ และซอสพริกผสม คือ ซอสพริกที่มีผักหรือผลไม้ผสมอยู่ด้วย อาจใช้ผักหรือผลไม้เพียงหนึ่งชนิด หรือมากกว่าหนึ่งชนิดขึ้นไปผสมอยู่ คุณสมบัติทางเคมีของซอสพริกชนิดข้นที่จำหน่ายในท้องตลาดทั่วไปจะมีกรดในรูปกรดอะซิติคปริมาณ 1.44-2.04 เปอร์เซ็นต์ เกลือปริมาณ 4.0-6.4 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 3.0-3.7 และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 22-38.5 องศาบริคซ์ (ชมพูนุท, 2557) จะเห็นได้ว่าในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสพริกนั้น สามารถเพิ่มคุณประโยชน์ได้โดยการเติมเนื้อผลไม้ เช่น เนื้อมะละกอสุกลงไป โดยมะละกอ (*Carica papaya* L.) เป็นผลไม้เพื่อสุขภาพอีกชนิดหนึ่งที่ผู้บริโภคนิยม

รับประทานมากในประเทศไทย มะละกอมีวิตามิน และแร่ธาตุที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 3 แคลเซียม โซเดียม ฟอสฟอรัส และธาตุเหล็ก เป็นต้น รวมทั้งในมะละกอยังพบกรดแอสคอร์บิค สารประกอบฟีนอลิค แคโรทีนอยด์ และฟลาโวนอยด์ในปริมาณที่ค่อนข้างสูง (Siriamornpun & Kaewseejan, 2017) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามะละกอนั้นมีประโยชน์ช่วยทำให้สุขภาพแข็งแรงเช่นเดียวกัน

การผลิตซอสพริกส่วนผสมที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง คือ น้ำตาลทรายขาว ผลิตจากอ้อย มีขั้นตอน และกระบวนการผลิตที่ยุ่งยาก อีกทั้งมีต้นทุนในการผลิตสูง จึงไม่เหมาะแก่การส่งเสริมอาชีพให้แก่ประชาชนทั่วไป หรือผู้ประกอบการขนาดเล็ก ปัจจุบันมีงานวิจัยที่ศึกษาการใช้ประโยชน์จากน้ำตาลมะพร้าวในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร และของหวาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าว และอนุรักษ์อาชีพดั้งเดิมให้อยู่คู่ประเทศไทยสืบไป ลักษณะเด่นของน้ำตาลมะพร้าว คือ มีรสชาติหวาน และมีกลิ่นหอมที่เป็นลักษณะเฉพาะตัว รวมทั้งมีน้ำตาลฟรักโทสสูงกว่าน้ำตาลทรายขาว จึงทำให้มีค่าความหวาน และมีค่าดัชนีน้ำตาลอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ดังนั้นน้ำตาลจากมะพร้าวจึงมีประโยชน์ต่อสุขภาพมากกว่าน้ำตาลจากอ้อยที่ใช้กันทั่วไป (อินท์ธีมา และวรลักษณ์, 2558; Jirapeangtong, et al., 2008)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรของซอสพริกผสมเนื้อมะละกอสุก โดยใช้น้ำตาลมะพร้าวทดแทนน้ำตาลทรายขาว โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ คุณภาพด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านจุลชีววิทยา รวมทั้งศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซอสพริกที่ศึกษาและพัฒนาขึ้นนอกจากจะเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่ใส่ใจในเรื่องสุขภาพแล้ว ยังเป็นการใช้ประโยชน์จากน้ำตาลมะพร้าว ซึ่งถือว่าเป็นการต่อยอด และเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทางการเกษตร รวมทั้งเป็นการส่งเสริมอาชีพให้กับเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวอีกด้วย

ตารางที่ 1 สูตรของซอสพริกแต่ละสูตร

ส่วนประกอบ	สูตรซอสพริก		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
พริกชี้ฟ้าแดง (กรัม)	200	200	200
กระเทียม (กรัม)	80	80	80
มะละกอสุก (กรัม)	850	850	850
น้ำตาลทรายขาว (กรัม)	500	250	-
น้ำตาลมะพร้าว (กรัม)	-	250	500
เกลือป่น (กรัม)	60	60	60
น้ำส้มสายชู (ถ้วยตวง)	2	2	2
น้ำสะอาด (ถ้วยตวง)	1	1	1

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมวัตถุดิบ

เตรียมวัตถุดิบในการผลิตซอสพริกผสมเนื้อมะละกอสุกตามตารางที่ 1 ขั้นตอนแรกทำการปอกกระเทียม และหั่นพริกชี้ฟ้าแดง โดยผ่าเอาเม็ดออกแล้วหั่นตามขวางให้เป็นชิ้นเล็กๆ ล้างทำความสะอาด จากนั้นนำไปนึ่งจนสุก โดยใช้เวลาประมาณ 30 นาที นำกระเทียม และพริกชี้ฟ้าแดงที่ผ่านการนึ่งไปปั่นด้วยเครื่องปั่น

อาหารโดยผสมน้ำเปล่า และน้ำส้มสายชูบางส่วนลงไปด้วย เพื่อให้ส่วนผสมผสมเข้ากันได้ดี ส่วนมะละกอสุกนำมาปอกเปลือก ล้างด้วยน้ำสะอาด เอาเมล็ดออก จากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นให้ละเอียด

2. การผลิตซอสพริกผสมเนื้อมะละกอสุก

นำวัตถุดิบที่ผ่านการปั่นละเอียดเทลงไปในกระทะทองเหลือง ตามด้วยส่วนผสมที่เป็นของเหลว ได้แก่ น้ำส้มสายชู และน้ำสะอาด จากนั้นทำการเคี่ยวโดยใช้ไฟระดับกลาง ในระหว่างนั้นให้เทน้ำตาลทรายขาว และ/หรือน้ำตาลมะพร้าว และเกลือป่น ตามสูตรในตารางที่ 1 เคี่ยวเป็นเวลา 60 นาที จนกระทั่งส่วนผสมทั้งหมดข้น จากนั้นนำไปบรรจุในขวดแก้วในขณะที่ซอสกำลังร้อนอยู่ ปิดผนึก และทำให้เย็นในอ่างน้ำเย็น นำซอสที่ได้ไปวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ ด้านเคมี ด้านจุลชีววิทยา และทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อไป

3. การวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ

นำซอสพริกทั้ง 3 สูตร และซอสพริกสูตรทางการค้ามาทำการวิเคราะห์หาค่าสี ได้แก่ ค่าสี *L** (ค่าความสว่าง) ค่าสี *a** (ค่าความเป็นสีแดง) ค่าสี *b** (ค่าความเป็นสีเหลือง) และ *C** (ค่าความเข้มของสี) ด้วยเครื่อง Miniscan XP plus Colorimeter (Hunter Lab, USA) และวิเคราะห์หาค่าความหนืด ด้วยเครื่อง Bostwick consistometer (Thomas Scientific, USA)

4. การวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี

นำตัวอย่างซอสพริกทั้ง 3 สูตร และซอสพริกสูตรทางการค้ามาวิเคราะห์หาปริมาณกรดแอสคอร์บิค ด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC; CL-10 ADVP, Shimadzu, Japan) ตามวิธีของ Chaikham and Apichartsrangkoon (2012) และวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด และกิจกรรมในการต้านอนุมูลอิสระ (วิธี DPPH และ FRAP) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer (UV WINLAB spectrophotometer, Perkin Elmer, USA) ตามวิธีของ Chaikham, et al. (2017) รวมทั้งทำการวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH meter (PH100, Extech, USA) และปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ทั้งหมด ด้วยเครื่อง Refractometer (ATAGO™ Digital Hand-Held Pocket Refractometer, PAL-RI, Fisher Scientific, USA) ทำการเตรียมตัวอย่างตามวิธีของ AOAC (2000)

5. การวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลชีววิทยา

วิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 289/2547) ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด *Escherichia coli* ยีสต์ และรา (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ตามวิธีใน Bacteriological Analytical Manual (U.S. Food and Drug Administration, 2001)

6. การทดสอบทางประสาทสัมผัส

นำตัวอย่างซอสพริกมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบ ได้แก่ บุคลากร และนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จำนวน 50 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale test โดยให้ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบ ได้แก่ ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น ความหนืด รสชาติ และความชอบโดยรวม ในการทดสอบชิมนั้นจะให้ผู้ทดสอบชิมนำไส้กรอกหมูนึ่งจุ่มซอสพริกก่อนรับประทาน และผู้ทดสอบล้างปากด้วยน้ำทุกครั้งก่อนชิมตัวอย่างใหม่

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยในงานวิจัยนี้เกิดจากการทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) แต่สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสนั้น มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design) วิเคราะห์หาความแปรปรวนของข้อมูลด้วยวิธี

Analysis of variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยต่างๆ ด้วยวิธี Ducan's new multiple range test ที่ระดับ α = 0.05 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics (SPSS Inc., USA)

ตารางที่ 2 คุณภาพด้านกายภาพของซอสพริกสูตรทางการค้า และซอสพริกผสมเนื้อมะละกอสุก

ตัวอย่าง	ค่าสี				ความหนืด (Centipoise)
	*L**	*a**	*b**	*C**	
สูตรทางการค้า	26.83±1.15^{a}	30.50±0.36^{c}	22.39±0.62^{c}	37.83±0.63^{d}	0.17±0.01^{b}
สูตร 1	24.32±1.07^{b}	32.57±0.43^{b}	23.38±0.80^{c}	40.09±0.32^{c}	0.19±0.01^{a}
สูตร 2	23.11±0.75^{b}	32.62±0.19^{b}	25.19±0.73^{b}	41.21±0.45^{b}	0.19±0.02^{a}
สูตร 3	20.16±1.08^{c}	33.53±0.36^{a}	28.39±0.67^{a}	43.94±0.49^{a}	0.20±0.01^{a}

หมายเหตุ : 1) ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 1 ซอสพริกสูตรทางการค้า และซอสพริกผสมเนื้อมะละกอสุก

ผลการวิจัย

1. คุณภาพด้านกายภาพของซอสพริก

ผลการศึกษาพัฒนาซอสพริกผสมเนื้อมะละกอสุกโดยใช้น้ำตาลมะพร้าวทดแทนน้ำตาลทรายขาวพบว่าซอสพริกสูตรทางการค้ามีค่าสี *L** (ค่าความสว่าง) สูงที่สุด และมีค่ามากกว่าตัวอย่างอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยซอสพริกสูตร 2 (น้ำตาลทรายขาว) และสูตร 3 (น้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลมะพร้าว อัตราส่วน 1 ต่อ 1) มีค่าสี *L** ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนซอสพริกสูตร 3 มีค่าสี *L** ต่ำที่สุด และจากการวิเคราะห์ค่าสี *a** (ค่าความเป็นสีแดง) และ *b** (ค่าความเป็นสีเหลือง) พบว่า ซอสพริกสูตร 3 มีค่าสี *a** และ *b** มากกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 2) แสดงว่าซอสพริกผสมเนื้อมะละกอสุกจะมีสีเข้มขึ้นเมื่อปริมาณน้ำตาลมะพร้าวที่เติมลงไปในสูตรเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับค่าความเข้มของสี (*C**) ที่วิเคราะห์ได้ ลักษณะที่ปรากฏของซอสพริกทั้งหมดแสดงในภาพที่ 1 นอกจากนั้นการวิเคราะห์ค่า

ความหนืดของตัวอย่างพบว่า ซอสพริกสูตรที่พัฒนาขึ้นทั้ง 3 สูตร มีค่าความหนืดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และมีค่ามากกว่าซอสพริกสูตรทางการค้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 3 คุณภาพทางด้านเคมี ปริมาณสารสำคัญ และประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของซอสพริกสูตรทางการค้า และซอสพริกผสมเนื้อมะละกอสุก

ตัวอย่าง	pH	TSS (°Brix)	ปริมาณสารสำคัญ		ประสิทธิภาพในต้านอนุมูลอิสระ	
			AA (mg/100 g)	TPC (mg GAE/100 g)	DPPH (%)	FRAP (mM $FeSO_4$/100 g)
สูตรทางการค้า	3.56±0.01[b]	16.04±0.02[d]	nd[b]	115.47±6.95[b]	22.90±2.97[b]	13.69±1.85[b]
สูตร 1	3.60±0.00[a]	30.00±0.00[a]	16.42±2.90[a]	394.60±5.04[a]	49.67±3.51[a]	20.94±3.38[a]
สูตร 2	3.58±0.01[a]	28.44±0.04[b]	17.91±1.64[a]	390.95±5.87[a]	50.07±4.61[a]	21.83±1.50[a]
สูตร 3	3.59±0.00[a]	25.80±0.00[c]	17.64±1.16[a]	387.52±7.62[a]	52.12±2.80[a]	19.55±2.13[a]

หมายเหตุ : 1) ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ 3) TSS คือ ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ทั้งหมด, AA คือ ปริมาณกรดแอสคอร์บิค และ TPC คือ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด 4) nd หมายความว่า ตรวจไม่พบ (not detected)

2. คุณภาพด้านเคมีของซอสพริก

จากผลในตารางที่ 3 พบว่า ซอสพริกสูตรทางการค้ามีค่า pH ต่ำกว่าซอสพริกสูตรที่พัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบผลของน้ำตาลพบว่า อัตราส่วนของน้ำตาล และน้ำตาลมะพร้าวไม่มีผลต่อค่า pH ของตัวอย่างซอสพริกทั้ง 3 สูตร แต่เมื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ทั้งหมดพบว่า ซอสพริกสูตร 1 มีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ทั้งหมดสูงที่สุด รองลงมาคือ ซอสพริกสูตร 2 ซอสพริกสูตร 3 และซอสพริกสูตรทางการค้า ตามลำดับ โดยทุกชุดการทดลองมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เมื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณกรดแอสคอร์บิค ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด ประสิทธิภาพในต้านอนุมูลอิสระ (วิธี DPPH และ FRAP) พบว่า ตรวจไม่พบกรดแอสคอร์บิคในซอสพริกสูตรทางการค้า ในขณะที่ซอสพริกที่พัฒนาขึ้นมาทั้ง 3 สูตร ยังคงมีกรดแอสคอร์บิคหลงเหลืออยู่ระหว่าง 16.42±2.90 ถึง 17.91±1.64 mg/100 g และมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) นอกจากนั้นยังพบว่า ซอสพริกสูตรที่พัฒนาขึ้นมาทั้ง 3 สูตร มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด (387.52±7.62 - 394.60±5.04 mg GAE/100 g) มากกว่าซอสพริกสูตรทางการค้า (115.47±6.95 mg GAE/100 g) ถึง 4 เท่า ซึ่งผลการดังกล่าวสอดคล้องกับค่ากิจกรรมในการต้านอนุมูลอิสระ โดยตัวอย่างที่พัฒนาขึ้นทั้งหมดมีค่าการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และค่า FRAP value อยู่ในช่วง 49.67±3.51 - 52.12±2.80 เปอร์เซ็นต์ และ 19.55±2.13 - 21.83±1.50 mM $FeSO_4$/100 g ตามลำดับ ส่วนซอสพริกสูตรทางการค้ามีค่าเท่ากับ 22.90±2.97 เปอร์เซ็นต์ และ 13.69±1.85 mM $FeSO_4$/100 g ตามลำดับ

ตารางที่ 4 คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาของซอสพริกสูตรทางการค้า และซอสพริกผสมเนื้อมะละกอสุก

ตัวอย่าง	จำนวนจุลินทรีย์		
	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)^{ns}	*Escherichia coli* (MPN/g)^{ns}	ยีสต์และรา (CFU/g)^{ns}
สูตรทางการค้า	< 10	< 3	< 10
สูตร 1	< 10	< 3	< 10
สูตร 2	< 10	< 3	< 10
สูตร 3	< 10	< 3	< 10

หมายเหตุ : 1) ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ 3) ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3. คุณภาพด้านจุลชีววิทยาของซอสพริก

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของซอสพริกสูตรทางการค้า และซอสพริกที่ถูกพัฒนาขึ้นจำนวน 3 สูตร ซึ่งพบว่า ตัวอย่างทุกสูตรมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา ที่ตรวจพบมีค่าต่ำกว่า 10 CFU/g ตัวอย่าง และมีจำนวน *E. coli* ต่ำกว่า 3 MPN/g ตัวอย่าง

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของซอสพริกสูตรทางการค้า และซอสพริกผสมเนื้อมะละกอสุก

ตัวอย่าง	คะแนนความชอบ					
	ลักษณะที่ปรากฏ	สี	กลิ่น	ความหนืด	รสชาติ^{ns}	ความชอบโดยรวม
สูตรทางการค้า	7.02±0.40^{b}	7.05±0.49^{b}	6.62±0.41^{b}	6.83±0.64^{b}	7.33±0.44	6.60±0.48^{b}
สูตร 1	7.78±0.51^{a}	7.87±0.50^{a}	7.55±0.45^{a}	7.55±0.42^{a}	7.42±0.67	7.50±0.52^{a}
สูตร 2	7.80±0.52^{a}	7.70±0.52^{a}	7.63±0.48^{a}	7.50±0.71^{a}	7.40±0.70	7.64±0.53^{a}
สูตร 3	7.08±0.49^{b}	7.68±0.46^{a}	7.40±0.56^{a}	7.48±0.51^{a}	7.27±0.54	6.93±0.40^{b}

หมายเหตุ : 1) ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ 3) ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของซอสพริก

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 50 คน เพื่อให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะ ได้แก่ ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น ความหนืด รสชาติ และความชอบโดยรวม พบว่า ในด้านลักษณะที่ปรากฏ และความชอบโดยรวมของซอสพริกสูตร 1 และสูตร 2 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และมีค่ามากกว่าซอสพริกสูตรทางการค้า และซอสพริกสูตร 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) คุณลักษณะด้านสี กลิ่น และความหนืดของซอสพริกสูตรที่พัฒนาขึ้นทั้ง 3 สูตร มีคะแนนความชอบเฉลี่ยมากกว่าสูตรทางการค้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และคุณลักษณะด้านรสชาติคะแนนความชอบเฉลี่ยของตัวอย่างทุกสูตรมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

อภิปรายผล

ซอสพริกเป็นเครื่องปรุงรสที่รวมหลายรสชาติผสมกันทั้งความเปรี้ยว เค็ม หวาน และเผ็ด มีลักษณะที่ข้นหนืดผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ลักษณะสีที่ปรากฏ และรสชาติของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับชนิดหรือพันธุ์ของพริกที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต การใช้เนื้อพริกเพียงอย่างเดียวในการทำซอสพริกจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรสเผ็ดค่อนข้างมาก ถ้าหากต้องการให้รสเผ็ดน้อยลง สามารถเติมเนื้อผลไม้อื่นๆ ลงไปในส่วนผสมได้ เช่น มะละกอ มะเขือเทศ ฟักทอง เนื้อผลไม้ที่ผสมลงไปนอกจากจะทำให้รสเผ็ดเบาบางลงแล้ว ยังช่วยเพิ่มความหนืดให้กับซอสพริก นอกจากนั้นยังทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีแดงเพิ่มขึ้นได้ (ชมพูนุท, 2557) แสดงว่าการเติมเนื้อผลไม้ลงไปในสูตรซอสพริกอาจมีผลต่อลักษณะที่ปรากฏ และการยอมรับของผู้บริโภค งานวิจัยนี้พบว่า ซอสพริกสูตรที่มีการเติมมะละกอลงไปจะมีค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเข้มของสี (C^*) เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรทางการค้า นอกจากนั้นยังพบว่า การเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นสีแดง และค่าความเข้มของสียังมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลมะพร้าวที่ใช้ทดแทนน้ำตาลทรายขาว ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวมีความสอดคล้องกับค่าความหนืดที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน จากรายงานของ Jirapeangtong, et al. (2008) พบว่า ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (browning index) และค่าความหนืดของน้ำกะทิจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำตาลมะพร้าวที่เพิ่มขึ้น นอกจากนั้นจากการวิเคราะห์ค่า pH พบว่า ซอสพริกทุกสูตรมีค่า pH อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (pH 3.58-3.60) ตามประกาศของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2547) โดยกำหนดให้ซอสพริกต้องมีค่า pH ไม่เกิน 4.5 และจากการวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ทั้งหมด พบว่า ซอสพริกสูตรที่พัฒนาขึ้นทั้ง 3 สูตร มีค่าดังกล่าวสูงกว่าซอสพริกสูตรทางการค้า ซึ่งอาจส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคที่ใส่ใจในเรื่องสุขภาพ เนื่องจากปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้ แสดงถึงค่าความหวาน หรือปริมาณน้ำตาลในซอสพริก

ปริมาณสารสำคัญ และประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของซอสพริกนั้นขึ้นอยู่กับส่วนผสมที่เติมลงไปในสูตร โดยในงานวิจัยนี้ได้ผสมเนื้อมะละกอสุก ทำให้ซอสพริกสูตรที่พัฒนาขึ้นทั้ง 3 สูตร มีปริมาณกรดแอสคอร์บิค สารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด รวมทั้งกิจกรรมในการต้านอนุมูลอิสระ (วิธี DPPH และ FRAP) สูงกว่าซอสพริกสูตรทางการค้าอย่างเห็นได้ชัด แสดงว่าเนื้อมะละกอที่เสริมลงไปในสูตรนั้นอุดมไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactive compounds) ที่มีประโยชน์กับร่างกาย โดยผักและผลไม้ที่มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงจะมีปริมาณสารประกอบเหล่านี้สูงตามไปด้วย (de Carvalho-Silva, et al., 2014; นริสรา และมณฑา, 2559) จากรายงานของ Siriamornpun and Kaewseejan (2017) พบว่า ในมะละกอสุกพันธุ์แขกดำ ฮาวาย และฮอลแลนด์ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด กรดแอสคอร์บิค และเบต้า-แคโรทีนอยู่ในช่วง 0.40-0.42 mg GAE/g (น้ำหนักแห้ง) 0.13-0.14 mg/g (น้ำหนักแห้ง) และ 1.90-6.73 mg/g (น้ำหนักแห้ง) และเมื่อนำมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระพบว่า ตัวอย่างมะละกอทั้ง 3 พันธุ์ มีค่าการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH (IC_{50}) อยู่ระหว่าง 2.19 ถึง 2.69 mg/ml และมีค่า FRAP value อยู่ระหว่าง 0.13 ถึง 0.27 mmol Fe(II)/g (น้ำหนักแห้ง) ซึ่งแสดงว่ามะละกอเป็นผลไม้อีกชนิดหนึ่งที่อุดมไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาต่างๆ นอกจากจะใช้ในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพแล้ว ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในอุตสาหกรรมยา และเครื่องสำอางได้ (Siriamornpun & Kaewseejan, 2017)

ในการผลิตอาหารให้มีคุณภาพดี และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคนั้น ต้องคำนึงถึงคุณภาพอาหารทางจุลชีววิทยาเป็นหลัก ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์หรือสารที่เชื้อจุลินทรีย์สร้างขึ้นในอาหารเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหาร และยังก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหารได้ ในอาหารแต่ละชนิดนั้นจะมีข้อกำหนดเรื่องคุณภาพ

และมาตรฐานด้านจุลชีววิทยาแตกต่างกันออกไป ซึ่งจะเรียกว่าจุลินทรีย์กลุ่มที่ตรวจสอบว่า “จุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีหรือจุลินทรีย์ชี้วัด (indicator microorganisms)” ตามประกาศของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2547) เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ซอสพริก ได้ระบุไว้ว่าสามารถตรวจพบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน 1×10^4 CFU/g จำนวน *E. coli* ต้องน้อยกว่า 3 MPN/g และจำนวนยีสต์ และราต้องน้อยกว่า 10 CFU/g (มผช. 289/2547) แสดงว่าซอสพริกที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้มีมาตรฐานด้านจุลชีววิทยาเป็นไปตามประกาศดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เพื่อส่งเสริมให้เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพชนิดใหม่ในอนาคต งานวิจัยนี้สอดคล้องกับรายงานของอัครเดช (2551) ซึ่งพบว่า ซอสพริกผสมกล้วยน้ำว้าที่ผ่านการแปรรูปด้วยความร้อนมีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด ยีสต์ และรา ต่ำกว่า 10 CFU/g และเมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 30 วัน ตรวจพบจำนวนจุลินทรีย์ดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

คุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสที่เหมาะสมของซอสพริกจะต้องมีเนื้อสัมผัสละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่ข้นหรือหนืดเกินไป ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ และสม่ำเสมอ ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ รวมทั้งต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ขนสัตว์ ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ในงานวิจัยนี้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของซอสพริกทั้ง 4 สูตร โดยผู้ทดสอบชิมทั่วไปจำนวน 50 คน พบว่า ซอสพริกสูตรที่มีการเติมน้ำตาลทรายขาวปริมาณ 100 เปอร์เซ็นต์ (สูตร 1) และซอสพริกสูตรที่มีการเติมน้ำตาลทรายขาว และน้ำตาลมะพร้าวอัตราส่วน 1 ต่อ 1 (สูตร 2) มีคะแนนความชอบในภาพรวมที่ไม่แตกต่างกัน และได้รับการยอมรับมากกว่าซอสพริกสูตรทางการค้า และซอสพริกสูตรที่มีการเติมน้ำตาลมะพร้าวปริมาณ 100 เปอร์เซ็นต์ (สูตร 3) แสดงว่าซอสพริกผสมเนื้อมะละกอสุกที่พัฒนาขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสูตรที่มีการทดแทนน้ำตาลทรายขาวด้วยน้ำตาลมะพร้าว นอกจากจะมีประโยชน์ต่อสุขภาพแล้ว ยังมีความปลอดภัยด้านจุลชีววิทยา และได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

สรุปผลการวิจัย

จากการพัฒนาสูตรซอสพริกผสมเนื้อมะละกอสุก และใช้น้ำตาลมะพร้าวทดแทนน้ำตาลทรายขาว พบว่า ซอสพริกสูตรที่พัฒนาขึ้นมีสีเข้มกว่าซอสพริกสูตรทางการค้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งสูตรที่มีการเติมน้ำตาลมะพร้าว 100 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นยังพบว่า ซอสพริกทั้ง 3 สูตรยังมีปริมาณกรดแอสคอร์บิค สารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด และประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระคงเหลืออยู่ค่อนข้างสูง จากการวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลชีววิทยา และทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ซอสพริกทุกสูตรมีความปลอดภัยด้านจุลินทรีย์ และได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งซอสพริกสูตรที่มีการเติมน้ำตาลทรายขาวปริมาณ 100 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่มีการเติมน้ำตาลทรายขาว และน้ำตาลมะพร้าวอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยน้ำหนัก โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบถึงชอบมาก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และเครื่องมือสำหรับใช้ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ชมพูนุท สีห์โสภณ. (2557). **การพัฒนาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตซอสปรุงรสสำหรับใช้ในการผลิตกิมจิ**. กรุงเทพฯ : คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ทัตดาว ภาษีผล ปนัดดา มาลาศรี และสุภาวิตา ศรีลำใย. (2560). สมบัติทางเคมีกายภาพของสารสกัดจากพริกชี้ฟ้าที่ใช้ตัวทำละลายที่ไม่ใช่น้ำ. **แก่นเกษตร**, **45**(ฉบับพิเศษ)(1), 1162-1167.

นริสรา บัวหลวง และมณฑา หมีไพรพฤกษ์. (2559). การต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอก 5 สายพันธุ์. **สักทอง : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สทวท.)**, **3**(1), 27-37.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. (2547**). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ซอสพริก (มผช. 289/2547)**. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม.

อัครเดช ใหม่นา. (2551). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสพริกผสมกล้วยน้ำว้า**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อินท์ธีมา หิรัญอัครวงศ์ และวรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์. (2558). การใช้ประโยชน์จากน้ำตาลสดในผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบ. **วารสารวิชาการ มทร. สุวรรณภูมิ**, **3**(2), 109-119.

AOAC. (2000). **Official methods of analysis of AOAC international.** (17 th ed.). Gaithersburg, Maryland, USA : AOAC International.

Apichartsrangkoon, A., Srisajjalertwaja, S., Chaikham, P. & Hirun, S. (2013). Physical and chemical properties of Nam Prig Noom, a Thai green-chili paste, following ultra-high pressure and thermal processes. **High Pressure Research: An International Journal**, **31**(1), 83-95.

Chaikham, P. & Apichartsrangkoon, A. (2012). Comparison of dynamic viscoelastic and physicochemical properties of pressurised and pasteurised longan juices with xanthan addition. **Food Chemistry**, **134**(4), 2194-2200.

Chaikham, P., Rattanasena, P., Phunchaisri, C. & Sudsanor, P. (2017). Quality changes of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) in syrup due to thermal and high pressure processes. **LWT-Food Science and Technology**, **75**, 751-760.

de Carvalho-Silva, et al. (2014). Antiproliferative, antimutagenic and antioxidant activities of a Brazilian tropical fruit juice. **LWT-Food Science and Technology**, **59**, 1319-1324.

Jirapeangtong, K., Siriwatanayothin, S. & Chiewchan, N. (2008). Effects of coconut sugar and stabilizing agents on stability and apparent viscosity of high-fat coconut milk. **Journal of Food Engineering**, **87**, 422-427.

Siriamornpun, S. & Kaewseejan, N. (2017). Quality, bioactive compounds and antioxidant capacity of selected climacteric fruits with relation to their maturity. **Scientia Horticulturae**, **221**, 33–42.

U.S. Food and Drug Administration. (2001). **Bacteriological analytical manual (BAM)**. New Hampshire Avenue, Washington, DC: Department of Health and Human Services.