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

การใช้ลูกหนามแดงทดแทนมะขามอ่อนบางส่วนในผลิตภัณฑ์น้ำพริกมะขาม

อภิญญา มานะโรจน์* ปรัศนีย์ ทับใบแย้ม วาสนา ขวยเขิน และ บุญยนุช ภู่ระหงษ์

สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

รับบทความ 18 มิถุนายน 2561 แก้ไขบทความ 3 ตุลาคม 2561 ตอบรับบทความ 8 ตุลาคม 2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานของน้ำพริกมะขาม ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของลูกหนามแดงในการทดแทนมะขามอ่อนในผลิตภัณฑ์น้ำพริกมะขาม และศึกษาคุณภาพและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐานและสูตรมะขามผสมลูกหนามแดง ผลการศึกษาน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐานโดยทดสอบการยอมรับของผู้ชิมในระดับห้องปฏิบัติการจำนวน 50 คน ด้วยวิธีให้คะแนนแบบ 9–point Hedonic Scale ในด้านลักษณะปรากฏ คือ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมพบว่า ผู้ชิมให้คะแนนความชอบต่อน้ำพริกมะขามที่ใช้เนื้อมะขามอ่อนบด 240 กรัมต่อเนื้อหมูบด 200 กรัม (คิดเป็นอัตราส่วน 6:5) ในระดับชอบมาก (คะแนน 8.02-8.20) จากนั้นศึกษาการทดแทนมะขามในสูตรน้ำพริกที่คัดเลือกได้ด้วยลูกหนามแดงปริมาณร้อยละ 25, 50 และ 75 ของน้ำหนักเนื้อมะขามอ่อน ตามลำดับ ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ชิมให้คะแนนการยอมรับน้ำพริกมะขามที่ใช้การทดแทนลูกหนามแดงที่ระดับร้อยละ 75 สำหรับคุณภาพของน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐานและน้ำพริกมะขามผสมลูกหนามแดงร้อยละ 75 มีค่าสี (L* a* b*) และค่า Water Activity (a_w) ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่น้ำพริกมะขามมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 4.20 ต่ำกว่าน้ำพริกมะขามผสมลูกหนามแดงที่มีค่า pH เท่ากับ 4.49 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำพริกมะขามที่มีการทดแทนด้วยลูกหนามแดงร้อยละ 75 มีพลังงานทั้งหมด 237 กิโลแคลอรี โปรตีน ร้อยละ 11.5 ไขมันร้อยละ 10.7 เถ้าร้อยละ 4.77 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 23.7 (กากใยอาหารร้อยละ 5.20) และความชื้นร้อยละ 49.33 นอกจากนี้น้ำพริกมะขามผสมลูกหนามแดงยังมีธาตุเหล็กร้อยละ 1.71±0.01 มีสารประกอบ ฟีนอลิกทั้งหมด 1.49 มิลลิกรัมกรดแกลลิคต่อกรัมตัวอย่าง และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH 4.68 ไมโครโมลโทร็อกซ์ต่อกรัมตัวอย่าง

คำสำคัญ : น้ำพริกมะขาม; ลูกหนามแดง

** ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร.: +668 1913 2854, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: apinya.m@rmutp.ac.th*

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

Partial Substitution of Young Tamarind by Karonda in Nam Prik Makham Product

Apinya Manarote* Prassanee Tubbiyam Wassana Khuaikhoen and Bunyanut Phurahong

Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, 168 Sri Ayutthaya Road, Wachira Phayaban, Dusit, Bangkok, 10300

Received 18 June 2018 ; Revised 3 October 2018; Accepted 8 October 2018

Abstract

This study was to investigate: the basic recipe of tamarind chili paste, the suitable proportion of karonda fruit that used instead of young tamarind in the product of tamarind chili paste, the quality and the chemical properties of tamarind chili paste, and the basic recipe and recipe of tamarind mixed with karonda fruit. The result of the basic recipe of tamarind chili paste was acceptable by 50 samples and the 9-point hedonic scale was used in this study. For the appearance, color, smell flavor, texture and overall taste, the respondents rated the taste for tamarind chili paste that 240 gram of young tamarind ground per 200 gram pork ground (6:5 ratio) with the very high level score (8.02-8.20). Then study the substitutions of tamarind with karonda fruit that used 25%, 50% and 75% of the young tamarind weight respectively. The result of sensory test found that respondents acceptably rate was 75% of using karonda fruit instead of tamarind in tamarind chili paste. For the quality of the basic tamarind chili paste recipe and the use karonda fruit instead of tamarind chili paste 75%, color values (L * a * b *) and water activity (aw) were not significantly different ($p>0.05$). But tamarind chili paste shows that pH 4.20 that is lower than tamarind chili paste mixed with karonda fruit, pH 4.49. The chemical composition of tamarind chili paste that substituted with karonda fruit 75% provides energy 237 kcal, protein 11.5%, fat 10.5%, ash 4.47% ,carbohydrate 23.7% (fiber 5.20%) and moisture content 49.33%. Moreover, tamarind chili paste mixed with karonda fruit contents iron 1.71±0.01%, Phenolic content 1.49 mg GAE/g extract and it has antioxidant activity DPPH 4.68 µmole Trolox/g extract.

Keywords : Tamarind Chili Sauce: Karonda Fruit

** Corresponding Author. Tel.: +668 1913 2854, E-mail Address: apinya.m@rmutp.ac.th*

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีผลผลิตทางการเกษตรหลากหลายสำหรับนำไปใช้เป็นอาหารและใช้เพื่อประโยชน์ด้านอื่นๆ ผลผลิตพืชผักผลไม้บางชนิดได้รับการส่งเสริมให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้นทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ประกอบกับการที่รัฐบาลมีแผนและนโยบายการพัฒนาประเทศด้านเศรษฐกิจ เพื่อส่งเสริมการพัฒนานวัตกรรมสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับอาหารไทยบนฐานความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ และภูมิปัญญา ส่งเสริมการวิจัยเกษตรแปรรูปที่เพิ่มมูลค่าขึ้น จึงเป็นแนวทางการส่งเสริมการใช้ประโยชน์ของพืชผัก ผลไม้บางชนิดในท้องถิ่นพื้นบ้านของไทยที่มีคุณค่าให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณประโยชน์ ที่น่าสนใจและช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตได้

ลูกหนามแดง (Karonda) เป็นผลไม้พื้นบ้านที่ได้รับความสนใจในด้านของคุณประโยชน์ ที่ควรพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ ลูกหนามแดง (*Carissa carandas* L.) มีชื่อเรียกอื่นๆ เช่น มะนาวไม่รู้โห่ (ภาคกลาง) มะนาวโห่ (ภาคใต้) หนามขี้แฮด (เชียงใหม่) หนามแดง (กรุงเทพฯ) เป็นต้น ผลอ่อนมีสีเหลือง ชมพูอ่อน และเข้มขึ้นเป็นสีแดง จนกระทั่งสุกจึงกลายเป็นสีแดงเข้มจนดำ [1] สามารถเก็บเกี่ยวผลได้ตลอดทั้งปี เป็นผลไม้ที่อุดมด้วยธาตุเหล็ก 150 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ เส้นใยอาหาร 0.62-1.81 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ [2] และวิตามินซี เป็นสมุนไพรที่มีสรรพคุณทางยา มีสารต่อต้านอนุมูลอิสระ ช่วยต้านมะเร็งและชะลอความแก่ มีประโยชน์ช่วยให้ร่างกายสดชื่นกระชุ่มกระชวย ช่วยบำรุงเลือด ลดอาการไอ ช่วยลดอาการปวดเมื่อยตามร่างกายและข้อ [3] ลูกหนามแดงจึงเป็นพืชที่มีคุณประโยชน์ต่อสุขภาพและมีการนำไปใช้ในอาหาร เช่น มีการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกมะขาม [4] โดยการใช้ดอกกระเจี๊ยบทดแทนมะขามอ่อนอัตราส่วนที่ 50:50 ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ 8.0 โดยการทดสอบแบบ 9-points Hedonic Scale [4]

น้ำพริกเป็นอาหารของคนไทยมาแต่โบราณ ที่นำวัตถุดิบทางเกษตรมาบริโภคเป็นอาหารหลักคู่กับข้าวเสมอ นอกจากเป็นกับข้าวขั้นพื้นฐานยังเป็นหัวใจของสำรับที่ขาดไม่ได้ รสชาติทั่วไปมีรสเผ็ดนำ รสเค็มตาม เพิ่มรสเปรี้ยวโดยบีบมะนาวหรือน้ำมะขามเปียกและใช้น้ำตาลปรุงรสหวาน น้ำพริกที่มีเอกลักษณ์เฉพาะที่ใช้ผักผลไม้มีรสเปรี้ยวมาเป็นส่วนผสม เช่น มะขามอ่อน มะดัน ตะลิงปลิง มะอึก เป็นต้น วัสดุเหล่านี้ให้รสเปรี้ยวที่อร่อย ทำให้ได้น้ำพริกที่มีรสชาติกลมกล่อม อีกทั้งยังมีประโยชน์ต่อสุขภาพด้วย

ผู้วิจัยสนใจศึกษาการใช้ลูกหนามแดงในผลิตภัณฑ์น้ำพริกมะขามซึ่งเป็นน้ำพริกที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบ แต่จะมีกลิ่นรสเปรี้ยวจัดและปรุงแต่งให้กลมกล่อมยาก ดังนั้นเพื่อให้น้ำพริกมีคุณค่าทางอาหารมากขึ้นและเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาสูตรน้ำพริกชนิดใหม่เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภคด้วย โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานของน้ำพริกมะขาม ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของลูกหนามแดงในการทดแทนมะขามอ่อนในผลิตภัณฑ์น้ำพริกมะขาม และศึกษาคุณภาพและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำพริกมะขามและน้ำพริกมะขามผสมลูกหนามแดง

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานของน้ำพริกมะขาม

2.1.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำพริก

นำสูตรพื้นฐานของน้ำพริกมะขาม 3 สูตร ดังตารางที่ 1 มาเตรียมมะขามอ่อนตามวิธีของอภิญญา โดยคัดเลือกฝักมะขามอ่อนที่มีลักษณะที่ดี ขูดผิวสีน้ำตาลบนฝักออก ล้างให้สะอาด แล้วนำไปบดหยาบด้วยเครื่องบด และบรรจุในถุงพลาสติกพอลิเอธิลีน (ถุงละ 250 กรัม) เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ (1-5 องศาเซลเซียส) ระหว่างรอการผลิตน้ำพริกมะขามต่อไป

เตรียมผลิตน้ำพริกมะขามโดย ชั่งส่วนผสมน้ำพริกมะขามตามสูตร บดส่วนผสมทั้งหมดด้วย

เครื่องบดให้ละเอียดนาน 3 นาที เทส่วนผสมใส่กระทะผัดด้วยไฟปานกลาง ควบคุมอุณหภูมิในการผัดที่ 75±5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที (จับเวลาตั้งแต่เริ่มผัด) พักไว้ให้เย็น นำส่วนผสมน้ำพริกมะขามบรรจุลงในกระปุกพลาสติก (บรรจุ 150 กรัม) นำตัวอย่างน้ำพริกมะขามมาทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรที่ผู้ชิมให้คะแนนค่าเฉลี่ยการยอมรับมากที่สุดจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเป็นสูตรมาตรฐานในการศึกษาการใช้ลูกหนามแดงทดแทนมะขามในน้ำพริกมะขามต่อไป

ตารางที่ 1 น้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐาน

วัตถุดิบ	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
หมูบด	100	200	440
มะขามอ่อนบด	**-**	**240**	**240**
มะขามหั่นชิ้นเล็กๆ	**240**	**-**	**-**
กุ้งแห้งป่น	16	15	64
กระเทียมซอย	30	28	64
หอมแดงซอย	-	28	-
พริกขี้หนูสวน	30	20	56
น้ำตาลปี๊บ	80	75	400
เกลือ	2	10	-
น้ำปลา	20	10	80
กะปิ	30	55	240
น้ำมันพืช	60	40	160

2.1.2 การศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสน้ำพริกมะขาม

นำน้ำพริกมะขามทั้ง 3 สูตรมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ประเมินคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม โดยผู้ชิมที่มีความคุ้นเคยรับประทานน้ำพริกมะขาม จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นอาจารย์สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ และสาขาวิชาอุตสาหกรรมการบริการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ด้วยวิธีการทดสอบการยอมรับแบบ 9-Point Hedonic Scale[5]โดยค่าคะแนน 9 = ยอมรับมากที่สุด และค่าคะแนน 1 = ไม่ยอมรับมากที่สุด สำหรับตัวอย่างน้ำพริกมะขาม บรรจุในถ้วยพลาสติกสีขาวมีฝาปิดทำการติดรหัสตัวอย่างจากการสุ่มหมายเลข 3 หลัก จากนั้นเสิร์ฟให้กับผู้ชิม พร้อมน้ำดื่มสำหรับล้างปาก

2.1.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วย One-way ANOVA และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD (Least Significant Difference) [6] และใช้โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

2.2 การศึกษาปริมาณลูกหนามแดงที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์น้ำพริกมะขาม

2.2.1 การเตรียมลูกหนามแดง

ใช้วัตถุดิบลูกหนามแดงที่ได้มาจากตำบลท่าคา อำเภออัมพาวา จังหวัดสมุทรสงคราม โดยคัดเลือกลูกที่แก่จัดมีลักษณะผลเป็นผิวสีชมพูเข้มปนสีขาวเหลือง นำมาล้างให้สะอาด ผ่าครึ่งตามยาวแกะเมล็ดออก แล้วแช่เนื้อลูกหนามแดงในน้ำเกลือ (ความเข้มข้นร้อยละ 10) ในอัตราส่วนเนื้อลูกหนามแดง:น้ำเกลือ = 1:1 เป็นเวลา 20 นาที แล้วล้างด้วยน้ำให้สะอาด 2 ครั้ง พักให้สะเด็ดน้ำก่อนนำไปบดด้วยเครื่องบดยี่ห้อ Vitamix รุ่น TNC5200 ให้ละเอียด บรรจุในถุงพลาสติกพอลิเอธิลีน (ถุงละ 250 กรัม) เก็บรักษาไว้ในตู้เย็น (อุณหภูมิ 1-5 องศาเซลเซียส) สำหรับใช้ศึกษาต่อไป

2.2.2 การเตรียมตัวอย่างน้ำพริกมะขามผสมลูกหนามแดง

นำน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐานที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 2.1 มาศึกษาการใช้ลูกหนามแดงทดแทนมะขามอ่อนในปริมาณที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ที่ร้อยละเท่ากับ 25, 50 และ 75 ของน้ำหนักมะขามอ่อน ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 คัดเลือกน้ำพริกมะขามสูตรที่ใช้ปริมาณลูกหนามแดงเหมาะสมจากผลการทดสอบการยอมรับของผู้ชิมด้วยวิธีการเช่นเดียวกับข้อ 2.1.2 และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเช่นเดียวกับข้อ 2.1.3 เพื่อคัดเลือกสูตรน้ำพริกมะขามผสมลูกหนามแดงที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุด และนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 2 สูตรน้ำพริกมะขามที่มีปริมาณลูกหนามแดงทดแทนมะขามอ่อนแตกต่างกัน

วัตถุดิบ	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)		
	สูตรที่ 1 (25%)	สูตรที่ 2 (50%)	สูตรที่ 3 (75%)
หมูบด	200	200	200
มะขามอ่อนบด	**180**	**120**	**60**
ลูกหนามแดงบด	**60**	**120**	**180**
กุ้งแห้งป่น	15	15	15
กระเทียมซอย	28	28	28
หอมแดงซอย	28	28	28
พริกขี้หนูสวน	20	20	20
น้ำตาลปี๊บ	75	75	75
เกลือ	10	10	10
น้ำปลา	10	10	10
กะปิ	55	55	55
น้ำมันพืช	40	40	40

2.3 การวิเคราะห์คุณภาพของน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐานและสูตรมะขามผสมลูกหนามแดง

วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐาน และน้ำพริกมะขามผสมลูกหนามแดง โดยรายการวิเคราะห์และวิธีการที่ใช้ทดสอบในแต่ละรายการ ใช้วิธีทดสอบอ้างอิง ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รายการวิเคราะห์และวิธีที่ใช้ทดสอบ

รายการวิเคราะห์	วิธีทดสอบ/อ้างอิง
ค่าสี	วัดด้วยเครื่องวัดค่าสี Spectro photometer (CONICA MINOLTA รุ่น CM-3500d) แสดงผลการวัดค่า L* ความสว่าง (0 = มืด, 100 = สว่าง) a* + = สีแดง, - = สีเขียว b* + = สีเหลือง, - = สีน้ำเงิน
ค่า Water activity (a_w)	วัดโดยใช้เครื่องวัดค่า a_w (Aqua Lab รุ่น CX3TE)
ค่า pH	AOAC (2006) 981.12
เหล็ก	Based on AOAC (2012), 984.27
สารประกอบฟีนอลิก	Folin-Ciocalteu reagent ดัดแปลงจากวิธีของ Maizura et al. (2011)
สารต้านอนุมูลอิสระ	ดัดแปลงวิธีของ Du et al. (2009)
พลังงานทั้งหมด	Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993) p.106
โปรตีน	In-house method STM No.03-017 based on AOAC (2012), 981.10 Based on AOAC (2012), 922.06
ไขมัน	Method of Analysis for Nutrition
คาร์โบไฮเดรต	Labelling (1993) p.106
เถ้า	In-house method STM No.03-114 based on AOAC (2012), 923.03
ความชื้น	In-house method STM No.03-118 based on AOAC (2012), 95.45A
กากใยอาหาร	In-house method STM No.03-008 based on AOAC (2012), 985.29

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของน้ำพริกมะขาม

ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของน้ำพริกมะขามโดยการทดสอบสมบัติทางประสาทสัมผัสด้วยการชิม แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	น้ำพริกมะขาม		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ^{ns}	8.16±0.74	8.16±0.65	8.06±0.93
สี ^{ns}	7.98±0.65	8.16±0.74	8.04±0.88
กลิ่น^{ns}	7.88±0.94	8.02±0.77	7.94±0.84
รสชาติ	7.80±0.75^{b}	8.20±0.70^{a}	7.92±0.97^{ab}
เนื้อสัมผัส^{ns}	8.08±0.75	8.20±0.73	8.12±0.77
คามชอบโดยรวม^{ns}	8.02±0.68	8.12±0.69	8.14±0.86

หมายเหตุ

$^{a, b}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} ค่าในแนวนอนไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร (ตารางที่ 4) พบว่าผู้ชิมให้คะแนนความชอบน้ำพริกมะขามสูตรที่ 2 สูงที่สุดเกือบทุกด้าน แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าคะแนนความชอบของน้ำพริกมะขามทั้ง 3 สูตร ไม่แตกต่างกันในทุกคุณลักษณะ ทั้งในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ($p \leq 0.05$) ยกเว้นคุณลักษณะด้านรสชาติ ที่น้ำพริกมะขามสูตรที่ 2 ได้คะแนนความชอบสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับสูตรที่ 3 ($p > 0.05$) แต่มากกว่าสูตรที่ 1 ($p \leq 0.05$) ในขณะที่คะแนนความชอบของสูตรที่ 1 และ สูตรที่ 3 ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก สูตรที่ 2 มีส่วนผสมที่ลงตัวมากกว่าสูตรอื่นๆ อาทิ มีหอมแดง ในขณะที่สูตรอื่นๆ ไม่มี มีเกลือที่ช่วยลดความเปรี้ยวของน้ำพริกมะขามให้พอเหมาะ มีหมูบดผสมในสูตรมากกว่าสูตรอื่นๆ มีกะปิ น้ำตาลปี๊บที่เหมาะสม และใช้มะขามอ่อนบดละเอียด จึงช่วยให้ได้รับคะแนนความชอบสูงกว่าสูตรอื่นๆ โดยสูตรที่ 2 ได้คะแนนในด้านลักษณะปรากฏ คือ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมเท่ากับ 8.16±0.0.65, 8.16±0.74, 8.02±0.77, 8.20±0.70, 8.20±0.73 และ 8.12±0.69 ตามลำดับ เป็นความชอบในระดับชอบถึงชอบมาก จากผลคะแนนความชอบจึงเลือกสูตรที่ 2 เป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาต่อไป

3.2 ผลการศึกษาปริมาณลูกหนามแดงที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์น้ำพริกมะขาม

ผลการศึกษาปริมาณเนื้อลูกหนามแดงที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์น้ำพริกมะขามที่มีการทดแทนมะขามในปริมาณร้อยละ 25, 50 และ 75 โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 5) ซึ่งพบว่าผู้ชิมให้การยอมรับน้ำพริกที่มีการทดแทนมะขามด้วยลูกหนามแดงที่ระดับร้อยละ 25, 50 และ 75 ไม่แตกต่างกันในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่คุณลักษณะด้าน สี รสชาติ และเนื้อสัมผัส ได้รับคะแนนแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยน้ำพริกที่มีการทดแทนมะขามด้วยลูกหนามแดงที่ระดับร้อยละ 25 และ 50 ได้รับคะแนนความชอบด้านสีสูงกว่าการทดแทนที่ระดับร้อยละ 75 ในขณะที่น้ำพริกที่มีการทดแทนมะขามด้วยลูกหนามแดงที่ระดับร้อยละ 50 และ 75 ได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติและเนื้อสัมผัสสูงกว่าน้ำพริกที่มีการทดแทนมะขามด้วยลูกหนามแดงที่ระดับร้อยละ 25

ตารางที่ 5 คะแนนการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำพริกมะขามผสมลูกหนามแดง

คุณลักษณะ	คะแนนการยอมรับน้ำพริกมะขามผสมลูกหนามแดง		
	สูตรที่ 1 (25%)	สูตรที่ 2 (50%)	สูตรที่ 3 (75%)
ลักษณะปรากฏ^{ns}	7.90±0.95	7.94±0.93	7.80±0.99
สี	8.04±0.64^{a}	7.92±0.97^{a}	7.56±0.97^{b}
กลิ่น^{ns}	7.86±0.81	8.12±0.85	7.90±0.99
รสชาติ	7.84±0.98^{b}	8.22±0.95^{a}	8.32±0.84^{a}
เนื้อสัมผัส	7.66±0.98^{b}	8.20±0.73^{a}	8.42±0.61^{a}
คามชอบโดยรวม^{ns}	7.96±0.86	8.08±0.92	8.24±0.74

หมายเหตุ

$^{a, b}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} ค่าในแนวนอนไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

การทดแทนมะขามด้วยลูกหนามแดงทำให้ได้น้ำพริกที่มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคะแนนความชอบด้านสีที่มีแนวโน้มลดลงเมื่อมีการทดแทนมะขามด้วยลูกหนามแดงปริมาณมากขึ้น น้ำพริกมีค่าคะแนนด้านสีเป็น 7.56±0.97 ที่ระดับร้อยละ 75 โดยมีสีน้ำตาลอ่อนทำให้ผู้ชิมให้การยอมรับน้อยกว่า ส่วนที่ระดับร้อยละ 25 มีสีน้ำตาลเข้มกลับได้คะแนนความชอบมากกว่าโดยมีค่าคะแนนเป็น 8.04±0.64 อาจเป็นเพราะผู้ชิมยังคุ้นชินกับสีของน้ำพริกมะขามที่มีสีเข้มด้านเนื้อสัมผัสของน้ำพริกจะมีลักษณะนุ่มเป็นชิ้นเล็กๆ การใช้ลูกหนามแดงที่ระดับร้อยละ 75 จะได้น้ำพริกที่มียางเหนียวสีขาวเล็กน้อย สำหรับรสฝาดถ้ารับประทานทั้งผลจะมีความรู้สึกฝาดมาก แต่เมื่อนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์น้ำพริกพบว่ารสฝาดกลับหายไป

จากผลการทดสอบชิมน้ำพริกมะขามพบว่าสูตรที่ทดแทนด้วยลูกหนามแดงร้อยละ 75 ได้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ คือ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.80±0.99, 7.56±0.97, 7.90±0.99, 8.32±0.84, 8.42±0.61, และ 8.24±0.74 ตามลำดับ เป็นความชอบในระดับชอบถึงชอบมาก ประกอบกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการผลิตน้ำพริกที่มีการทดแทนมะขามด้วยลูกหนามแดงในปริมาณมากที่สุด ผู้วิจัยจึงเลือกน้ำพริกสูตรที่ 3 ที่มีการทดแทนมะขามด้วยลูกหนามแดงในปริมาณร้อยละ 75 ไปวิเคราะห์คุณภาพเปรียบเทียบกับน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐานในขั้นตอนต่อไป

3.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐานและน้ำพริกมะขามผสมลูกหนามแดง

ผลวิเคราะห์คุณภาพของน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐานและน้ำพริกมะขามผสมลูกหนามแดงที่มีการทดแทนมะขามในปริมาณร้อยละ 75 แสดงดังตารางที่ 6 และตารางที่ 7

ตารางที่ 6 คุณภาพของน้ำพริกมะขาม 2 สูตร

คุณภาพ	สูตรพื้นฐาน	สูตรผสมลูกหนามแดง
ค่าสี L*^{ns}	37.0±1.41	36.42±1.53
a*^{ns}	5.26±1.48	5.23±0.41
b*^{ns}	12.28±1.96	11.55±1.84
ค่า a_w^{ns}	0.84±0.00	0.83±0.02
ค่า pH	4.20±0.01^{b}	4.49±0.01^{a}
เหล็ก (มิลลิกรัม)	1.47±0.01^{b}	1.71±0.01^{a}
สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัมกรดแกลลิคต่อกรัมตัวอย่าง)^{ns}	1.47±0.01	1.49±0.01
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระDPPH (ไมโครโมลโทร็อกซ์ต่อกรัมตัวอย่าง)	6.43±0.02^{a}	4.68±0.01^{b}

หมายเหตุ

$^{a, b}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} ค่าในแนวนอนไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

น้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐานและน้ำพริกมะขามผสมลูกหนามแดง มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งมีลักษณะสีที่ปรากฏไม่แตกต่างกัน เมื่อทำการวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสีพบว่า ค่าสีของน้ำพริกทั้งสอง ชนิดมีค่า L* (ความสว่าง) a* (ค่าความเป็นสีแดง) และค่า b* (ความเป็นสีเหลือง) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 6) การที่สีของน้ำพริกไม่แตกต่างกันเป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Oxidation) ของมะขามอ่อนซึ่งทำให้น้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐานมีสีเข้ม โดยปริมาณของมะขามอ่อนที่แตกต่างกัน นำส่วนผสมที่ได้ผ่านความร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในน้ำตาลที่มีจึงเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard Reaction) ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวซิง (Reducing Sugar) กับกรดอะมิโน (Amino Acid) จากโปรตีนบางส่วนที่เป็นองค์ประกอบของมะขาม [7]

จากตารางที่ 6 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐาน เท่ากับ 4.20 ซึ่งต่ำกว่าค่า pH ของน้ำพริกมะขามผสมลูกหนามแดง ที่มีค่า 4.49 ($p\leq0.05$) ด้วยน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐานมีปริมาณของมะขามที่มีความเป็นกรดสูงกว่า (pH=2.62) ลูกหนามแดง (pH=2.82) จึงมีผลให้มีค่า pH ต่ำกว่า เช่นเดียวกันกับผลการทดสอบชิมที่พบว่า คุณภาพของน้ำพริกที่ใช้ลูกหนามแดงทดแทนมะขามในน้ำพริกมะขามจะมีรสชาติที่เปรี้ยวน้อยกว่าน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐาน

ส่วนค่า Water Activity (a_w) ของน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐาน เท่ากับ 0.84 และน้ำพริกมะขามผสมลูกหนามแดง เท่ากับ 0.83 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งน้ำพริกทั้งสองชนิดต่างมีค่า a_w ตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำพริกผัด (มผช.321/2556) [8] กำหนดค่า a_w ต้องไม่เกิน 0.85

ปริมาณของธาตุเหล็กในน้ำพริกมะขามสูตรผสมลูกหนามแดง มีปริมาณธาตุเหล็ก 1.71 มิลลิกรัม ซึ่งมากกว่าที่มีในน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐานที่มี 1.47 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของน้ำพริกเนื่องจากมะขามอ่อนมีเหล็กน้อยกว่าแต่จะมีเส้นใยอาหารมากกว่า [9], [10] ส่วนผลการวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu reagent และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐานและสูตรผสมลูกหนามแดงมีค่า 1.49 และ 1.47 มิลลิกรัมกรดแกลลิคต่อกรัมอาหาร ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทั้ง 2 สูตร ($p>0.05$) แต่น้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐานมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 6.43 ไมโครโมลโทร็อกซ์ต่อกรัมตัวอย่าง สูงกว่าน้ำพริกมะขามผสมลูกหนามแดง ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 4.68 ไมโครโมลโทร็อกซ์ต่อกรัมตัวอย่าง ($p\leq0.05$) ทั้งนี้เพราะน้ำพริกมะขามใช้มะขามอ่อนซึ่งมีทั้งเปลือกและเมล็ด ซึ่ง P. Tangkanakul et. al [11] มีรายงานสนับสนุนว่าในเปลือกและเมล็ดมะขามมีสารประกอบฟีนอลิกชนิดที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าและผลิตภัณฑ์น้ำพริกของไทยหลายชนิดมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกและสารต้านอนุมูลในปริมาณสูงเพราะมีส่วนผสมของเครื่องเทศสมุนไพรหลายชนิดจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณประโยชน์ ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐานและสูตรผสมลูกหนามแดงร้อยละ 75 แสดงดังตารางที่ 7

จากตารางที่ 7 สามารถนำผลการตรวจสอบคุณค่าทางโภชนาการด้านต่างๆ เพื่ออธิบายและเปรียบเทียบโภชนาการต่อสัดส่วนที่สามารถกินได้จากตัวอย่างน้ำพริกมะขามและน้ำพริกมะขามผสมลูกหนามแดงพบว่า น้ำพริกมะขามสูตรน้ำพริกมะขามผสมลูกหนามแดงให้พลังงานทั้งหมด 237 กิโลแคลอรี มีร้อยละของปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และเถ้า เท่ากับ 23.7, 11.5, 10.7 และ 4.77 ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่มีมากกว่าน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐาน ในขณะที่น้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐาน มีปริมาณของกากใยอาหารร้อยละ 6.24 และปริมาณความชื้นร้อยละ 54.4 มากกว่าน้ำพริกมะขามสูตรผสมลูกหนามแดง

ตารางที่ 7 คุณค่าทางโภชนาการของน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐานและสูตรผสมลูกหนามแดง (ปริมาณต่อ 100 กรัม)

องค์ประกอบทางเคมี	สูตรพื้นฐาน	สูตรผสมหนามแดง
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี)	212	237
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	22.8	23.7
โปรตีน (กรัม)	10.2	11.5
ไขมัน (กรัม)	8.85	10.7
เถ้า (กรัม)	3.77	4.77
กากใยอาหาร* (กรัม)	6.24	5.20
ความชื้น (กรัม)	54.38	49.33

หมายเหตุ กากใยอาหารเป็นส่วนหนึ่งของคาร์โบไฮเดรต แสดงให้เห็นว่า น้ำพริกมะขามผสมลูกหนามแดงมีคุณค่าทางโภชนาการในด้านพลังงานทั้งหมด คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า และยังมีธาตุเหล็กมากกว่าน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐาน

4. สรุป

การคัดเลือกน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐาน 3 สูตร โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ชิมให้คะแนนความชอบน้ำพริกมะขามสูตรที่ 2 สูงที่สุดเกือบทุกด้านโดยการทดสอบแบบ 9-points Hedonic Scale

การศึกษาการใช้ลูกหนามแดงทดแทนมะขามในน้ำพริกมะขามผู้ชิมให้การยอมรับน้ำพริกมะขามที่ทดแทนมะขามด้วยลูกหนามแดงที่ร้อยละ 75 ทั้งนี้การทดแทนมะขามด้วยลูกหนามแดงมีแนวโน้มของคะแนนความชอบเป็นความชอบในระดับชอบถึงชอบมาก

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำพริกมะขามผสมลูกหนามแดงที่มีค่า 4.49 และค่า a_w เท่ากับ 0.84 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำพริกผัด (มผช.321/2556 อ้างใน [11]) และน้ำพริกมะขามผสมลูกหนามแดงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด รวมถึงคุณค่าทางโภชนาการด้านต่างๆ เช่น พลังงานทั้งหมด คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า และเหล็ก มากกว่าน้ำพริกมะขามสูตรพื้นฐาน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนทุนการวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] S. Kumar, P. Gupta and V. Gupta, “A critical review on Karamarda (*Carissa carandas* Linn.),” *International Journal of Pharmaceutical and Biological Archive*, vol. 4, no. 4, pp. 637-642, 2013.

[2] W. Sittikijyothin and D. Cherdwongcharoensuk, “Free Radical Scavenging Activity of Seed Coat Extracts of Sweet and Sour Tamarind,” *Burapha Science Journal,* vol. 16, no. 1, pp. 47-55, 2011.

[3] S. Simla and Carissa L. Carandas, “The fruit mentioned in Thai literature that has many health benefits,” *Khon Kaen Agriculture Journal*, vol. 44, no. 3, pp. 557-566, 2016.

[4] S. Ruangporn, “Development of Formula of Tamarind Chilli Paste Mixed Roselle,” *Journal of the University of the Thai Chamber of Commerce*, vol. 29, no. 4, pp. 88-101, 2009.

[5] L. Nicolas, C. Marquilly and M. O’Mahony, “The 9-point hedonic scale: Are words and numbers compatible?,” *Food Quality and Preference*. vol. 21, no. 8, pp. 1008-

1015, 2010.

[6] L.J. Williams and H. Abdi, "Fisher's least Significant Difference (LSD) Test," *Encyclopedia of research design*, pp. 1-6, 2010.

[7] N. Ratanapanon. *Food Chemistry*, 2nd ed. Bangkok: O.S. Printing House, 2006.

[8] C. Chuangsan, T.Chongwong and K. Phakku. *The project to upgrade the quality of OTOP products in the southern region to the standard certification,* 1st ed. Songkla: iPrintOut Phangnga, 2015.

[9] M. Arif, M. Kamal, T. Jawaid, M. Khalid, K.S. Saini, A. Kumar and M. Ahmad, "Carissa carandas Linn. (Karonda): An exotic minor plant fruit with immense value in nutraceutical and pharmaceutical industries," *Asian Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*, vol. 6, no. 58, pp. 14-19, 2016.

[10] S. Hefferon (2019). Tamarind nutrition facts, medicinal properties and health benefits. [Online]. Available:https://www.nutrition-and-you.com/tamarind.html

[11] P. Tangkanakul, P. Auttaviboonkul, B. Niyomwit, N. Lowvitoon, P. Charoen-thamawat and G. Trakoontivakorn, "Antioxidant capacity, total phenolic content and nutritional composition of Asian foods after thermal processing," *International Food Research Journal*, vol. 16, no. 4, pp. 571-580, 2009.