วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 27 (ฉบับที่ 3) กันยายน – ธันวาคม พ.ศ. 2565
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 27 (No.3) September – December 2022 บทความวิจัย

คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และคุณลักษณะของน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่

Physicochemical Properties and Characteristics of Meatball Dipping Sauce from Karanda juice (*Carissa carandas* L.)

ปรัศนีย์ ทับใบแย้ม*, อภิญญา มานะโรจน์ และ สุพรรณิการ์ โกสุม

Prassanee Tubbiyam*, Apinya Manaroje and Supannika Kosum

สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

Food and Nutrition, Faculty of Home Economics, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

Received : 26 February 2022

Revised : 29 March 2022

Accepted : 5 May 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ทดแทนน้ำมะขามเปียกในน้ำจิ้มลูกชิ้นที่ระดับ 0% 25% 50% 75% และ 100% ตามลำดับ พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ 75% อยู่ในระดับความชอบปานกลางในทุกด้าน คือ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.78, 7.71, 7.68, 7.74, 7.76, และ 7.75 ตามลำดับ ($p<0.05$) จากการศึกษาคุณลักษณะและคุณภาพของน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ทดแทนน้ำมะขามเปียกที่ 75% เปรียบเทียบกับน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐานด้านคุณลักษณะทางกายภาพ พบว่าการใช้มะม่วงหาวมะนาวโห่ทดแทนน้ำมะขามเปียกในน้ำจิ้มลูกชิ้นมีผลต่อค่าสีความสว่าง (L*) คือทำให้น้ำจิ้มลูกชิ้นมีสีเข้มขึ้นจากสารแอนโทไซยานินและเป็นสีตามธรรมชาติ ($p<0.05$) เนื้อสัมผัสมีความหนืดสูงขึ้น ($p>0.05$) ผลด้านคุณลักษณะทางเคมีพบว่าน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่มีค่าความหวาน (°Brix) ค่า pH ปริมาณกรด (%) และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน ($p<0.05$) สัมพันธ์กับคุณสมบัติต้านสารอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH• radical scavenging activity คือ IC_{50} = 10.53±0.01 มากกว่า IC_{50} = 11.78±0.02 ตามลำดับ) ($p<0.05$) นอกจากนี้การใช้มะม่วงหาวมะนาวโห่ทดแทนน้ำมะขามเปียกพบว่าน้ำจิ้มลูกชิ้นที่ได้มีค่าพลังงานและคาร์โบไฮเดรตลดลง แต่มีโปรตีนและกากใยอาหารสูงขึ้น และจากการศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยา พบว่าน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่มีความปลอดภัยจากเชื้อก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำจิ้มลูกชิ้น

คำสำคัญ : มะม่วงหาวมะนาวโห่ ; น้ำจิ้มลูกชิ้น ; คุณลักษณะ

Abstract

This research was to study the substitution of tamarind juice with Karanda juice in meatball dipping sauce. The substitution consists of Karanda juice 0%, 25%, 50%, 75% and 100% separately. It found that 75% was accepted as moderate in all aspects; appearance, color, smell, taste and texture. The highest preference average score was 7.78, 7.71, 7.68, 7.74, 7.76, and 7.75 respectively, ($p<0.05$). From the study of the characteristic and quality of the substitution of tamarind juice with 75% of Karanda juice in meatball dipping sauce compared with basic recipe, it found that physical feature effects on color and lightness (L*). This makes meatball dipping sauce has a darker color from anthocyanin and it has a natural color, ($p<0.05$). In addition, the texture has a higher viscosity, ($p>0.05$). The results of the chemical properties found that Karanda juice in meatball dipping sauce has Brix, pH, acid content, and all Phenolic compounds higher than the meatball dipping sauce basic recipe ($p<0.05$). It correlated with antioxidant properties by DPPH method-radical scavenging activity. That is IC_{50} = 10.53±0.01 more than IC_{50} = 11.78±0.02 respectively, ($p<0.05$). Moreover, the substitution of tamarind juice with Karanda juice in meatball dipping sauce has lower energy and carbohydrate values but higher in protein and fiber. From the study of microbiological quality, it found that Karanda juice in meatball dipping sauce is safe from pathogens and microorganisms that causes spoilage. This meets the community product standard of meatball dipping sauce.

Keywords : karanda fruit ; meatball dipping sauce ; characteristics

***Corresponding author. E-mail** : prassanee.t@rmutp.ac.th

บทนำ

มะม่วงหาวมะนาวโห่ มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Carissa carandas* L. อยู่ในวงศ์ Apocynaceae มีชื่อเรียกอื่นๆ เช่น มะนาวไม่รู้โห่ (ภาคกลาง), มะนาวโห่ (ภาคใต้), หนามขี้แฮด (เชียงใหม่), หนามแดง (กรุงเทพฯ) จัดอยู่ในประเภทพืชไม้พุ่มยืนต้น มีถิ่นกำเนิดจากประเทศอินเดีย ในไทยพบมากที่จังหวัดสมุทรปราการ และจังหวัดราชบุรี (Maheshwari *et al.,* 2012) ในทางการแพทย์ในสมัยโบราณและปัจจุบัน พบว่ามะม่วงหาวมะนาวโห่มีสรรพคุณทางยาสูง สามารถนำมาใช้ในการรักษาโรค โดยการใช้ส่วน ต่าง ๆ เช่น ราก เปลือกลำต้น เนื้อไม้ ใบ ผล (ทั้งผลดิบและผลสุก) เมล็ด น้ำยาง และยอดอ่อน เป็นต้น ผลจากการที่มีสรรพคุณทางยาพื้นบ้านจำนวนมากจึงได้มีการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชของมะนาวโห่ โดยพบว่ามีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ในการต้านเซลล์มะเร็ง ฤทธิ์ในการต้านอาการอักเสบ ฤทธิ์ในการบำรุงหัวใจ และฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ โดยในระยะผลสุกเป็นระยะที่มีปริมาณสารพฤกษเคมีและความสามารถใน การต้านอนุมูลอิสระสูงว่าระยะผลดิบ ดังนั้นจึงแนะนำให้บริโภคในระยะผลสุก จากข้อมูลดังกล่าวมะม่วงหาวมะนาวโห่ เป็นพืชที่มีศักยภาพในการนำมาเป็นผลไม้เพื่อสุขภาพ หรือเป็นสมุนไพรอีกชนิดหนึ่งซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์สำหรับผู้บริโภคและเกษตรกร (Simla, 2016) โดยมีกลุ่มเกษตรกรได้พัฒนาผลิตภัณฑ์จากมะม่วงหาวมะนาวโห่ ยกตัวอย่างเช่น วิสาหกิจชุมชนผลิตและแปรรูปมะม่วงหาวมะนาวโห่บ้านห้วยไหสมบูรณ์ จังหวัดนครพนม ที่ผลิตมะม่วงหาวมะนาวโห่เชื่อม หรือสวนมะม่วงหาวมะนาวโห่ อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงครามที่ได้สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับมะม่วงหาวมะนาวโห่ มีการผลิตสินค้าแปรรูปที่หลากหลายจากทั้งผลดิบ ผลสุก นอกจากนั้นยังมีการนำใบ และดอกของต้นมะม่วงหาวมะนาวโห่มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ทำให้ความนิยมของมะม่วงหาวมะนาวโห่แพร่หลาย (Siriwong *et al.,* 2017).

น้ำจิ้มลูกชิ้น หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเครื่องเทศและสมุนไพร เช่น พริกแดงสด พริกขี้หนูสด พริกแห้งคั่ว กระเทียมสด กระเทียมดอง รากผักชี มาบดหยาบ ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรส เช่น น้ำตาล เกลือ น้ำมะขาม น้ำส้มสายชู อาจเติมส่วนประกอบอื่น เช่น สารเพิ่มความเป็นกรด เช่น กรดซิตริก สเตบิไลเซอร์ เช่น กัม แป้งดัดแปร ให้ความร้อนจนมีความข้นตามต้องการ (Thai Industrial Standards Institute, 2013) น้ำจิ้มเป็นองค์ประกอบที่ช่วยเพิ่มความหลากหลายให้อาหารแต่ละมื้อ อาหารประเภทเครื่องจิ้มที่นอกจากช่วยเพิ่มความหลากหลายให้อาหารแต่ละมื้อแล้วนั้น น้ำจิ้มยังสามารถเป็นตัวช่วยชูรสชาติให้อาหารในแต่ละจานได้อีกด้วย ยกตัวอย่างเช่น น้ำจิ้มสำหรับอาหารทอดที่มีรสชาติหวานนำและตัดด้วยรสชาติเปรี้ยวเล็กน้อย มีลักษณะข้นหนืด เมื่อจิ้มแล้วน้ำจิ้มเคลือบชิ้นอาหาร ช่วยตัดความเลี่ยนจากน้ำมันและยังเพิ่มความกลมกล่อมให้เมนูอาหารทอดอีกด้วย น้ำจิ้มของไทยจะมีความโดดเด่นในรสชาติ ทั้งมีความพิเศษคือมีพืชสมุนไพรที่นำมาใช้ นอกจากทำให้มีกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์ ยังส่งผลดีต่อสุขภาพ (Svangnabha, 2019) ด้วยความต้องการของผู้บริโภคที่เปลี่ยนไปโดยการใส่ใจสุขภาพมากขึ้น มีความต้องการในการลดความเสี่ยงของโรคต่าง ๆ ผู้คนเริ่มให้ความสำคัญของการบริโภคอาหารที่มีประโยชน์ทำให้อาหารเพื่อสุขภาพ หรือพืชผักสมุนไพรได้รับความนิยมจากกลุ่มคนที่ไม่ใช่เพียงผู้สูงอายุที่ต้องควบคุมอาหารเท่านั้น ดังนั้นผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาการใช้มะม่วงหาวมะนาวโห่ทดแทนสารให้รสชาติเปรี้ยว เช่น น้ำมะขามเปียกหรือน้ำส้มสายชูในน้ำจิ้มลูกชิ้น เพื่อพัฒนาน้ำจิ้มที่เป็นอาหารไทยให้มีคุณประโยชน์ต่อผู้บริโภคมากขึ้น และสร้างทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภคและเกษตรกร

วิธีดำเนินการวิจัย

1. คัดเลือกสูตรพื้นฐานของน้ำจิ้มลูกชิ้น

เตรียมสูตรพื้นฐานน้ำจิ้มลูกชิ้น 3 สูตร (ตารางที่ 1) ชั่งน้ำหนักวัตถุดิบตามสูตร แช่พริกขี้หนูแห้งหรือพริกชี้ฟ้าแห้งในน้ำสะอาด 15 นาทีเพื่อให้นิ่มแล้วหั่นท่อน ขนาด 1 เซนติเมตร นำกระเทียมสดปอกเปลือก กระเทียมดองปอกเปลือก รากผักชีหั่นท่อนและพริกขี้หนูหั่นท่อนปั่นจนละเอียดด้วยเครื่องปั่นผสมตรา Hamilton beach นาน 15 วินาที จากนั้นนำส่วนผสมที่ปั่นเสร็จเทลงในหม้อน้ำขึ้นตั้งไฟ ใส่น้ำกระเทียมดอง น้ำมะขามเปียก น้ำตาลทราย เกลือป่น และน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที คนบ่อยๆเพื่อไม่ให้ไหม้ จากนั้นเคี่ยวต่อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ปิดไฟ บรรจุลงขวดแก้ว (บรรจุ 240 กรัม)

ตารางที่ 1 น้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน

วัตถุดิบ	น้ำหนักวัตถุดิบ (กรัม)		
	สูตร 1*	**สูตร 2**	**สูตร 3**
กระเทียมดอง ตราวนัสนันท์	100	150	55
กระเทียมกลีบเล็ก พันธุ์ไทย	-	200	140
รากผักชี	15	30	-
น้ำตาลทรายขาว ตรามิตรผล	330	650	480
น้ำสะอาด	480	10	840
น้ำมะขามเปียก ตราชฎาทอง	610	300	640
น้ำส้มสายชู ตราอสร.	-	600	-
น้ำกระเทียมดอง ตราวนัสนันท์	240	100	-
พริกขี้หนูแห้ง พันธุ์จินดา	10	-	20
พริกชี้ฟ้าแห้ง ตรามายช้อยส์	-	-	55
พริกชี้ฟ้าแดง พันธุ์มันบางช้าง	-	100	-
ซอสพริก ตราศรีราชา	-	300	-
เกลือป่น ตราทหารพราน	16	30	25
แป้งเท้ายายม่อม ตราปลาไทย	20	-	-
แป้งมันสำปะหลัง ตราปลามังกร	14	14	-
ผักชีสด พันธุ์สายพิรุณ	-	-	50
ที่มา	Sangdad (2008)	Maeban (2012)	Manaroje (2019)

1.1 การศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสน้ำจิ้มลูกชิ้น

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน 3 สูตร โดยชิมเฉพาะน้ำจิ้มลูกชิ้น ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม เป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญทางด้าน

อาหาร จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นอาจารย์สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ และสาขาวิชาอุตสาหกรรมการบริการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ด้วยวิธีการทดสอบการยอมรับแบบ 9-Point Hedonic Scale (Nicolas *et al.*, 2010)

2. ศึกษาปริมาณมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ใช้ทดแทนน้ำมะขามเปียกในน้ำจิ้มลูกชิ้น

2.1 การเตรียมมะม่วงหาวมะนาวโห่

ดัดแปลงตามวิธีการของ Rittilert (2017) ทำการคัดเลือกมะม่วงหาวมะนาวโห่จากตำบลตะคร้ำเอน อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี นำผลแบบสุก (ผิวมีสีแดง-ม่วงเข้ม) ล้างให้สะอาด ผ่าครึ่งตามยาว เอาเมล็ดออก บดด้วยเครื่องบด Vitamix ให้ละเอียด คั้นน้ำด้วยผ้าขาวบาง เก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส) รอการผลิตน้ำจิ้มต่อไป

2.2 การเตรียมตัวอย่างน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่

นำน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐานจากข้อ 1. มาศึกษาปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ทดแทนน้ำมะขามเปียกที่แตกต่างกัน 5 ระดับคือ 0%, 25%, 50%, 75% และ 100% (ตารางที่ 2) ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสดังข้อ 1.1

ตารางที่ 2 ปริมาณการใช้น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ทดแทนน้ำมะขามเปียกในน้ำจิ้มลูกชิ้น

วัตถุดิบ (กรัม)	ระดับน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ทดแทนน้ำมะขามเปียก				
	0%	25%	50%	75%	100%
พริกชี้ฟ้าแห้ง ตรามายช้อยส์	55	55	55	55	55
กระเทียมกลีบเล็ก พันธุ์ไทย	140	140	140	140	140
กระเทียมดอง ตราวนัสนันท์	55	55	55	55	55
น้ำสะอาด	840	840	840	840	840
น้ำตาลทรายขาว ตรามิตรผล	480	480	480	480	480
เกลือป่น ตราทหารพราน	25	25	25	25	25
พริกขี้หนูแห้ง พันธุ์จินดา	20	20	20	20	20
ผักชีสด พันธุ์สายพิรุณ	50	50	50	50	50
น้ำมะขามเปียก ตราชฎาทอง	640	480	320	160	-
น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่	-	160	320	480	640

3. การวิเคราะห์คุณภาพและคุณลักษณะของน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐานและน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่

คัดเลือกน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผู้ชิมให้การยอมรับมากที่สุดจากข้อ 2.2 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี ทางจุลชีววิทยา ดังต่อไปนี้

3.1 คุณภาพทางกายภาพ

วิเคราะห์ค่าสีของตัวอย่างน้ำจิ้มลูกชิ้นด้วยเครื่องวัดสี (ColorFlex, HunterLab, USA) แสดงค่าสีที่วัดได้เป็นค่าสี L*, a* และ b* โดย L* แสดงค่าความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 (ดำ) จนถึง 100 (สว่าง) ค่า a* แสดงค่าความเป็นสีแดง (ค่า +)

และสีเขียว (ค่า -) และค่า b* แสดงค่าความเป็นสีเหลือง (ค่า +) และสีน้ำเงิน (ค่า -) วิเคราะห์ค่าความหนืดของตัวอย่างน้ำจิ้มลูกชิ้นด้วยเครื่องวัดค่าความหนืด (Digital Vicosmeter, model SNB-3)

3.2 คุณภาพทางเคมีและค่าพลังงาน

วิเคราะห์ปริมาณกรด (%) ของตัวอย่างน้ำจิ้มลูกชิ้น ด้วยวิธีการไตเตรท (AOAC, 2006) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องวัด pH (ORION-420A, USA) และค่าความหวาน (°Brix) ด้วยเครื่อง Refractometer (neonics, China) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีตามวิธีมาตรฐานดังนี้ ปริมาณความชื้นด้วยวิธี hot air oven method (AOAC, 2016) ปริมาณเถ้าด้วยวิธี dry ash (AOAC, 2016) ปริมาณไขมันด้วยวิธี solvent extraction method (AOAC, 2019) ปริมาณโปรตีนด้วยวิธี Kjeldahl method (AOAC, 2012) ปริมาณเยื่อใยด้วยวิธี solvent extraction method (AOAC, 2016) ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ด้วยวิธีคำนวณผลต่างของสารอาหารทั้งหมด และวิเคราะห์ค่าพลังงาน ด้วยเครื่อง Bomb Calorimeter (IKA® C5000)

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดโดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu colorimetric ดัดแปลงจากวิธีของ Maizura *et al.,* (2011) แล้ววัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง spectrophotometer (Conica Minolta, CM-3500d) ค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก รายงานผลเป็นปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อตัวอย่าง 1 กรัมน้ำหนักสด และวิเคราะห์คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ DPPH โดยดัดแปลงวิธีจาก Zigoneanu *et al.,* (2007) แล้ววัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ซึ่งค่าเปอร์เซนต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH คำนวณโดยใช้สูตรดังนี้

$$\% \text{ Inhibition} = [(A_{control} - A_{sample} - A_{sample\ blank}) / A_{control}] \times 100 \quad (1)$$

โดย $A_{control}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดทดลองควบคุม

A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่มีการเติมตัวอย่าง

$A_{sample\ blank}$ ค่อ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง

โดยค่ากิจกรรมการจับอนุมูลอิสระ DPPH จะแสดงเป็นค่า IC_{50} คือ ปริมาณสารตัวอย่างที่ทำให้ปริมาณสารอนุมูลอิสระ DPPH ลดลง 50% โดยค่าที่ได้เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของ Trolox

3.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาตัวอย่างน้ำจิ้มลูกชิ้น ประกอบด้วยจุลินทรีย์ทั้งหมด (BAM, 2001), ยีสต์และรา (BAM, 2001), *Salmonella* spp. (in 25 g) (ISO 6579-1, 2017) และ Staphylococcus aureus (in 0.1 g) (BAM, 2016)

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วย One-way ANOVA และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย DMRT (Duncan's Multiple-Range Test) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา โดยวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

นำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Independent Sample T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Williams and Abdi, 2010) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลการวิจัย

1. การศึกษาการคัดเลือกสูตรพื้นฐานน้ำจิ้มลูกชิ้น

ผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูตรพื้นฐานของน้ำจิ้มลูกชิ้น จำนวน 3 สูตร (ตารางที่ 3) พบว่าคุณลักษณะในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผู้ชิมให้การยอมรับสูตรที่ 3 สูงที่สุด โดยมีคะแนนค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.21, 8.02, 7.69, 8.03, 7.94, และ 8.03 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก เมื่อนำมาเปรียบเทียมความแตกต่างของค่าเฉลี่ย พบว่า ด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ ($p<0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสูตรที่ 3 ให้รสชาติเปรี้ยวนำหวานตามจากปริมาณน้ำตาลและน้ำมะขามเปียก อีกทั้งไม่มีแป้งเป็นส่วนผสมทำให้มีเนื้อสัมผัสที่ดี ส่งผลต่อการยอมรับในด้านรสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวมของผู้ทดสอบชิม ดังนั้นจึงคัดเลือกสูตรที่ 3 เป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 3 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	น้ำจิ้มลูกชิ้น		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ลักษณะปรากฏ	8.08±0.84*[ab**]	7.81±0.95[b]	8.21±0.78[a]
สี[ns***]	7.86±0.82	7.88±0.84	8.02±0.89
กลิ่น[ns]	7.61±0.96	7.55±0.87	7.69±0.88
รสชาติ	7.85±0.79[a]	7.34±0.76[b]	8.03±0.92[a]
เนื้อสัมผัส	7.73±0.95[ab]	7.50±0.85[b]	7.94±0.92[a]
ความชอบโดยรวม	7.98±0.66[a]	7.56±0.89[b]	8.03±0.81[a]

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จาก 50 ผู้ทดสอบชิม

** [a, b] ตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

*** [ns] ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

2. การศึกษาปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำจิ้มลูกชิ้น

ผลการศึกษาปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ทดแทนน้ำมะขามเปียกที่ระดับ 0% 25% 50% 75% และ 100% ตามลำดับ ดังตารางที่ 4 พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับที่ 75 % คุณลักษณะในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงสุด โดยมีคะแนนค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.78, 7.71, 7.68, 7.74, 7.76, และ 7.75 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบปานกลาง เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย พบว่า ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ ($p<0.05$) ส่วนน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาว

มะนาวโห่ทดแทนน้ำมะขามเปียกที่ระดับ 0% 25% 50% และ 100% ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4 คะแนนการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ระดับน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่				
	0%	25%	50%	75%	100%
ลักษณะปรากฏ	7.66±0.87^{b}	7.65±0.76^{b}	7.62±0.71^{b}	7.78±0.96^{a}	7.66±0.95^{b}
สี	7.44±0.96^{b}	7.57±0.87^{ab}	7.50±0.66^{b}	7.71±0.91^{a}	7.46±0.85^{b}
กลิ่น	7.39±0.88^{b}	7.53±0.67^{b}	7.51±0.79^{b}	7.68±0.71^{a}	7.44±0.92^{b}
รสชาติ	7.58±0.84^{b}	7.40±0.86^{c}	7.50±0.91^{bc}	7.74±0.73^{a}	7.37±0.68^{c}
เนื้อสัมผัส	7.49±0.71^{b}	7.51±0.78^{b}	7.57±0.98^{b}	7.76±0.92^{a}	7.48±0.97^{b}
ความชอบโดยรวม	7.68±0.86^{b}	7.62±0.79^{b}	7.61±0.80^{b}	7.75±0.82^{a}	7.59±0.74^{b}

ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3. การวิเคราะห์คุณภาพและคุณลักษณะของน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน และน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่

คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำจิ้มลูกชิ้น แสดงดังตารางที่ 5 ด้านสีของน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน มีค่า L* (ค่าความสว่าง) a* (ค่าความเป็นสีแดง) b* (ค่าความเป็นสีเหลือง) เท่ากับ 27.30±0.02, 16.32±0.15, และ 10.60±0.05 ตามลำดับ มากกว่าน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่มีค่าเท่ากับ 25.01±0.17, 12.85±1.09, และ 6.14±0.52 ตามลำดับ ($p<0.05$) ค่าความหนืดของน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐานคือ 541.27±7.18 cP และน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่เท่ากับ 655.47±30.32 cP พบว่าการใช้น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ทดแทนน้ำมะขามเปียกในน้ำจิ้มลูกชิ้นมีความหนืดเพิ่มขึ้น ($p>0.05$) ค่าความชื้น (% wt basis) ของน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน เท่ากับ 49.96±0.06 และน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ มีค่าเท่ากับ 53.98±0.29 ($p<0.05$) ค่าความหวาน (°Brix) ของน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน เท่ากับ 36.33±0.28 และน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ มีค่าเท่ากับ 41.43±0.12 ($p<0.05$) ค่ากรด-ด่าง (pH) ของน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน เท่ากับ 2.99±0.03 และน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ เท่ากับ 3.27±0.02 ($p<0.05$) ปริมาณกรดของน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน เท่ากับร้อยละ 0.86±0.16 และน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่เท่ากับร้อยละ 1.29±0.01 ($p<0.05$) สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu reagent ของน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน เท่ากับ 1.13±0.06 mg GAE/g wt basis และน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ เท่ากับ 1.56±0.03 mg GAE/g wt basis ($p<0.05$) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH assay ของน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน IC_{50}เท่ากับ 11.78±0.02 µg Trolox/ml และน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ IC_{50} เท่ากับ 10.53±0.01 µg Trolox/ml ($p<0.05$)

ตารางที่ 5 คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐานและน้ำจิ้มมะม่วงหาวมะนาวโห่

คุณภาพ	น้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน	น้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่
L* (ความสว่าง)	27.30±0.02[a]	25.01±0.17[b]
a* (สีแดง)	16.32±0.15[a]	12.85±1.09[b]
b* (สีเหลือง)	10.60±0.05[a]	6.14±0.52[b]
ค่าความหนืด (cP)	541.27±7.18[b]	655.47±30.32[a]
ค่าความชื้น (% wt basis)	49.96±0.06[b]	53.98±0.29[a]
ความหวาน (°Brix)	36.33±0.28[b]	41.43±0.12[a]
ค่ากรด-ด่าง (pH)	2.99±0.03[b]	3.27±0.02[a]
ปริมาณกรด (%)	0.86±0.16[b]	1.29±0.01[a]
สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/g wt basis)	1.13±0.06[b]	1.56±0.03[a]
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH assay (IC_{50} (µg Trolox/ml)	11.78±0.02[a]	10.53±0.01[b]

ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

คุณค่าทางโภชนาการของน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐานและน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ แสดงดังตารางที่ 6 พบว่า มะม่วงหาวมะนาวโห่มีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการ น้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐานมีพลังงานทั้งหมด 188.67±1.53 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 46.43±0.64 โปรตีนร้อยละ 1.41±0.02 เถ้าร้อยละ 2.39±0.05 และกากใยอาหารร้อยละ 2.50±0.03 สำหรับน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ มีพลังงานทั้งหมด 177.33±1.15 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 42.83±0.25 โปรตีนร้อยละ 1.57±0.02 เถ้าร้อยละ 2.31±0.04 และกากใยอาหารร้อยละ 2.56±0.02 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพบว่าทั้งสองตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากปริมาณเถ้า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐานและน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่

องค์ประกอบ	หน่วย/100กรัม	น้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน	น้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่
พลังงานทั้งหมด	(กิโลแคลอรี)	188.67±1.53[a]	177.33±1.15[b]
คาร์โบไฮเดรต	(กรัม)	46.43±0.64[a]	42.83±0.25[b]
โปรตีน	(กรัม)	1.41±0.02[b]	1.57±0.02[a]
ไขมัน	(กรัม)	0	0
เถ้า	(กรัม)	2.39±0.05[a]	2.31±0.04[a]
กากใยอาหาร	(กรัม)	2.50±0.03[b]	2.56±0.02[a]

ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ผลการศึกษาด้านคุณภาพทางจุลชีววิทยา ประกอบด้วย จุลินทรีย์ทั้งหมด (Total viable count, TVC) (CFU/g) ยีสต์และรา (CFU/g) *Salmonella spp.* (ใน 25 g) และ *Staphylococcus aureus* (ใน 0.1g) แสดงดังตารางที่ 7 ของน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐานและน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ พบว่าน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐานและน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ มีจำนวนจุลินทรีย์ที่นับได้ทั้งหมด น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม จำนวนยีสต์และรา น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ไม่พบ *Salmonella* spp.(ในตัวอย่าง 25 (กรัม) และ *Staphylococcus aureus* (ในตัวอย่าง 0.1 กรัม) ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคและก่อให้เกิดอาการเน่าเสียทั้ง 2 ตัวอย่าง

ตารางที่ 7 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐานและน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่

คุณภาพ	น้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน	น้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	<10	<10
ยีสต์และรา (CFU/g)	<10	<10
Salmonella spp. (ใน 25 g)	ไม่พบ	ไม่พบ
Staphylococcus aureus (ใน 0.1g)	ไม่พบ	ไม่พบ

วิจารณ์ผลการวิจัย

น้ำจิ้มลูกชิ้น เป็นอาหารประเภทเครื่องจิ้มที่ช่วยชูรสชาติให้อาหารในแต่ละจาน เนื่องจากมีรสชาติเปรี้ยว เผ็ด เค็ม และมีรสหวานตัด โดยการผลิตน้ำจิ้มลูกชิ้นจะมีส่วนผสมของน้ำมะขามเปียกหรือน้ำส้มสายชู เป็นสารให้รสชาติเปรี้ยวแก่น้ำจิ้มลูกชิ้น เพื่อช่วยตัดความเลี่ยนจากน้ำมัน (Svangnabha, 2019) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ต้องการพัฒนาน้ำจิ้มลูกชิ้นชนิดใหม่ที่มีคุณประโยชน์ต่อผู้บริโภคมากขึ้น และสร้างทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภคและเกษตรกร จากการศึกษาการใช้มะม่วงหาวมะนาวโห่ทดแทนน้ำมะขามเปียกในน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน ที่ระดับ 0% 25% 50% 75% และ 100% ประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า การนำมะม่วงหาวมะนาวโห่ทดแทนน้ำมะขามเปียกในน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐานได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมโดยทดแทนได้ถึง 75% จากนั้นนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณลักษณะทางด้านกายภาพ พบว่า สีของน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่จะมีค่าความสว่าง (L*) ลดลง เนื่องจากสีของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ผลสุกมีค่าสีม่วงน้ำเงินเข้มเพราะปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุด (Pewlong *et al.*, 2013) นอกจากนี้สีของแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะความเป็นกรด-ด่าง ในสภาพที่เป็นกรดมีค่า pH ต่ำกว่า 3 มีความเป็นกรดสูงจะทำให้แอนโทไซยานินมีสีแดง (Rittilert & Warin, 2020) แสดงให้เห็นว่าสีของผลไม้จะเปลี่ยนจากสีชมพูค่อนข้างแดงไปเป็นสีแดงค่อนข้างดำ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการพัฒนาของผลไม้ ซึ่งสีของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่นั้นเป็นผลมาจากการสังเคราะห์และการสะสมของสารแอนโทไซยานิน (Schulz *et al.*, 2015) ค่าความหนืดของน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐานคือ 541.27±7.18 cP และน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่เท่ากับ 655.47±30.32 cP พบว่าการใช้น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ทดแทนน้ำมะขามเปียกในน้ำจิ้มลูกชิ้นมีความหนืดเพิ่มขึ้น ($p>0.05$) ความหนืดที่เกิดขึ้นอาจเป็นผลมาจากสารที่ทำให้เกิดเจล เช่น เพกติน น้ำตาล และกรด ซึ่งเป็นองค์ประกอบในผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ น้ำตาลเป็นสารให้ความหวาน ช่วยให้เกิดเจลหลายชนิด ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลซูโครส กรดที่มีผลช่วยในการเกิดเจล เช่น กรดซิตริก

กรดมาลิก กรดแลกติก (Puttame *et al.,* 2016) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix) พบว่าค่าความหวานของน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน เท่ากับ 36.33±0.28 และน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ มีค่าเท่ากับ 41.43±0.12 ($p<0.05$) ซึ่งพบว่าน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่มีปริมาณความหวานสูงกว่า เนื่องมาจากกระบวนการย่อยสลายของแป้งไปเป็นน้ำตาลตามกระบวนการสุกของผลไม้ ซึ่งปริมาณของแข็งที่ละได้สูงบ่งบอกถึงค่าความหวานและเกี่ยวข้องกับปริมาณกรดที่ลดลงของผลไม้เช่นกัน (Fawole & Opara, 2013; Rittilert and Warin, 2020)

สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu reagent ของน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน เท่ากับ 1.13±0.06 (mg GAE/g wt basis) และน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ เท่ากับ 1.56 (mg GAE/g wt basis) ($p<0.05$) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH assay ของน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน คือ IC_{50} = 11.78±0.02 µg Trolox/ml และน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ คือ IC_{50} = 10.53±0.01 µg Trolox/ml ($p<0.05$) จากการศึกษาพบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH assay แสดงผลในรูปของค่า IC_{50} (µg Trolox/ml) ซึ่งหมายถึง ค่าความเข้มข้นที่สารนั้นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระลงไปครึ่งหนึ่ง (50%) กล่าวคือ ค่า IC_{50} น้อยจะแสดงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่า IC_{50} ที่มีค่ามาก จากผลการทดลองพบว่าน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่มีค่า IC_{50} น้อยกว่าน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน แสดงถึงประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระได้สูงกว่าน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน สัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่า

คุณค่าทางโภชนาการของน้ำจิ้มลูกชิ้น พบว่า น้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐานมีพลังงานทั้งหมด 188.67 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 46.43 โปรตีนร้อยละ 1.41 เถ้าร้อยละ 2.39 และกากใยอาหารร้อยละ 2.50 สำหรับน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ มีพลังงานทั้งหมด 177.33 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 42.83 โปรตีนร้อยละ 1.57 เถ้าร้อยละ 2.31 และกากใยอาหารร้อยละ 2.56 แสดงให้เห็นว่า การใช้น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ทดแทนน้ำมะขามเปียกในน้ำจิ้มลูกชิ้นมีคุณค่าทางโภชนาการในด้านพลังงานทั้งหมด คาร์โบไฮเดรต มีปริมาณน้อยกว่าน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐาน และยังมีโปรตีนและกากใยอาหารที่สูงกว่าอีกด้วย ทั้งยังให้พลังงานและคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าน้ำจิ้มลูกชิ้นยี่ห้อทั่วไปที่วางขายตามห้างสรรพสินค้า (เทียบจาก 100 กรัม) ดังนั้นน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่จึงมีคุณประโยชน์ต่อผู้บริโภคมากขึ้น และเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภคและเกษตรกร

คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำจิ้มลูกชิ้นสูตรพื้นฐานและน้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ที่นับได้ทั้งหมดทั้ง 2 ตัวอย่าง น้อยกว่า 10 CFU/g ยีสต์และรา น้อยกว่า 10 CFU/g ไม่พบ *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* ในน้ำจิ้มลูกชิ้นทั้ง 2 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนดคือ จำนวนจุลินทรีย์ที่นับได้ทั้งหมด (Total viable count, TVC) น้อยกว่า $1x10^4$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม เชื้อรา น้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม *Salmonella* spp. ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม และ *Staphylococcus aureus* ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (Thai Industrial Standards Institute, 2013) ซึ่งสอดคล้องกับ Suwannalers (2012) ที่ได้กล่าวว่า การจะนำวัตถุดิบมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ควรคำนึงถึงค่า pH ที่ต่ำกว่า 4.5 และค่าความเป็นกรดในอาหาร ทั้งนี้จุลินทรีย์ที่เจริญและขยายพันธุ์ได้ในอาหารที่เป็นกรดเป็นชนิดที่ไม่ทนความร้อนและสามารถฆ่าเชื้อได้ด้วยความร้อนระดับการพาสเจอร์ไรซ์โดยใช้ความร้อนอุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียสได้

สรุปผลการวิจัย

มะม่วงหาวมะนาวโห่อุดมไปด้วยแอนโทไซยานิน กรดอินทรีย์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เมื่อนำมะม่วงหาวมะนาวโห่ทดแทนน้ำมะขามเปียกในน้ำจิ้มลูกชิ้น พบว่า ปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผู้ชิมให้การยอมรับและชอบคือ 75% โดยผู้ชิมให้คะแนนความชอบรวม อยู่ในระดับความชอบปานกลาง ปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ทดแทนน้ำมะขามเปียกในน้ำจิ้มลูกชิ้นมีผลต่อค่าสี คือทำให้น้ำจิ้มลูกชิ้นมีสีเข้มขึ้นจากสารแอนโทไซยานินและเป็นสีตามธรรมชาติ เนื้อสัมผัสมีความหนืดสูงขึ้น มีค่าความหวาน ค่า pH ปริมาณกรด สูงขึ้น ทำให้รสชาติของน้ำจิ้มลูกชิ้นไม่เปรี้ยวไม่หวานมากเกินไป มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงขึ้น มีฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระ DPPH เกิดขึ้นช้าลง เป็นอาหารประเภทจิ้มที่มีคุณค่าทางโภชนาการ โดยมีค่าพลังงานและคาร์โบไฮเดรตลดลง มีโปรตีนและกากใยอาหารที่สูงขึ้น น้ำจิ้มลูกชิ้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่พัฒนาขึ้นภายใต้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด (Thai Industrial Standards Institute, 2013) ปลอดภัยจากเชื้อก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย ดังนั้นเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภคและเกษตรกรมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เอกสารอ้างอิง

AOAC. (2006). *Official Methods of Analysis*. (18th Editions.). Gaithersburgs, MD: Association of Official Analytical Chemists.

AOAC. (2012). *Official Method of Analysis: Association of Analytical Chemists*. (19th Editions.). (pp. 121-130). Washington D.C.

AOAC. (2016). *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*. USA: Washington D.C.

AOAC. (2019). *Official methods of analysis of AOAC international*. (21st Editions.). Maryland: Gaithersburg.

BAM. (2001). *Bacteriological Analytical Manual Online*. Food and Drug Administration: Silver Spring, MD.

BAM. (2016). *Bacteriological Analytical Manual Online*. Food and Drug Administration: Silver Spring, MD

Fawole, O.A. & Opara, U.L. (2013). Effects of maturity status on biochemical content, polyphenol composition and antioxidant capacity of pomegranate fruit arils (cv. 'Bhagwa'). *South African Journal of Botany, 85,* 23-31.

ISO. (2017). *ISO 6579-1: 2017. Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of Salmonella- Part 1: Detection of Salmonella spp.* Switzerland: Geneva.

Lisnund, S., & Srihaphong, S. (2015). Ultraviolet spectrophotometric for determination of ascorbic acid in pharmaceutical tablets and carambola fruit by sodium thiosulfate solution. *Rajamangala University of Technology Tawan-ok Research Journal, 8*(2), 92-100. (in Thai)

Maeban. (2012). *Dipping Sauces, Salad Dressing Seasoning*. Bangkok: Maeban. (in Thai)

Maheshwari, R., Sharma, A., & Verma, D. (2012). Phyto-therapeutic significance of karaunda. *Bulletin of Environment Pharmacology and Life Sciences, 1*(12), 34-36.

Maizura, M., Aminah, A. & Wan Aida, W.M. (2011). Total phenolic content and antioxidant activity of kesum (Polygonum minus), ginger (Zingiber officinale) and turmeric (Curcuma longa) extract. *International Food Research Journal, 18*, 529-534.

Manaroje, A. (2019). Personal communication, December 2, 2019.

Nicolas, L., Marquilly, C. & O'Mahony, M. (2010). The 9-point hedonic scale: Are words and numbers compatible?. *Food Quality and Preference, 21*(8), 1008-1015.

Pewlong, W., Sajjabut, S., Singphet, S., & Eamsiri, J. (2013). Influence of fruit ripening stages on the bioactive compounds of *Carissa carandas*. *Agricultural Science Journal, 44*(2)(Suppl.), 337-340. (in Thai)

Rittilert, P. (2017). *Handbook for Dried Osmotic Dehydrated Fruits Processing: Karanda Fruit (Carissa carandas* L.). (1st Edition.). Pathum Thani: Faculty of Agricultural Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under The Royal Patronage. (in Thai)

Rittilert, P. & Warin, K. (2020). Development of karanda (*Carissa carandas* L.) gummy jelly product. *Thai Journal of Science and Technology, 9*(2), 342-354. (In Thai).

Simla, S. (2016). *Carissa carandas* L.: the fruit mentioned in Thai literature that has many health benefits. *Khon Kaen Agriculture Journal, 41*(3), 557-566. (in Thai)

Sangdad. (2008). *121 Delicious Dipping Sauces*. (3rd Editions). Bangkok: Sangdad Publishing. (in Thai)

Schulz, M., Borges, G.D.S.C., Gonzaga, L.V, Seragilo, S.K.T. 2015 Chemical composition, bioactive compounds and antioxidant capacity of jucara fruit (*Euterpe edulisI* Martius) during ripening. *Food Research International, 77,* 125-131.

Siriwong, P., Jamlay, C., & Aengpan, T. (2017). Diversifying production and creating distribution channel of processed products from Karonda fruit business. Case study: Siri Sompong Bang Khonthi, Samut Songkhram. In *The 4th National Conference on Public Affairs Management "Public Affairs Management Under Thailand 4.0".* (pp. 110-118). Khon Kaen: College of Local Administration, Khon Kaen University. (in Thai)

Sullivan, D. & Carpenter, D. (1993). *Method of Analysis for Nutrition Labeling*. (pp. 106). Arlington: AOAC International.

Suwannalers, P. (2012). *Development of butterfly pea kalamae product*. Chiang Mai Rajabhat University. Retrieved January 15, 2021, from http://cmruir.cmru.ac.th/handle/123456789/156. (in Thai)

Svangnabha. (2019). *Daily News Variety Column: A variety of flavors 'dipping sauces' the charm of Thai foods set.* Retrieved December 15, 2021, from http://bit.ly/38WIqb2. (in Thai)

Thai Industrial Standards Institute. (2013). *Thai Community Product Standard: Dipping sauce for meatball, tcps. 1343/2556*.

Williams, L.J., & Abdi, H. (2010). Fisher's Least Significant Difference (LSD) Test. In N. Salkind. (Ed.), *Encyclopedia of Research Design.* (pp.154). Sage: Thousand Oaks.

Zigoneanu, I.G., Williams, L., Xu, Z., & Sablior, C.M. (2007). Determination of antioxidant components in rice bran oil extraction by microwave-assisted method. *Bioresource Technology*, *99*, 4910-4918.