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

การพัฒนาสูตรซอสบ๊วยเจี่ยจากน้ำส้มโอและเปลือกส้มโอ

สุธิดา กิจจาวรเสถียร จิราภัทร โอทอง ลัดดาวัลย์ กลิ่นมาลัย วรลักษณ์ ป้อมน้อย และ วรธร ป้อมเย็น*

สาขาวิชาอาหารโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300

รับบทความ 3 มิถุนายน 2566 แก้ไขบทความ 21 ตุลาคม 2566 ตอบรับบทความ 30 พฤศจิกายน 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรซอสบ๊วยเจี่ยจากน้ำส้มโอและเปลือกส้มโอ โดยศึกษาซอสบ๊วยเจี่ยสูตรพื้นฐาน เพื่อนำมาศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของน้ำส้มโอทดแทนน้ำเปล่าในซอสบ๊วยเจี่ย 4 สูตร ได้แก่ ปริมาณร้อยละ 0 (เป็นสูตรควบคุม) 25 50 75 ของน้ำหนักส่วนผสมน้ำเปล่าทั้งหมด จากนั้นนำมาศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของเปลือกส้มโอเสริมในซอสบ๊วยเจี่ย 4 สูตร ได้แก่ ปริมาณร้อยละ 0 10 15 และ 20 ของ น้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด และนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ปริมาณน้ำส้มโอทดแทนน้ำเปล่าในซอสบ๊วยเจี่ย คือ ปริมาณร้อยละ 50 และเปลือกส้มโอเสริมซอสบ๊วยเจี่ยปริมาณ คือ ปริมาณร้อยละ 15 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่า ในสูตรซอสบ๊วยเจี่ยที่พัฒนาใช้น้ำส้มโอและเปลือกส้มโอ พบว่า มีค่าความชื้นปริมาณร้อยละ 28.55 โปรตีนร้อยละ 0.27 ไขมันร้อยละ 0.71 เถ้าร้อยละ 1.57 คาร์โบไฮเดรตรวมร้อยละ 68.90 และใยอาหารร้อยละ 95 และ ค่า pH 3.11 ส่วนผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) มีค่าเท่ากับ 31.43 7.60 19.47 ตามลำดับ ค่าความข้นหนืดค่าความข้นหนืด มีค่าเท่ากับ 11.0 cP

คำสำคัญ : ซอสบ๊วยเจี่ย; น้ำส้มโอ; เปลือกส้มโอ

** ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +664 240 9666, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: suthida.k@rmutp.ac.th*

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

Formulation Development of Plum Sauce from Pomelo Juice and Pomelo Pulp

Suthida Kitjavorasatien Jiraphat Othong Laddawan Klinmalai Woralak Pomnoi and Vorathon Pomyen*

Department of Food and Nutrition's Lecture, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
168 Thanon Sri Ayuthaya, Wachira Phayaban, Dusit District, Bangkok 10300

Received 3 June 2023; Revised 21 October 2023; Accepted 30 November 2023

Abstract

The objective of this research was to develop a recipe for plum sauce from pomelo juice and pomelo pulp. By studying the basic recipe for plum sauce. To study the appropriate amount of pomelo juice in place of water in 4 formulas of plum sauce, namely 0 percent (a controlled formula) 25 50 75 of the total weight of the water ingredients. Then, the appropriate amount of added pomelo pulp in 4 formulas of plum sauce was studied, namely 0, 10, 15, and 20 percent of the total ingredient weight. Then it was evaluated for sensory quality. It was found that the best amount of pomelo juice to replace water in plum sauce was 50% and the best amount of pomelo peel to supplement plum sauce was 15 %. The chemical analysis shows that the developed plum sauce recipe using pomelo juice and pomelo pulp has a moisture content of 28.55%, protein content of 0.27%, fat content of 0.71%, ash content of 1.57%, carbohydrate content of 68.90%, and dietary fiber content of 95% and the pH value is 3.11. As for the physical quality analysis results, it was found that the brightness value (L*), red value (a*), and yellow value (b*) were equal to 31.43, 7.60, 19.47, respectively. The viscosity value Viscosity is equal to 11.0 cP.

Keywords: Plum Sauce; Pomelo Juice; Pomelo Pulp

** Corresponding Author. Tel.: +664 240 9666, E-mail Address: suthida.k@rmutp.ac.th*

1. บทนำ

ส้มโอเป็นผลไม้ที่ขึ้นชื่อของจังหวัดนครปฐม โดยสายพันธุ์ที่นิยมกันมาก คือ ขาวน้ำผึ้ง และด้วยรสชาติที่หวานอร่อย เป็นผลไม้ตระกูลส้ม และเป็นหนึ่งในผลไม้เศรษฐกิจที่นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลาย ส้มโอสามารถให้ผลผลิตได้ตลอดทั้งปี เนื้อส้มโอเป็นแหล่งของสารอาหารที่สำคัญ มีสรรพคุณทางยา และวิตามินซีสูง จึงทำให้ผู้นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั้งในและต่างประเทศ ส่งผลให้ส้มโอกลายเป็นผลไม้เศรษฐกิจส่งออกที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย [1] ในปี 2565 มีปริมาณการส่งออกทั้งหมด 138,009 ตัน มูลค่า 123,499,728 ดอลลาร์สหรัฐ [2] โดยส่วนใหญ่นิยมบริโภคเนื้อของส้มโอเป็นหลัก ส่วนเปลือกนิยมนำมาแปรรูปโดยการแช่อิ่ม หรือเชื่อม แต่อย่างไรก็ตามเปลือกส้มโอก็ยังคงเป็นวัตถุดิบที่ถูกทิ้งในปริมาณมาก ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ ทั้งที่เปลือกของส้มโอสามารถนำไปใช้ประโยนช์ได้เช่นกัน มีการศึกษาพบว่าเปลือกส้มโอส่วนขาวมีปริมาณใยอาหารสูงร้อยละ 16.05-21.87 และมีค่าประสิทธิภาพสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน เท่ากับ 1.27-1.46 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร [3] มีทั้งใยอาหารที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ ซึ่งใยอาหารนั้นมีส่วนช่วยในการควบคุมน้ำหนักตัว ชะลอการดูดซึมของระดับน้ำตาลในเลือด ป้องกันการท้องผูก และลดความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งลำไส้ได้ นอกจากเปลือกส้มโอมีใยอาหารในปริมาณที่มากแล้ว เปลือกส้มโอยังมีสารสำคัญอีกอย่างหนึ่ง คือ นารินจิน (Naringin) ซึ่งเป็นสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) โดยสารชนิดนี้มีคุณสมบัติในการยับยั้งการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็ง ลดระดับน้ำตาลในเลือด และป้องกันการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือดหัวใจ [4]

ในปี 2564 ตลาดซอสและเครื่องปรุงรสทั่วโลกมีมูลค่ากว่า 35,000 ล้านเหรียญสหรัฐฯ และคาดว่าจากปี 2565 ถึง 2573 จะมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีร้อยละ 5.6 ทั้งนี้ปัจจัยสำคัญที่ผลักดันการเติบโตของตลาดซอสและเครื่องปรุงรสนี้มาจากการรับรู้ถึงประโยชน์ของส่วนผสมที่เป็นเครื่องเทศและสมุนไพร แนวโน้มจำนวนคนที่ทำอาหารที่บ้านที่เพิ่มขึ้น โดยมีเอเชียเป็นตลาดส่งออกหลัก [5] ซึ่งพฤติกรรมการบริโภคของมนุษย์ในปัจจุบันนี้ ส่วนใหญ่ไม่ต้องการความซ้ำซากและจำเจ ในปัจจุบัน สังคมเมืองเริ่มเข้าสู่วิถีชีวิตที่เร่งรีบ ต้องการอาหารที่รับประทานง่าย ใช้เวลาในการปรุงประกอบที่รวดเร็ว และเพื่อลดขั้นตอนการปรุงประกอบอาหารที่ยุ่งยาก ทำให้ผู้บริโภคหันมาพึ่งพาอาหารสำเร็จรูปเพิ่มมากขึ้น การพัฒนาซอสสำเร็จรูปมาใช้ในการปรุงอาหารเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งนอกจากจะช่วยลดเวลาการปรุงประกอบอาหารแล้ว ผลิตภัณฑ์ซอสสำเร็จรูปยังมีอายุการเก็บรักษาที่นานกว่าอาหารสดทั่วไป ซึ่งสะดวกต่อการขนส่ง และการจัดจำหน่าย เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่อุตสาหกรรมอาหารไทยในการส่งออกผลิตภัณฑ์ในอนาคตอีกด้วย ซอสบ๊วยเจี่ย เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทหนึ่งที่ให้รสเปรี้ยวหวาน ใช้ในอาหารจีน เป็นน้ำจิ้มสำหรับอาหารทอด เช่น เปาะเปี๊ยะ ไข่ม้วน ฮ่อยจ๊อ ไก่ทอด กุ้งทอด ลูกชิ้นทอด เป็นสินค้าเครื่องปรุงรสอาหารได้รับความต้องการในตลาดอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีแนวโน้มเติบโตในระยะยาว

ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จึงนำส้มโอมาแปรรูปในผลิตภัณฑ์ซอสบ๊วยเจี่ย เพื่อพัฒนาซอสบ๊วยเจี่ยให้มีรูปแบบใหม่ โดยใช้น้ำส้มโอและเปลือกส้มโอ ให้เป็นซอสอเนกประสงค์ใช้สำหรับเป็นเครื่องจิ้มอาหารประเภททอด นำชงเป็นเครื่องดื่มได้ หรือราดบนไอศกรีม เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่เปลือกส้มโอ และเพื่อเป็นแนวทางในการใช้น้ำส้มโอเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ซอสบ๊วยเจี่ย

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 วัตถุดิบและการเตรียมวัตถุดิบ

วัตถุดิบในการทำซอสบ๊วยเจี่ย ได้แก่

1) เนื้อบ๊วยดอง (ตรามังกร, ประเทศไทย)

2) น้ำบ๊วยดอง (ตรามังกร, ประเทศไทย)

3) น้ำส้มสายชูกลั่น 5 % (ตรา อสร, ประเทศไทย)

4) น้ำตาลทราย (ตรามิตรผล, ประเทศไทย) และน้ำเปล่า

2.1.1 ขั้นตอนการเตรียมซอสบ๊วยเจี่ย

1) ชั่งส่วนผสมตามสูตร

2) ปั่นส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกัน โดยใช้เครื่องปั่นของเหลว (Cuizimate Rbsproblen, ประเทศไทย) กำลังไฟ 1500 วัตต์ ความเร็วในการปั่น ระดับ 4 เป็นเวลา 2 นาที

3) ตั้งบนเตาแม่เหล็กไฟฟ้า (Electrolux, ประเทศไทย) กำลังไฟ 2,000 วัตต์ ใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส แล้วเคี่ยวเป็นเวลา 30 นาที จนข้นหนืด ยกออกจากเตา พักทิ้งไว้จนเย็น ตักใส่ภาชนะ

2.1.2 การเตรียมน้ำส้มโอ

น้ำส้มโอเตรียมจากเนื้อส้มโอส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง (Citrus Maxima Burm.f.) จังหวัดนครปฐม ปอกเปลือกส้มโอ แกะเมล็ดออก เอาเฉพาะส่วนเนื้อ นำเนื้อส้มโอมาแช่ในน้ำเกลือที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 (โดยน้ำหนัก) เป็นระยะเวลา 30 นาทีเพื่อลดความขม ล้างน้ำเปล่า 2 รอบ จากนั้นนำเนื้อส้มโอมาเข้าเครื่องปั่นของเหลว (Cuizimate Rbsproblen, ประเทศไทย) กำลังไฟ 1500 วัตต์ ปั่นให้ละเอียดความเร็วในการปั่น ระดับ 5 เวลา 10 นาที

2.1.3 การเตรียมเปลือกส้มโอส่วนสีขาว

เตรียมส้มโอ ปอกเปลือกส่วนสีเขียวออก ใช้เฉพาะส่วนสีขาว (Albedo) โดยนำไปขยำกับเกลือความเข้มข้นร้อยละ 50 พักไว้เป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบเวลาล้างน้ำเปล่า 5 ลิตร ต่อเปลือกส้มโอ 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 10 นาที ทำซ้ำ 5 รอบ เพื่อลดความขมและความเค็มของเกลือ นำเปลือกส้มโอห่อผ้าขาวบาง แล้วบิดน้ำออกจนแห้ง จากนั้นนำหั่นบางเป็นชิ้นขนาด 2×2×2 มิลลิเมตร นำเข้าเตาอบลมร้อน (Dryer Machine O.V.D series 15 trays, ประเทศไทย) เพื่อไล่ความชื้นด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นปั่นให้ละเอียด โดยใช้เครื่องบดสับอาหาร (Robot coupe able-Top Cutter Mixer 2.9 ลิตร, ประเทศไทย) กำลังไฟ 550 วัตต์

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มโอและเปลือกส้มโอที่ใช้ในการเตรียมซอส ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร และพลังงานทั้งหมด โดยวิธีของ AOAC (2019) [6]

2.2 การคัดเลือกซอสบ๊วยเจี่ยสูตรพื้นฐานที่เหมาะสม

คัดเลือกสูตรพื้นฐานซอสบ๊วยเจี่ยโดยทำซอสบ๊วยเจี่ยสูตรพื้นฐาน 3 สูตร ดังตารางที่ 1 เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนำมาใช้ในการพัฒนาน้ำส้มโอและเปลือกส้มโอในซอสบ๊วยเจี่ยต่อไป และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของซอสบ๊วยเจี่ยทั้ง 3 สูตร

ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานของซอสบ๊วยเจี่ย จำนวน 3 สูตร

วัตถุดิบ	**น้ำหนักวัตถุดิบ (กรัม)**		
	สูตรที่ 1	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
เนื้อบ๊วยดอง	16	64	6
น้ำตาลทรายขาว	200	187	100
น้ำส้มสายชู	50	114	-
น้ำเปล่า	150	45	60
น้ำบ๊วยดอง	12	12	-
เกลือ	-	3	-

โดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสทดสอบโดยนำสูตรซอสบ๊วยเจี่ยพื้นฐานที่ได้รับการคัดเลือกจำนวน 1 สูตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design (RCBD) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนน

ความชอบ 9 ระดับ (9–Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ชิมที่เป็นอาจารย์และนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการที่ผ่านการฝึกฝนในการชิม จำนวน 80 คน เพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานสำหรับพัฒนาซอสบ๊วยเจี่ยเสริมน้ำส้มโอและเปลือกส้มโอต่อไป

2.3 การพัฒนาซอสบ๊วยเจี่ยเสริมน้ำส้มโอและเปลือกส้มโอ

2.3.1 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของน้ำส้มโอทดแทนน้ำเปล่าในซอสบ๊วยเจี่ย

นำสูตรพื้นฐานที่ได้รับการคัดเลือกมาศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของน้ำส้มโอทดแทนน้ำเปล่าในซอสบ๊วยเจี่ย 4 สูตร คือ ซอสบ๊วยเจี่ยที่ใช้น้ำเปล่า (ร้อยละ 0) เป็นสูตรควบคุม และสูตรร้อยละ 25 50 75 ของน้ำหนักส่วนผสมน้ำเปล่าทั้งหมด จากนั้นนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อนำไปศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของเปลือกส้มโอเสริมในซอสบ๊วยเจี่ยต่อไป

2.3.2 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของเปลือกส้มโอเสริมในซอสบ๊วยเจี่ย

นำปริมาณที่เหมาะสมของน้ำส้มโอทดแทนน้ำเปล่าในซอสบ๊วยเจี่ยที่ได้รับการคัดเลือกมาศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของเปลือกส้มโอที่ใช้เสริมในซอสบ๊วยเจี่ย 4 สูตร คือ ร้อยละ 0 10 15 และ 20 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด จากนั้นนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพและประสาทสัมผัสของซอสบ๊วยเจี่ยสูตรควบคุมกับสูตรที่พัฒนาซอสบ๊วยเจี่ยจากน้ำส้มโอและเปลือกส้มโอต่อไป

2.3.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพและประสาทสัมผัสของซอสบ๊วยเจี่ยสูตรควบคุมกับสูตรที่พัฒนาซอสบ๊วยเจี่ยจากน้ำส้มโอและเปลือกส้มโอ

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของซอสบ๊วยเจี่ยแต่ละสูตร ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร และพลังงานทั้งหมด โดยวิธีของ AOAC (2019) คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่

- ค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter (รุ่น PH 818 Smart Sensor, China)

- ค่าสีระบบ CIE (L*, a*, b*) ด้วยเครื่องวัดสี (Colormeter) (ColorFlex EZ, Hunter Associates Laboratory Inc., USA)

- ค่าความหนืด (Viscosity) ด้วยเครื่องวัดค่าความหนืดที่มีหัวเข็ม Small Sample เบอร์ 21 ความเร็วรอบ 6 rpm ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (รุ่นLVDL-21 Brookfield, USA)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสทดสอบโดยนำสูตรซอสบ๊วยเจี่ยพื้นฐานที่ใช้น้ำเปล่า (ร้อยละ 0) และสูตรที่พัฒนาซอสบ๊วยเจี่ยจากน้ำส้มโอและเปลือกส้มโอ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design (RCBD) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9–Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ชิมที่เป็นอาจารย์และนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการที่ผ่านการฝึกฝนในการชิม จำนวน 80 คน

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ การทดลองใช้แผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ผลการวิเคราะห์และอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มโอและเปลือกส้มโอ

จากการทดสอบทางเคมีของน้ำส้มโอและเปลือกส้มโอที่ใช้ในการเตรียมทำซอส ในปริมาณ 100 กรัม

พบว่าปริมาณความชื้น โปรตีน เถ้า คาร์โบไฮเดรตรวม ใยอาหาร พลังงานต่อ 100 กรัม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนไขมันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยน้ำส้มโอมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรตรวม และใยอาหาร เท่ากับร้อยละ 89.80 0.53 0.00 0.60 9.04 และ 1.75 ตามลำดับ และให้พลังงานต่อ 100 กรัมเท่ากับ 38.28 กิโลแคลอรี ส่วนเปลือกส้มโอพบว่า มีปริมาณความชื้น โปรตีน เถ้า คาร์โบไฮเดรตรวม และใยอาหาร เท่ากับร้อยละ 57.23 0.86 0.00 1.54 40.37 และ 21.39 ตามลำดับ และให้พลังงานต่อ 100 กรัมเท่ากับ 164.92 กิโลแคลอรี ดังตารางที่2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มโอ และเปลือกส้มโอในปริมาณ 100 กรัม

องค์ประกอบทางเคมี	น้ำส้มโอ	เปลือกส้มโอ
ความชื้น (ร้อยละ)	$89.80^{a} \pm 2.10$	$57.23^{b} \pm 1.21$
โปรตีน (ร้อยละ)	$0.53^{b} \pm 0.00$	$0.86^{a} \pm 0.01$
ไขมัน (ร้อยละ)^{ns}	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
เถ้า (ร้อยละ)	$0.60^{b} \pm 0.02$	$1.54^{a} \pm 0.02$
คาร์โบไฮเดรตรวม (ร้อยละ)	$9.04^{b} \pm 0.02$	$40.37^{a} \pm 0.15$
ใยอาหาร (ร้อยละ)	$1.75^{b} \pm 0.01$	$21.39^{a} \pm 0.87$
พลังงานต่อ 100 กรัม (กิโลแคลอรี)	$38.28^{b} \pm 1.25$	$164.92^{a} \pm 3.69$

หมายเหตุ : $^{a, b}$ หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและค่าความแตกต่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรพื้นฐานซอสบ๊วยเจี่ย จำนวน 3 สูตร

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ	**$7.70^{a} \pm 0.85$**	$6.85^{b} \pm 0.80$	$6.90^{b} \pm 0.90$
สี	**$7.85^{a} \pm 0.80$**	$7.20^{b} \pm 0.68$	$6.92^{b} \pm 0.79$
กลิ่น	**$8.05^{a} \pm 0.87$**	$7.25^{ab} \pm 0.70$	$6.82^{b} \pm 0.74$
รสชาติ	**$7.47^{a} \pm 0.84$**	$6.80^{b} \pm 0.72$	$6.75^{b} \pm 0.70$
เนื้อสัมผัส	**$8.05^{a} \pm 0.87$**	$7.25^{ab} \pm 0.70$	$6.90^{b} \pm 0.77$
ความชอบโดยรวม	**$8.00^{a} \pm 0.64$**	$7.02^{b} \pm 0.76$	$6.97^{b} \pm 0.8$

หมายเหตุ : $^{a, b}$ หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3.2 ผลการคัดเลือกซอสบ๊วยเจี่ยสูตรพื้นฐานที่เหมาะสม

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้ชิมให้การยอมรับสูงที่สุดในสูตรที่ 1 ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีคะแนนเฉลี่ยที่ 7.70 7.85 8.05 7.47 8.05 และ 8.00 ตามลำดับ ดังตารางที่ 3 ซึ่งอยู่ในระดับความชอบ

ปานกลางถึงชอบมาก มีลักษณะของซอสบ๊วยเจี่ยเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน [7] คือ ซอสต้องเป็นของเหลวข้น ไม่ตกผลึก มีเนื้อบ๊วยแขวนลอยสม่ำเสมอ ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของซอสบ๊วยเจี่ยและส่วนประกอบที่ใช้ มีกลิ่นหอมของบ๊วยดอง ไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นรสเปรี้ยวบูด ส่วนสูตรที่ 2 และ 3 มีความเหลวมากไม่ข้น เมื่อนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 1 เป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาปริมาณการใช้น้ำส้มโอทดแทนน้ำเปล่าในซอสบ๊วยเจี่ยในขั้นตอนต่อไป ดังตารางที่ 3

3.3 ผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของน้ำส้มโอทดแทนน้ำเปล่าในซอสบ๊วยเจี่ย

จากตารางที่ 4 ผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของน้ำส้มโอทดแทนน้ำเปล่าในซอสบ๊วยเจี่ยพบว่าผู้ชิมให้การยอมรับการใช้น้ำส้มโอทดแทนน้ำเปล่าในซอสบ๊วยเจี่ยร้อยละ 50 ไม่แตกต่างจากสูตรร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.08 7.89 8.02 7.97 7.98 และ 8.00 ตามลำดับ โดยเมื่อปริมาณน้ำส้มโอเพิ่มมากขึ้น ซอสบ๊วยเจี่ยที่ได้จะมีสีที่เข้มขึ้น มีความขมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากในส้มโอมีสารให้รสขมอยู่ตามธรรมชาติ เกิดจากนารินจิน[8] และสารประกอบลิโมนอยด์ ซึ่งก่อให้เกิดกลิ่นและรสชาติเฉพาะของส้มโอ [9] ทำให้เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำส้มโอมากขึ้นส่งผลให้ซอสบ๊วยเจี่ยมีกลิ่นรสที่ขมมากขึ้น ผู้ชิมจึงให้คะแนนความชอบลดลง นอกจากนี้ปริมาณน้ำส้มโอที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ซอสบ๊วยมีความหนืดเพิ่มขึ้นจากใยอาหารในน้ำส้มโอ โดยจากตารางที่ 2 น้ำส้มโอ 100 กรัม มีใยอาหารร้อยละ 1.75 ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกสูตรร้อยละ 50 เป็นปริมาณ สูงสุดที่น้ำส้มโอสามารถใช้ทดแทนน้ำเปล่าในซอสบ๊วยเจี่ยและนำมาศึกษาการใช้เปลือกส้มโอเสริมในซอสบ๊วยเจี่ยในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและค่าความแตกต่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มโอทดแทนน้ำเปล่าในซอสบ๊วยเจี่ยจำนวน 4 สูตร

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	สูตรที่ 1 (ร้อยละ 0)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ 25)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ 50)	สูตรที่ 4 (ร้อยละ 75)
ลักษณะปรากฏ	$8.15^{a}\pm0.78$	$8.10^{a}\pm0.84$	**$8.03^{a}\pm0.80$**	$7.65^{b}\pm0.75$
สี	$7.97^{a}\pm0.97$	$8.00^{a}\pm0.92$	**$7.89^{a}\pm0.76$**	$7.50^{b}\pm0.99$
กลิ่น	$7.94^{a}\pm0.95$	$7.99^{a}\pm0.63$	**$8.02^{a}\pm0.68$**	$7.50^{b}\pm0.94$
รสชาติ	$8.09^{a}\pm0.45$	$8.01^{a}\pm0.58$	**$7.97^{a}\pm0.47$**	$6.92^{b}\pm0.65$
เนื้อสัมผัส	$8.15^{a}\pm0.63$	$7.98^{a}\pm0.89$	**$7.98^{a}\pm0.93$**	$7.50^{b}\pm0.78$
ความชอบโดยรวม	$8.18^{a}\pm0.97$	$8.07^{a}\pm0.67$	**$8.00^{a}\pm0.64$**	$7.27^{b}\pm0.69$

หมายเหตุ : ^{a,b} หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.0$)

3.4 ผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของเปลือกส้มโอเสริมในซอสบ๊วยเจี่ย

ค่าเฉลี่ยและค่าความแตกต่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสของการใช้เปลือกส้มโอเสริมซอสบ๊วยเจี่ยจำนวน 4 สูตร พบว่าผู้ชิมให้การยอมรับสูตรร้อยละ 15 ไม่แตกต่างจากสูตรร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ย 7.65 7.87 7.02 8.02 7.45 และ 8.00

ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่า ด้านกลิ่นในทุกระดับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยเมื่อเพิ่มปริมาณเปลือกส้มโอในซอสบ๊วยเจี่ยมากขึ้นจะทำให้ซอสบ๊วยมีความข้นหนืดมากขึ้น เนื่องจากเพคตินที่ได้จากเปลือกส้มโอเป็นใยอาหารชนิดละลายน้ำ [10] เมื่อละลายน้ำหรือละลายในตัวทำละลายแล้วจะเกิดการขยายตัวของพอลิเมอร์ทำให้เกิดความหนืดขึ้น ทั้งในด้านการละลาย และการอุ้มน้ำ ทั้งนี้ ความหนืดของเพคตินจะมีความแตกต่างกันตามชนิดหรือวัตถุดิบที่ผลิต ความเข้มข้น และปริมาณแคลเซียม รวมถึงความเป็นกรดด่าง เมื่อเพคตินในเปลือกส้มโอผสมรวมกับส่วนผสมซอสบ๊วยเจี่ย เพคตินจะเกิดการพองตัวและคลายตัวเมื่อได้รับความร้อนสูงขึ้น จึงทำให้เนื้อสัมผัสมีความข้นหนืดและเกิดเจล ในด้านรสชาติมีรสขมอยู่เล็กน้อย เนื่องจากในเปลือกส้มโอมีสารลิโมนินและนารินจินที่ทำให้เกิดรสขมเหลืออยู่ เมื่อเพิ่มปริมาณเปลือกส้มโอมากจะทำให้มีรสขมที่มากขึ้น [11] จึงทำให้ผู้ชิมให้คะแนนการเสริมเปลือกส้มโอในซอสบ๊วยเจี่ยที่ร้อยละ 20 ลดลง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกสูตรเปลือกส้มโอร้อยละ 15 เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดที่ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและค่าความแตกต่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสของการเสริมเปลือกส้มโอในซอสบ๊วยเจี่ย จำนวน 4 สูตร

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	สูตรที่ 1 (ร้อยละ 0)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ 10)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ 15)	สูตรที่ 4 (ร้อยละ 20)
ลักษณะปรากฏ	$7.72^{a}\pm0.89$	$7.69^{a}\pm0.83$	**$7.65^{a}\pm0.89$**	$6.85^{b}\pm0.80$
สี	$7.60^{a}\pm0.65$	$7.62^{a}\pm0.87$	**$7.87^{a}\pm0.79$**	$7.32^{b}\pm0.68$
กลิ่น^{ns}	7.20 ± 0.82	7.25 ± 0.89	**7.02 ± 0.83**	6.97 ± 0.76
รสชาติ	$8.05^{a}\pm0.89$	$8.00^{a}\pm0.95$	**$8.02^{a}\pm0.86$**	$7.30^{b}\pm0.75$
เนื้อสัมผัส	$7.50^{a}\pm0.82$	$7.42^{a}\pm0.89$	**$7.45^{a}\pm0.87$**	$6.80^{b}\pm0.72$
ความชอบโดยรวม	$8.02^{a}\pm0.86$	$7.96^{a}\pm0.97$	**$8.00^{a}\pm0.64$**	$7.27^{b}\pm0.71$

หมายเหตุ : ^{a,b} หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

3.5 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพและคุณภาพทาง ประสาทสัมผัสของซอสบ๊วยเจี่ยสูตรควบคุม และสูตรที่พัฒนาซอสบ๊วยเจี่ยจากน้ำส้มโอและเปลือกส้มโอ

นำซอสบ๊วยเจี่ยสูตรควบคุม (ร้อยละ 0) และสูตรที่พัฒนาซอสบ๊วยเจี่ยจากน้ำส้มโอ (ร้อยละ50) และเปลือกส้มโอ (ร้อยละ 15) ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า การใส่น้ำส้มโอและเปลือกส้มโอทำให้ซอสมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นกว่าสูตรควบคุมที่ร้อยละ 36.17 ส่วนโปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรตรวม และใยอาหาร มีปริมาณเพิ่มขึ้นที่ร้อยละ 0.27 0.71 1.57 68.90 และ 1.95 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากเปลือกส้มโอมีคุณสมบัติเป็นใยอาหาร จึงส่งผลทำให้ปริมาณใยอาหารในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ส่วนโปรตีนและไขมันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังตารางที่ 6 มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ [12] การศึกษาทางเคมีระหว่างแป้งขนมเทียนสูตรพื้นฐาน

และแป้งขนมเทียนเสริมผงเปลือกส้มโอ พบว่าสูตรที่เสริมผงเปลือกส้มโอมีความชื้นมากขึ้นเนื่องจากเปลือกส้มโอมีความสามารถในการอุ้มน้ำอยู่มากของหมู่ไฮดรอกซิลอิสระเป็นจำนวนมาก ซึ่งสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับน้ำ ปริมาณไขมันลดลง มีโปรตีนลดลง ปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้นเนื่องจากผงเปลือกส้มโอมีใยอาหารจำนวนมาก ส่วนค่า pH เพิ่มขึ้น อยู่ที่ 11.0 cP และสอดคล้องกับงานวิจัยของ [13] เมื่อเพิ่มปริมาณเปลือกทุเรียนผง ส่งผลให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น และมีค่าความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อาจเนื่องมาจากอนุภาคของเปลือกทุเรียนขัดขวางการไหลของน้ำมังคุด จึงทำให้ความหนืดของน้ำมังคุดเพิ่มขึ้น

ส่วนผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของซอสบ๊วยเจี่ยสูตรพื้นฐาน และซอสบ๊วยเจี่ยจากน้ำส้มโอและเปลือกส้มโอ พบว่าการใส่น้ำส้มโอและเปลือกส้มโอทำให้ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ส้มโอ ค่าความข้นหนืดเพิ่มขึ้นอยู่ที่ร้อยละ 31.43 7.60 19.47 และ 3.11 ตามลำดับ [14] ซึ่งเปลือกส้มโอต้มมีพีเอชสูงกว่าเปลือกส้มโอดิบ เนื่องจากการต้มทำสูญเสียกรดอินทรีย์เปลือกส้มโอต้มจะมีสีซีดลงสีความสว่าง (*L**) เพิ่มขึ้น และเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอเมื่อผสมกับส่วนผสมที่มีสภาพเป็นกรดจากน้ำส้มโอและน้ำส้มสายชูด่างจากเกลือจึงทำให้เกิดความหนืดขึ้นมากขึ้นส่งผลให้ค่าความหนืดเพิ่มขึ้นดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คุณภาพทางเคมี กายภาพของซอสบ๊วยเจี่ยสูตรควบคุม และซอสบ๊วยเจี่ยสูตรที่ใช้น้ำส้มโอและเสริมเปลือกส้มโอ

คุณสมบัติ	**สูตรควบคุม**	**ซอสบ๊วยเจี่ยสูตรที่ใช้น้ำส้มโอ (ร้อยละ50) และเสริมเปลือกส้มโอ (ร้อยละ 15)**
คุณภาพทางเคมี		
ความชื้น (ร้อยละ)	$28.55^{b} \pm 0.5$	$36.17^{a} \pm 0.2$
โปรตีน (ร้อยละ)^{ns}	0.22 ± 0.01	0.27 ± 0.01
ไขมัน (ร้อยละ)^{ns}	0.72 ± 0.01	0.71 ± 0.00
เถ้า (ร้อยละ)	$1.36^{b} \pm 0.02$	$1.57^{a} \pm 0.01$
คาร์โบไฮเดรตรวม (ร้อยละ)	$61.53^{b} \pm 0.1$	$68.90^{a} \pm 0.5$
ใยอาหาร (ร้อยละ)	$1.21^{b} \pm 0.03$	$1.95^{a} \pm 0.01$
ค่า pH	$2.16^{b} \pm 0.02$	$3.11^{a} \pm 0.01$
คุณภาพทางกายภาพ		
ค่าสี		
L*	$16.31^{b} \pm 0.05$	$31.43^{a} \pm 0.02$
a*	$2.08^{b} \pm 0.06$	$7.60^{a} \pm 0.06$
b*	$11.43^{b} \pm 0.08$	$19.47^{a} \pm 0.08$
ค่าความข้นหนืด (cP)	4.5^{b}	11.0^{a}

หมายเหตุ : $^{a, b}$ หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4. สรุป

ส้มโอเป็นผลไม้ที่ถูกนำไปใช้ในอาหารที่ยังไม่หลากหลาย เนื่องจากมีรสชาติที่ขม ทำให้ผู้บริโภคไม่ให้การยอมรับ นอกจากนี้เปลือกส้มโอยังเป็นของเหลือทิ้งซึ่งเปลือกส้มโอมีใยอาหารประเภทเพคตินจำนวนมาก จึงมีการนำน้ำส้มโอและเปลือกส้มโอส่วนสีขาวมาใส่ในซอสบ๊วยเจี่ย โดยมีส่วนผสมดังนี้ เนื้อบ๊วยดองร้อยละ 3.5 น้ำตาลทรายร้อยละ 46 น้ำส้มสายชูร้อยละ 47 น้ำเปล่าร้อยละ 1.1 น้ำบ๊วยดองร้อยละ 2 และเกลือร้อยละ 0.4 โดยใช้น้ำส้มโอทดแทนน้ำเปล่าที่ระดับร้อยละ 50 และเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอที่ระดับร้อยละ 15 เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ซอสบ๊วยเจี่ยที่มีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้น และมีกลิ่นรสของส้มโอซึ่งก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ซอสชนิดใหม่ที่สามารถใส่ในอาหารที่หลากหลายมากขึ้น แต่การนำส้มโอมาใช้ในอาหารยังมีข้อจำกัดในด้านรสชาติที่ขม ทำให้ใส่ในผลิตภัณฑ์อาหารได้น้อย

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Ch. Nipawan, U. Thirasak and S. Narin. *“A Study of Wisdom, and Conservation and Revival of the Way of Life of Pomelo Farmers in the Nakhon Chai Si River Basin,” The Golden Teak: Humanity and Social Science Journal*, vol. 24, no. 1, pp. 181-198, 2018.

[2] S. Wanpen, L. Montra and S. Paweena, *“Pork Stick Supplemented with Pomelo Albedo Fiber,” VRU Research and Development JournalScience and Technology*, vol. 9, no. 2, pp. 8-18, 2014.

[3] Ch. Saowapa, Th. Thiraphong, S. Sujarit j, Ch. Romran and Kh. Uraiwan, *“Evaluation of Active Ingredients in the Flavonoids and Anthocyanins Group of Tongdee Pomelo. Honey White White Cucumber Varieties big white breed and Siamese ruby varieties grown in Thailand: a complete report. Office of the Science Promotion Commission Research and Innovation,”* National Research Council of Thailand, 2010.

[4] S. Phinsuda and M. Wachirawadee. *“Effect of Naringin on Hepatic Oxidative Stressin High-fructose Fed-rats,” Thai Science and Technology Journal (TSTJ)*, vol. 29, no. 2, pp. 341-350, 2021.

[5] Food Intelligent Center (2022 May, 4). Market Intelligence. [Online]. Available: https://fic.nfi.or.th

[6] The Association of Official Analytical Chemists, 17th ed. , Official Method of Analysis of AOAC International, 2019.

[7] Thai Industrial Standards Institute 291, *“Sweet and sour plum sauce,”* TISI Library, pp. 1-15, 2004.

[8] S. Umaporn, R. Benjamas and J. Anuvat, “Pomelo juice debittering,” *Agricultural Science Journal*, vol. 34, no. 4-6, pp. 100-103, 2003.

[9] S. Wanpen, “Supplementation of Fiber from Pomelo Albedo in Moo-Yaw.” Food Science and TechnologyProgram, Faculty of Science

and Technology, Nakhon Pathom Rajhabhat University, pp. 1-8, 2000.

[10] J. Ronnachai, S. Sarun and D. Wichittra, *"Product development of cookies supplemented with extracted pomelo peel pectin, " Journal of Roi Et Rajabhat University: Science and Technology*, vol. 1, no. 2, 2020.

[11] T. Janya. *"Development of Kkanom Sommanat Supplemented with Pomelo Albedo Fibers." Research and Development Journal Science and Technology*, vol. 16, no. 1, pp. 1-15, 2021.

[12] P. Rangsima, T. Pheerapong, S. Kunchaya and I. Wirachaya, *"Using the Pomelo Albedo as Hydrocolloid Substance in Frozen Kha – Nom Thien Flour,"* Research and development institute Kamphaeng Phet Rajabhat University Kamphaeng Phet: Kamphaeng Phet Rajabhat University, no. 4, pp. 986-993, 2017.

[13] J. Ronnachai, S. Sarun and D. Wichittra, *"Product development of cookies supplemented with extracted pomelo peel pectin," Journal of Roi Et Rajabhat University: Science and Technology,* vol. 1, no. 2, pp. 27-35, 2020.

[14] J. Ronnachai, S. Sarun and D. Wichittra, "Development of mangosteen juice mixed with durian rind powder," *Journal of Science and Technology Mahasarakham University*, vol. 1, no. 42, pp. 1-9, 2023.