

ผลของการใช้น้ำส้มซ่าและเสริมเปลือกส้มซ่าในผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบต่อคุณภาพทางกายภาพ และการยอมรับของผู้บริโภค

Effects of Using Bitter Orange Juice and Peel Supplementation in Crispy Jelly on Physical Qualities and Consumer Acceptance

บุญยาพร บุญแก้ว¹ สุพรรณษา สวัสดิ์กระวี¹ ดวงกมล แสงธีรกิจ^{2*} และกิตติยา วงศ์สกุลสุขกุล²
Bunyapon Bunkwae¹ Supansa Sawaskrawee¹ Duangkamon Sangteerakij² and
Kittiya Wongsakulsukool²

Received 19 ธันวาคม 2568 Revised 25 มีนาคม 2569 Accepted 16 เมษายน 2569

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบส้มซ่า ศึกษาปริมาณน้ำส้มซ่า และผิวส้มซ่าที่เหมาะสมต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ศึกษาปริมาณน้ำส้มซ่าที่เหมาะสมโดยทดแทนน้ำด้วยน้ำส้มซ่า ร้อยละ 10 20 และ 30 ตามลำดับ ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่า วุ้นกรอบที่มีอัตราส่วนน้ำส้มซ่าต่อน้ำ ร้อยละ 30:70 ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากนั้นศึกษาการเสริมผิวส้มซ่า ร้อยละ 0.5 1 และ 1.5 โดยคิดจากน้ำหนักของส่วนผสมทั้งหมด พบว่าวุ้นกรอบที่มีการเสริมผิวส้มซ่าที่ระดับร้อยละ 0.5 ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ มีค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 28.11 -1.16 และ 5.48 ตามลำดับ แสดงลักษณะสีเหลืองอมเขียวตามธรรมชาติ มีปริมาณความชื้นร้อยละ 6.85 และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เท่ากับ 0.77 ผลการประเมินการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 8.72 7.80 7.74 7.72 8.06 และ 8.20 ตามลำดับ งานวิจัยนี้จึงแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของส้มซ่าพืชพื้นบ้านของไทยที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวและสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ขนมไทยเพื่อเพิ่มมูลค่าได้

คำสำคัญ : ส้มซ่า, วุ้นกรอบ, ขนมไทย

¹ นักศึกษาปริญญาตรี, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

¹ Undergraduate, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University

² อาจารย์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

² Lecturer, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University

* ผู้ประสานงานนิพนธ์ e-mail: duangkamon@webmail.npru.ac.th

Abstract

This study aimed to develop crispy jelly (Wun Krob) using bitter orange (Som Sa) by investigating the appropriate amount of bitter orange juice and bitter orange peel to optimize the sensory evaluation and physical qualities of the product. The optimal amount of bitter orange was investigated by substituting water at 10%, 20%, and 30% levels, respectively. The sensory evaluation revealed that the crispy jelly formulation with the 70:30 water:bitter orange juice ratio had the highest flavor attribute, which was statistically significant ($p \leq 0.05$). Subsequently, a study on bitter orange peel supplementation at 0.5%, 1%, and 1.5%, based on ingredient weight, The bitter orange peel 0.5% supplementation had the highest scores for appearance, flavor, taste, texture and overall liking. The developed product exhibited the lightness (L^*), redness (a^*), and yellowness (b^*) values of 28.11, -1.16, and 5.48, respectively, reflecting a natural yellowish-green characteristic. It had a moisture content of 6.85% and a water activity (a_w) of 0.77. Consumer acceptance evaluation revealed that the average liking scores for appearance, color, flavor, taste, texture, and overall liking were 8.72, 7.80, 7.74, 7.72, 8.06, and 8.20, respectively. These findings highlight the potential of Som Sa, a distinctive Thai local crop, for value-added processing into innovative Thai desserts.

Keywords: Bitter Orange, Crispy Jelly, Thai Dessert

1. บทนำ

ส้มซ่า (*Citrus aurantium* L.) เป็นพืชสมุนไพรพื้นบ้านของไทยที่มีประวัติการใช้มาอย่างยาวนานตั้งแต่สมัยโบราณ มีลักษณะคล้ายกับมะกรูดหรือมะนาว แต่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวทั้งในด้านกลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์ และรสชาติที่มีความเปรี้ยวอมขมอ่อน ๆ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะที่ไม่สามารถทดแทนได้ด้วยพืชชนิดอื่น ในอดีตนิยมปลูกต้นส้มซ่าไว้ภายในบริเวณบ้านหรือสวน เพื่อใช้ประโยชน์ในครัวเรือน ทั้งในด้านอาหาร ยา และพิธีกรรมต่าง ๆ ผิวของผลส้มซ่ามีกลิ่นหอมเฉพาะตัว (Maksoud, S. et al., 2021) นิยมชูดผิวเพื่อแต่งกลิ่นในอาหารว่างไทย ขนมหวานไทย เช่น หมี่กรอบ ม้าฮ่อ และส้มฉุน เป็นต้น ส่วนของน้ำส้มซ่าสามารถนำมาใช้ปรุงรสในอาหารประเภทน้ำพริก หรือเครื่องต้มสมุนไพรให้มีรสชาติกลมกล่อมและสดชื่นยิ่งขึ้น โดยในผิวของส้มซ่านั้นมีสารลินาลูล (l-linalool) และซิโตรเนลลาล (Citronellal) เป็นองค์ประกอบสำคัญที่สร้างเอกลักษณ์เฉพาะตัว ทำให้เกิดกลิ่นหอมหวานและอ่อนโยนคล้ายดอกไม้และกลิ่นซิตรัส คล้ายกลิ่นมะกรูด (วรรณวรางค์ วัชรานานันท์ และคณะ, 2563; ณัฐิมา รอดขวัญ และวรรณิ จิรภาคย์กุล, 2559) นอกจากนี้ยังอุดมไปด้วยสารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย (วัฒนา อัจฉริยะโพธา

และคณะ, 2564) ในปัจจุบันพื้นที่เพาะปลูกส้มซ่าค่อนข้างจำกัด แต่พบว่ายังมีการปลูกในจังหวัด พิษณุโลก นนทบุรี และอุทัยธานี ทำให้ส้มซ่ากลายเป็นพืชที่เริ่มสูญหายไปจากวิถีชีวิตของคนไทยในยุคใหม่ ส่งผลให้ราคาของส้มซ่าสูงขึ้น และเมื่อเก็บเกี่ยวประมาณ 12-15 วัน ส้มซ่าจะเริ่มสุกเปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง (ศรีธญา เฟ่งผล และคณะ, 2564) ไม่สามารถนำมาใช้ปรุงในเมนูที่ต้องการผิวของส้มซ่าได้ ดังนั้นจึงเป็นอีกหนึ่งปัญหาที่ก่อให้เกิดข้อจำกัดต่อเกษตรกรในช่วงที่มีปริมาณผลผลิตเป็นจำนวนมากจนไม่สามารถจำหน่ายได้ทัน จึงถือเป็นโอกาสสำคัญในการนำส้มซ่ามาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร เพื่อยืดอายุการใช้งานและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสมุนไพรพื้นบ้านที่กำลังจะสูญหาย

วุ้นกรอบเป็นขนมที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย มักนิยมซื้อเป็นของฝากหรือรับประทานเป็นของว่าง ลักษณะของวุ้นกรอบมีหลายรูปแบบตามลายพิมพ์ เช่น ทรงสี่เหลี่ยม จัตุรัส รูปหัวใจหรือดอกไม้ ผิวด้านนอกมีน้ำตาลเคลือบเป็นเกล็ด ให้สีสวยงามและมีกลิ่นหอม รสสัมผัสกรอบนอกนุ่มใน รับประทานได้ง่าย จึงเหมาะกับผู้บริโภคทุกกลุ่ม วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการทำ ได้แก่ น้ำสะอาด ผงวุ้น น้ำตาลทราย สีสังเคราะห์ และแป้งท้าวยายม่อม เป็นต้น (อินทร์ธิดา หิรัญอัครวงศ์, 2557) วุ้นกรอบทั่วไปมีคุณค่าทางโภชนาการต่ำเนื่องจากมีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลัก และส่วนใหญ่ปรุงแต่งรสชาติด้วยกลิ่นสังเคราะห์ งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ และเพิ่มกลิ่นรสที่เป็นเอกลักษณ์จากส้มซ่า เพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พืชพื้นบ้านของไทย และส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์ในวงกว้างได้อีกด้วย

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานของวุ้นกรอบ
- 2.2 ศึกษาปริมาณของน้ำส้มซ่าและผิวของส้มซ่าที่เหมาะสมในการผลิตวุ้นกรอบ
- 2.3 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบส้มซ่า
- 2.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบส้มซ่า

3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 การศึกษาสูตรพื้นฐานของวุ้นกรอบ

3.1.1 คัดเลือกสูตรพื้นฐาน ของวุ้นกรอบจำนวน 3 สูตร สูตรที่ 1 ดัดแปลงจากสุปราณี แพรศิริ (2552) สูตรที่ 2 ดัดแปลงจากโอเพ่นไรซ์ (ม.ป.ป.) สูตรที่ 3 ดัดแปลงจากจิตรัตน นทวงศ์ และปรียาภรณ์ คลังสิริ (2558) ส่วนผสมแสดงดังตารางที่ 1 การผลิตวุ้นกรอบเริ่มจากการนำผงวุ้น (ยี่ห้อนางเงือก) แช่น้ำจากส่วนผสมเป็นเวลา 20 นาที แล้วนำขึ้นตั้งไฟกลาง (อุณหภูมิ 90 ± 2 องศาเซลเซียส) คนจนกระทั่งผงวุ้นละลายดีแล้วเติมน้ำตาลทรายลงไปเคี่ยวจนส่วนผสมเดือด 5 นาที จากนั้นนำลงมาพักไว้ 5 นาที เทส่วนผสมลงในพิมพ์ และนำไปแช่ในตู้เย็น เป็นเวลา 15 นาที เมื่อวุ้นเซตตัวดีแล้วนำมาแกะออกจากพิมพ์ นำเข้าเตาอบลมร้อนอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 ชั่วโมง จากนั้นนำมาพักไว้แล้วจึงนำไปบรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP ปิดสนิทเพื่อใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

3.1.2 ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยแบบทดสอบ 9-Points hedonic scale (Stone, H. & Sidel, J. L., 1993) กับผู้ทดสอบชิมทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จากการสุ่มโดยบังเอิญ จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นนักศึกษา และบุคลากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม เตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร น้ำหนัก 3 กรัม คุณลักษณะที่ทำการประเมินความชอบ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม จากนั้นคัดเลือกสูตรวุ้นกรอบพื้นฐานที่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดเพื่อพัฒนาเป็นวุ้นกรอบส้มซ่าในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานของวุ้นกรอบ

ส่วนผสม	สูตรที่ 1		สูตรที่ 2		สูตรที่ 3	
	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ
น้ำเปล่า	250	38	434	52	434	53
น้ำตาลทรายขาว	400	60	373	44	373	45
แป้งท้าวยายม่อม	-	-	21.1	3	-	-
ผงวุ้น	16.5	2	12.6	1	14.2	2

3.2 การศึกษาปริมาณของน้ำส้มซ่าที่เหมาะสมในการผลิตวุ้นกรอบส้มซ่า

ศึกษาการทดแทนน้ำเปล่าด้วยน้ำส้มซ่าที่เหมาะสมโดยแปรผันปริมาณของน้ำส้มซ่าต่อน้ำเปล่าในอัตราส่วนร้อยละ 10:90 20:80 และ 30:70 คัดเลือกอัตราส่วนของน้ำส้มซ่าที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากสูตรที่ได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิมสูงที่สุดไปพัฒนาในขั้นตอนต่อไป คือ การเสริมผิวของส้มซ่าลงในผลิตภัณฑ์

3.2.1 วัตถุดิบ งานวิจัยนี้ใช้ผลส้มซ่าตกละเอียดจากไร่ศรีธัญญ์ อำเภอหนองขาหย่าง จังหวัดอุทัยธานี (ควบคุมวัตถุดิบโดยวัดค่าความเป็นกรดต่างของน้ำส้มซ่าที่ใช้ในการทดลองให้อยู่ในช่วงระหว่าง 2.7 ± 2 และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 14.03 ± 0.15)



ภาพที่ 1 ส้มซ่าตกละเอียดที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 ขั้นตอนการผลิตวุ้นกรอบส้มซ่า การผลิตเริ่มจากการนำผงวุ้นแช่ในน้ำสะอาดเป็นเวลา 20 นาที แล้วนำขึ้นตั้งไฟกลางคนจนกระทั่งผงวุ้นละลายดีแล้วเติม

น้ำตาลทรายลงไปเคี่ยวจนส่วนผสมเดือด จากนั้นนำลงมาพักไว้ 5 นาที และใส่น้ำส้มช่าลงไปคนให้เข้ากัน เทส่วนผสมลงในพิมพ์ และนำไปแช่ในตู้เย็นเป็นเวลา 15 นาที เมื่อวุ้นเซตตัวดีแล้ว นำมาแกะออกจากพิมพ์ นำเข้าเตาอบลมร้อน อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 ชั่วโมง จากนั้นนำมาพักไว้แล้วจึงนำไปบรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP ปิดสนิทเพื่อใช้ในการทดลอง

3.2.2 ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ตามวิธีการข้อที่ 3.1.2

3.3 ศึกษาปริมาณของผิวส้มช่าที่เหมาะสมในการผลิตวุ้นกรอบส้มช่า

ศึกษาการเสริมผิวของส้มช่าโดยหั่นผิวส้มช่าเฉพาะส่วนสีเขียว นำมาซอยและสับเป็นชิ้นละเอียด เสริมในวุ้นกรอบส้มช่าโดยแปรผันอัตราส่วนของผิวส้มช่า ร้อยละ 0.5 1 และ 1.5 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด จากนั้นผลิตวุ้นกรอบส้มช่าตามวิธีการข้อที่ 3.2.1 โดยใส่ผิวของส้มช่าในขั้นตอนหลังจากเติมน้ำส้มช่าแล้วคนให้เข้ากันก่อนนำไปใส่ในพิมพ์วุ้น เมื่อได้ผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบแล้วนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ตามวิธีการข้อที่ 3.1.2 คัดเลือกปริมาณของผิวส้มช่าที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากสูตรที่ได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิมสูงที่สุดมาศึกษาคุณภาพด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.4 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบส้มช่าที่พัฒนาได้

3.4.1 คุณภาพทางกายภาพได้แก่ ค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสี Colorimeter (ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น ColorQuest XE ประเทศสหรัฐอเมริกา) วัดค่าสีโดยใช้ระบบ CIE Lab รายงานผลเป็นค่า L^* ซึ่งเป็นค่าแสดงความสว่าง (ค่า L^* มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าวัตถุมีสีดำ และค่า L^* มีค่าเข้าใกล้ 100 แสดงว่าวัตถุมีสีขาว) ค่า a^* แสดงค่าความเป็นสีแดงและสีเขียว (ค่า a^* เป็นบวกวัตถุจะมีสีแดง และค่า a^* เป็นลบวัตถุจะมีสีเขียว) ค่า b^* แสดงค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน (ค่า b^* เป็นบวกวัตถุจะมีสีเหลือง และ b^* เป็นลบวัตถุจะมีสีน้ำเงิน) ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ

ปริมาณความชื้น ตามวิธีการของ AOAC (2000) เตรียมตัวอย่างวุ้นกรอบ 1 กรัม ใส่ลงในภาชนะบรรจุ แล้วนำไปอบโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ความชื้น (Thermal Gravimetric Analysis: TGA) (ยี่ห้อ LECO รุ่น TGA701 ประเทศสหรัฐอเมริกา) อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง วัดค่าตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

ค่าปริมาณน้ำอิสระ (water activity, a_w) ด้วยเครื่องวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ ยี่ห้อ Aqualab รุ่น 4TE ประเทศสหรัฐอเมริกา วัดค่าตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

3.5 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบส้มช่า

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบส้มช่ากับผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 50 คน มีเกณฑ์การคัดเลือก คือ ผู้ทดสอบชิมเป็นผู้มีอายุ 18-50 ปีขึ้นไป และไม่เคยมีประวัติแพ้ผลไม้ตระกูลส้ม จากนั้นให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ (9-Point hedonic scale) โดย 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด คุณลักษณะที่ทำการประเมินความชอบ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม

3.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ในการศึกษาปริมาณน้ำส้มซ่าและผิวของส้มซ่าที่เหมาะสมในการผลิตวุ้นกรอบ สำหรับ การทดสอบทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาวุ้นกรอบสูตรพื้นฐาน

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบสูตรพื้นฐานพบว่า คะแนนความชอบ ในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และความชอบโดยรวมของวุ้นกรอบทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังตารางที่ 2 แต่คุณลักษณะด้านกลิ่น รสและเนื้อสัมผัสของสูตรที่ 2 และ 3 ได้รับคะแนนความชอบสูงกว่าสูตรที่ 1 เนื่องจาก สูตรที่ 1 มีปริมาณของผงวุ้นและน้ำตาลทรายสูงกว่าสูตรอื่น ทำให้วุ้นกรอบที่ได้มีลักษณะ เนื้อสัมผัสแน่นไปทางแข็ง เป็นเกล็ด ด้านในชุ่มและมีกลิ่นน้ำตาลเคลือบผิวมากที่สุด (ภาพที่ 2) วุ้นกรอบสูตรที่ 2 มีส่วนผสมของแป้งท้าวายม่อมซึ่งทำให้เนื้อสัมผัสด้านในมีลักษณะเหนียว และมีกลิ่นรสของแป้งเล็กน้อย ส่วนสูตรที่ 3 เนื้อด้านในใส มีเกล็ดน้ำตาลบาง ๆ และ มีความกรอบมากที่สุดซึ่งลักษณะทางกายภาพที่ดีของวุ้นกรอบ ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 3 มาเป็น สูตรพื้นฐานในการศึกษาการทดแทนน้ำเปล่าด้วยน้ำส้มซ่าในขั้นตอนต่อไป



ภาพที่ 2 วุ้นกรอบสูตรพื้นฐาน

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสส่วนประกอบสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	สูตรที่		
	1	2	3
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.44±1.21	7.40±1.01	7.52±1.07
สี ^{ns}	7.04±1.16	7.18±1.21	7.28±1.29
กลิ่นรส	6.32±1.67 ^b	6.76±1.57 ^a	6.80±1.58 ^a
รสชาติ ^{ns}	6.76±1.62	6.76±1.46	6.88±1.47
เนื้อสัมผัส	6.34±1.76 ^b	6.90±1.62 ^a	7.24±1.57 ^a
ความชอบโดยรวม ^{ns}	6.84±1.63	7.20±1.21	7.26±1.32

หมายเหตุ : ^{a, b} ตัวอักษรที่มีความแตกต่างกันตามแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.2 ผลการศึกษาปริมาณของน้ำส้มช้ำที่เหมาะสมในการผลิตวุ้นกรอบ

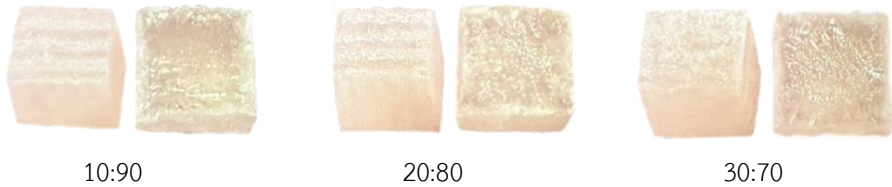
ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อศึกษาการทดแทนอัตราส่วนของน้ำเปล่าด้วยน้ำส้มช้ำพบว่า อัตราส่วนน้ำส้มช้ำต่อน้ำเปล่าร้อยละ 30:70 เป็นสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านกลิ่นรสมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยได้รับคะแนนเท่ากับ 7.22 เนื่องจากในส่วนผสมมีปริมาณน้ำส้มช้ำมากที่สุดเมื่อเทียบกับสูตรอื่น ส่วนคุณลักษณะด้านอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกัน ดังตารางที่ 3 เนื่องจากน้ำส้มช้ำมีสีเหลืองและขุ่นเล็กน้อย จึงไม่ส่งผลต่อคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏและสีของผลิตภัณฑ์จากการศึกษาของ สินีนาถ สุขทนต์รักษ์ และคณะ (2566) พบว่า น้ำส้มช้ำมีความเป็นกรดสูงเมื่ออัตราส่วนของน้ำส้มช้ำต่อน้ำเปล่าเพิ่มขึ้นทำให้ความแข็งของผลิตภัณฑ์ลดลง เนื่องจากไปรบกวนระบบการเกิดเจลของผลิตภัณฑ์ แต่ไม่มีผลต่อค่าสีของเจล

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบที่มีอัตราส่วนน้ำส้มช้ำแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	อัตราส่วนน้ำส้มช้ำ:น้ำเปล่า		
	10:90	20:80	30:70
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.48±0.97	7.46±1.27	7.48±1.15
สี ^{ns}	7.42±1.05	7.30±1.36	7.44±1.03
กลิ่นรส	6.46±1.46 ^b	7.04±1.50 ^a	7.22±1.40 ^a
รสชาติ ^{ns}	6.94±1.25	7.16±1.33	7.18±1.47
เนื้อสัมผัส ^{ns}	7.28±1.11	7.20±1.18	7.20±1.32
ความชอบโดยรวม ^{ns}	7.16±1.02	7.18±1.42	7.56±1.16

หมายเหตุ : ^{a, b} ตัวอักษรที่มีความแตกต่างกันตามแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ภาพที่ 3 วุ้นกรอบที่อัตราส่วนน้ำส้มช้ำต่อน้ำเปล่าแตกต่างกัน

4.3 ผลการศึกษาปริมาณของผิวส้มช้ำที่เหมาะสมในการผลิตวุ้นกรอบส้มช้ำ

ผลการศึกษาพบว่า การเสริมผิวของส้มช้ำส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏโดยวุ้นกรอบที่มีปริมาณของผิวส้มช้ำร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด เนื่องจากการใช้ผิวส้มช้ำในปริมาณน้อยยังไม่ส่งผลกระทบต่อรสชาติ เมื่อเพิ่มปริมาณของผิวส้มช้ำในสูตรที่มีผิวของส้มช้ำมากที่สุดทำให้เกิดลักษณะปรากฏเป็นขึ้นของผิวส้มช้ำสีเขียวในวุ้นกรอบอย่างชัดเจนผู้ทดสอบชิมให้ข้อสังเกตว่าดูน่ารับประทานน้อยลง (ภาพที่ 4) ส่งผลให้คะแนนความชอบน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสส่วนวุ้นกรอบส้มช้ำที่เสริมผิวส้มช้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน

คุณลักษณะ	ปริมาณผิวส้มช้ำ		
	ร้อยละ 0.5	ร้อยละ 1	ร้อยละ 1.5
ลักษณะปรากฏ	7.92±1.05 ^a	7.68±1.30 ^{ab}	7.48±1.59 ^b
สี ^{ns}	7.18±1.40	7.06±1.41	6.90±1.49
กลิ่นรส	7.16±1.13 ^a	6.58±1.37 ^b	6.82±1.26 ^{ab}
รสชาติ	7.26±1.19 ^a	6.64±1.21 ^b	6.64±1.60 ^b
เนื้อสัมผัส	7.80±1.11 ^a	7.30±1.28 ^b	7.36±1.21 ^b
ความชอบโดยรวม	7.64±0.98 ^a	7.00±1.43 ^b	7.04±1.46 ^b

หมายเหตุ : ^{a, b} ตัวอักษรที่มีความแตกต่างกันตามแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ภาพที่ 4 วุ้นกรอบที่เสริมผิวส้มช้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน

คุณลักษณะด้านสีของทุกสูตรไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนปัจจัยด้านกลิ่นรสพบว่าใช้ผิวส้มช้ำในปริมาณน้อยทำให้เกิดกลิ่นรสและขมไม่ชัดเจน ส่งผลให้รับประทานง่ายจึงได้รับคะแนน

ความชอบมากที่สุด สอดคล้องกับคะแนนความชอบด้านรสชาติเนื่องจากมีความขมน้อยที่สุด การเสริมผิวส้มซ่าลงในวุ้นกรอบในปริมาณที่มากขึ้นส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส เนื่องจากผิวส้มซ่ามีลักษณะค่อนข้างหยาบ เมื่อนำมาใช้ในปริมาณมากจึงทำให้เนื้อวุ้นมีความแน่นและไม่เรียบเนียน เวลารับประทานผู้บริโภครู้สึกสามารถสัมผัสได้ถึงเนื้อวุ้นที่มีผิวส้มซ่าแทรกอยู่ภายใน ทำให้ความรู้สึกกรอบนุ่มลดลง เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบโดยรวมแล้วจะพบว่า การเพิ่มปริมาณผิวของส้มซ่านั้นทำให้คะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นปริมาณของผิวส้มซ่าที่เหมาะสมในการเสริมในวุ้นกรอบ คือ ร้อยละ 0.5 จากน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ซึ่งการเสริมผิวของส้มซ่าทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอม และมีรสชาติส้มซ่าอันเป็นเอกลักษณ์ที่เด่นชัดมากยิ่งขึ้น

4.4 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบส้มซ่าที่พัฒนาได้

ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบส้มซ่า (ตารางที่ 5) พบว่าผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 28.11 ค่าความเป็นสีเขียว (a^*) เท่ากับ -1.16 แม้จะมีค่าน้อย แต่บ่งชี้ได้ว่าผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมของผิวและน้ำส้มซ่าที่มีสีเขียวตามธรรมชาติ และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 5.48 แสดงให้เห็นว่าสีของผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองอ่อน สอดคล้องกับสีเนื้อและน้ำของส้มซ่า ซึ่งทำให้วุ้นกรอบที่พัฒนาได้มีสีเหลืองอมเขียวอ่อนตามธรรมชาติ ด้านความชื้นพบว่า ผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบส้มซ่ามีค่าความชื้นร้อยละ 6.85 และมีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) อยู่ที่ 0.77

ตารางที่ 5 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบส้มซ่าที่พัฒนาได้

คุณภาพทางกายภาพ	ผลการวิเคราะห์
ค่าสี	
L^*	28.11±0.59
a^*	-1.16±0.08
b^*	5.48±0.16
ความชื้น (ร้อยละน้ำหนักเปียก)	6.85±0.36
ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.77±0.00

4.5 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบส้มซ่า

ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบส้มซ่ากับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 50 คน พบว่าผู้บริโภคทั่วไปส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 28 คน ร้อยละ 56 ส่วนใหญ่มีช่วงอายุระหว่าง 16-20 ปี จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 72 และ มีอาชีพนักศึกษาจำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 98 จากการสอบถามพบว่า ผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 64 ไม่เคยรับประทานส้มซ่ามาก่อน และมีผู้เคยรับประทานส้มซ่ามาก่อนจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 36 จากนั้นทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสกับผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบส้มซ่าที่พัฒนาได้ พบว่า คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส

รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมได้รับคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 8.72 7.80 7.74 7.72 8.06 และ 8.20 ซึ่งอยู่ในระดับชอบมากถึงชอบมากที่สุดแสดงให้เห็นว่าแม้ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะไม่เคยรับประทานส้มช้ำมาก่อน แต่สามารถยอมรับในรสชาติได้ ผลการทดสอบการยอมรับผู้บริโภคจำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 92 ให้การยอมรับ และไม่แน่ใจจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 8 โดยผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์วันกรอบส้มช้ำ เนื่องจากมีเนื้อสัมผัสที่ดี จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 62 รองลงมา คือ มีรสชาติดีและผลิตภัณฑ์ที่มีความแปลกใหม่ จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 56 และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 20 จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้

5. อภิปรายผล

ผลการศึกษาพบว่า สูตรพื้นฐานของวันกรอบสูตรที่ 3 ให้เนื้อสัมผัสที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากผลิตภัณฑ์มีลักษณะใส ไม่เหนียว และเกิดผลึกน้ำตาลบาง ๆ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์วันกรอบ (อบเชย วงศ์ทอง และชนิษฐา พูนผลกุล, 2559) สอดคล้องกับผลการศึกษาของนรินทร์ เจริญพันธ์ (2561) พบว่า วันกรอบลำไยที่มีลักษณะใส ไม่ขุ่น และมีเกล็ดน้ำตาลไม่หนาจนเกินไปได้รับคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสมากกว่าวันกรอบสูตรที่มีความเหนียวและนิ่ม

ผลของปริมาณของน้ำส้มช้ำตกเกรดที่ใช้ทดแทนน้ำเปล่าในอัตราส่วนร้อยละ 10:90 20:80 และ 30:70 พบว่า อัตราส่วนร้อยละ 30:70 เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด โดยมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องมาจากสารประกอบระเหยกลิ่นจำพวกเทอร์พีน เช่น ลิโมนีน (Limonene) และลินาลูล (Linalool) ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นหอมชัดเจน (Masyita, A. et al., 2022) ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทานมากขึ้น แม้ว่าน้ำส้มช้ำมีความเป็นกรดสูงซึ่งอาจรบกวนระบบการเกิดเจล แต่การเติมน้ำส้มช้ำลงไปหลังจากที่เคี้ยววันแล้วไม่ส่งผลกระทบด้านลักษณะปรากฏอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wang, R., & Hartel, R. W. (2022) ที่รายงานว่า การเติมน้ำผลไม้ที่มีกรดอ่อนในระดับเหมาะสมไม่ทำลายคุณสมบัติของเจลที่มีส่วนประกอบจากวุ้นหรือคาราจีแนน ผลศึกษาการเสริมผิวส้มช้ำในปริมาณที่ร้อยละ 0.5 1 และ 1.5 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมดพบว่า การเสริมผิวส้มช้ำร้อยละ 0.5 เหมาะสมที่สุดทั้งในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม การเสริมผิวส้มช้ำในปริมาณที่มากขึ้นส่งผลให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีลักษณะหยาบและเห็นผิวส้มช้ำเด่นชัดเกินไป ผลิตภัณฑ์มีรสขมเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลเชิงลบต่อความชอบของผู้บริโภค แม้ว่าผิวส้มช้ำยังเป็นแหล่งของน้ำมันหอมระเหยที่ให้กลิ่นสดชื่น และมีการนำมาใช้เป็นสารแต่งกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด (Munir, H. et al., 2024) แต่การใส่ผิวส้มช้ำในอัตราสูงเกินไปจะเพิ่มปริมาณฟลาโวนอยด์และลิโมนอยด์ที่ให้รสขม เช่น Naringin, Limonin ซึ่งทำให้เกิดความขมในผลิตภัณฑ์มากขึ้น (Jeffries, K. A. et al., 2025; Konno, A. et al., 1982) ดังนั้นการใช้ผิวควรใช้ในปริมาณน้อย เพื่อรักษาสมดุลทางรสชาติและลดการเกิดความขมที่ส่งผลต่อความชอบของผู้บริโภค

การประเมินคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบส้มซ่าพบว่า ค่าความสว่าง (L^*) มีค่าเพียง 28.11 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีสีค่อนข้างเข้ม สอดคล้องกับทฤษฎีการเกิดสีน้ำตาลแบบไมไซเอนไซม์หรือปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) และปฏิกิริยาการเกิดคาราเมล (Caramelization) ที่เกิดจากการให้ความร้อนในสภาวะที่มีน้ำตาลและมีความชื้นลดลง ปฏิกิริยาเหล่านี้ทำให้โมเลกุลน้ำตาลสลายตัวเกิดเป็นสารเม็ดสี สีน้ำตาลที่ทำให้ความสว่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Wang, R. & Hartel, R. W., 2022) ค่า a^* -1.16 และค่า b^* 5.48 แสดงถึงความเป็นสีเขียวและสีเหลือง ตามลำดับ เป็นผลมาจากการเสริมผิวส้มซ่าในส่วนผสมเกิดจากองค์ประกอบคลอโรฟิลล์และฟลาโวนอยด์บางชนิดในผิวส้ม เช่น Naringin และ Hesperidin ซึ่งมีผลต่อโทนสีเขียวเหลืองในผลไม้ตระกูลส้ม (Maksoud, S. et al., 2021) เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของค่า b^* ยังสัมพันธ์กับความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายได้ระหว่างการอบ ซึ่งทำให้สีเหลืองเด่นชัดขึ้นเมื่อความชื้นลดลง จากการศึกษาค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบพบว่า มีค่าความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 6.85 และค่า a_w ที่ 0.77 แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์อยู่ในกลุ่มอาหารที่มีความชื้นต่ำ (Intermediate moisture foods) ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความปลอดภัยของอาหาร โดยค่า a_w ที่ต่ำกว่า 0.80 จะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย ยับยั้งการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและเคมี เช่น การคืนตัวของเจล (Gel retrogradation) หรือการดูดซึมความชื้นจากอากาศ ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการรักษาลักษณะกรอบนอกนุ่มในของวุ้นกรอบ (Wang, R. & Hartel, R. W., 2022)

ผลการยอมรับของผู้บริโภคโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก คะแนนเฉลี่ย 8.20 โดยมีปัจจัยสำคัญจากเนื้อสัมผัสที่เป็นที่ชื่นชอบร้อยละ 62 รองลงมาคือรสชาติและความแปลกใหม่ของผลิตภัณฑ์ ปัจจัยดังกล่าวสอดคล้องกับแนวโน้มการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเชิงสร้างสรรค์ที่ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ใหม่ง่ายขึ้นหากมีความคุ้นเคยบางส่วนกับลักษณะผลิตภัณฑ์ เช่น เนื้อสัมผัส ขณะที่ส่วนของกลิ่นและรสชาติเฉพาะตัวช่วยเพิ่มความโดดเด่นของผลิตภัณฑ์ ส้มซ่าสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสและลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ องค์ประกอบของส้มซ่าที่ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหย ฟลาโวนอยด์ และสารประกอบฟีนอลิก (Maksoud, S. et al., 2021) ช่วยเสริมกลิ่นหอมเฉพาะตัวและเอกลักษณ์รสชาติของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสะท้อนจากผลการประเมินของผู้บริโภคที่แม้ส่วนใหญ่ไม่เคยบริโภคส้มซ่ามาก่อน แต่ยังคงคะแนนความชอบในระดับสูง

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าส้มซ่ามีศักยภาพสูงในการนำมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ขนมไทยร่วมสมัย ซึ่งไม่เพียงช่วยเพิ่มเอกลักษณ์กลิ่นรสและความน่าสนใจของผลิตภัณฑ์ แต่ยังเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าของส้มซ่าตกเกรด และช่วยส่งเสริมการอนุรักษ์พืชพื้นบ้านไทยที่กำลังลดน้อยลงในปัจจุบัน

6. องค์ความรู้ใหม่

องค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ คือ การนำสัปปะรดที่ปลูกบางส่วนเกิดการเปลี่ยนสีไม่สามารถจำหน่ายสำหรับการทำอาหารได้มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ขนมไทยเป็นแนวทางในการส่งเสริมการใช้วัตถุดิบตกเกรดช่วยลดขยะอาหาร (Food waste) ช่วยส่งเสริมให้เกษตรกรมีรายได้เสริมจากผลผลิตที่เดิมต้องทิ้ง ลดความสูญเสียในกระบวนการผลิต ซึ่งผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบส้มซ่าที่พัฒนาได้เป็นการดึงศักยภาพของพืชอัตลักษณ์ไทยที่มีกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์มาใช้ประโยชน์ช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัตถุดิบท้องถิ่น อีกทั้งเพิ่มคุณประโยชน์ในการรับประทานขนมไทยให้ต่อสุขภาพมากขึ้นอีกด้วย

7. สรุป

ผลการศึกษาวุ้นกรอบสูตรพื้นฐาน สูตรที่ 3 เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดเนื่องจากมีลักษณะใส และเกิดผลึกน้ำตาลบาง ๆ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบ นำมาศึกษาการทดแทนน้ำด้วยน้ำส้มซ่าในอัตราส่วนร้อยละ 30:70 เป็นสูตรที่ได้รับการคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านกลิ่นรสมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ปัจจัยด้านอื่นไม่แตกต่างกัน จากนั้นศึกษาปริมาณของผิวส้มซ่าพบว่า ผิวของส้มซ่าที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอม และรสชาติความเป็นส้มซ่าอันเป็นเอกลักษณ์ที่เด่นชัด ได้รับคะแนนความชอบในปัจจัยด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากที่สุด ผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบส้มซ่าที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคประกอบด้วย น้ำเปล่า ร้อยละ 36.80 น้ำตาลทรายขาว ร้อยละ 45.20 ผงวุ้น ร้อยละ 1.72 น้ำส้มซ่า ร้อยละ 15.78 และผิวส้มซ่า ร้อยละ 0.5 วุ้นกรอบส้มซ่ามีค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีเขียว (a^*) และค่าความเป็นสีแดง (b^*) เท่ากับ 28.11 -1.16 และ 5.48 ตามลำดับ ความชื้น ร้อยละ 6.85 และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เท่ากับ 0.77 ผู้บริโภคทั่วไป ร้อยละ 92 ให้การยอมรับ (จำนวน 46 คน จากทั้งหมด 50 คน) คะแนนความชอบในลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมได้รับคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 8.72 7.80 7.74 7.72 8.06 และ 8.20 ซึ่งอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก

ผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบส้มซ่าที่พัฒนาได้มีสีเหลืองอมเขียวอ่อนจากน้ำและผิวของส้มซ่า กลิ่นรสจากน้ำมันหอมระเหยบนผิวของส้มซ่าทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว มีรสชาติหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย ดังนั้นงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการนำสัปปะรดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบที่มีความเป็นอัตลักษณ์ของรสชาติและกลิ่น ช่วยลดขยะอาหาร รวมถึงการสูญเสียในกระบวนการผลิต อีกทั้งช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับพืชท้องถิ่นของไทยให้สามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในเชิงพาณิชย์ได้

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ควรศึกษาการใช้น้ำและผิวของส้มซ่าในปริมาณที่เพิ่มขึ้นในการผลิตเนื่องจากเป็นแหล่งของใยอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระ

8.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาการพัฒนาสูตรเพื่อให้มีประโยชน์ต่อสุขภาพมากขึ้น เช่น การใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลบางส่วนเพื่อลดปริมาณพลังงานในผลิตภัณฑ์ และในการทำวิจัยครั้งต่อไปอาจมีการศึกษาความพึงพอใจหรือทัศนคติและพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากส้มซ่าเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ต่อไป

9. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณวัตถุดิบผลส้มซ่าตกเกรดจากไร่ส้มซ่าไร่ศรีณย์กร อำเภอนองขาหาย่าง จังหวัดอุทัยธานี ขอขอบคุณสาขาวิชาการจัดการอาหารและสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่และเครื่องมือในการวิจัย

10. เอกสารอ้างอิง

- ณัฐธิดา รอดขวัญ และวรรณิ จิรภาคย์กุล. (2559, 2-9 กุมภาพันธ์). สารประกอบเชิงซ้อนแบบอินคลูชันของสารให้กลิ่นสำคัญของใบมะกรูดด้วยสตาร์ชถั่วเขียวและการปลดปล่อยที่ค่าพีเอชต่างกัน [เอกสารนำเสนอ]. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ, ประเทศไทย.
- ธิดารัตน์ นทวงศ์ และปรียาภรณ์ คลังสิริ. (2558). *วันกรอบมะละกอ*. [ปัญหาพิเศษศิลปศาสตรบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- นรินทร์ เจริญพันธ์. (2561). การพัฒนาผลิตภัณฑ์วันกรอบจากลำไยตกเกรด. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 26(5), 834-845.
- วรรณวรารค์ วัชรานันท์, ธงชัย พุฒทองศิริ และกิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. (2563). สารให้กลิ่นในเปลือกส้มซ่าจากการสกัดด้วยวิธีต่างกัน. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*, 38(1), 16-23.
- วัฒนา อัจฉริยะโพธา, สินีนาถ สุขทนารักษ์ และเบญจางค์ อัจฉริยะโพธา. (2564). การศึกษาเบื้องต้นของสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำคั้นผลส้มซ่าที่ปลูกแบบไร้สารพิษในพื้นที่ ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 52(1)(พิเศษ), 205-208.
- ศรัณยา เฟ่งผล, ณัฐชา ชื่นนิยม และวิลาวัลย์ คำปวน. (2564). ผลของสารเคลือบผิวไขผึ้งต่อคุณภาพของส้มซ่าระหว่างการขนส่งแบบจำลอง. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 52(2)(พิเศษ), 102-106.
- สินีนาถ สุขทนารักษ์, เบญจางค์, อัจฉริยะโพธา และวัฒนา อัจฉริยะโพธา. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เม็ดเจลนํ้าส้มซ่าทรงกลม. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก*, 16(2), 66-74.
- สุปราณี แพรศิริ. (2552). *ขนมไทย*. เอ็มไอเอส.
- อบเชย วงศ์ทอง และชนิษฐา พูนผลกุล. (2559). *หลักการประกอบอาหาร* (พิมพ์ครั้งที่ 13). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- อินทธีมา หิรัญอัครวงศ์. (2557). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบจากน้ำตาลสด*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- โอเพ่นไรซ์. (ม.ป.ป.). *วุ้นกรอบ*. <https://th.openrice.com/th/recipe/วุ้นกรอบ/2028>
- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis* (17th ed). Association of Official Analytical Chemists.
- Jeffries, K. A., Fan, Z., Mattia, M., Stover, E., Baldwin, E., Manthey, J. A., Breksa, A., Bai, J. & Plotto, A. (2025). Flavonoid contributors to bitterness in juice from Citrus and Citrus hybrids with/without Poncirus trifoliata in their pedigree. *Food chemistry: X*, 26, 102289. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102289>
- Konno, A., Misaki, M., Toda, J., Wada, T. & Yasumatsu, K. (1982). Bitterness Reduction of Naringin and Limonin by β -Cyclodextrin. *Agricultural and Biological Chemistry*, 46(9), 2203-2208. <https://doi.org/10.1271/bbb1961.46.2203>
- Maksoud, S., Abdel-Massih, R. M., Rajha, H. N., Louka, N., Chemat, F., Barba, F. J. & Debs, E. (2021). *Citrus aurantium L.* Active Constituents, Biological Effects and Extraction Methods. An Updated Review. *Molecules*, 26(19), 5832. <https://doi.org/10.3390/molecules26195832>.
- Masyita, A., Mustika Sari, R., Dwi Astuti, A., Yasir, B., Rahma Rumata, N., Emran, T. B., Nainu, F. & Simal-Gandara, J. (2022). Terpenes and terpenoids as main bioactive compounds of essential oils, their roles in human health and potential application as natural food preservatives. *Food chemistry: X*, 13, 100217. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100217>
- Munir, H., Yaqoob, S., Awan, K. A., Imtiaz, A., Naveed, H., Ahmad, N., Naeem, M., Sultan, W. & Ma, Y. (2024). Unveiling the Chemistry of Citrus Peel: Insights into Nutraceutical Potential and Therapeutic Applications. *Foods (Basel, Switzerland)*, 13(11), 1681. <https://doi.org/10.3390/foods13111681>.
- Stone, H. & Sidel, J. L. (1993). *Sensory Evaluation* (2nd ed.). Academic Press, Inc.
- Wang, R., & Hartel, R. W. (2022). Citric acid and heating on gelatin hydrolysis and gelation in confectionery gels. *Food Hydrocolloids*, 129, 107642. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107642>.