

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เปลือกส้มโอหยาบ

เขาวลิต อุบลาก*, สุธิดา กิจจาวรเสถียร**, ปรีศนีย์ ทับใบแย้ม**
เปรมระพี อยูมาวีรหิรัญ**, สิริณัย กลิ่นมาลัย***, กฤตเมธ รองรัตน์****, สุมภา เทิดขวัญชัย**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสูตรพื้นฐานเปลือกส้มโอหยาบ 2) ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของเปลือกขาวส้มโอในผลิตภัณฑ์ 3) ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษาพบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับสูตรที่ 3 มากที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ย 8.19, 8.24, 8.02, 8.76, 8.72 และ 8.74 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบมาก เมื่อนำมาวิเคราะห์ ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการศึกษาปริมาณเปลือกขาวส้มโอที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 ร้อยละ 40 ร้อยละ 60 และ ร้อยละ 80 ของปริมาณเนื้อมะขามทั้งหมด ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับที่ร้อยละ 60 มีความชอบมากที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ย 7.30, 7.35, 7.45, 7.50, 7.40 และ 7.43 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบปานกลาง เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าด้าน สี รสชาติ เนื้อสัมผัส ของสูตรที่มีปริมาณเปลือกขาวส้มโอมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ปริมาณเปลือกขาวส้มโอที่ต่างกัน ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบ ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น และความชอบโดยรวมของหยาบเปลือกขาวส้มโอ จากผลของคะแนนความชอบที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 พบว่าผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหยาบเปลือกขาวส้มโอสูตรที่ 3 (60%) พลังงาน ร้อยละ 269 ไชมัน ร้อยละ 0.20 โปรตีน ร้อยละ 0.50 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 66.20 น้ำตาล ร้อยละ 52.30 โซเดียม ร้อยละ 84 ความชื้น ร้อยละ 32.42 และเถ้า ร้อยละ 0.73 คุณสมบัติทางกายภาพพบว่า มีค่าความสว่าง (L^*) 26.65 ค่าสีเขียว (a^*) 6.08 และค่าสีเหลือง (b^*) 4.66 ผลการวิจัยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการช่วยเรื่องการนำวัสดุเหลือใช้ของเปลือกส้มโอมาสร้างมูลค่าเพิ่มเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่และสร้างรายได้ให้กับผู้ประกอบการและเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภค ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีใยอาหารและสารอาหาร และมีสารต้านอนุมูลอิสระก่อให้เกิดประโยชน์แก่ร่างกาย สามารถนำข้อมูลที่ได้รับไปเป็นแนวทางในการนำเปลือกส้มโอไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้ อาทิเช่น อาหารคาว หวาน และเครื่องดื่ม เป็นต้น

คำสำคัญ : ผลิตภัณฑ์เปลือกส้มโอขาว, ส้มโอหยาบ, เคมีผลิตภัณฑ์เปลือกส้มโอ

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

** อาจารย์ประจำ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

*** นักวิชาการศึกษาปฏิบัติการ ฝ่ายกิจการนักศึกษา คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

**** นักวิชาการศึกษา ฝ่ายกิจการนักศึกษา คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

Corresponding author, email: Sumapar.t@rmutp.ac.th, Tel. 06 4554 5691

Received : June 28, 2023; Revised : September 22, 2023; Accepted : September 28, 2023

Results of the Study of Chemical and Physical Properties of Pomelo Peel Products

Chaowalit Auppathak*, Suthida Kitjavorasatien**, Prassanee Tubbiyam**
Premraphi Ooaymaweerahirun**, Siradanai Klinmalai***, Kittamet Rongrat****, Sumapar Thedkwanchai**

Abstract

The purposes of this research were 1) to study the basic formula of pomelo peel, 2) to study the optimum content of pomelo peel in the product, 3) to study its physical properties. and chemistry of the product the study found that the panelists gave formula 3 the most acceptance in terms of appearance, color, aroma, taste, texture and overall preference. with average values of 8.19, 8.24, 8.02, 8.76, 8.72 and 8.74, respectively, in the level of high preference. when analyzing variance and comparing statistical differences It was found that appearance, color, smell, taste texture and overall preference there was a statistically significant difference at the 0.05 level. The results of the study were 4 different levels of pomelo peel content: 0%, 40%, 60% and 80% of the total tamarind pulp. The panelists agreed that 60% had the greatest preference for appearance, color, aroma, taste, texture and overall preference. with mean values of 7.30, 7.35, 7.45, 7.50, 7.40 and 7.43 respectively, at moderate level of preference. when analyzing variance and comparing statistical differences, it was found that the color, taste, texture of the formulas containing the amount of white pomelo peel were different. There was a statistical significance at the 0.05 level of different amounts of pomelo peel. no effect on liking score Appearance, odor and overall preference of Yee supplemented with white pomelo peel. From the results of the liking scores that were not significantly different at the 0.05 level, it was found that the results of the analysis of the chemical composition of Yee supplemented the white

* Assistant Professor, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

** Instructor, Faculty of Home Economics Technology Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

*** Educational academics Student Affairs Department Faculty of Home Economics Technology Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

**** academic studies Student Affairs Department Faculty of Home Economics Technology Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

Corresponding author, email: Sumapar.t@rmutp.ac.th, Tel. 06 4554 5691

Received : June 28, 2023; **Revised** : September 22, 2023; **Accepted** : September 28, 2023

grapefruit peel formula 3 (60%), energy 269%, fat 0.2%. 0.5% protein, 66.20% carbohydrate, 52.30% sugar, 84.00% sodium, 32.42% moisture and 0.73% ash. The brightness value (L^*) was 26.65, the green value (a^*) was 6.08, and the yellow value (b^*) was 4.66 New products and income for operators and alternatives for consumers. which is a new product with dietary fiber and nutrients and contains antioxidants bring benefits to the body The obtained information can be used as a guideline for utilizing the grapefruit peel in other products such as sweet and savory foods and beverages, etc.

Keywords : White pomelo peel products, Pomelo yee, Chemical pomelo peel products

ความสำคัญของปัญหาการวิจัย

ส้มโอ ไม่ขึ้นต้นขนาดกลางค่อนข้างใหญ่ แตกกิ่งก้านมากเป็นพุ่ม ผลอ่อนสีเขียว ผลแก่สีเขียวอ่อน หรืออมเหลือง เปลือกชั้นนอกมีลักษณะเหนียว มีต่อมน้ำมัน (Oil gland) กระจายทั่วไปตามผิวของผล เปลือกชั้นกลาง สีขาวหรือสีชมพู มีลักษณะอ่อนนุ่ม หนาประมาณ 1 - 2.3 ซม. เปลือกผลชั้นในเป็นถุงน้ำหวาน (Juice sac) เป็นส่วนที่รับประทานได้ มีสีขาว ครีมี รสชาติเปรี้ยว หรือเปรี้ยวอมหวาน จนถึงหวานสนิท (ศูนย์ราชการจังหวัดนครปฐม, 2560) โดยส่วนใหญ่แล้วคนทั่วไปนิยมบริโภคเนื้อของส้มโอเป็นหลัก ส่วนเปลือกนิยมนำมาแปรรูป เช่น แฉ่ส้ม หรือเชื่อม แต่อย่างไรก็ตามเปลือกส้มโอก็ยังคงเป็นวัตถุดิบที่ถูกทิ้งในปริมาณมาก ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ ทั้งที่เปลือกของส้มโอนั้นมีคุณประโยชน์ มีการศึกษาพบว่า เปลือกส้มโอมีใยอาหารสูงถึงร้อยละ 87.99 โดยมีทั้งใยอาหารที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ ซึ่งใยอาหารนั้นมีส่วนช่วยในการควบคุมน้ำหนัก ชะลอการดูดซึมของระดับน้ำตาลในเลือด ป้องกันการท้องผูก และลดความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งลำไส้ได้ (อภิรักษ์ เพียรมงคล, 2549) เปลือกส้มโอยังมีสารสำคัญอีกอย่างหนึ่ง คือ นารินจิน (Naringin) ซึ่งเป็นสารพวก ฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) ที่ให้รสขม โดยสารชนิดนี้มีคุณสมบัติในการยับยั้งการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็ง ลดระดับน้ำตาลในเลือด และป้องกันการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องหลอดเลือดหัวใจ (เสาวภา ไชยวงศ์ เทพกรณ์ สุจริต ส่วนไพโรจน์ โรมรัน ชูศรี และอุไรวรรณ ขุนจันทร์, 2553) ส้มโอนครชัยศรีเป็นผลไม้ที่อยู่คู่กับจังหวัดนครปฐมมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งจะได้จากคำขวัญประจำจังหวัดนครปฐม และด้วยรสชาติที่หวานอร่อยกว่าส้มโอพันธุ์อื่น ๆ จึงทำให้ส้มโอนครชัยศรีถูกนำไปขจัดทะเบียนใช้ตราสัญลักษณ์สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ไทย โดยกรมทรัพย์สินทางปัญญา แต่เนื่องจากปัญหาน้ำท่วมใหญ่ในปี 2554 มีผลทำให้สวนส้มโอนครชัยศรีเสียหายล้มตายเป็นจำนวนมาก จึงทำให้เกษตรกร และหน่วยงานในพื้นที่ใกล้เคียงต่างเร่งอนุรักษ์และพัฒนา จนสามารถนำมาคงอยู่เอาไว้ได้

ปัจจุบันภาครัฐเข้ามามีบทบาทสำคัญในผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นมากขึ้น รวมไปถึงสินค้าแปรรูปต่าง ๆ เพื่อเป็นการกระตุ้นเศรษฐกิจ โดยเน้นให้สามารถพึ่งพาตัวเองได้ ด้วยการนำสินค้าท้องถิ่นมาปรับใช้และพัฒนาเพื่อให้อุตสาหกรรมอาหารแปรรูปมีความสำคัญต่อการเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตร เนื่องจากผู้ผลิตสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัตถุดิบจากผลผลิตการเกษตรผ่านกระบวนการแปรรูป ทำให้เกิดการจ้างงานในท้องถิ่น ชาวบ้านมีรายได้ที่ยั่งยืนมากขึ้น การลงสำรวจพื้นที่ของทีมนักวิจัย พบว่า กลุ่มเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนส้มโอนครชัยศรี เลขที่ 26/1 หมู่ 8 ตำบลท่าตลาด อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม สินค้าจากส้มโอหรือส่วนเหลือใช้ยังไม่ได้มีการพัฒนาให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในงานอาหาร ขนม อาหารแปรรูป จากส่วนประกอบของเปลือกส้มโอ ไม่มีรูปแบบที่ชัดเจนที่แสดงเอกลักษณ์ของชุมชน มีกลุ่มคนอีกเป็นจำนวนมาก ที่ยังไม่มีโอกาสนำส่วนประกอบของส้มโอมาใช้งานให้เกิดความหลากหลาย เช่น เปลือกขาวส้มโอ เนื้อส้มโอ เป็นต้น

ดังนั้นคณะผู้วิจัยสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครร่วมกับ กลุ่มเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนส้มโอนครชัยศรี ตำบลท่าตลาด อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ต้องการแปรรูป เพิ่มมูลค่าพัฒนาผลิตภัณฑ์จากส้มโอเพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ของอาหารแปรรูป ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเปลือกขาวของส้มโอมาพัฒนาเสริมรูปแบบใหม่ ๆ เช่น เปลือกส้มโอหยาบ จึงนำเปลือกขาวของส้มโอ มาทำการเสริมในผลิตภัณฑ์อาหารในเชิงธุรกิจ ซึ่งสามารถวางจำหน่ายได้ทั้งภายในประเทศ ส่งออกไปยังต่างประเทศ เพื่อเพิ่มผลผลิตที่มีคุณภาพ และคุณค่าของสินค้าและบริการ บนฐานความรู้และความเป็นไทย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานมะขามหยีเพื่อใช้ศึกษาปริมาณเปลือกขาวส้มโอในผลิตภัณฑ์เปลือกส้มโอหยี
2. เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของเปลือกขาวส้มโอในผลิตภัณฑ์เปลือกส้มโอหยี
3. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์เปลือกส้มโอหยี

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์มะขามหยี

ผู้วิจัยศึกษาสูตรพื้นฐานมะขามหยี โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design, RCBD) นำผลิตภัณฑ์ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 40 คน ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 - Point hedonic scale) นำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย วิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบหาความแตกต่าง (Duncan's new multiple's range test, DMRT)

นำเนื้อมะขามสับให้ละเอียดแล้วพักไว้



ตั้งกระทะทองเหลือง นำส่วนผสม ผสมเข้าด้วยกัน ให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วใส่น้ำตาล เกลือ พริกป่นเข้าด้วยกัน (ถ้าไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ให้ใส่น้ำลงไปเล็กน้อย)



ปั้นส่วนผสมขณะอุ่นๆ เป็นก้อนกลม ขนาดเท่าลูกอมแล้วนำไปใส่น้ำตาลทรายที่ใสในถ้วย โดยต้องรีบปั้น มิเช่นนั้นส่วนผสมที่กวนจะแข็งปั้นไม่ได้ (วิธีแก้ คือให้นำไปอุ่นในไฟอ่อนๆ อีกครั้ง และพรมน้ำ)

แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการทำมะขามหยีสูตรพื้นฐาน

2. ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของเปลือกขาวส้มโอในผลิตภัณฑ์เปลือกขาวส้มโอหยี

นำสูตรพื้นฐานที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุด มาศึกษาปริมาณเปลือกขาวส้มโอในผลิตภัณฑ์หยี ในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 40, 60 และ 80 ของปริมาณเนื้อมะขามทั้งหมด โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design, RCBD) นำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในส่วนของคุณลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 - Point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 80 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษา สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



หั่นเปลือกส้มโอเฉพาะส่วนขาวเป็นชิ้นขนาด 2x2 เซนติเมตร



นำเปลือกส้มโอที่หั่นแล้วแช่ด้วยน้ำเกลือ ในอัตราส่วน 1 : 0.25
โดยน้ำหนักเปลือกส้มโอต่อน้ำหนักเกลือใช้เวลาการแช่ 2 ชั่วโมง จากนั้นล้างเปลือกส้มโอ



นำเปลือกส้มโอขาวต้มกับน้ำและเกลือ โดยใช้ น้ำ 1,500 : 15 กรัม ต้ม จำนวน 3 ครั้ง
จะได้เปลือกขาวส้มโอพร้อมใช้งาน

แผนภูมิที่ 2 ขั้นตอนเตรียมเปลือกขาวส้มโอ

3. ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพการผลิตภัณฑ์เปลือกขาวส้มโอหทัย

3.1 คุณสมบัติทางกายภาพที่ทำการประเมิน ได้แก่

3.1.1 การประเมินค่าสี ในระบบ L^* , a^* และ b^* โดยใช้เครื่องประเมิน Konica Minolta รุ่น CR-400 Series

3.1.2 คุณสมบัติทางเคมีที่ทำการประเมิน

- 1) โปรตีน โดยวิธี (A.O.A.C.2016)
- 2) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด โดยวิธี (A.O.A.C.2016)
- 3) คาร์โบไฮเดรต โดยวิธี (A.O.A.C.2016)
- 4) วิเคราะห์ความชื้น โดยวิธี (A.O.A.C.2016)
- 5) เถ้า โดยวิธี (A.O.A.C.2016)
- 6) ไขมัน โดยวิธี (A.O.A.C.2016)

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานหยา

ศึกษาสูตรพื้นฐานมะขามหยา จำนวน 4 สูตร จากนั้นนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานมะขามหยาที่ผู้ชิมให้การยอมรับมากที่สุดไปศึกษาปริมาณเปลือกส้มโอขาวที่เหมาะสมสำหรับทดแทนในมะขามหยาบางส่วน ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานหยาจำนวน 4 สูตร

วัตถุดิบ	น้ำหนักวัตถุดิบ (กรัม)			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
เนื้อมะขามเปียก	200	50	500	300
น้ำตาลทราย	500	100	700	1800
พริก	2	4	1	-
เกลือ	2	20	1	20
น้ำเปล่า	220	225	-	245
น้ำผึ้ง	-	-	-	8

ที่มา : ดัดแปลงจาก สูตรที่ 1 : ลำดวน (2565), สูตรที่ 2 monkeytan (2562), สูตรที่ 3 : ฐานิตย์ แม่บ้านพอเพียง (2564), สูตรที่ 4 : มิซึกา สูตรอาหาร ทำมาหากิน (2557)

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์มะขามหยา

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ย และค่าความแตกต่าง			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
ลักษณะปรากฏ	7.95±0.95 ^a	7.70±0.85 ^b	8.19±0.77 ^a	7.42±0.87 ^b
สี	7.82±1.03 ^a	7.55±0.64 ^b	8.24±0.79 ^a	7.53±0.85 ^b
กลิ่น	7.15±0.80 ^b	7.23±0.80 ^b	8.02±0.76 ^a	7.13±0.76 ^b
รสชาติ	8.32±0.85 ^a	7.33±0.83 ^b	8.35±0.77 ^a	6.83±0.84 ^c
เนื้อสัมผัส	8.05±1.00 ^a	7.45±0.88 ^b	8.84±0.72 ^a	7.18±0.84 ^b
ความชอบโดยรวม	8.25±0.80 ^a	7.43±0.84 ^b	8.66±0.74 ^a	7.10±0.84 ^c

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 2 พบว่าคะแนนเฉลี่ย และค่าความแตกต่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรพื้นฐานมะขามหยา จำนวน 4 สูตร พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับสูตรที่ 3 มากที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ย 8.19, 8.24, 8.02, 8.76, 8.72 และ 8.74 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบมาก เมื่อนำมาวิเคราะห์ ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้น จึงเลือกสูตรที่ 3 เป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาปริมาณเปลือกขาวส้มโอที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์หยี

2. ผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของเปลือกขาวส้มโอในผลิตภัณฑ์เปลือกขาวส้มโอหยี

นำสูตรที่ได้จากการศึกษาสูตรพื้นฐานมะขามหยีที่ได้รับการยอมรับมาศึกษาปริมาณเปลือกขาวส้มโอ โดยทำการศึกษาปริมาณเปลือกขาวส้มโอทดแทนมะขามบางส่วนที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 ร้อยละ 40 ร้อยละ 60 และร้อยละ 80 ของน้ำหนักเนื้อมะขามเปียกทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 3 จากนั้นนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณเปลือกขาวส้มโอทดแทนมะขามบางส่วนต่างกัน 4 ระดับ

วัตถุดิบ	น้ำหนักวัตถุดิบ (กรัม)			
	สูตรที่ 1 (ร้อยละ 0)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ 40)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ 60)	สูตรที่ 4 (ร้อยละ 80)
เปลือกขาวส้มโอ	0	200	300	400
เนื้อมะขามเปียก	500	300	200	100
น้ำตาลทราย	700	700	700	700
พริก	1	1	1	1
เกลือ	1	1	1	1

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยและค่าความแตกต่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสปริมาณเปลือกขาวส้มโอทดแทนมะขามบางส่วนต่างกัน 4 ระดับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ย และค่าความแตกต่าง			
	สูตรที่ 1 (ร้อยละ 0)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ 40)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ 60)	สูตรที่ 4 (ร้อยละ 80)
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.27±0.87	7.25±0.82	7.30±0.79	7.22±0.83
สี	7.30±0.69 ^a	7.27±0.85 ^a	7.35±0.73 ^a	6.20±0.91 ^b
กลิ่น ^{ns}	7.38±0.73	7.25±1.03	7.45±0.87	7.23±0.89
รสชาติ	7.35±0.52 ^{ab}	7.20±0.16 ^{ab}	7.50±0.96 ^a	6.98±1.11 ^b
เนื้อสัมผัส	7.30±0.80 ^{ab}	7.27±0.64 ^{ab}	7.40±0.95 ^a	7.08±0.91 ^b
ความชอบโดยรวม ^{ns}	7.35±0.67	7.27±0.71	7.43±0.87	7.23±0.86

หมายเหตุ: ^{a b} หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

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

จากตารางที่ 4 พบว่าค่าเฉลี่ยและค่าความแตกต่างคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของหีสูตที่มีปริมาณเปลือกข้าวสาลีต่างกัน 4 สูตร นั้นมีผลต่อการยอมรับของผู้ทดสอบชิม โดยสูตรที่ 3 ปริมาณเปลือกข้าวสาลีร้อยละ 60 ได้คะแนนความชอบมากที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ย 7.30, 7.35, 7.45, 7.50, 7.40 และ 7.43 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบปานกลาง เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส ของสูตรที่มีปริมาณเปลือกข้าวสาลีมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ปริมาณเปลือกข้าวสาลีที่ต่างกัน ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบ ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น และความชอบโดยรวมของหีสูตเสริมเปลือกข้าวสาลีจากผลของคะแนนความชอบที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. ผลการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพผลิตภัณฑ์เปลือกข้าวสาลีหีสูต

คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของหีสูตที่เสริมเปลือกข้าวสาลีปริมาณร้อยละ 0 ร้อยละ 40 ร้อยละ 60 และร้อยละ 80 แสดงดังภาพที่ 1 และตารางที่ 5



ภาพที่ 1 ผลิตภัณฑ์หีสูตที่เสริมเปลือกข้าวสาลี

ตารางที่ 5 คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของหีสูตเสริมเปลือกข้าวสาลี

คุณภาพทางเคมี/ กายภาพ	ค่าเฉลี่ยร้อยละ			
	สูตรที่ 1 (ร้อยละ 0)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ 40)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ 60)	สูตรที่ 4 (ร้อยละ 80)
คุณภาพทางเคมี				
พลังงาน	353	302.0	269.0	190
ไขมัน	0.20	0.10	0.20	0.10
โปรตีน	1.90	0.50	0.50	-
คาร์โบไฮเดรต	86.0	74.90	66.20	47.30
น้ำตาล	54.30	58.00	52.30	40.20
โซเดียม	289	115	84	32.00
ความชื้น	9.63	23.56	32.42	52.34
เถ้า	2.30	0.91	0.73	0.19

ตารางที่ 5 คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของหอยเสริมเปลือกส้มโอขาว (ต่อ)

คุณภาพทางเคมี/ กายภาพ	ค่าเฉลี่ยร้อยละ			
	สูตรที่ 1 (ร้อยละ 0)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ 40)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ 60)	สูตรที่ 4 (ร้อยละ 80)
คุณภาพทางกายภาพ				
L*	26.74±0.34	26.10±1.38	26.65±0.92	48.55±0.85
a*	6.52±0.08	5.35±0.79	6.08±0.30	-1.80±0.13
b*	5.83±0.38	3.14±1.07	4.66±0.63	9.72±0.59

หมายเหตุ: ^{a b c} หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

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

จากตารางที่ 5 พบว่าคุณสมบัติทางเคมีของหอยเสริมเปลือกขาวส้มโอ สูตรที่ 1 (ร้อยละ 0) พบว่า พลังงาน ร้อยละ 353 ไขมัน ร้อยละ 0.20 โปรตีน ร้อยละ 1.90 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 86.00 น้ำตาล ร้อยละ 54.30 โซเดียม ร้อยละ 289 ความชื้น ร้อยละ 9.63 และ เถ้า ร้อยละ 2.30 คุณสมบัติทางกายภาพพบว่า มีค่าความสว่าง (L*) 26.74 ค่าสีเขียว (a*) 6.52 และค่าสีเหลือง (b*) 5.83

สูตรที่ 2 (ร้อยละ 40) พบว่า พลังงาน ร้อยละ 302 ไขมัน ร้อยละ 0.1 โปรตีน ร้อยละ 0.5 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 74.9 น้ำตาล ร้อยละ 58 โซเดียม ร้อยละ 115 ความชื้น ร้อยละ 23.56 และ เถ้า ร้อยละ 0.91 คุณสมบัติทางกายภาพพบว่า มีค่าความสว่าง (L*) 26.10 ค่าสีเขียว (a*) 5.35 และค่าสีเหลือง (b*) 3.14

สูตรที่ 3 (ร้อยละ 60) พบว่า พลังงาน ร้อยละ 269 ไขมัน ร้อยละ 0.20 โปรตีน ร้อยละ 0.50 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 66.20 น้ำตาล ร้อยละ 52.30 โซเดียม ร้อยละ 84.00 ความชื้น ร้อยละ 32.42 และ เถ้า ร้อยละ 0.73 คุณสมบัติทางกายภาพพบว่า มีค่าความสว่าง (L*) 26.65 ค่าสีเขียว (a*) 6.08 และค่าสีเหลือง (b*) 4.66

สูตรที่ 4 (ร้อยละ 80) พบว่า พลังงาน ร้อยละ 190 ไขมัน ร้อยละ 0.10 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 47.30 น้ำตาล ร้อยละ 40.20 โซเดียม ร้อยละ 32.00 ความชื้น ร้อยละ 52.34 และ เถ้า ร้อยละ 0.19 คุณสมบัติทางกายภาพพบว่า มีค่าความสว่าง (L*) 48.55 ค่าสีเขียว (a*) -1.80 และค่าสีเหลือง (b*) 9.72

การอภิปรายผลการวิจัย

1. การศึกษาสูตรพื้นฐานหอย

คะแนนเฉลี่ย และค่าความแตกต่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรพื้นฐานมะขามหอย จำนวน 4 สูตร พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับสูตรที่ 3 มากที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ย 8.19, 8.24, 8.02, 8.76, 8.72 และ 8.74 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบมาก เมื่อนำมาวิเคราะห์ ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นจึงเลือกสูตรมะขามหอยสูตรที่ 3 เป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาปริมาณเปลือกขาวส้มโอที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์หอย เนื่องจากเปลือกขาวส้มโอมีปริมาณใยอาหารค่อนข้างสูงและไม่มีรสชาติจึงใช้

สูตรมะขามหยีเพื่อให้มีรสชาติตามลักษณะที่ดีของหยี สอดคล้องกับงานวิจัยของมธุรส รัตนวงศ์สนธิ (2562) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์การแปรรูปผลไม้มะม่วงหาวมะนาวโห่ (*Carissa carandas*) ในระยะผลถึงสุกและระยะผลสุก พบว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปของมะม่วงหาวมะนาวโห่หยีที่ได้จากกากสดพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับโดยรวมของหยีระยะผลถึงสุกมากที่สุดในระดับชอบมาก ($7.87 + 0.73$ คะแนน) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิญา มานะโรจน์ และคณะ (2558) ได้ศึกษาเรื่องการศึกษาการมะขามเปียกเหลือใช้ในผลิตภัณฑ์มะขามแก้วของวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรกร สวนเก่าแสน พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบต่อมะขามแก้วในระดับชอบมาก จากนั้นทำการทดแทนเนื้อมะขามด้วยกากมะขามที่ปริมาณร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 ของน้ำหนักเนื้อมะขามเปียก พบว่าที่ระดับการทดแทนร้อยละ 0 ผู้ชิมให้การยอมรับมากที่สุด อย่างไรก็ตามประมาณการทดแทนที่ระดับร้อยละ 50 ยังคงมีผู้ชิมให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์มะขามแก้ว

2. การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของเปลือกขาวส้มโอในผลิตภัณฑ์เปลือกขาวส้มโอหยี

พบว่าจากการศึกษาสูตรพื้นฐานมะขามหยีที่ได้รับการยอมรับมาศึกษาปริมาณเปลือกขาวส้มโอ โดยทำการศึกษาปริมาณเปลือกขาวส้มโอทดแทนมะขามบางส่วนที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 40, 60 และ 80 ของน้ำหนักเนื้อมะขามเปียกทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 3 จากนั้นนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมค่าเฉลี่ยและค่าความแตกต่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสของหยีสสูตรที่มีปริมาณเปลือกขาวส้มโอต่างกัน 4 สูตร นั้นมีผลต่อการยอมรับของผู้ทดสอบชิม โดยสูตรที่ 3 ปริมาณเปลือกขาวส้มโอร้อยละ 60 ได้คะแนนความชอบมากที่สุด ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมโดยมีค่าเฉลี่ย 7.30, 7.3, 7.45, 7.50, 7.40 และ 7.43 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบปานกลาง เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าด้าน สี รสชาติ เนื้อสัมผัส ของสูตรที่มีปริมาณเปลือกขาวส้มโอมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ปริมาณเปลือกขาวส้มโอที่ต่างกัน ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบ ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น และความชอบโดยรวมของหยีเสริมเปลือกขาวส้มโอ จากผลคะแนนความชอบที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ วันเพ็ญ แสงทองพินิจ มนตรา ล่วงลือ ปวีณา สมบูรณ์ผล และสละ บุตรโชติ (2557) ได้ศึกษาหุ้หม่แห้งเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอส่วนขาว ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณเปลือกส้มโอที่เหมาะสมในการผลิตหุ้หม่แห้งที่ร้อยละ 7.5 ได้รับการยอมรับมากที่สุด ได้ผลิตภัณฑ์หุ้หม่แห้งที่มีเส้นใยอาหาร 1.28 กรัม/100 กรัม ซึ่งมีเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 300 และไขมัน 4.08 กรัม/100 กรัม ซึ่งไขมันเพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 4.60 และสอดคล้องกับงานวิจัยของเขาวลิต อุปฐาก วไลภรณ์ สุทธา และปานทิพย์ ผดุงศิลป์ (2556) ได้ศึกษากรรมวิธีการทำเปลือกส้มโอแต่งโมปรุงรส 3 รูปแบบ คือ เปลือกแต่งโมแบบหั่นสี่เหลี่ยมลูกเต๋า เปลือกแต่งโมแบบสับ และเปลือกแต่งโมแบบการบดให้เป็นเนื้อเดียวกัน พบว่าผู้ชิมให้การยอมรับ สูตรที่ 1 (แบบหั่นสี่เหลี่ยมลูกเต๋า) ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีคะแนนเฉลี่ย 8.03 ± 0.66 , 8.50 ± 0.64 , 8.28 ± 0.55 , 7.98 ± 0.66 และ 7.93 ± 0.35 ตามลำดับ อยู่ในระดับชอบปานกลาง ถึงระดับชอบมาก เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และทดสอบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ในการเสริมเปลือกส้มโอขาวทำให้ผลิตภัณฑ์เปลือกส้มโอหยีมีพลังงานลดลง และสามารถนำของเหลือใช้มาเพิ่มมูลค่าให้กับเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอ

3. การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

ผลการศึกษาคุณลักษณะด้านสีของหิี พบว่า ยิ่งเสริมปริมาณเปลือกส้มโอขาวในหิี มีผลทำให้สีของหิีมีสีเหลือง พิจารณาจากค่า L^* ที่ลดลงสีจะดำคล้ำขึ้น และค่า a^* และ b^* ที่มีค่าความเข้มของสีแดงและเหลืองลดลงตามลำดับ ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส วัดค่าความแข็งของหิี ยิ่งเสริมเปลือกขาวส้มโอก็มากขึ้น ยิ่งทำให้หิีมีความแข็งมากขึ้น สัมพันธ์กับลักษณะเนื้อสัมผัสที่ยิ่งแข็งและยิ่งแห้ง โดยพิจารณาจากค่าออสโมมิเตอร์แอสคิวติและความชื้นยิ่งลดลง เมื่อเสริมเปลือกส้มโอขาวเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของจิรารัตน์ แสนพรม (2565) ที่ได้ศึกษาผลของปริมาณงาขี้ม่อนต่อคุณสมบัติทางกายภาพทางประสาทสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการของเค้กฟลาวมันสำปะหลังด้วยการใช้ไมโครเวฟในการอบ พบว่า เมื่อปริมาณงาขี้ม่อนเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 20 ของน้ำหนักส่วนผสมแห้งได้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหิีเสริมเปลือกขาวส้มโอพบว่า ปริมาณการเสริมเปลือกขาวส้มโอที่ต่างกันมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของหิีทั้งปริมาณของพลังงาน ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต โซเดียม แคลเซียม สูงสุดในสูตรที่ 1 (ร้อยละ 0) ส่วนค่าน้ำตาล และความชื้นสูงสุด ใน สูตรที่ 4 (ร้อยละ 80) สอดคล้องกับงานวิจัยของ วันเพ็ญ แสงทองพินิจ (2553) ได้ศึกษาการเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอในผลิตภัณฑ์หมวย พบว่า ผลของการเติมเปลือกส้มโอส่วนขาวลงในหมวยโดยใช้เปลือกส้มโอส่วนขาวสองประเภทด้วยกันคือ เปลือกส้มโอดิบและเปลือกส้มโอต้มนาน 5 นาที โดยนำเปลือกส้มโอเติมลงในหมวยปริมาณร้อยละ 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีพบว่าหมวยมีปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.20 ถึง 1.88 ตามปริมาณเปลือกส้มโอที่เติมลงไป

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เปลือกส้มโอหิี โดยเฉพาะการใช้เปลือกขาวส้มโอมาพัฒนาผลิตภัณฑ์นั้นสามารถช่วยในเรื่องการนำวัสดุเหลือใช้มาสร้างมูลค่าเพิ่มของเปลือกส้มโอเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่และสร้างรายได้ให้กับผู้ประกอบการและเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภค ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีใยอาหารและสารอาหาร และมีสารต้านอนุมูลอิสระ ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ร่างกาย สามารถนำข้อมูลที่ได้รับไปเป็นแนวทางในการนำเปลือกส้มโอไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้ อาทิเช่น อาหารคาว หวาน และเครื่องดื่ม เป็นต้น

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. การใช้เปลือกขาวส้มโอในผลิตภัณฑ์เปลือกขาวส้มโอหิีควรศึกษาอายุการเก็บรักษาต่อไป
2. การใช้เปลือกขาวส้มโอในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปควรศึกษาการต่อยอดเชิงพาณิชย์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนในการช่วยเหลือให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- เชาวลิต อุปฐาก, วไลภรณ์ สุทธา และปานทิพย์ ผดุงศิลป์. (2556) *การศึกษาการรวมวิธีการทำเปลือกส้มโอแต่งโมประุรสร* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- ฐานิตย์ แม่บ้านพอเพียง. (2564). *วิธีทำมะขามแก้ว 4 รส*. สืบค้นจาก <https://pantip.com/topic/39674308>
- จิตรรัตน์ แสนพรม. (2565). ผลของปริมาณน้ำขี้ม่อนต่อคุณสมบัติทางกายภาพ ทางประสาทสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการของเค้กฟลาวมันสำปะหลัง ด้วยการใช้น้ำโครเวฟในการอบ. *วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน*, 28(4), 88-99.
- มิชากา (สูตรอาหาร ทำมาหากิน). (2557). *สูตรมะขามแก้ว*. สืบค้นจาก <https://www.facebook.com/foodtummahakin>
- มธุรส รัตนวงศ์สนธิ. (2562). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์การแปรรูปผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ (Carissa carandas) ในระยะผลกึ่งสุกและระยะผลสุก*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, ปทุมธานี.
- ลำดวน. (2565). *มะขามแก้ว*. สืบค้นจาก <https://www.sgethai.com/article/tamarind-candy/>
- วันเพ็ญ แสงทองพินิจ. (2553). การเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอในผลิตภัณฑ์หมุยอ. *การประชุมทางวิชาการ ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48: อุตสาหกรรมเกษตร*. (น.269-276). กรุงเทพฯ, ประเทศไทย. สืบค้นจาก https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/index.php?/BKN/search_detail/result/12153
- วันเพ็ญ แสงทองพินิจ, มนตรา ล่วงลือ, ปวีณา สมบูรณ์ผล และสละ บุตรโชติ. (2557). หมุยอเสริมใยอาหารจาก เปลือกส้มโอส่วนขาว. *วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 9(2), 8-18.
- ศูนย์ราชการจังหวัดนครปฐม. (2560). *ส้มโอ*. สืบค้นจาก <https://nakhonpathom.go.th/rspg/plant/detail/9>
- เสาวภา ไชยวงศ์, อีรพงษ์ เทพกรณ์, สุจิตต์ ส่วนไพโรจน์, โรมรัน ชูศรี และ อุไรวรรณ ขุนจันทร์. (2553). *การประเมินสารออกฤทธิ์สำคัญในกลุ่ม Flavonoids และ Anthocyanins ของส้มโอพันธุ์ทองดี พันธุ์ขาวน้ำผึ้ง พันธุ์ขาวแตงกวา พันธุ์ขาวใหญ่ และพันธุ์ทับทิมสยามที่ปลูกในไทย* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม.
- อภิรักษ์ เพียรมงคล. (2549). *การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเส้นใยอาหารผงจากกากส้มเขียวหวาน กากส้มสายน้ำผึ้ง กากส้มสีทอง และเปลือกในส้มโอ*. (รายงานผลการวิจัย). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อภิญา มานะโรจน์, วไลภรณ์ สุทธา, เจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์, ปรศินีย์ ทับใบแย้ม, เชาวลิต อุปฐาก, และจักรารุณ ภูเสม. (2558). *การศึกษาการรวมมะขามเปียกเหลือใช้ในผลิตภัณฑ์มะขามแก้วของวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรกร สวนแก้วแสน* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

Monkeytan. (2562). *วิธีทำมะขามคลุก กินเพลินจนเบรคแตก*. สืบค้นจาก <https://food.mthai.com/easy-menu/141891.html>

