

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อมะพร้าวรสเผ็ด

DEVELOPMENT OF SPICY PALMYRA PALM CANDY

แสงแข สพันธุพงศ์

อาจารย์ประจำหลักสูตรครุศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี.

Saengkhae Sapantupong

Lecturer, Bachelor of Home Economics Education Faculty of Sciences and Technology, Rajabhat Kanchanaburi University.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อมะพร้าวรสเผ็ดในหมู่บ้านห้วยสะพาน ตำบลหนองโรง อำเภอนมทวน จังหวัด กาญจนบุรี โดยศึกษาอัตราส่วนเนื้อมะพร้าวต่อเนื้อมะพร้าวที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อมะพร้าวรสเผ็ด 4 ระดับ คือ ร้อยละ 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ของปริมาณน้ำหนัคน้ำเนื้อมะพร้าว ตรวจสอบคุณภาพของเนื้อมะพร้าวรสเผ็ด ได้แก่ การยอมรับทางประสาทสัมผัส ค่าคอเลสเตอรอล (a_w) ค่าสี อายุการเก็บรักษา ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และ ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในผลิตภัณฑ์เนื้อมะพร้าวรสเผ็ดพบว่า การยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 - point Hedonic Scale ของสูตรทั้ง 4 ระดับ มีคะแนนความชอบปานกลางถึงชอบเล็กน้อย ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) สูตรที่ได้รับการยอมรับด้านต่างๆ มากที่สุด คือ ร้อยละ 80:20 ซึ่งมีปริมาณการใช้เนื้อมะพร้าวมากที่สุด มีค่าคอเลสเตอรอล (a_w) ต่ำที่สุด คือ 0.55 จะช่วยป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ทำให้อาหารมีความปลอดภัยจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ค่าสีของทุกระดับพบว่า เมื่อมีการเพิ่มปริมาณของเนื้อมะพร้าวที่มากขึ้น ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ค่าความสว่าง (L*) ลดลง ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสพบว่า ปริมาณเนื้อมะพร้าวที่เพิ่มทำให้ค่าความแข็ง ความยืดหยุ่น การเกาะรวมตัวของผลิตภัณฑ์ และความเหนียว ลดลง จึงทำให้อัตราส่วนที่ร้อยละ 80:20 มีค่ามากกว่าระดับร้อยละ 70:30 60:40 และ 50:50 การศึกษาอายุการเก็บรักษาได้เลือกอัตราส่วนที่ร้อยละ 80:20 และสูตรควบคุม มาทำการศึกษาพบว่า ไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์ รา ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 0.038±0.00 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง และปริมาณสารเบต้าแคโรทีน 0.775±0.26 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งมีปริมาณน้อยจึงทำให้ไม่มีประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระเท่าที่ควร

คำสำคัญ: เนื้อมะพร้าว ผลิตภัณฑ์เนื้อมะพร้าวรสเผ็ด สับปะรด

ABSTRACT

This study aims at developing the product of spicy palmyra palm candy made from ripe palm fruits grown in Huai Saphan village, Nongrong subdistrict, Kanchanaburi province. The product was developed by mixing ripe palm pulp with pineapple pulp at four different ratios (%)

of total weight including 80:20, 70:30, 60:40, and 50:50. The product quality was evaluated using sensory evaluation test, water activity (aw), color measurement, shelf-life evaluation, and content of phenolic and beta-carotene substances. The results showed that the sensory evaluation using 9-point Hedonic Scale with all ratios possessed low and moderate levels of satisfaction with no statistical difference at ($p>0.05$), the ratio possessing a high level of satisfaction in all aspects was 80:20 which was a recipe that contained the highest amount of ripe palm pulp. The lowest value of water activity ($aw=0.55$) resulted in the prevention of food deterioration and microbial growth. The color measurement pointed out that when the greater amount of pineapple pulp was added in the recipe the more of the color values of redness (*a) and yellowness (*b), but the lesser in the lightness value (*L). The texture analysis showed a negative correlation of pineapple pulp and values of hardness, elasticity, cohesiveness, and gumminess—larger amount of pineapple pulp resulted in decreasing values showing that the ratio 80:20 possessed higher values than the ratios 70:30, 60:40, and 50:50; the shelf-life evaluation revealed that no growth of microorganism, yeast, and fungus was found in the control ratio 80:20 during a 30-day-period; and the content determination of phenolic and beta-carotene substances reported that the product contained 0.038 ± 0.00 mgGAE/g of phenolic content, and 0.775 ± 0.26 mg/100g of beta-carotene content the small amounts indicated that the product lacked of antioxidant efficiency.

Keywords : Ripe Palmyra Palm, Spicy Palmyra palm candy, Preserved Pineapple

บทนำ

ลูกตาลเป็นผลไม้ที่คนไทยคุ้นเคยมานาน พบเห็นได้ทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทยตามหัวไร่ปลายนา ผลิตผลที่ได้จากตาลมีหลายชนิด เช่น น้ำตาลสด ลอนตาล จาวตาล สำหรับลูกตาลสุกจะนิยมนำมาทำขนมต่าง ๆ เช่น ขนมตาล ขนมเค้ก ขนมไข่ปลา ขนมขี้หนู และไอศกรีม ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเนื้อตาลสุกให้สามารถเก็บไว้ได้นานในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การนำเนื้อตาลสุกผง สามารถนำมาผสมลงในอาหารขนมต่างๆ ได้ (วิจิตร เกลียวตระกูล ขนิษฐา กรมศรี และปริญญ์ นาควงษ์, 2561) ซึ่งเนื้อตาลสุกจะประกอบด้วย แป้งและน้ำตาลเป็นจำนวนมากและแคโรทีนอยด์ (ลาวรรณ์ บัวสาย, 2551) สารแคโรทีนอยด์ เป็นสาร

ที่พบในพืชทั่วไปโดยเฉพาะในพืชที่มีสีส้ม สีเหลืองและแดง และพืชที่มีสีเขียว เช่น แครอท มะละกอ ฟักทอง เสาวรส สับปะรด คื่นช่าย มะรุ้ม สารแคโรทีนอยด์ มีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยการป้องกันการเกิดโรคต่างๆ ได้แก่ โรคมะเร็ง โรคหัวใจ และชะลอวัย(ธนศ ร่องอาทรกุล, 2557)

สับปะรดเป็นผลไม้เขตร้อนที่อุดมไปด้วยวิตามินแร่ธาตุ โยอาหาร นอกจากการนำสับปะรดมาบริโภคในรูปแบบของผลไม้สดและใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารและขนมต่างๆ เช่น สับปะรดกวน สับปะรดอบแห้ง สับปะรดหยี น้ำผลไม้ น้ำส้มสายชู และนอกจากนี้ได้มีการปรับปรุงคุณภาพและมาตรฐานของผลไม้กวนจากการนำสับปะรดผสมกับเงาะ เพื่อช่วย

ให้ผลไม้ที่สุกงอมผลผลิตล้นตลาด (เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล และนพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา, ม.ป.ป.) ซึ่งในสับปะรดมีสรรพคุณมากมายในการขับเหงื่อ เป็นยาระบาย ช่วยย่อยอาหารมีสาระสำคัญที่พบในสับปะรด คือ สารในกลุ่มไฟโตอีสเตอรเจน (phytoestrogens), ไอโซฟลาโวน (isoflavones), ลิกแนน (lignans), สารฟีนอลิก (phenolics), กรด, กรดมาลิก, วิตามินต่างๆ รวมทั้งมีเอนไซม์ บรอมีเลน (bromelain) ซึ่งเป็นสาระสำคัญที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่น่าสนใจหลายอย่าง มีฤทธิ์ย่อยโปรตีน ช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันทางด้านมะเร็งบางชนิด (กฤติยา ไชยนอก, 2561) ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากการใช้เนื้อตาลสุกเพื่อต้องการเพิ่มมูลค่า พัฒนาเนื้อตาลสุกให้สามารถรับประทานเป็นอาหารทานเล่นได้ แต่ข้อจำกัดของเนื้อตาลสุกจะมีอายุการเก็บรักษาสั้น มีกลิ่นเฉพาะตัว รสฝืดเคือง ทำให้ผู้วิจัยเลือกสับปะรดมาผสมกับเนื้อตาลสุก เนื่องจากสับปะรดให้ผลผลิตตลอดทั้งปี ราคาไม่แพง มีกลิ่นหอม รสชาติเปรี้ยวอมหวาน มีสีเหลือง และยังอุดมไปด้วยวิตามิน แร่ธาตุ โยอาหาร เมื่อนำมาผสมรวมกันกับเนื้อตาลสุก สับปะรดจะช่วยเสริมให้ผลิตภัณฑ์เนื้อตาลสุกหมีมีรสชาติดีขึ้นจากความเปรี้ยว หวาน กลิ่นหอม สีสัมนำรับประทานมากขึ้น นอกจากประโยชน์ด้านอื่นๆ ที่ได้จากสับปะรด ยังเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเนื้อตาลสุกให้มีจุดเด่นน่าสนใจ

ผลไม้หมีเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลไม้สดที่มีรสชาติเปรี้ยวหวาน เช่น สับปะรด มะม่วง มะยม ตัดเป็นชิ้นตามต้องการ นำไปกวนกับส่วนผสม น้ำตาลเกลือ ฟริกป่น กรดซิตริก บั่นหรือทำเป็นแผ่น นำไปคลุกปรงรสอีกครั้ง สำหรับการนำผลไม้มาทำการหยีนนั้นได้มีการนำส่วนที่เหลือใช้ของผลไม้มาแปรรูปเพิ่มมูลค่า เช่น เปลือกแตงโมหมี 3 รส (ชาวลิต อุประภา วไลภรณ์ สุทธา และปานทิพย์ ผดุงศิลป์, 2556) ทำให้ผลิตภัณฑ์ผลไม้หมีมีรูปแบบหลากหลายขึ้น

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงการพัฒนาเนื้อตาลสุกมาแปรรูปเป็นเนื้อตาลสุกหมี เป็นวิธีการถนอมอาหารโดยการนำเนื้อตาลสุกไปกวนให้แห้ง ปรงรส บั่นหรือตัดเป็นชิ้นพอคำแล้วนำไปคลุกปรงรสอีกครั้ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547) สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น เป็นทางเลือกในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเนื้อตาลสุก และเป็นการใช้วัตถุดิบที่มีให้เกิดประโยชน์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาอัตราส่วนเนื้อสับปะรดที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อตาลสุกหมี
2. ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อตาลสุกหมี
3. ศึกษาปริมาณประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในผลิตภัณฑ์เนื้อตาลสุกหมี

ขอบเขตของโครงการวิจัย

ทำการวิจัยโดยการใช้เนื้อตาลสุกพันธุ์ตาลหม้อที่ปลูกในพื้นที่หมู่บ้านห้วยสะพาน ตำบลหนองโรง อำเภอนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี

วิธีดำเนินงานวิจัย

1. การเตรียมวัตถุดิบ ทำการเตรียมเนื้อตาลสุก โดยเลือกผลตาลสุกที่มีขนาดประมาณ 10-20 เซนติเมตร ผิวเปลือกมีสีดำเข้ม ก้นตาลบ่ม และมีสีเหลือง ภายในมีสีเหลือง และส่งกลิ่นหอม การตรวจสอบว่าลูกตาลนั้นสุกจะใช้วิธีกดด้วยนิ้วที่เปลือกลูกตาล หากเปลือกลูกตาลยุบตัวลงสำหรับการเตรียมเนื้อตาล นำลูกตาลสุกมาล้างทำความสะอาด นำมายีกับน้ำสะอาดให้หมดสีเหลืองล้างทำความสะอาดและปอกเปลือกสีดำออกจนหมด แบ่งลูกตาลออกเป็น 3 เต้า แล้วตึงแกนกลางที่เป็นเส้นตรงแข็งๆ เรียกว่า ตีตาล จนหมด ยีตาลกับตะแกรงเริ่มยีโดยชุดเนื้อตาลกับตะแกรงให้เนื้อไหลลงก้นภาชนะรองजूมน้ำเล็กน้อย

นำมากรองด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นนำเนื้อตาลที่กรองแล้ว มาใส่ผ้าขาวบางห่อมัดด้วยเชือกอีกครั้งเพื่อเอาไปแขวน แยกน้ำและเนื้อตาลออกจากกัน วิธีนี้เรียกว่า การกรองตาล แขนงทิ้งไว้ 1 คืน น้ำจะไหลลงพื้น จะได้เนื้อตาล ประมาณ 5 กิโลกรัม เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้สำหรับการทดลองขั้นต่อไป

การเตรียมสับปะรด โดยใช้สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย จากตลาดสด อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี เลือก สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียน้ำหนักผลประมาณ 1.2 กิโลกรัม 3 ลูก ความสุกมากกว่าร้อยละ 50 โดยพิจารณาจากสี เปลือกที่มีสีเหลืองอมเขียวทางด้านล่างของผลสัดส่วน ประมาณครึ่งผลทำโดยการนำสับปะรดปอกเปลือก ล้างให้ สะอาด เอาตาลสับปะรดออก หั่นเนื้อและแกนสับปะรด เป็นชิ้นเล็ก จากนั้นนำมาปั่นด้วย เครื่องปั่นเนกประสงค์ ฟิลิปส์ (PHILIPS) รุ่น HR2118 ความเร็วของเครื่องเบอร์ 2 ประมาณ 3-4 นาที

ส่วนผสมหลักที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ สำหรับสูตร ความคุม คือ สูตรที่มีเนื้อตาลสุก (ไม่มีเนื้อสับปะรด) น้ำตาลทราย เกลือ แบะแซ เจลาติน กรดซิตริก และสูตรเนื้อตาล สุกหยา คือ สูตรที่มีอัตราส่วนของเนื้อตาลสุกต่อเนื้อ สับปะรด แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ของปริมาณน้ำหนักเนื้อตาลสุกและเนื้อสับปะรด น้ำตาลทราย เกลือ แบะแซ เจลาติน กรดซิตริก กรรมวิธี การผลิต คือ นำส่วนผสมทั้งหมดผสมรวมกันยกเว้นแบะแซ และกรดซิตริก ใช้ความร้อนในการกวนส่วนผสมที่อุณหภูมิ 75-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 นาที จนส่วนผสม เริ่มแห้ง จึงใส่แบะแซลงไป ลดอุณหภูมิเหลือ 65-70 องศา เซลเซียส กวนต่อประมาณ 30 นาที เติมกรดซิตริก กวนต่อ อีก 10 นาที ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ไม่ติดกระทะ มีความข้นหนืด

2. การศึกษาอัตราส่วนเนื้อสับปะรดที่เหมาะสม ในการผลิตเนื้อตาลสุกหยา

เตรียมส่วนผสมของเนื้อตาลต่อเนื้อสับปะรด 4 ระดับ ได้แก่ 80:20 70:30 60:40 50:50 ของปริมาณน้ำหนัก เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมทำ โดยการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) สำหรับการตรวจสอบ ทางด้านกายภาพและเคมี สำหรับทดสอบการยอมรับ ทางประสาทสัมผัส ทำโดยใช้ผู้ทดสอบชิม ที่ไม่ได้ผ่าน การฝึกฝน จำนวน 50 คน ทำการประเมินตัวอย่าง ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และ ความชอบโดยรวม ด้วยวิธีทดสอบแบบ 9 point Hedonic Scale และวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการ วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดย ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows ด้วยการ วิเคราะห์ความแปรปรวนและทดสอบความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยของหน่วยทดลอง โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test ในการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ ของตัวอย่างที่เตรียม 2 ซ้ำ โดยทำการวัดค่าด้วยวิธีการ กำหนดโดย AOAC, (2005) ดังนี้

1) ค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) วัดโดยใช้เครื่อง AQUALAB 4TE ทำโดยนำเนื้อตาลสุกหยา 5 กรัม ใส่ลง ในตลับพลาสติก นำใส่เครื่อง ตั้งค่าอุณหภูมิที่ 25 องศา เซลเซียส บันทึกค่าที่อ่านได้เมื่อค่าคงที่ วิเคราะห์ ตัวอย่าง 3 ซ้ำแล้วหาค่าเฉลี่ย

2) วัดค่าสี โดยใช้เครื่องวัดค่าสี Hunter Lab ยี่ห้อ Colorflex กำหนดให้ L^* เป็นค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 100 แกน a^* ที่เป็น + สีจะเป็นไป ในทิศทางสีแดงแกน a^* ที่เป็น - สีจะเป็นไปในทิศทางสีเขียว แกน b^* ที่เป็น + สีจะเป็นไปในทิศทางสีเหลือง แกน b^* ที่เป็น - สีจะเป็นไปในทิศทางสีน้ำเงิน ทำโดยนำตัวอย่างเนื้อ ตาลหยา 15 กรัม วางบนถ้วยพลาสติก เลือก Scale วัดค่า Standard และ Sample นำมาหาค่าเฉลี่ย

3) ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อตาลสุกหยาทำโดยนำเนื้อตาลสุกหยาประมาณ 5 กรัม วัดค่าด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส Texture Analyzer ใช้วิธีทดสอบแบบ TPA ด้วยหัววัด cylinder probe p/20 Test Mode : Compression Pre - test speed : 1 mm/sec Test speed : 0.50 mm/sec Post- test speed : 10 mm/sec Target mode : Distance Distance : 8 mm วัดค่าจากตัวอย่าง ทั้งหมด 4 ตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างละ 10 ซ้ำ ทำการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง (Hardness) ค่าคืนตัว (Springiness) ค่าความสามารถเกาะรวมตัว (Cohesiveness) ค่าความเหนียว (Gumminess) ค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยวหรือบด (Chewiness)

3. การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อตาลสุกหยา เลือกผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากข้อ 2 และสูตรควบคุมมาเก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด โพลีเอทิลีน (polyethylene) ที่อุณหภูมิห้อง สุ่มตัวอย่างทุกๆ 10 วัน มาตรวจคุณภาพ ดังนี้

1) วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ปริมาณ ยีสต์และรา ด้วยวิธี (AOAC, 2005)

2) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีทางกายภาพ ได้แก่ ค่า a_w และ ค่าสี

4. การศึกษาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในผลิตภัณฑ์เนื้อตาลสุกหยา

1) ปริมาณ ฟีนอลิกทั้งหมด ตามวิธีของ Akowuah et al. (2005)

2) ปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ตามวิธีของ Nagata and Yamashita. (1992)

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาอัตราส่วนเนื้อสับปะรดที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อตาลสุกหยา

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่า มีคะแนนความชอบปานกลางถึงชอบเล็กน้อย

ซึ่งแต่ละสูตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความนุ่มเหนียว) และความชอบโดยรวม ดังตารางที่ 1

จากการตรวจสอบคุณภาพทางด้านต่างๆ ของตัวอย่างพบว่า ค่า a_w ของเนื้อตาลสุกหยาต่อเนื้อสับปะรดที่อัตราส่วนร้อยละ 80:20 มีค่าต่ำที่สุด ซึ่งจะช่วยป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ทำให้อาหารมีความปลอดภัยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต และไพศาล วุฒิจำนง, 2545) เมื่อเทียบกับเนื้อตาลสุกหยาต่อสับปะรดที่อัตราส่วนร้อยละ 70:30 60:40 และ 50:50 ดังตารางที่ 2

ผลการวิเคราะห์ค่าสีเนื้อตาลสุกหยาต่อเนื้อสับปะรดที่อัตราส่วนร้อยละ 70:30 มีค่าความสว่าง (L^*) ต่ำที่สุด อยู่ที่ระดับ 34.83 ± 1.41 ซึ่งแตกต่างกับอัตราส่วนร้อยละ 80:20 60:40 และ 50:50 ค่าความเป็นสีแดง (a^*) พบว่า อัตราส่วนร้อยละ 80:20 มีความแตกต่างกับอัตราส่วนร้อยละ 70:30 60:40 และ 50:50 แต่ทั้ง 3 ส่วนนี้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) พบว่าอัตราส่วนร้อยละ 80:20 มีความแตกต่างกับอัตราส่วนร้อยละ 70:30 60:40 และ 50:50 ซึ่งค่า (a^*) และค่า (b^*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณเนื้อสับปะรด ดังตารางที่ 3

ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของเนื้อตาลสุกหยาต่อเนื้อสับปะรดอัตราส่วนร้อยละ 80:20 พบว่ามีค่าความแข็ง ความยืดหยุ่น เกาะรวมตัวของผลิตภัณฑ์ และความเหนียว สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อตาลสุกหยาที่อัตราส่วนร้อยละ 70:30 60:40 และ 50:50 ดังตารางที่ 4

2. ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อตาลสุกหยา

นำอัตราส่วนเนื้อตาลสุกต่อเนื้อสับปะรดที่ร้อยละ 80:20 และสูตรควบคุม มาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราพบว่า ทั้ง 2 สูตร ไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์ รา ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน ดังตารางที่ 5 และเมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) ของสูตรควบคุมมีแนวโน้มลดลง แต่สำหรับเนื้อตาลสุกหยาบต่อเนื้อสับปะรดที่อัตราส่วนร้อยละ 80:20 มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้นในวันแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นค่าความสว่างไม่มีการเปลี่ยนแปลง ค่าความเป็นสีแดง (a^*) สูตรควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงของสีในวันที่ 20 ของการเก็บรักษาลดลงเล็กน้อย และส่วนเนื้อตาลสุกหยาบที่อัตราส่วน 80:20 มีค่าลดลงเล็กน้อย และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) สูตรควบคุมมีแนวโน้มลดลง แต่สำหรับส่วนเนื้อตาลสุกหยาบที่อัตราส่วนร้อยละ 80:20 วันแรกและวันที่ 30 ของการเก็บรักษามีค่าลดลง เมื่อเทียบกับวันที่ 10 และวันที่ 20 ของการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ค่า a_w พบว่า สูตรควบคุมและเนื้อตาลสุกหยาบที่อัตราส่วนร้อยละ 80:20 มีแนวโน้มลดลงทั้ง 2 สูตร ตั้งแต่วันแรกจนถึง 30 วัน ดังตารางที่ 6 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกเนื้อตาลสุกหยาบต่อเนื้อสับปะรดที่อัตราส่วนร้อยละ 80:20 ซึ่งเป็นสูตรที่มีปริมาณเนื้อตาลสุกมากที่สุด และได้รับการยอมรับแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความนุ่มเหนียว) และความชอบโดยรวม



ภาพที่ 1 เนื้อตาลสุกหยาบ

3. ผลการศึกษาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณสารเบต้าแคโรทีน

ผลการนำผลิตภัณฑ์เนื้อตาลสุกหยาบ มาวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณสารเบต้าแคโรทีน พบว่า อัตราส่วนเนื้อตาลสุกทั้ง 4 ส่วน มีปริมาณฟีนอลิกอยู่ในช่วง 0.029 ± 0.006 - 0.077 ± 0.265 ไมโครกรัม กรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิกรัมของตัวอย่าง โดยเนื้อตาลสุกหยาบต่อเนื้อสับปะรดที่อัตราส่วนร้อยละ 70:30 มีปริมาณฟีนอลิกสูงสุด ซึ่งแตกต่างกันกับเนื้อตาลสุกหยาบต่อเนื้อสับปะรดที่อัตราส่วนร้อยละ 80:20 60:40 และ 50:50 สำหรับปริมาณเบต้าแคโรทีนของเนื้อตาลสุกหยาบต่อเนื้อสับปะรด ทั้ง 4 ระดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) อยู่ในช่วงระหว่างช่วง 0.503 ± 0.160 - 0.775 ± 0.265 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม fresh weight (FW) ดังตารางที่ 7

อภิปรายผลและสรุปผล

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อตาลสุกหยาบ เมื่อนำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่า มีคะแนนความชอบปานกลางถึงชอบเล็กน้อย ดังภาพที่ 1 เนื่องจากลักษณะของเนื้อตาลสุกที่นำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์หยาบจะใช้เนื้อตาลสุกในปริมาณมาก ซึ่งลักษณะของเนื้อตาลจะมีกลิ่นเฉพาะตัว มีรสฝาดเล็กน้อย ทำให้คะแนนการยอมรับอยู่ในระดับปานกลางถึงชอบเล็กน้อย

ค่า a_w ของน้ำตาลสูกหียต่อน้ำสับปะรด ที่อัตราส่วนร้อยละ 80:20 มีค่าต่ำที่สุด เนื่องจาก ปริมาณน้ำสับปะรดและน้ำตาลสูกต่างกัน ขั้นตอน การทำน้ำตาลสูกหียต้องใช้ความร้อนในขั้นตอน การกวนเป็นระยะเวลานาน ซึ่งการกวนเป็น กระบวนการลดความชื้นในอาหาร โดยเปลี่ยนสถานะ ของเหลวให้เป็นไอและเคลื่อนย้ายออกจากอาหารจึง ทำให้อาหารเหลวมีความเข้มข้น (ปรรัตน์ ศุภมิตรโยธิน, 2556) จากปริมาณน้ำตาลในสูตรและความเป็นกรด ของสับปะรด จะช่วยป้องกันการเน่าเสียและยืดอายุ การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ ทำให้เก็บผลิตภัณฑ์ได้นาน เพราะสภาพของอาหารไม่เหมาะสมต่อการเจริญ ของจุลินทรีย์ทั่วไปได้

ค่าสีของน้ำตาลสูกหียต่อน้ำสับปะรด ที่อัตราส่วนร้อยละ 70:30 มีค่าความสว่าง (L^*) ต่ำที่สุด อยู่ที่ระดับ 34.83 ± 1.41 มีการเปลี่ยนแปลง ทางสารเคมี ออกซิเจน และแสง นอกจากนี้ยังเกิดจาก ปฏิกิริยาต่างๆ ระหว่างองค์ประกอบของอาหารเอง เช่น ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) เป็นปฏิกิริยา การเกิดสีน้ำตาลซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ เกิดขึ้น ระหว่างน้ำตาลรีดิวส์ (reducing sugar) กับกรดแอมิ โนโปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ โดยมีความ ร้อนเร่งปฏิกิริยา จึงทำให้ค่าสว่าง (L^*) ลดลง ค่าความ เป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*)

เนื้อสัมผัสของน้ำตาลสูกหียต่อน้ำสับปะรด ที่อัตราส่วนร้อยละ 80:20 พบว่า มีค่าความแข็ง ความยืดหยุ่น ความสามารถเกาะรวมตัวของผลิตภัณฑ์ และ ความเหนียวสูง และบทบาทของสารที่ทำให้เกิดเจล คือ เจลาตินที่เติมลงในสูตรและเพคตินธรรมชาติ จากสับปะรด ยังช่วยเพิ่มลักษณะเนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์จึงทำให้ ผลิตภัณฑ์มีความคงตัว เหนียวนุ่มด้วย

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำตาลสูกหียอัตราส่วน น้ำตาลสูกต่อน้ำสับปะรดที่ร้อยละ 80:20 และสูตร

ควบคุมพบว่า ทั้ง 2 สูตร ไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์ ทั้งหมดและยีสต์ รา ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน เพราะค่า a_w ต่ำกว่า 0.85 ในกรณีนี้มีค่า a_w มีค่าเฉลี่ย โดยรวมที่ 0.57 จึงถือว่าน้อยสำหรับการเจริญเติบโต ของจุลินทรีย์แต่ยังคงไม่สามารถป้องกันการเจริญ ของเชื้อจุลินทรีย์ได้สมบูรณ์ เพราะยังคงมียีสต์และรา บางชนิดอื่นสามารถเจริญได้ที่ค่า a_w ต่ำกว่านี้ ซึ่งยีสต์ สามารถเจริญได้เมื่อมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.7-0.8 ส่วนรา สามารถเจริญได้เมื่อมีค่า a_w มากกว่า 0.7 และ แบคทีเรียสามารถเจริญได้เมื่อมีค่า a_w มากกว่า 0.8 (รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต และไพศาล วุฒิจำนง, 2545) สำหรับคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำตาลสูกหียที่ได้ยัง เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลไม้หีย มพช. 521/2547 ที่มีลักษณะแห้ง ไม่เกาะติดกัน มีเนื้อนุ่ม ไม่แข็งกระด้าง จำนวนจุลินทรีย์ไม่เกิน 1×10^4 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547) และเมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ พบว่า ค่า (L^*) ค่า (a^*) และค่า (b^*) ของสูตรควบคุม และอัตราส่วนของน้ำตาลสูกหียต่อน้ำสับปะรด ที่อัตราส่วน 80:20 มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากอาหาร ที่ผ่านการทำแห้งจะมีสีเข้มขึ้นจากความร้อนหรือ ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดสีน้ำตาล อุณหภูมิและช่วงเวลา ที่อาหารมีความชื้นร้อยละ 10-20 มีผลต่อความเข้ม ของสี (ปรรัตน์ ศุภมิตรโยธิน, 2556) สอดคล้องกับจินตนา วิบูลย์ศิริกุล และพรชนก ชัยชนะ (2560) เมื่อมีการเก็บ รักษาผลิตภัณฑ์น้ำตาลสูกไว้นาน สารแคโรทีนอยด์ที่มี ในน้ำตาลสูกจะทำให้สีซีดจางลง เนื่องจากการเกิด ออกซิเดชันของเอนไซม์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ และจาก การให้ความร้อนสูงและใช้เวลานาน

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณสารเบต้า แคโรทีนของอัตราส่วนน้ำตาลสูกต่อน้ำสับปะรด ทั้ง 4 ระดับ มีปริมาณฟีนอลิกอยู่ในช่วง 0.029 ± 0.006

0.077±0.265 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตร ของตัวอย่าง ซึ่ง Kamiloglu (2015) รายงานว่าในระหว่าง กระบวนการผลิตโครงสร้างเซลล์ของวัตถุดิบถูกทำลาย และทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้ ปริมาณฟีนอลลดลง และสำหรับปริมาณเบต้าแคโรทีน ของเนื้อตาลสุกหยาบต่อเนื้อสับปะรดที่อัตราส่วน ทั้ง 4 ระดับ อยู่ในระหว่างช่วง 0.503±0.160 - 0.775±0.265 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม fresh weight (FW) เนื่องจาก เนื้อตาลสุกและสับปะรดมีเบต้าแคโรทีนเป็นรงควัตถุ ที่มีสีส้ม สีเหลืองอยู่ในกลุ่มแคโรทีนอยด์ (carotenoid) จัดเป็นโปรวิตามินเอ และคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

สรุปผลการทดลอง ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เนื้อตาลสุกหยาบเมื่อมีการนำสับปะรดในอัตราส่วน แตกต่างกันพบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ลักษณะ ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะสีเหลืองออกส้ม มีกลิ่น หอมของเนื้อตาลสุกและสับปะรด เนื้อนุ่มเหนียว เล็กน้อย รสชาติอมเปรี้ยวอมหวาน สามารถเก็บรักษา ไว้อุณหภูมิห้องได้นาน 30 วัน พบปริมาณฟีนอลิก ทั้งหมดและปริมาณสารเบต้าแคโรทีน 0.038±0.00 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตร ของตัวอย่าง และ 0.775±0.26 mg/100g ซึ่งมีปริมาณน้อยจึงทำให้ ไม่มีประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระเท่าที่ควร

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์เนื้อตาลสุกหยาบ

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ปริมาณเนื้อตาล : เนื้อสับปะรด			
	80:20	70:30	60:40	50:50
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	6.66±1.61	6.32±1.55	6.56±1.57	6.58±1.66
สี ^{ns}	6.54±1.77	6.66±1.40	7.08±1.35	6.92±1.42
กลิ่น ^{ns}	6.10±1.65	6.30±1.60	5.96±1.52	6.52±1.77
รสชาติ ^{ns}	6.76±1.79	6.38±1.87	6.34±1.55	6.54±1.68
เนื้อสัมผัส (ความนุ่มเหนียว) ^{ns}	6.90±1.85	6.36±1.75	6.26±1.68	6.28±1.86
ความชอบโดยรวม	7.30±1.46	6.72±1.47	6.76±1.42	6.92±1.36

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

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ในตัวอย่างเนื้อตาลสุกหยาบสูตรต่างๆ

อัตราส่วนเนื้อตาลต่อเนื้อ สับปะรด	ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)
80:20	0.55 ^a ±0.00
70:30	0.59 ^b ±0.00
60:40	0.58 ^b ±0.00
50:50	0.56 ^a ±0.01

a,b,c... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตารางที่ 3 ค่าสีของอัตราส่วนเนื้อตาลสุกหียี่้อตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วนเนื้อตาลสุกต่อเนื้อสับปะรด	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าความเป็นสีแดง (a*)	ค่าความเป็นสีเหลือง (b*)
80:20	40.54 ^c ±3.41	10.36 ^c ±2.22	10.45 ^c ±2.64
70:30	34.83 ^a ±1.41	14.85 ^b ±1.04	16.97 ^b ±1.84
60:40	46.08 ^c ±1.23	15.62 ^b ±0.64	24.34 ^d ±1.14
50:50	41.79 ^b ±2.20	16.30 ^b ±1.97	22.09 ^c ±3.22

a,b,c,... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ตารางที่ 4 ค่าเนื้อสัมผัสของเนื้อตาลสุกหียี่้อตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วนเนื้อตาลสุกต่อเนื้อสับปะรด	ผลการวัดเนื้อสัมผัส				
	Hardness (N)	Springiness (mm)	Cohesiveness	Gumminess (N)	Chewiness (N)
80:20	1726.35 ^c ±767.71	0.26 ^c ±0.03	0.23 ^c ±0.01	486.78 ^b ±209.58	131.73 ^b ±73.46
70:30	858.84 ^{ab} ±335.69	0.18 ^a ±0.03	0.21 ^b ±0.01	190.53 ^a ±62.37	33.29 ^a ±9.00
60:40	967.95 ^b ±510.63	0.20 ^b ±0.02	0.17 ^a ±0.03	199.44 ^a ±94.89	39.71 ^a ±17.68
50:50	552.80 ^a ±238.68	0.17 ^a ±0.02	0.21 ^b ±0.01	121.70 ^a ±49.08	21.03 ^a ±7.86

a,b,c,... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ตารางที่ 5 ปริมาณจุลินทรีย์ และยีสต์และราของเนื้อตาลสุกหียี่้อสูตรควบคุมและเนื้อตาลสุกหียี่้อตราส่วนร้อยละ 80:20

สูตร	วันที่	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	ปริมาณยีสต์รา (cfu/g)
สูตรควบคุม	0	0	0
	10	0	0
	20	0	0
	30	0	0
เนื้อตาลสุกต่อเนื้อสับปะรดอัตราส่วน 80:20	0	0	0
	10	0	0
	20	0	0
	30	0	0

a,b,c,... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ตารางที่ 6 ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของเนื้อตาลสุกหีสสูตรควบคุมและเนื้อตาลสุกหียัตราส่วนร้อยละ 80:20

สูตร	วันที่	(a_w)
สูตรควบคุม	0	0.59 ^c ±0.00
	10	0.56 ^{ab} ±0.01
	20	0.57 ^{bc} ±0.007
	30	0.54 ^a ±0.02
80:20	0	0.54 ^c ±0.00
	10	0.50 ^b ±0.00
	20	0.49 ^b ±0.00
	30	0.44 ^a ±0.02

a,b,c,... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 7 ปริมาณฟีนอลิก และปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในผลิตภัณฑ์เนื้อตาลสุกหียัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วนเนื้อตาลสุกต่อเนื้อ สับปะรด	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (mgGAE/g Sample)	ปริมาณสารเบต้าแคโรทีน (mg/100g FW)
80:20	0.038±0.00 ^{bc}	0.775±0.26 ^a
70:30	0.077±0.00 ^a	0.687±0.18 ^b
60:40	0.040±0.00 ^b	0.680±0.16 ^b
50:50	0.029±0.00 ^c	0.503±0.16 ^c

a,b,c,... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณสารเบต้าแคโรทีน มีปริมาณน้อย ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาที่ผ่านมาที่พบ สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในผลไม้ชนิดต่างๆ จึงควรทำการศึกษาต่อไปการสูญเสียของสารประกอบฟีนอลิกและสารเบต้าแคโรทีนในผลิตภัณฑ์เนื้อตาลสุกหียี้และเพิ่มเติมในการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อตาลสุกและผลิตภัณฑ์เนื้อตาลสุกหียี้

กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 จากมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี การดำเนินโครงการสำเร็จลุล่วงด้วยดี โดยการสนับสนุน การให้ความช่วยเหลือและการให้ความร่วมมือจากหลายฝ่าย ขอขอบคุณกลุ่มแปรรูปผลผลิตจากตาล และผลิตภัณฑ์จากกะลาตาล ชุมชนห้วยสะพาน ตำบลหนองโรง อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี สาขาเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และผู้เชี่ยวชาญทั้งภายในและภายนอก ที่ช่วยเหลือและให้คำแนะนำการกระบวนการดำเนินการวิจัยด้านต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

- กฤติยา ไชยนอก. (2561). บทความเผยแพร่ความรู้สู่ประชาชน “สับประรดผลไม้รักษาโรค”. ค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 15, 2561, จาก <https://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/429>.
- จินตนา วิบูลย์ศิริกุล และ พรชนก ชัยชนะ. (2560). คุณภาพเนื้อตาลสุกที่ผ่านการให้ความร้อน. เพชรบุรี : สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.
- เขวาลิต อุบุธาก วไลภรณ์ สุทธา และปานทิพย์ ผดุงศิลป์. (2556). การศึกษากรรมวิธีการทำเปลือกแดงไม่ปรุงรส. กรุงเทพฯ : สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- ธเนศ ว่องอาทรกุล. (2557). การสกัดสารเบต้าแคโรทีนจากกระแตไต่ไม้ ผักกูด และผักแว่น. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ปรรัตน์ ภูมิไตรโยธิน. (2556). เทคโนโลยีผักและผลไม้. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- พรพล รมย์นุกูล. (2545). การถนอมอาหาร. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮ้าส์.
- รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต และดร.ไพศาล วุฒิจำนงค์. (2545). การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร. เอกสารประกอบการสัมมนา-อบรมวิชาการด้านอุตสาหกรรมอาหาร. วารสารจารย์พา, 9 (68), 48-63.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2547). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลไม้หทัย 521/2547. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม.
- เสาวลักษณ์ จิตบรรจงจิตกุลและนพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา. (ม.ป.ป.). การปรับปรุงคุณภาพและมาตรฐานของผลไม้หวาน. สงขลา : สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลานครินทร์.
- Albuquerque T. L, Silva J. I. J. and Macedo G. R., Rocha M. V. P. (2014). Biotechnological production of xylitol from lignocellulosic wastes: A review Process Biochemistry. **Journal Article In AGRIS Since**, 49, 1779–1789.
- Akowuah, G.A., Ismail, Z., Norhayati, I. and Sadikun, A. (2005). The effects of different extraction solvents of varying polarities of polyphenols of Orthosiphon stamineus and evaluation of the free radical-scavenging activity. **Food Chemistry**, 93, 311-317.
- Alwis D.D.D.H, Chandrika U.G., Jayaweera P.M. (2015). Spectroscopic studies of neutral and chemically oxidized species of β -carotene, lycopene and norbixinin CH_2Cl_2 : Fluorescence from intermediate compounds. **Journal of Luminescence**, 158, 60–64.
- AOAC. (2005). **Official methods of analysis of AOAC international. (18th ed)**. Washington, D.C.: The Association of Official Analytical Chemists. AOAC international.
- Kamiloglu S., Pasli A. A. , Ozcelik B. , Camp J. V. and Capanoglu E. (2015). Influence of different processing and storage conditions on in vitro bioaccessibility of polyphenols in black carrot jams and marmalades. **Food Chemistry**, 186, 74–82.
- Nagata, M. and Yamashita, I. (1992). Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit, **Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology**, 39, 925-926.