



การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารฮาลาลท้องถิ่นจากแยมส้มแขกแคลอรีต่ำ

Development of local Halal Food Product: Low Calorie Garcinia Cambogia Jam

นุชเนตร ตายะฮ์* ต่วนนัจจา ต่วนกาจิ และฮานาน อาลี

Nutchaneet Tayeh*, Tuannajwa Tuankaji and Hanan Alee

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 95000

Food Science and Technology Program, Faculty of Science Technology and Agriculture,

Yala Rajabhat University, Muang, Yala, 95000. Thailand

*Corresponding author, e-mail: nutchaneet.t@yru.ac.th

(Received: May 5, 2019; Revised: Jul 13, 2019; Accepted: Jul 30, 2019)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแยมส้มแขกแคลอรีต่ำ โดยใช้ซูคราโลสทดแทนน้ำตาล ทำการศึกษาโดยพัฒนาแยมส้มแขก 4 สูตร คือสูตรควบคุม สูตรทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลสร้อยละ 25, 50 และ 75 คัดเลือกสูตรการผลิตที่ดีที่สุดโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale นำสูตรที่คัดเลือกได้มาทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ จากการศึกษาพบว่า แยมส้มแขกที่ทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลสร้อยละ 25 ได้คะแนนคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมมากกว่าสูตรอื่น ๆ ($p < 0.05$) มีค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 22.72 6.43 และ 8.52 ตามลำดับ ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เท่ากับ 0.57 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณเยื่อใยทั้งหมด ความชื้น ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และปริมาณของแข็งทั้งหมด เท่ากับร้อยละ 0.93, 37.66, 6.63, 30.86 และ 70.30 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์มีค่าพีเอชเท่ากับ 3.05 ค่าพลังงานของแยมส้มแขกสูตรทดแทนซูคราโลส เท่ากับ 140.08 กิโลแคลอรี/100 กรัม มีค่าลดลงต่ำกว่าแยมส้มแขกสูตรพื้นฐานร้อยละ 22 (180.18 กิโลแคลอรี/100 กรัม) ตรวจพบจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^4 CFU/กรัม ยีสต์และรา ไม่เกิน 100 CFU/กรัม และไม่พบการเจริญของ *E. coli* ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน (มผช. 342-2547)

คำสำคัญ : แยม ส้มแขก ซูคราโลส แคลอรีต่ำ

Abstract

The objective of this study was to develop of low-calorie garcinia cambogia jam by replacing total sugar with sucralose. The 4 formulas of garcinia cambogia jam were controlled, replacing sugar at 25%, 50%, and 75%. The best formula was selected by sensory evaluation using the 9-point hedonic scale. Low-calorie garcinia cambogia jam was analyzed for physical properties, chemical compositions and microorganism. The results revealed that the garcinia cambogia jam replaced sugar with sucralose 25% had the highest scores in texture and overall acceptability by panelists ($p < 0.05$). The color of brightness (L^*), redness (a^*) and yellowness (b^*) were 22.72 ± 0.01 , 6.43 ± 0.02 and 8.52 ± 0.03 , respectively. The a_w was 0.57 ± 0.00 . The chemical compositions including total dietary fiber content, moisture content, total acid (citric acid), total sugar and total solid content were 0.93 ± 0.03 , 37.60 ± 0.12 , 6.63 ± 0.15 , 30.86 ± 0.25 and



70.3, respectively. The pH of the product was 3.05 ± 0.01 . The calorie of the low-calorie jam was 140.08 Kcal/100 g. which was less than that of the original jam (180.18 Kcal/ 100 g.). For microorganism, it was found that total viable count, Yeast and mold count were $< 1 \times 10^4$ CFU/g. and < 100 CFU/g., respectively. However, *E. coli* did not defect. The microorganism qualities complied with the standard.

Keywords: Jam, Garcinia, Cambogia, Sucralose Low, Calorie

บทนำ

ส้มแขก (Garcinia) (Som-khaek) เป็นไม้ยืนต้นในวงศ์ Clusiaceae (Guttiferae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Garcinia atroviridis* เป็นพืชสมุนไพรที่มีกรดไฮดรอกซีซิตริก (Hydroxy Citric Acid, HCA) ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งการสร้างไขมันในร่างกาย ช่วยเสริมภูมิคุ้มกันและช่วยลดอัตราความเสี่ยงจากโรคต่าง ๆ เช่น โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง ฯลฯ จึงนิยมนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเสริมลดน้ำหนักและแปรรูปส้มแขกในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แยมส้มแขก แต่เนื่องจากแยมโดยทั่วไปเป็นอาหารที่มีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบสูงถึงร้อยละ 45-60 ซึ่งน้ำตาลทรายประมาณ 100 กรัม ให้พลังงานร้อยละ 38.5 มีคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 99.5 มีความชื้นร้อยละ 0.5 และส่วนองค์ประกอบทางเคมีอื่น ๆ เช่น ไขมัน โปรตีน และ วิตามินต่าง ๆ จะไม่พบในน้ำตาล (บังอร บุญชู, 2547) ในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้ นิยมนำส้มแขกมาทำเป็นเครื่องปรุงรสอาหารเพื่อเพิ่มรสชาติ ในเมนูอาหารพื้นเมือง เช่น แกงส้ม ปลาต้มเค็ม และต้มยำ หรือใช้แต่งรสเปรี้ยวในสลัด แกง และต้มต่าง ๆ ทำให้อาหารมีรสชาติอร่อยและมีเอกลักษณ์ จากกระแสการบริโภคอาหารในปัจจุบัน ทำให้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ ซึ่งตอบสนองต่อวิถีชีวิตของผู้บริโภคยุคใหม่ที่ต้องการอาหารที่ทานง่าย สะดวกและมีประโยชน์ งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาแยมส้มแขกแคลอรีต่ำโดยใช้สารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาล ซึ่งให้พลังงานต่ำ (อภัย ราษฎร์วิจิตร, 2559)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมี กายภาพและทางประสาทสัมผัส อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สอดคล้องกับแนวทางการผลิตอาหารตามหลักการอิสลาม ที่นอกจากจะเน้นอาหารฮาลาลแล้ว ต้องมีคุณค่าทางโภชนาการและมีประโยชน์ที่ดีต่อสุขภาพ (ตอยยิบัน)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานในการทำแยมส้มแขกที่เหมาะสม
2. เพื่อศึกษาระดับสารให้ความหวานซูคราโลสที่เหมาะสมในการผลิตแยมส้มแขกแคลอรีต่ำ
3. เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำ
4. เพื่อศึกษารายละเอียดของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตแยมส้มแขก

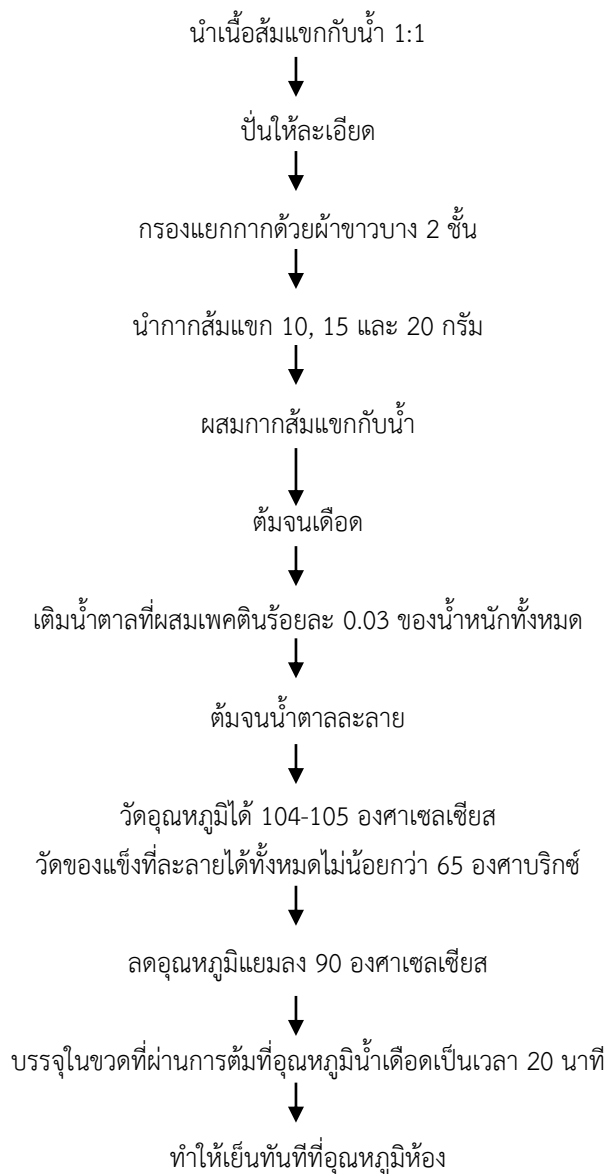
รับซื้อส้มแขกจากแหล่งขายในจังหวัดยะลาและปัตตานี นำมาบรรจุพลาสติก คัดเลือกส้มแขกสีเหลืองเขียวจากความเข้มข้นของสีที่ระดับ 7.54 R จากการวิเคราะห์โดย The Munsell Book of Color 2.5 R – 10 G เก็บรักษาส้มแขกที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาใช้จะละลายน้ำแข็งก่อนโดยแช่ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ปั่นเนื้อส้มแขกกับน้ำ 1:1 กรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น บีบและแยกน้ำเพื่อนำกากมาผลิตแยมส้มแขก 3 สูตร (ตารางที่ 1) ดัดแปลงโดยใช้ขั้นตอนการผลิต

แยมส้มแขกตามวิธีของนพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา (2554) และนัยทัศน์ ภู่อรัมย์ (2529) โดยใช้ เพคตินร้อยละ 0.03 ของน้ำหนัก ขั้นตอนการผลิตแยมส้มแขก แสดงดังภาพที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณของกากส้มแขก น้ำ น้ำตาลและเพคตินในแต่ละสูตร

ส่วนผสม (ร้อยละ)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
กากส้มแขก	10	15	20
น้ำ	45	30	20
น้ำตาล	45	55	60

ที่มา: ดัดแปลงมาจากนพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา (2554) และ นัยทัศน์ ภู่อรัมย์ (2529)



ภาพที่ 1 กรรมวิธีการผลิตแยมส้มแขกสูตรพื้นฐาน

ที่มา : ดัดแปลงจากนพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา (2554) และนัยทัศน์ ภู่อรัมย์ (2529)

ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 Points Hedonic Scale ทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส การสเปรด และความชอบรวม (คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งหมด 40 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized completely block design; RCBD) แล้ววิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่าง คัดเลือกชุดการทดลองที่มีคะแนนความชอบสูงสุดไปใช้ในข้อต่อไป

2. ศึกษาระดับสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายที่เหมาะสมในการผลิตแยมส้มแขกแคลอรีต่ำ

นำสูตรแยมส้มแขกที่ได้รับการยอมรับสูงจากข้อ 1 มาผลิตแยมแคลอรีต่ำโดยใช้ซูคราโลส (ตารางที่ 2) กำหนดอัตราส่วนของซูคราโลสต่อน้ำตาลทราย เท่ากับ 100:0 (สูตรควบคุม), 25:75 50:50 และ 75:25 และนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส การสเปรด และความชอบรวม ด้วยวิธี 9 Points Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งหมด 40 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ Randomized completely block design; RCBD) แล้ววิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) คัดเลือกชุดการทดลองที่มีคะแนนความชอบสูงสุดไปใช้ในข้อต่อไป

ตารางที่ 2 ปริมาณส่วนผสม น้ำ น้ำตาล และเพคตินในแต่ละสูตร

ส่วนผสม (g)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
กากส้มแขก	10	15	20
น้ำ	45	30	20
น้ำตาล	45	55	60

ที่มา : คัดแปลงจากพรรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา (2554) และ นัยทัศน์ ภู่อรัมย์ (2529)

3. ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี ของผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำ

นำผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดมาศึกษาคุณลักษณะดังนี้

3.1 ทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี (Color flex รุ่น Hunter lab:1471) ค่าวอเตอร์-แอกติวิตี ด้วยเครื่อง Aqualab รุ่น Ss 36090 วิเคราะห์ความหนืดด้วยหัววัด UL-adapter เบอร์ 2 ที่ความเร็วรอบ 100 RPM (UL-Adapter) (Viscometer model DV1 MLVT "Brookfield")

3.2 ทางเคมี ได้แก่ วิเคราะห์เยื่อใย (Fiber) ตามวิธี AOAC (2005) ค่าวอเตอร์-แอกติวิตี (Aqualab รุ่น Ss 36090) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (AOAC, 1999) ปริมาณกรดทั้งหมด ในรูปกรดซิตริก (AOAC, 2000) วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter) ปริมาณของแข็งทั้งหมด โดยใช้ Refractometer (Atago รุ่น PAL-2) วิเคราะห์ความชื้น โดยวิธี (AOAC, 1999) วิเคราะห์พลังงาน โดยใช้โปรแกรม Thai Nutri Survey (คณะเวชศาสตร์เขตร้อน, มหาวิทยาลัยมหิดล)

3.3 คุณลักษณะทางจุลินทรีย์ ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด (TVC) (BAM, 2000) และ ยีสต์และรา (BAM, 2000)

4. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำ

ทำการศึกษการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำโดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 200 คน ทดสอบเพื่อหาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม พฤติกรรมการบริโภคส้มแขกแคลอรีต่ำและทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้คะแนนแบบ 9 Points Hedonic Scale ประเมินผลโดยการหาค่าร้อยละจากคะแนนการประเมินของผู้บริโภค

ผล

1. ศึกษาสูตรแยมพื้นฐานในการผลิตแยมส้มแขก

ผลการศึกษาสูตรการผลิตแยมส้มแขกโดยศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าพีเอช พบว่า มีค่าเท่ากับ 3.05 ± 0.01 จึงจัดเป็นผลไม้ที่มีค่าพีเอชต่ำและมีความเป็นกรดสูงมาก (High acid food) ซึ่งมีค่าพีเอชต่ำกว่า 3.7 (วิภาดา มุรินทร์นพมาศ, 2554) วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับร้อยละ 69.6 ซึ่งเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 213 (2543) ที่ระบุว่า แยมต้องมีสารที่ละลายได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 ของน้ำหนัก นำแยมจากการผลิตทั้งสามสูตรมาทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคจำนวน 40 คน โดยวิธี 9-Point Hedonic Scale ผลประเมินด้านลักษณะปรากฏ ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส การสเปรด และความชอบโดยรวม ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของแยมส้มแขกสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร

สูตร	คุณลักษณะ						
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การสเปรด	ความชอบรวม
1	7.40 ± 1.16^a	7.15 ± 1.41^a	5.70 ± 1.21^c	7.05 ± 0.95^a	7.08 ± 1.27^a	6.93 ± 1.23^a	7.25 ± 1.09^a
2	6.33 ± 1.44^b	6.20 ± 1.47^b	6.70 ± 1.23^a	6.70 ± 0.93^b	6.50 ± 1.22^b	6.65 ± 1.89^a	6.88 ± 1.12^b
3	5.43 ± 1.51^c	5.88 ± 1.44^c	6.18 ± 1.16^b	6.40 ± 1.20^b	5.63 ± 1.41^c	5.65 ± 1.99^b	6.03 ± 1.37^c

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง

อักษร ^{abc} กำกับที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2. ศึกษาระดับสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายที่เหมาะสมในการผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำ

แยมส้มแขกแคลอรีต่ำ โดยใช้ซูคราโลสซึ่งเป็นสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทราย ในอัตราส่วนของซูคราโลสต่อน้ำตาลทราย 4 ระดับที่ร้อยละ 0:100, 25:75, 50:50 และ 75:25 มี ลักษณะของแยมส้มแขกจากสูตรการผลิตทั้ง 4 สูตร แตกต่างกัน ดังแสดงในภาพ 2 และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำทั้ง 4 สูตร แสดงดังตารางที่ 4



สูตรควบคุม

25:75

50:50

75:25

ภาพที่ 2 ผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกอัตราส่วนสารให้ความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลทรายทั้ง 4 ระดับ

ตารางที่ 4 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำทั้ง 4 ระดับ

สูตร	คุณลักษณะ						
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การสเปรด	ความชอบรวม
0:100	6.30±1.59 ^b	6.30±1.35 ^b	6.23±1.48 ^b	6.00±1.53 ^b	6.30±1.81 ^b	6.60±1.76 ^b	6.47±1.52 ^b
25:75	6.43±1.63 ^b	7.10±1.19 ^a	6.90±1.12 ^a	7.03±1.33 ^a	6.43±1.28 ^b	6.70±1.35 ^b	7.43±1.26 ^a
50:50	7.03±1.44 ^a	6.60±1.28 ^b	7.07±1.31 ^a	7.33±1.40 ^a	7.07±1.31 ^a	7.33±1.22 ^a	7.20±1.17 ^a
75:25	5.67±0.79 ^c	5.90±0.79 ^c	5.50±0.76 ^c	5.73±0.89 ^c	5.77±0.76 ^c	5.80±0.79 ^c	5.90±0.54 ^c

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง

อักษร abc กำกับที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3. ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำ

3.1 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ

การศึกษาค่าสีของแยมส้มแขกแคลอรีต่ำจากสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในช่วงตอนที่ 2 (สูตรที่ 3) เพื่อบ่งชี้ถึงคุณลักษณะสีของแยมส้มแขกแคลอรีต่ำ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะค่าสีของแยมส้มแขกแคลอรีต่ำ ที่ใช้อัตราส่วนสารให้ความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลทราย ร้อยละ 50:50

คุณลักษณะทางกายภาพ	ค่าที่ได้
ค่าสี L*	22.72±0.01
ค่าสี a*	6.43±0.02
ค่าสี b*	8.52±0.03
ค่าวอเตอร์-แอกติวิตี	0.57±0.00
ความหนืด (mPas)	19240±0.00

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง วิเคราะห์ด้วยวิธี 5 ซ้ำ

3.2 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางเคมี

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแยมส้มแขกแคลอรีต่ำ จากสูตรที่ 3 ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ต่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก ปริมาณเยื่อใย ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณความชื้นและปริมาณพลังงาน ซึ่งมีรายละเอียด ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีของแยมส้มแขกแคลอรีต่ำ ที่ใช้อัตราส่วนสารให้ความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลทราย ร้อยละ 50:50

คุณลักษณะทางเคมี	แยมส้มแขกแคลอรีต่ำ
ค่าความเป็นกรด-ต่าง (pH)	3.05±0.01
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก (ร้อยละ)	6.63±0.15
ปริมาณเยื่อใย (ร้อยละ)	0.93±0.03
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (ร้อยละ)	30.86±0.12

ตารางที่ 6 (ต่อ)

คุณลักษณะทางเคมี	แยมส้มแขกแคลอรีต่ำ
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Brix)	70.30
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	37.66±0.12
ปริมาณพลังงาน (กิโลแคลอรี)	140.08

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง

3.3 ผลการตรวจสอบคุณลักษณะทางจุลินทรีย์

ผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำ จากสูตรที่ 3 มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดจำนวนน้อยกว่า 30 โคโลนี/ตัวอย่าง 1 กรัม และไม่พบเชื้อยีสต์และรา ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ต่างๆของผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำ ที่ใช้อัตราส่วนสารให้ความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลทราย ร้อยละ 50:50

ผลิตภัณฑ์	Total Plate Count (CFU/g)	Yeasts/Molds (CFU/g)
แยมส้มแขกแคลอรีต่ำ	<25	<1.0×10 ²

หมายเหตุ : <1.0×10² คือไม่พบเชื้อ

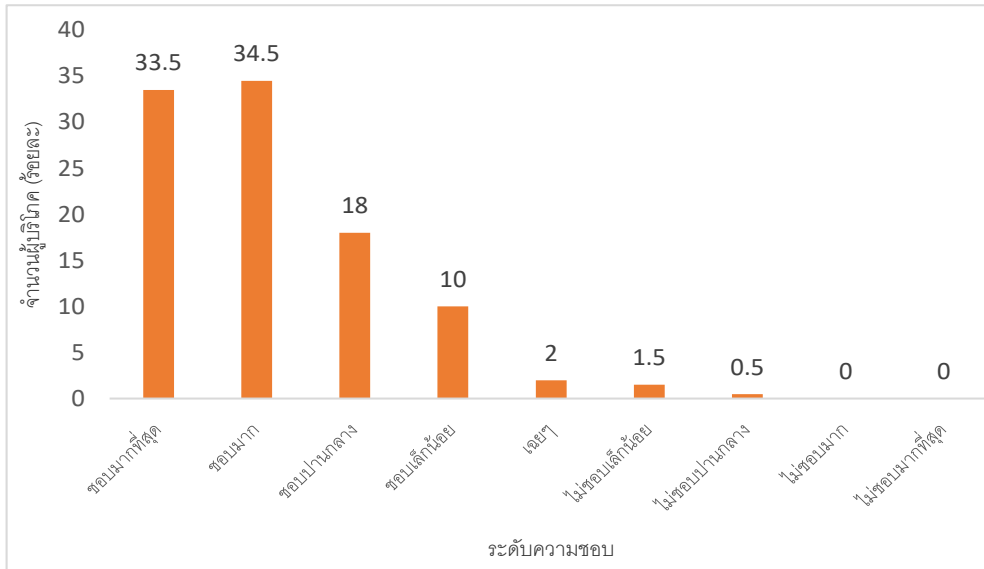
4. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำ

4.1 ข้อมูลทั่วไปและพฤติกรรมของผู้บริโภค

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกจากสูตรที่ 3 ซึ่งใช้อัตราส่วนสารให้ความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลทราย ร้อยละ 50:50 โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 200 คน พบว่าผู้บริโภคเป็นเพศชายร้อยละ 24.5 และเพศหญิงร้อยละ 75.5 โดยส่วนใหญ่ผู้บริโภคมียุ่อยู่ระหว่าง 21-30 ปีมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 46.5 ซึ่งเป็นนักเรียน/นักศึกษา มากที่สุดร้อยละ 71.0 และโดยส่วนใหญ่มีรายได้อยู่ระหว่างต่ำกว่า 3,000 บาทต่อเดือนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 64.5 และจากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์จากส้มแขกของผู้บริโภคทั่วไป พบว่าผู้บริโภคโดยส่วนใหญ่เคยรับประทานผลิตภัณฑ์จากส้มแขกร้อยละ 83.0 ชอบรับประทานผลิตภัณฑ์จากส้มแขกคิดเป็นร้อยละ 62.5 สำหรับสถานที่ซื้อผลิตภัณฑ์จากส้มแขกบ่อยที่สุดคือจากตลาดสดคิดเป็นร้อยละ 53.0

4.2 การยอมรับผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำ

จากการสำรวจการยอมรับแยมส้มแขกแคลอรีต่ำของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 200 คน พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำในระดับชอบปานกลาง ชอบปานกลางจนถึงชอบมากที่สุดรวมกันถึงร้อยละ 86 และมีคะแนนความชอบรวมเฉลี่ยเท่ากับ 7.81±1.20 ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์แยมส้มแซกแคลอรีต่ำของผู้บริโภคทั่วไป

อภิปรายผล

1. ศึกษาสูตรแยมพื้นฐานในการผลิตแยมส้มแซก

จากตารางที่ 3 พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบ สูตรที่ 1 มีคะแนนด้านลักษณะปรากฏ สีรสชาติ เนื้อสัมผัส การสเปรด และความชอบรวมมากที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 7.40 ± 1.16 7.15 ± 1.41 7.05 ± 0.95 7.08 ± 1.27 6.93 ± 1.23 และ 7.25 ± 1.09 ตามลำดับ แยมส้มแซกจากสูตรที่ 1 มีรสชาติหวานอมเปรี้ยว มีลักษณะปรากฏผิวหน้าเป็นแผ่นฟิล์มมันวาว มีความคงตัวมาก ไม่มีลักษณะของน้ำไหลเยิ้ม เนื้อสัมผัสมีลักษณะเรียบเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน สามารถปาดไปบนแผ่นขนมปัง ได้โดยง่าย และมีการกระจายตัวสม่ำเสมอ ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก (คะแนนระหว่าง 7-8) ยกเว้นด้านกลิ่น ซึ่งสูตรที่ 1 มีคะแนนด้านกลิ่นน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 5.70 ± 1.21 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกากส้มแซกที่มีปริมาณน้อยเพียงร้อยละ 10 จึงทำให้มีกลิ่นตามธรรมชาติน้อย จากการทดสอบคุณลักษณะด้านต่าง ๆ จะเห็นได้ว่า สูตรที่ 1 ผู้บริโภคให้คะแนนทางประสาทสัมผัสมากที่สุด จึงนำสูตรที่ 1 ไปใช้ในการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

2. ศึกษาระดับสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายที่เหมาะสมในการผลิตภัณฑ์แยมส้มแซกแคลอรีต่ำ

เมื่ออัตราส่วนซูคราโลสในส่วนผสมแยมแตกต่างกัน ให้คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าแยมส้มแซกแคลอรีต่ำที่ใช้อัตราส่วนของสารทดแทนความหวานที่ 50:50 มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัสและการสเปรดสูงสุด ($p < 0.05$) ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏผิวหน้าเป็นแผ่นฟิล์มมันวาว มีสีเขียวยวนเหลืองและมีการกระจายตัวสม่ำเสมอ ในขณะที่แยมที่ใช้อัตราส่วนสารทดแทนความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลทรายที่ 25:75 มีคะแนนความชอบด้านสีมากที่สุด เนื่องจากผลิตภัณฑ์เป็นสีเหลืองส้มซึ่งเป็นสีธรรมชาติของเนื้อส้มแซกซึ่งสีของเนื้อส้มแซกเกิดจากรังควัตถุพวก Gamboge ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเหลือง ในขณะที่สูตรควบคุมซึ่งใช้น้ำตาลร้อยละ 100 มีสีเขียวที่เด่นชัดกว่า และเมื่อเพิ่มอัตราส่วนสารทดแทนความหวานซูคราโลสมากขึ้น (ร้อยละ 50 และ 75) จะทำให้แยมมีสีเหลืองและใสมากขึ้น ซึ่งแตกต่างจากสีธรรมชาติของส้มแซก เมื่อพิจารณาคุณสมบัติด้านการสเปรดของแยมส้มแซกแคลอรีต่ำพบว่าสูตรที่ได้คะแนนมากที่สุดคือการทดแทนปริมาณซูคราโลสร้อยละ 50 (7.33) ซึ่งเป็นผลจากการลดความเข้มข้นของปริมาณน้ำตาลและใช้ปริมาณเพคตินต่ำเพียงร้อยละ 0.03 จากรายงานของวัชระ เวียงแก้ว (2549) กล่าวว่า การลดน้ำตาลในผลิตภัณฑ์แยมลง จะต้องใช้ปริมาณเพคตินที่สูงขึ้นเพื่อให้เจลมีความแข็งแรงเท่ากัน ส้มแซกเป็นผลไม้ที่มีองค์ประกอบของเพคตินค่อนข้างสูง การเติมเพคตินจึงเป็นการช่วยเพิ่มคุณภาพในการเกิดเจลของแยมให้ดีขึ้น ทำให้เจลที่ได้มีการกระจายตัวและความยืดหยุ่นของ

เนื้อเจลในผลิตภัณฑ์แยมที่ดีขึ้น โดยเพคตินที่ใช้จะขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ เช่น แยมทั่วไปจะใช้เพคตินเมทอกซิล (High methoxyl pectin, HM) เป็นเพคตินที่มีระดับของเมทิลเอสเทอร์ฟิเคชัน (Degree of methyl esterification, %DM) มากกว่าร้อยละ 50 จะเกิดเจลได้เมื่อมีของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (Total soluble solid) มากกว่าร้อยละ 55 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ใช้กับอาหารที่มี pH ต่ำกว่า 3.5 (ประมาณ 2-3) (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2558) แต่แยมลดพลังงานหรือแยมพลังงานต่ำจะใช้เพคตินเมทอกซิลต่ำที่มีระดับของเมทิลเอสเทอร์ฟิเคชัน มากกว่าร้อยละ 50 เนื้อสัมผัสของเจลจะมีความอ่อนนุ่มและยืดหยุ่นมากกว่าเจลที่ได้จากเพคตินที่มีเมทอกซิลสูง (HM) เป็นต้น (องอาจ เต็ดดวง, 2553) นอกจากนี้ยังพบว่าการทดแทนปริมาณซูคราโลสในน้ำตาลทรายมากกว่าร้อยละ 50 อาจจะทำให้ผลิตภัณฑ์แยมสัมผัสรสชาติหวานมากเกินไป ซึ่งรสหวานที่เกิดขึ้นจากซูคราโลสซึ่งเป็นสารให้ความหวาน ซูคราโลสมีความหวานเป็นประมาณ 320-1,000 เท่าของน้ำตาล (อภัย ราชภูริจิตร, 2559) เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์แยมจากทั้ง 4 สูตร พบว่า แยมสัมผัสแกลลอรี่ต่ำที่ใช้อัตราส่วนของสารทดแทนความหวานที่ 25:75 มีคะแนนความชอบรวมสูงที่สุด เนื่องจากลักษณะโดยรวมของแยมมีการกระจายตัวได้ดีไม่เหลวและแข็งจนเกินไป มีสีเหลืองเข้ม ซึ่งเป็นสีตามธรรมชาติ ทำให้ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด ดังนั้นจึงเลือกผลิตภัณฑ์แยมสัมผัสแกลลอรี่ต่ำที่มีอัตราส่วนของสารทดแทนความหวานที่ 25:75 ในการผลิตแยมสัมผัสแกลลอรี่ต่ำ

3. ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์แยมสัมผัสแกลลอรี่ต่ำ

3.1 คุณลักษณะทางกายภาพ

ค่าสี พบว่า ค่า L^* เท่ากับ 22.72 ± 0.01 , ค่า a^* เท่ากับ 6.43 ± 0.02 และค่า b^* เท่ากับ 8.52 ± 0.03 ตามลำดับ (ตารางที่ 5) เนื่องจากผลิตภัณฑ์เป็นสีเหลืองส้มซึ่งเป็นสีธรรมชาติของเนื้อสัมผัสแยมที่ทำให้ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด สีของเนื้อสัมผัสแยมเกิดจากรงควัตถุพวก Garcinol ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ละลายได้ในไขมัน มีสีเหลือง จึงส่งผลต่อค่า L^* a^* และ b^* ของผลิตภัณฑ์ (Atre, 2017)

ค่าวอเตอร์-แอกติวิตี จากการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์-แอกติวิตีของแยมสัมผัสแกลลอรี่ต่ำ พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.57 พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานพนธ์ (2558) ได้กล่าวว่าผลิตภัณฑ์แยมจัดเป็นอาหารกึ่งแข็งกึ่งเหลวซึ่งมีค่าวอเตอร์-แอกติวิตีระหว่าง 0.06-0.85 อีกทั้งผลิตภัณฑ์แยมสัมผัสแกลลอรี่ต่ำมีค่า pH 3.05 จัดเป็นอาหารกรดสูงซึ่งกรดจะช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้อีกด้วย

ค่าความหนืด แยมสัมผัสแกลลอรี่ต่ำมีค่าความหนืดเท่ากับ 19240 mPs (ตารางที่ 5) ซึ่งน้อยกว่าค่าความหนืดของแยมสัมผัสสูตรพื้นฐาน (87215 mPs) ชนิดและสัดส่วนของน้ำตาลมีผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้างของเจลในสูตรพื้นฐานมีประมาณน้ำตาลกลูโคสร้อยละ 100 ทำให้แยมมีความหนืดและมีการยึดเกาะกันค่อนข้างสูง ในขณะที่การทดแทนซูคราโลสในส่วนผสมน้ำตาลทำให้ความหนืดของแยมลดลง เช่นเดียวกับการใช้สารให้ความหวานชอร์บิทอลและไซลิทอลทดแทนน้ำตาลในระดับร้อยละ 25-35 ในแยมมะเขือเทศ ความแข็งแรงของเจลมีค่าลดลงและแตกต่างจากแยมสูตรควบคุม (กันยรัตน์ บรรจงแจ่ม, 2552)

3.2 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางเคมี

ค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณกรดทั้งหมด (กรดซิตริก)

พีเอชของอาหารมีบทบาทสำคัญในการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนเนื่องจากค่าพีเอชของอาหารเป็นปัจจัยที่ทำให้ความสามารถในการทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นหรือลดลงซึ่งจะมีผลต่อปริมาณความร้อนที่ต้องการใช้ในการทำลายจุลินทรีย์และการยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ (วิภาดา มุรินทร์พมาศ, 2554) แยมเป็นอาหารกึ่งแข็ง และมีกรดสูง โดยผลิตภัณฑ์แยมมีพีเอชระหว่าง 2.8-3.5 (กันยรัตน์ บรรจงแจ่ม, 2552) ซึ่งผลการตรวจสอบค่า pH ของแยมสัมผัสแกลลอรี่ต่ำและปริมาณกรดทั้งหมด (กรดซิตริก) พบว่า pH อยู่ในช่วง 3.05 และปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ 6.63 (ตารางที่ 6) ซึ่งอาหารที่มีค่า pH ต่ำกว่า 4.6 สามารถป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารจากจุลินทรีย์ได้ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547)

ปริมาณเยื่อใย

จากการวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใยของแยมส้มแขกแคลอรีต่ำพบว่า มีค่าร้อยละ 0.93 (ตารางที่ 6) ซึ่งปริมาณเยื่อใยที่ได้มาจากกากส้มแขกที่ใส่ลงไปในการผลิตแยมส้มแขกแคลอรีต่ำ เส้นใยอาหารเป็นสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน จัดเป็นอาหารเน้นสุขภาพ เหมาะเป็นอาหารสำหรับคนทั่วไปและอาหารผู้ป่วยเฉพาะโรค เส้นใยในส้มแขกจัดเป็นเส้นใยอาหารประเภท Soluble Fiber ซึ่งไม่ถูกย่อยในทางเดินอาหาร แต่จะเป็นอาหารให้กับแบคทีเรียกลุ่ม Probiotic ที่พบได้ในลำไส้ใหญ่ เช่น *Lactobacillus* ช่วยลดไขมันในเลือด ป้องกันการเกิดมะเร็งลำไส้ ป้องกันการเกิดโรคหัวใจ ช่วยควบคุมน้ำหนักตัวจาก Thai Recommended Daily Intake (Thai RDI) ได้กำหนดปริมาณเส้นใยอาหารที่ร่างกายควรได้รับเท่ากับ 25-30 กรัมต่อวัน (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานพนธ์, 2558)

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำ พบว่ามีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 30.86 ± 0.25 ซึ่งต่ำกว่าปริมาณน้ำตาลที่อยู่ในส่วนผสม (ร้อยละ 35) เนื่องจากน้ำตาลเป็นองค์ประกอบหลักในการผลิตแยม ทำให้เกิดโครงสร้างเจลร่วมกับเพคตินซึ่งน้ำตาลส่งผลให้โครงสร้างของเจลแข็งแรงขึ้น (วัชระ เวียงแก้ว, 2549) ผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดน้อยกว่าแยมมังคุดสูตรน้ำตาล จากงานวิจัยของสุภาพร อภิรัตนานุสรณ์ (2554) ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 54.77

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ปริมาณของแข็งทั้งหมดในแยมส้มแขกแคลอรีต่ำ พบว่า มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 70.3 องศาบริกซ์ เนื่องจากแยมส้มแขกแคลอรีต่ำมีปริมาณน้ำตาลร้อยละ 30.86 และกากส้มแขกร้อยละ 11.11 ซึ่งเป็นปริมาณของแข็งรวมทั้งส่งผลต่อความแข็งแรงของเจล จากข้อกำหนดของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (2543) ต้องมีปริมาณของสารที่ละลายได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 ของน้ำหนัก

ปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้นจากการวิเคราะห์พบว่า แยมส้มแขกแคลอรีต่ำมีปริมาณความชื้นร้อยละ 37.66 แยมเป็นอาหารที่มีความชื้นปานกลาง ซึ่งเป็นอาหารกึ่งแห้งที่มีน้ำปริมาณปานกลาง มีปริมาณความชื้นประมาณ 15-55 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักอาหารกึ่งแห้ง จึงมีเนื้อสัมผัส (Texture) ที่ดีกว่าอาหารแห้ง เนื่องจากยังมีน้ำอยู่บางส่วน มีความชุ่มฉ่ำ ไม่แห้งและแข็งเกินไป (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานพนธ์, 2558)

ปริมาณพลังงาน

จากผลการศึกษาค่าประกอบต่าง ๆ ทางเคมีของแยมส้มแขกแคลอรีต่ำ โดยอัตราส่วนของสารทดแทนความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลทรายร้อยละ 25:75 ให้พลังงาน 140.08 Kcal/100 กรัม ซึ่งจะมีค่าพลังงานต่ำกว่าแยมสูตรพื้นฐานร้อยละ 22 โดยปริมาณพลังงานของแยมสูตรพื้นฐานเท่ากับ 180.18 Kcal/100 กรัม ทั้งนี้พลังงานที่ลดลงเกิดขึ้นจากการใช้สารทดแทนความหวานซูคราโลส ซึ่งให้พลังงานต่ำแต่ไม่จัดเป็นสารอาหาร ซูคราโลสไม่สามารถถูกย่อยโดยน้ำย่อยของร่างกาย จึงไม่มีการปล่อยพลังงานให้กับร่างกายได้ (อภิย์ ราษฎร์วิจิตร, 2559)

3.3 ผลการตรวจสอบคุณลักษณะทางจุลินทรีย์

ผลการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา ในผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำ พบว่า ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีจำนวนน้อยกว่า 30 โคโลนี/ตัวอย่าง 1 กรัม ส่วนปริมาณเชื้อยีสต์และราจะไม่พบ ซึ่งมีจำนวนน้อยกว่า 30 โคโลนี/ตัวอย่าง 1 กรัม ค่าที่ได้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน-แยม (2547) ที่จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนี/ตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนี/ตัวอย่าง 1 กรัม ดังนั้นผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำจึงมีคุณภาพทางจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

สรุป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำโดยทำการศึกษาปริมาณสารทดแทนความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลทราย 4 ระดับ คืออัตราส่วน 25:75, 50:50 และ 75:25 ตามลำดับ โดยอัตราส่วนที่ 0:100 คือแยมสูตรพื้นฐานที่ใช้เปรียบเทียบพบว่า อัตราส่วนของสารทดแทนความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลทรายที่ระดับ 25:75 มีคะแนนด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส การสเปรด และความชอบรวมมากกว่าคะแนนที่ได้จากสูตรอื่น ๆ ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง เมื่อนำแยมส้มแขกแคลอรีต่ำ มาตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ พบว่า ค่าสี L^* a^* และ b^* เท่ากับ 22.72 6.43 และ 8.52 ตามลำดับ ค่าวอเตอร์-แอกติวิตี เท่ากับ 0.57 ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ทางเคมี พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 3.05 ปริมาณกรดทั้งหมด (กรดซิตริก) เท่ากับ 6.63 ปริมาณความชื้นร้อยละ 37.66 ปริมาณเยื่อใยร้อยละ 0.93 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 30.86 ปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 70.3 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราไม่เกิน 30 (CFU/g) และไม่พบการเจริญของ *E.coli* จากการสำรวจการยอมรับแยมส้มแขกแคลอรีต่ำของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 200 คน พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำในระดับชอบปานกลาง ชอบมากจนถึงชอบมากที่สุดรวมกันถึงร้อยละ 86 และมีคะแนนความชอบรวมเฉลี่ยเท่ากับ 7.81 ± 1.20 ผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรีต่ำที่มีอัตราส่วนสารทดแทนความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลทรายร้อยละ 25:75 ให้พลังงานเท่ากับ 140.08 Kcal/100 กรัม ลดลงร้อยละ 22 จากสูตรพื้นฐาน ดังนั้นแยมส้มแขกแคลอรีต่ำจึงเป็นผลิตภัณฑ์แยมที่มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดและทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภคที่ต้องการผลิตภัณฑ์อาหารลดพลังงาน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ประจำปี 2561

เอกสารอ้างอิง

- Atre, A. (2011). *Application of GARCINIA INDICA as a colorant and antioxidant in rice extrudates*. Master of Science Thesis, Graduate School-New Brunswick. The State University of New Jersey. United State of America.
- AOAC (1999). *Official methods of analysis* (16th Edition). Washington DC.: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC (2005). *Official method of analysis* (18th Edition). Washington DC.: Association of Official Analytical Chemists.
- BAM. (2001). *Bacteriological Analytical Manual (BAM)*. Retrieved August 24, 2016, from <http://www.fda.gov/default.htm>
- กองโภชนาการ กรมอนามัย. 2543. *ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ใน ภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ฉบับที่ 213*. กรุงเทพฯ.
- กันยารัตน์ บรรจงแจ่ม. (2552). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมมะเขือเทศลดพลังงาน*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- นพรัตน์ วงศ์ศิริฤเดชา. (2554). แยมมังคุด. วารสารเทคโนโลยีการเกษตร, 88-93.
- นัยทัศน์ ภูศรีนัย. (2529). *ศึกษาการสกัดเพคตินจากส่วนเปลือกใช้จำปาตะ*. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรการอาหาร. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.



- บังอร บุญชู. (2547). น้ำตาลและความหวานที่ไร้น้ำตาล [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 30 มีนาคม 2560, จาก : <https://soclaimon.wordpress.com/>.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2558). แยม. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2560, จาก : <http://www.Food network solution.com/>
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานนท์. (2558). แอคตีวีตี้ของน้ำ [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 12 มีนาคม 2560, จาก : <http://www.foodnetworksolution.com/>.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2558). เส้นใยอาหาร [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 24 มีนาคม 2560, จาก : <http://www.foodnetwork solution.com/>.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2547). แยม มผช. 342/2547 เล่มที่ 121. กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 6 กรกฎาคม 2560, จาก : <http://www.acfs.go.th/halal/general.php>.
- วิภาดา มุรินทร์พมาศ. (2554). หลักการถนอมและแปรรูปอาหาร. ยะลา : มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- วัชระ เวียงแก้ว. (2549) การสกัดเพคตินด้วยไอน้ำจากเปลือกส้มโอ. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. องค์กรักษ์ : นครนายก.
- อภัย ราษฎร์วิจิตร. (2559). ซูคราโลส [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2561, จาก : <http://haamor.com/th/>.
- องอาจ เต็ดดวง. (2553). การเปรียบเทียบเพคตินสกัดจากฝรั่งสามชนิดกับเพคตินมาตรฐาน. สารนิพนธ์ กศ.ม.(เคมี). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.