รายงานวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ

Development of Low Calorie Garcinia Cambogia Jam

ภายใต้แผนงานวิจัย
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ส้มแขกเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร
บ้านท่าสาป

นุชเนตร ตาเย๊ะ

ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณบำรุงการศึกษาประจำปี 2561
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

หัวข้อวิจัย การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ
ชื่อผู้วิจัย นุชเนตร ตาเย๊ะ
คณะ/หน่วยงาน วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
มหาวิทยาลัย ราชภัฏยะลา
ปีงบประมาณ 2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ โดยใช้ซูคราโลสทดแทนน้ำตาล ทำการศึกษาโดยพัฒนาแยมส้มแขก 4 สูตร คือสูตรควบคุม สูตรทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลสร้อยละ 25, 50 และ 75 ทำการคัดเลือกสูตรการผลิตที่ดีที่สุด โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale นำสูตรที่คัดเลือกได้มาทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ จากการศึกษาพบว่า แยมส้มแขกที่ทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลสร้อยละ 25 ได้คะแนนคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมมากกว่าสูตรอื่นๆ ($p<0.05$) 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 กิโลแคลอรี่/100 กรัม มีค่าลดลงต่ำกว่าแยมส้มแขกสูตรพื้นฐานร้อยละ 22 (180.18 กิโลแคลอรี่/100 กรัม) ตรวจพบจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน $1x10^4$ CFU/กรัม ยีสต์และรา ไม่เกิน 100 CFU/กรัม และไม่พบการเจริญของ E.coli ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน (มผช. 342-2547)

คำสำคัญ แยม ส้มแขก ซูคราโลส แคลอรี่ต่ำ

Research Title Development of Low Calorie Garcinia Cambogia Jam
Researcher Nutchanet Tayeh
Faculty/Section Science, Technology and Agriculture
University Yala Rajabhat
Year 2561

ABSTARACT

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 control, replacing sugar at 25%, 50% and 75%. The best formula were selected by sensory evaluation using 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 $<1x10^4$ CFU/g. and < 100 CFU/g., respectively. However, E.coli was not defected. The microorganism qualities were complied with the standard.

Keywords Jam Garcinia Cambogia Sucralose Low Calorie

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนการดำเนินการวิจัยจากงบประมาณบำรุงการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สำนักวิจัยและพัฒนา (สวพ.) มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลาทุกท่านที่ประสานงานและอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์และสถานที่ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัย
ตุลาคม 2561

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	**(1)**
กิตติกรรมประกาศ	**(3)**
สารบัญ	**(4)**
สารบัญภาพ	**(6)**
สารบัญตาราง	**(7)**
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**3**
2.1 ความหมายของแยม	3
2.2 ลักษณะทั่วไปของแยม	4
2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณของแยม	4
2.4 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์	6
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	**14**
3.1 วัตถุดิบ	14
3.2 อุปกรณ์เครื่องมือ	14
3.3 ขั้นตอนและวิธีการ	14
บทที่ 4 ผลการทดลอง	**18**
4.1 ผลการศึกษาสูตรแยมพื้นฐานในการผลิตแยมส้มแขก	18
4.2 ผลการศึกษาระดับสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายที่เหมาะสมในการผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ	19
4.3 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ	22
4.4 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ	25
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	**28**
เอกสารอ้างอิง	**29**

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	**31**
ภาคผนวก ก.การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ	31
ภาคผนวก ข.การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี	31
ภาคผนวก ค.แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	35
ภาคผนวก ง.แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ	36
ประวัติผู้วิจัย	**39**

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	โครงสร้างทางเคมีของน้ำตาล	9
3.1	กรรมวิธีการผลิตแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ	15
4.1	ผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกอัตราส่วนปริมาณซูคราโลสทั้ง 4 ระดับ	19
4.2	ระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำของผู้บริโภคทั่วไป	27

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	ปริมาณเพคตินโดยเฉลี่ยที่พบในผลไม้	8
2.2	ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของแยมที่ทดแทนการใช้น้ำตาลซูโครสด้วยน้ำตาลฟรุกโทสสัด	11
2.3	ผลการประเมินความชอบของแยมผลไม้สูตรทดแทนซูโครสด้วยน้ำเชื่อมฟรุกโทสและซูคราโลส	11
2.4	ค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดของแยมมะเฟืองที่มีปริมาณซูโครสและกรดที่แตกต่างกัน	12
2.5	ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของแยมมะเฟืองที่มีปริมาณซูโครสและกรดซิตริก ที่แตกต่างกัน	13
3.1	ปริมาณของกากส้มแขก น้ำ น้ำตาล และเพคตินในแต่ละสูตร	15
4.1	ปริมาณส้มแขก น้ำ น้ำตาล และเพคตินในแต่ละสูตร	18
4.2	ผลการทดสอบคุณลักษณะด้านต่างๆของแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำทั้ง 3 สูตร	18
4.3	ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำทั้ง 4 ระดับ	19
4.4	ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะค่าสีของแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ	21
4.5	ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีของแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ	22
4.6	ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ต่างๆของผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ	24
4.7	ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มไก่จากส้มแขก	25
4.8	ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภค	26

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันผู้บริโภคมีความต้องการอาหารเชิงต่อสุขภาพมากขึ้น กล่าวคือ อาหารที่มีสารอื่นที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ นอกเหนือจากมีสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เช่น ช่วยป้องกันโรคและรักษาโรคได้ ประโยชน์ต่อสุขภาพของสารเหล่านี้ ได้แก่ ตัวอย่างเช่นสารในกระเทียมช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือด และเพิ่มระบบภูมิคุ้มกัน สารบางชนิดป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง โรคอ้วน โรคเบาหวาน การผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ (functional foods) โดยนำวัสดุธรรมชาติที่มีองค์ประกอบของสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายเป็นส่วนประกอบจึงเป็นที่นิยม เพราะเป็นอาหารที่ช่วยส่งเสริมให้มีสุขภาพดี ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรค และช่วยป้องกันโรค ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะเพิ่มมูลค่าให้กับส้มแขกโดยนำมาผลิตเป็นแยมส้มแขก แต่เนื่องจากแยมเป็นอาหารที่มีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบสูงถึงร้อยละ 45-60 จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเป็นแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำโดยใช้สารให้ความหวานที่ให้แคลอรี่ต่ำทดแทนน้ำตาล การผลิตแยมทั่วไปมีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ เนื้อผลไม้ น้ำตาล เพคติน และกรดเพคติน ที่ใช้เป็นชนิด high methoxyl pectin ที่สามารถเกิดระบบเจลได้เมื่อรวมตัวกับกรดและน้ำตาลที่ความเข้มข้นสูงแต่การผลิตแยมแคลอรี่ต่ำจำเป็นต้องใช้เพคตินชนิด low methoxyl pectin เพราะเพคตินชนิดนี้สามารถเกิดเจลเมื่อรวมตัวกับกรดและน้ำตาลในปริมาณน้อยหรือไม่มีน้ำตาลก็ได้ แต่ในระบบการเกิดเจลจำเป็นต้องมีไดวาเลนซ์ของแคทไอออนที่เหมาะสม เช่น แคลเซียมไอออนรวมอยู่ด้วยจึงจะเกิดเป็นเจลได้ (สุภาพร อภิรัตนานุสรณ์, 2554)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมโดยการนำส้มแขกที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีคุณสมบัติเป็นยาที่ช่วยเสริมภูมิคุ้มกันในร่างกายและช่วยลดอัตราความเสี่ยงจากโรคต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง เบาหวาน ความดันโลหิตสูง ฯลฯ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ใหม่ สอดคล้องกับแนวทางการผลิตอาหารตามหลักการอิสลาม ที่นอกจากจะเน้นอาหารฮาลาลแล้ว ต้องมีคุณค่าทางโภชนาการและมีประโยชน์ที่ดีต่อสุขภาพ (ตอยยิบัน) และลดพลังงานจากน้ำตาลทรายด้วยการทดแทนน้ำตาลด้วยสารทดแทนความหวานซูคราโลส จะช่วยปรับรสชาติของอาหารและผลิตภัณฑ์ตามความประสงค์ของผู้ผลิตเท่านั้น โดยไม่ให้พลังงานต่อร่างกาย ไม่ทำให้ฟันผุ ไม่เพิ่มระดับน้ำตาลในกระแสเลือด ไม่ส่งผลต่อระดับและการทำงานของฮอร์โมนอินซูลิน จึงเหมาะกับการบริโภคในผู้ที่มีสุขภาพปกติรวมถึงผู้ป่วยโรคเบาหวาน และผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก ซูคราโลสไม่สามารถถูกย่อยโดยน้ำย่อยของร่างกายจึงไม่มีการปลดปล่อยพลังงานให้กับร่างกาย (อภัย ราษฎรวิจิตร, 2559)

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานในการทำแยมส้มแขกที่เหมาะสม
2. เพื่อศึกษาระดับสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายที่เหมาะสมในการผลิตแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ
3. เพื่อศึกษาลักษณะที่กายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ
4. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาการผลิตแยมส้มแขก และอัตราส่วนเนื้อส้มแขกต่อเพคติน และอัตราส่วนของสารทดแทนความหวานแทนน้ำตาล ที่เหมาะสมในการทำแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ รวมทั้งศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปในแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำที่พัฒนาขึ้นมาใหม่

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงสูตรพื้นฐานของการผลิตแยมส้มแขก
2. ทราบถึงระดับสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายที่เหมาะสมในการผลิตแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ
3. ทราบถึงลักษณะทางกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ
4. ทราบถึงการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของแยม

แยม

เป็นผลิตภัณฑ์ผลไม้ที่ถนอมรักษาด้วยน้ำตาลความเข้มข้นสูง (ไม่น้อยกว่า 65%) ผสมน้ำผลไม้หรือน้ำผลไม้เข้มข้นเพื่อทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีสภาพเจลและความข้นหนืดที่เหมาะสม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521) ผลิตภัณฑ์แยมจัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมในการรับปรานกับขนมปังเพื่อให้ขนมปังมีรสชาติอร่อยมากขึ้น หรือสอดไส้แต่งหน้าขนม จึงมีการใช้แยมในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อที่จะปรุงรส ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์แยมหลากหลายรสชาติทั้งแยมสับปะรด แยมสตอเบอรี่ แยมบลูเบอรี่ และแยมรสผลไม้รวม เป็นต้น ในขณะที่ผู้บริโภคได้หันมาสนใจรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น จึงมีผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพใหม่ออกมาจำหน่ายมากขึ้น เช่นผลิตภัณฑ์แยมแคลอรี่ต่ำ (กัลยานี ชาวนา, 2546)

แยม เยลลี่ และมาร์มาเลดเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผลไม้โดยการใช้น้ำตาล ลักษณะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความคงตัว เป็นเจลและมีความหนืดเล็กน้อย สามารถปาดกระจายได้ง่าย ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้ ถูกเรียกโดยรวมว่าเป็นผลิตภัณฑ์ในกลุ่ม Semi soft spread จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการบริโภคกับขนมปัง

ประกาศสาธารณสุข ฉบับที่ 213 พ.ศ. 2543 เรื่องแยมในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้ แยม หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากส่วนประกอบผลไม้ ซึ่งอาจเป็นผลไม้ทั้งผล ผลไม้เป็นชิ้นเนื้อผลไม้หรือผลไม้ปั่นผสมกับน้ำตาลหรือจะผสมกับน้ำผลไม้หรือน้ำผลไม้เข้มข้นด้วยก็ได้และทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะ

แยม เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับจากการต้มเนื้อผลไม้ปนกับน้ำตาล สำหรับผลไม้เปรี้ยวจัดอาจเติมน้ำตาลเท่ากับน้ำหนักน้ำผลไม้ ถ้าเป็นผลไม้หวานอาจใช้น้ำตาลเพียง 3/4 ของน้ำหนักผลไม้และมีการเติมกรดซิตริกในอัตรา 1.5 – 2.0 กรัมต่อกิโลกรัมผลไม้ ผสมส่วนประกอบทั้งหลายได้แก่ ผลไม้ น้ำตาล กรด และเพคตินในกรณีที่ผลไม้นั้นมีเพคตินน้อยจากนั้นนำไปต้มโดยค่อยๆเพิ่มอุณหภูมิขึ้นช้าๆ พร้อมทั้งคนเป็นครั้งคราวสม่ำเสมอจนได้อุณหภูมิ 105.5 องศาเซลเซียส หรือจนกระทั่งแยมเหนียวตามความต้องการ หรือกึ่งแข็งกึ่งเหลวพอเหมาะสำหรับใช้ทาไม่ตกผลึก สีของแยมต้องเป็นไปตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ และสม่ำเสมอ ต้องมีกลิ่นรสที่ดีของส่วนประกอบที่ใช้ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ไม่มีสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ขนสัตว์ ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วน หรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ หากมีการใช้วัตถุเจือปนอาหาร ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนดมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547)

คำว่า “ผลไม้” ให้ความหมายรวมถึงผักที่เหมาะสมในการใช้ทำแยมและเยลลี่ซึ่งสด ไม่เน่าเสีย ไม่เป็นโรคหรือมีรา ล้างกำจัดผงฝุ่นละออง สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช และสิ่งอื่นติดปนมาด้วย (นิภาภัทร์ กุณฑล, 2549) และการเลือกผลไม้ต้องเลือกผลไม้ที่สุกเต็มที่ สี กลิ่นดี ตัดแต่งแยกส่วนที่ไม่ต้องการออกไป บางชนิดต้องปอกเปลือกแยกเมล็ดหรือไส้แกนออก แล้วหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ

ถ้าผลไม้เนื้อแข็งอาจต้มด้วยน้ำเพื่อให้อ่อนตัวลง (คณาจารย์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, 2552)

นอกจากนี้ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานที่กล่าวไว้แล้ว ให้มีคุณภาพหรือมาตรฐานดังต่อไปนี้ด้วย

1. แยมที่ทำจากผลไม้ชนิดเดียว ให้มีส่วนที่เป็นผลไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของน้ำหนัก เว้นแต่ผลไม้ดังต่อไปนี้ให้มีส่วนที่เป็นผลไม้ตามที่กำหนด ดังนี้

1.1 ฝรั่ง ให้มีไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 ของน้ำหนัก

1.2 เนื้อมะม่วงหิมพานต์ ให้มีไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนัก

1.3 กระเจี๊ยบ ขิง มะม่วง ให้มีไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ของน้ำหนัก

2. แยมที่ทำจากผลไม้ 2 ชนิด ให้มีส่วนที่เป็นผลไม้หลักไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 แต่ไม่เกินร้อยละ 75 ของผลไม้ที่เป็นส่วนประกอบทั้งหมด

3. แยมที่ทำจากผลไม้ 3 ชนิด ให้มีส่วนที่เป็นผลไม้หลักไม่น้อยกว่าร้อยละ 33.33 แต่ไม่เกินร้อยละ 75 ของผลไม้ที่เป็นส่วนประกอบทั้งหมด

4. แยมที่ทำจากผลไม้ 4 ชนิด ให้มีส่วนที่เป็นผลไม้หลักไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 แต่ไม่เกินร้อยละ 75 ของผลไม้ที่เป็นส่วนประกอบทั้งหมด

ส่วนการใช้วัตถุเจือปนอาหาร สีผสมอาหาร หรือวัตถุแต่งกลิ่นรสอาหารในแยม ให้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กำหนดไว้ (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, 2543)

2.2 ลักษณะทั่วไปของแยม

แยม เป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปซึ่งอาจเป็นผลไม้ทั้งผล ผลไม้เป็นชิ้น เนื้อผลไม้ หรือผลไม้ปั่น ผสมกับน้ำตาลหรือสารให้ความหวานชนิดอื่นที่มีลักษณะเป็นผล แยมมีลักษณะกึ่งเหลวมีความข้นเหนียวพอเหมาะ สามารถปาดหรือทาขนมปังได้ ส่วนมาร์มาเลด คือ แยมที่ทำจากผลไม้ตระกูลส้มซึ่งอาจเป็นผลไม้เป็นชิ้น เนื้อผลไม้ หรือผลไม้ปั่น ผสมกับเปลือกหรือเนื้อผลไม้ชิ้นบางๆ และน้ำตาล การแปรรูปแยมเป็นการถนอมอาหารโดยการใช้น้ำตาลความเข้มข้นสูง จัดอยู่ในกลุ่มการเกิดเจล แยมเกิดจากกรด น้ำตาล และเพคตินผสมกันในสัดส่วนที่เหมาะสม

ดังนั้น เราจะเห็นว่าแยมที่ขายตามท้องตลาดบางยี่ห้อ มักเป็นเยลลี่ปรุงแต่ง มีน้ำตาลเยอะ มีสารกันบูด สารเคมี ปนเปื้อนอยู่ทำให้สารตกค้างในร่างกายและเกิดโรคต่างๆตามมา ก่อให้เกิดผลกระทบต่อร่างกาย ทำให้ได้สารอาหารที่ไม่ดีต่อสุขภาพ ซึ่งตามท้องตลาดของเรามีแยมหลากหลายรสชาติ โดยแยมส่วนมากที่นำมาขายมากที่สุดตามท้องตลาด คือ แยมสตอเบอร์รี่ เพราะฉะนั้นผู้จัดทำจึงคิดที่จะนำผลไม้ที่ได้จากท้องตลาดมาแปรรูปให้เป็นแยมผลไม้ โดยคิดว่ามีความปลอดภัยไร้สารกันบูด มีการใส่ส่วนประกอบที่ไม่มากหรือน้อยเกินไป ไม่ทำให้ร่างกายปนเปื้อนสารเคมีต่างๆ จึงได้นำผลไม้ 4 ชนิด คือ สตอเบอร์รี่ กีวี่ ส้ม และแอปเปิ้ล มาทำแยมผลไม้

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของแยม

แยมและเยลลี่เป็นตัวอย่างของสารกึ่งแข็งกึ่งเหลวหรือเจล (gel) เกิดจากสารละลายที่มีสารแขวนลอย (colloidal solution) หรือที่เรียกว่า ซอล (sol) อยู่ในอัตราส่วนที่เหมาะในการทำแยมและเยลลี่ สารละลายคือน้ำผลไม้ที่มีกรดและน้ำตาลผสมอยู่และสารแขวนลอยคือเพคติน เมื่อสัดส่วนของกรด น้ำตาล และเพคตินในซอลพอเหมาะที่จะแข็งตัวเป็นเจล ผลไม้ที่ใช้ในการทำแยมควรใช้

ผลไม้ที่สุก จึงควรทราบส่วนที่แน่นอนของเพคตินในผลไม้เพื่อที่จะได้เติมน้ำตาลและปริมาณกรดได้ถูกต้อง ส่วนประกอบสำคัญในการทำแยม เยลลี่ดังนี้ (สินธนา ลีนารักษ์, 2543)

1. ปริมาณและคุณภาพของเพคติน มีคุณสมบัติที่สามรถละลายน้ำได้และเมื่อทำการตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์หรือเกลือโลหะ แล้วนำมาละลายน้ำใหม่ จะไม่เปลี่ยนคุณสมบัติทางกายภาพ เพคตินสามารถเกิดเจล แต่ทั้งนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและคุณภาพของเพคตินด้วย

2. ปริมาณน้ำตาล การเพิ่มความเข้มข้นของน้ำตาลในแยมและเยลลี่จะลดการละลายของเพคติน ทำให้เพคตินเกิดเป็นร่างแหขึ้นและส่งผลทำให้เจลมีความแข็ง ปกติในการทำแยมต้องการปริมาณน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ประมาณร้อยละ 65 – 70 ระดับที่เหมาะสมคือร้อยละ 67.5 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 3 ถ้าลดปริมาณลงจะต้องใช้ปริมาณเพคตินที่สูงขึ้น เพื่อให้เจลมีความเท่ากัน ซึ่งการใช้ปริมาณสูง ๆ จะทำให้แยมเกิดการเซ็ทตัวได้เร็วขึ้น

แยมจะใช้น้ำตาลในการถนอมรักษาผลิตภัณฑ์ร่วมกับกรดและความร้อน โดยน้ำตาลจะไปเพิ่มความดันออสโมติก (osmotic pressurw) ให้กับผลิตภัณฑ์ ทำให้เซลล์ของจุลินทรีย์มีการสูญเสียน้ำ นอกจากนี้น้ำตาลยังไปลดค่า water activity (aw) ของอาหารทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ยากขึ้น ถ้าในผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้ำตาลร้อยละ 65 ขึ้นไปและมรกรดอยู่พอเพียง ก็จะสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ได้ โดยการให้ความร้อนเพียงเล็กน้อยและถ้ามีการป้องกันการปะปนของจุลินทรีย์ปนเปื้อนภายหลังอีก แต่ถ้าปริมาณน้ำตาลสูงถึงร้อยละ 70 จะสามารถถนอมรักษาผลิตภัณฑ์ไว้โดยไม่ต้องอาศัยกรด

3. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) กรดที่เติมในผลิตภัณฑ์นอกจากทำให้กลิ่นรสดีขึ้นและป้องกันการเสื่อมเสียแล้ว กรดยังผลในการลดค่า pH ซึ่งค่า pH จะมีผลต่อระดับการแตกตัวของเพคติน อัตราเร็วในการเซ็ทตัวของเจลอุณหภูมิตัวและการไหลเยิ้มของน้ำเชื่อม (syneresis) ค่า pH ที่เหมาะสมในการเกิดเจล ประมาณ 3.0 ถ้าต่ำกว่านี้จะส่งผลต่อความแข็งของเจล รวมทั้งอัตราเร็วและอุณหภูมิในการเกิดเจลจะเพิ่มขึ้นด้วย การเกิดเจลเร็วเหมาะกับการใช้ในกรณีที่ใช้ผลไม้ทั้งผล ทำให้ไม่ลอยขึ้นมาอยู่เหนือผลิตภัณฑ์ แต่อาจทำให้เสี่ยงต่อการเกิดการเซ็ทตัวก่อนกำหนดได้ขณะรอการบรรจุ ทำให้การเซ็ทตัวหลังบรรจุมีลักษณะเนื้อที่ไม่ดี อาจเกิดเป็นเจลที่มีความแข็งไม่สม่ำเสมอ นอกจากกรดจะทำหน้าที่เพิ่มรสชาติให้แก่แยมแล้ว ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพความเหนียวและยืดหยุ่นของร่างแหที่เกิดจากเพคติน ทำให้เพคตินสามารถอุ้มสารละลายได้ แต่ถ้ากรดที่มีอยู่ในน้ำผลไม้หรือมีการเติมลงไปมีจำนวนมาก จะทำให้แยมมีลักษณะเหนียวยิ่งขึ้น
(วิชัย หฤทัยธนาสันติ์, 2537)

ค่า pH ของแยมและเยลลี่อาจปรับให้ต่ำลงได้โดยใช้กรดอินทรีย์ เช่น กรดซตริก กรดมาลิก กรดแลคติก กรดฟอสฟอลิก หรือปรับให้สูงขึ้นด้วยเกลือ เช่น โซเดียมซิเตรท โซเดียมไบคาร์บอเนต โซเดียม อะซิเตท ไดโซเดียมไฮไดรเจนฟอสเฟต ไดโซเดียมไฮโดรเจนซิเตรด หรือแคลเซียมคาร์บอเนต เป็นต้น แยม จะเกิดเจลที่มีคุณภาพดีต้องใช้เพคตินที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.2 ความเข้มข้นของน้ำตาลร้อยละ 67.5

2.4 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์

ส้มแขก

ส้มแขก (garcinia) (som-khaek) เป็นไม้ยืนต้นในวงศ์ Clusiaceae (Guttiferae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Garcinia atroviridis เป็นพืชสมุนไพรที่มีกรดไฮดรอกซีซิตริก (Hydroxy citric acid, HCA) ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งการสร้างไขมันในร่างกาย ช่วยลดโคเลสเตอรอลและความอยากรับประทานอาหาร จึงนิยมนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเสริมลดน้ำหนัก ส่งผลให้สมุนไพรส้มแขกมีอนาคตสดใส ตลาดมีความต้องการสูงขึ้นทั้งในและต่างประเทศ ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกส้มแขกประมาณ 1,170 ไร่ ได้ผลผลิตส้มแขกตากแห้งปีละกว่า 1,700 ตัน พื้นที่ปลูกสำคัญของส้มแขกได้แก่ พื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ได้แก่ ยะลา ปัตตานีและนราธิวาส โดยปลูกแซมในสวนผลไม้ สวนยางพารา และพื้นที่ว่างในบริเวณบ้าน ส้มแขกมีชื่อเรียกหลายอย่างเช่น ส้มมะวน ส้มพะงุน (ปัตตานี) ส้มมะอ้น (ใต้) ส้มควาย (ตรัง พังงา ภูเก็ต) พบต้นส้มแขกอายุกว่า 100 ปี ไม้ในวงศ์นี้มีอยู่ประมาณ 320 ชนิด พบในเขตร้อนของเอเชีย อเมริกา และแอฟริกา ไม้ที่อยู่ในพวกเดียวกัน ได้แก่ พะวาหรือกะวา (G.Cornia) หรือ (G.coea) มังคุด (G.manrostana) ชะมวงน้ำหรือมะพูดป่า (G.mervosa) มะดัน (G.schomburgkiana) มะพูด (G.vilersiana) (สำนักงานเกษตรจังหวัดภูเก็ต, 2557) จากผลการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในสัตว์ทดลอง พบว่า สารสกัดหรือสาระสำคัญของผลสัมฤทธิ์ทางยาหลายประการ ดังนี้

1. การศึกษาผงต่อน้ำหนักตัว และไขมันในร่างกาย จากการวิจัยฤทธิ์ของสาร HCA ของต่างประเทศ โดยศึกษาในหนูขาวหรือหนูถีบจักร พบว่า HCA ช่วยลดการกินอาหาร ลดน้ำหนักตัวหรือลดการเพิ่มของน้ำหนักตัวได้

2. การศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ อนุพันธ์ของ hydroxycitric acid 2 ชนิด แสดงฤทธิ์ยับยั้งเชื้อรา Cladosporium herbarum ซึ่งเป็นเชื้อราชนิดหนึ่งที่ทำให้เกิดอาการภูมิแพ้โดยมีความแรงเทียบเท่า cyclohecimide แต่ไม่มีฤทธิ์ต่อเชื้อราอื่นหรือยีสต์

3. การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) สารสกัดด้วยน้ำ และสารสกัดด้วยเอทานอลของผมส้มแขกไม่แสดงฤทธิ์ antioxidant เมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุด 2000 mg/ml. แต่สารสกัดของราก ใบ และเปลืองต้นแสดงสัมฤทธิ์ antioxidant ที่แรงกว่าวิตามินอี ในขณะที่สารสกัดด้วยเมทานอลของผลส้มแขกก็ไม้แสดงฤทธิ์ antioxidant เช่นกัน มีรายงานการวิจัยทางคลินิกของ HCA ในคนอยู่หลายรายงาน แต่พบว่าไม่สนับสนับฤทธิ์ลดไขมัน หรือประสิทธิผลในการลดน้ำหนักหรือเพิ่ม fat oxidation ของ HCA ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการวิจัยในสัตว์ทดลอง อย่างไรก็ตาม มีข้อเสนอว่าผลิตภัณฑ์จากส้มแขกอาจมีประโยชน์ในการช่วยควบคุมไม่ให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นอีกหลังจากลดน้ำหนักได้แล้ว โดยใช้ร่วมกับการควบคุมอาหาร ลดการบริโภคไขมันและกำลังกาย ซึ่งยังต้องพิสูจน์ด้วยวิธีการทาวิทยาศาสตร์ต่อไป ทางด้านพิษวิทยาไม่มีรายงานการศึกษาทางพิษวิทยาในสัตว์ทดลอง ผลของส้มแขกใช้เป็นอาหารด้วยจึงถือว่ามีความปลอดภัย ทางภาคใต้ใช้ผลส้มแขกมาปรุงอาหารเช่น ต้มเนื้อ ต้มปลา แกงส้ม (สโรชาและคณะ, 2558)

เพคติน

เพคตินเป็นสารประกอบโพลิเมอร์ที่พบในพืช จัดเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรต เช่นเดียวกับแป้งและเซลลูโลส ค้นพบในศตวรรษที่ 18 ทำหน้าที่เป็นสารทำให้เกิดจาลในทางการค้า จะสกัดเพคตินจากเปลืองผลไม้ตระกูลส้ม มะนาวมีปริมาณเพคตินสูงสุด ส่วนส้มเขียวหวานมีปริมาณเพคตินต่ำสุด (พิเชญ เทบำรุง, 2546) การสกัดแพคตินทางการค้าเริ่มขึ้นในศตวรรษที่ 20 และพัฒนาเรื่อยๆจนถึงปัจจุบัน สารประกอบเพคตินทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของเซลล์ และเป็นสารที่สำคัญบริเวณชั้น มิดเดล ลามิลลา (Middle lamella) ที่ยึดเหนี่ยวเซลล์เข้าด้วยกันโดยจับกับเซลลูโลส เฮมิ-เซลลูโลส และไกลโคโปรตีนของผนังเซลล์พืช โดยเฉพาะบริเวณที่มีเยื้ออ่อนนุ่ม เช่น ต้นอ่อน ใบ และผลไม้ การสกัดเพคตินนั้นจะสกัดด้วยกรดแล้วตกตะกอนด้วยเอธิลแอลกอฮอล์ (Ethyl and matyl alcohol) จากนั้นทำให้แห้ง บดให้เป็นผงโดยให้มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 10 เก็บไว้ในถุงที่สามารถกันความชื้นได้ และควรเก็บไว้ในที่เย็นและแห้ง (พิชญา วิลาด, 2550)

เพคตินจำแนกตามปริมาณหมู่เมธิลเอสเทอร์ในโมเลกุลได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. โปรโตเพคติน เป็นโพลิเมอร์ของกรดกาแลคทูโรนิกที่ไม่มีหมู่เมธิลเอสเทอร์ ไม่ละลายน้ำ แต่สามารถเปลี่ยนเป็นเพคตินที่แพร่กระจายในน้ำได้โดยการต้มในน้ำร้อน โปรโตเพคตินไม่สามารถเกิดเจลได้

2. กรดเพคตินิก เป็นโพลิเมอร์ของกรดกาแลคทูโรนิกที่ประกอบไปด้วยส่วนของหมู่ เมธิลเอสเทอร์ เกิดจากโปรโตเพคตินขณที่ผลไม้สุก กรเพคตินิกที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงเรียกว่าเพคติน

3. กรดเพคตินเป็นอนุพันธ์ของกรดเพคตินิกที่มีโซ่เกิดขึ้นเมื่อผลไม้สุกเต็มที่หรือสุกงอก ถ้าหมู่เมธิลเอสเทอร์ของกรดเพคตินิกสั้นๆถูกไฮโดรไลซ์ออกหมดจะทำให้กรดเพคตินซึ่งไม่สามารถเกิดเจลได้

กลไกการเกิดเจลจากเพคติน แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ (เจนจิรา ตันติพิริยะและคณ, 2549)

1. การเกิดเพคตินเจลที่มีหมู่เมท็อกซิลสูง

ในการเกิดเจลของเพคตินได้จะต้องมีปริมาณน้ำตาล และกรดที่เหมาะสมเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากสายเพคตินจะถูกดึงน้ำออก มีผลทำให้เพคตินมีประจุลบ อาจทำให้ลดแรงระหว่างสายโซ่ (chain-chain interaction) ค่าพีเอชที่เหมาะสมในการเกิดเจลของเพคตินชนิดที่เกิดเจลได้ช้าและเร็วนั้นคือพีเอชเท่ากับ 3.2 และ 3.4 ตามลำดับ ที่ค่าพีเอชต่ำ ค่าความแข็งแรงของเจล (gel strength) จะเพิ่มมากขึ้นและอุณหภูมิในการเกิดเจลก็จะเกิดขึ้นด้วย สภาวะที่เหมาะสมในการเกิดเจลนั้นมีหลายปัจจัย ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาลสูงๆ พบว่าพีเอชจะเพิ่มขึ้น โดยน้ำตาลจะมีผลต่อการเกิดเจล โดยพบว่าหากใช้กลูโคสไซรัปแทนน้ำตาลจะมีผลทำให้ค่าความแข็งแรงของเจลลดลงแต่ต้องใช้อุณหภูมิในการเกิดเจลเพิ่มขึ้น การใช้น้ำตาลฟรุกโตสทดแทนน้ำตาล จะมีผลต่อค่าความแข็งแรงของเจลน้อยแต่จะมีผลต่อการลดลงของอุณหภูมิในการเกิดเจล

2. การเกิดเพคตินเจลที่มีหมู่เมท็อกซิลต่ำ

ในการเกิดเจลของเพคตินที่มีหมู่เมท็อกซิลต่ำนั้นขึ้นอยู่กับหลายๆปัจจัย ได้แก่ ปริมาณ Ca^{2+} ค่าพีเอช ปริมาณของน้ำตาล ปริมาณของเพคติน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิใน

การเกิดเจลและค่าความแข็งแรงของเจลที่ต้องการ ในการเตรียมเจลเพคตินมาตรฐานต้องประกอบด้วยค่าพีเอช 3.0 ปริมาณร้อยละ 30 โดยให้เพคตินร้อยละ 1 และสารประกอบแคลเซียม โดยเพคตินชนิดนี้จะไม่สามารถเกิดเจลได้หากมีปริมาณแคลเซียมไม่เพียงพอ แต่ถ้าหากเพิ่มปริมาณแคลเซียม ค่าความแข็งแรงของเจลก็จะเพิ่มจนถึงจุดหนึ่งแล้วลดลง อุณหภูมิในการเกิดเจลก็จะเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิปกติและจุดเดือดจะเพิ่มขึ้นตาม ความแข็งที่เพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของค่า water activity (aw) เนื่องจากการละลายของน้ำเพิ่มขึ้น จะสามารถเกิดเจลได้ง่าย ถึงแม้ว่าจะมี Ca^{2+} ต่ำและเป็นเพคตินที่ไม่ไวต่อ Ca^{2+} หากต้องการเพิ่มน้ำตาลเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 60 ก็จะต้องใช้ Ca^{2+} เพิ่มมากขึ้นตามปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มมากขึ้น ในเนื้อเยื่อของผักและผลไม้จะมีเพคตินอยู่ ซึ่งมีลักษณะคล้ายวุ้น เมื่อผักและผลไม้ถูกความร้อน เพคตินจะถูกสกัดออกมา ฉะนั้นการต้มเนื้อผลไม้จึงเป็นการช่วยให้เพคตินถูกสกัดออกมากขึ้น ผลไม้บางอย่างจะมีเพคตินน้อยมาก การทำแยมจึงต้องเติมเพคตินลงไปด้วย เพราะเพคตินจะช่วยทำให้เกิดเจลเมื่อใช้ปริมาณกรดและน้ำตาลที่เหมาะสมปริมาณเพคตินที่พบในผลไม้จะแตกต่างกัน ดังตารางที่ 2.1

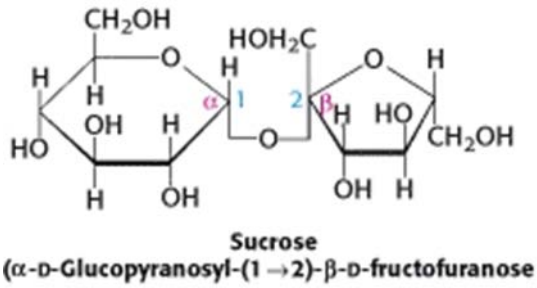
ตารางที่ 2.1 ปริมาณเพคตินโดยเฉลี่ยที่พบในผลไม้

ชนิดของผลไม้	ปริมาณเพคติน (ร้อยละ)
ผลมะม่วงหิมพานต์ (หลังเก็บเกี่ยว 2 วัน)	0.27
ฝรั่ง	0.14
ส้มซ่า	0.14
กระเจี๊ยบ	2.5
ส้มเขียวหวาน	0.03
มะนาว	2.04
ตะลิงปลิง	1.14
มะกอกฝรั่ง	0.12
แอปเปิ้ล	0.5 - 1.6
กากแอปเปิ้ล	1.5 - 2.5
กล้วย	0.7 - 1.2
หัวบีบ	1.0
แครอท	0.2 - 0.5
มะม่วง	0.4 - 0.42
เปลือกส้ม	3.5 - 5.5
มะละกอ	0.66 - 1.0
ลูกพีช	0.67 - 0.90
สับปะรด	0.68 - 0.7
มะขาม	1.71
มะเขือเทศ	0.2 - 0.6

ที่มา (นัยทัศน์ ภู่ศรันย์, 2529 หน้า 20)

น้ำตาล

น้ำตาล คือ ผลึกซูโครส ซึ่งมีสูตรทางเคมีเป็น คาร์บอน ไฮโดรเจน และ ออกซิเจน สามารถผลิตได้จากพืชชนิดต่าง ๆ เช่น อ้อย หัวบีท มะพร้าว ตาล และหัวเมเปิล แต่ที่นิยมทำเป็นอุตสาหกรรมคือ น้ำตาลที่ได้จากอ้อย และบีท น้ำตาลจะมีรสหวานและให้พลังงานแก่ร่างกายรวมถึงสารกันบูด และใช้ยืดอายุของผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น ผลไม้แช่อิ่ม และผลไม่กวนชนิดต่างๆซึ่งโครงสร้างทางเคมีของน้ำตาล ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างทางเคมีของน้ำตาล
ที่มา (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2558 หน้า 1)

ผลิตภัณฑ์ต่างๆที่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบเช่น ลูกกวาด น้ำเชื่อมต่าง ๆ แยม เยลลี่ ผลไม้แช่อิ่มและผลไม้กวน ซึ่งน้ำตาลจะมีบทบาทที่สำคัญในการประกอบอาหาร คือ สารให้ความหวาน ช่วยให้ เนื้อขนมมีลักษณะดีทำให้อาหารมีสีสันน่ารับประทาน เพิ่มคุณค่าทางอาหาร และช่วยถนอมอาหาร

ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตแยมขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของเพคตินในน้ำผลไม้แต่ระดับที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 67.5 ซึ่งเพคตินจะเกิดเป็นร่างแหและเจลมีลักษณะแข็งแรงสูงสุด (ทวีเกียรติ ฉวีพงษ์ประทีบ, 2529)

ในน้ำตาลทราย 100 กรัม จะมีองค์ประกอบทางเคมีหลายอย่างด้วย เช่น ปริมาณของแคลอรี่ ร้อยละ 38.5 มีคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 99.5 มีความชื้นร้อยละ 0.5 และส่วนองค์ประกอบทางเคมีอื่นๆ เช่น ไขมัน โปรตีน และ วิตามินต่างๆจะไม่พบในน้ำตาล (บังอร บุญชู, 2547)

บทบาทของน้ำตาลที่สำคัญต่ออุตสาหกรรม ได้แก่

1. ให้กลิ่นรสแก่อาหาร การใช้น้ำตาลเพียงเล็กน้อยทำให้อาหารมีกลิ่นรสดีขึ้น อาหารหลายชนิดที่มีรสเปรี้ยวใส่น้ำตาลลงไปทำให้ความเปรี้ยวลดลง
2. ให้ความหนืด น้ำตาลที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารจะช่วยสร้างความหนืดให้แก่อาหาร ซึ่งจะมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร
3. ป้องกันการหืนของอาหาร น้ำตาลซูโครสมีคุณสมบัติป้องกันการหืนของอาหารได้ เนื่องจากการละลายของน้ำตาลทำให้ออกซิเจนลดลง
4. แรงดันออสโมติก (Osmotic pressure) น้ำตาลสามารถถึงความชื้นออกจากอาหารได้ เช่น ทำให้ผลไม้แห้งเร็วขึ้น ซึ่งแรงดันออสโมติกจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำตาล

5. ความสามารถในด้านการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ น้ำตาลมีคุณสมบัติที่จะป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ ซึ่งผลิตภัณฑ์ต้องมีความเข้มข้นของน้ำตาลสูงพอ เช่น แยมเยลลี่ หรือผลไม้แช่อิ่ม อาหารประเภทนี้มีน้ำตาลเกินร้อยละ 66 ซึ่งสูงมากพอที่จะทำให้อาหารเก็บได้นานโดยไม่เสีย โดยน้ำตาลจะทำหน้าที่ดึงน้ำออกจากเซลล์ของจุลินทรีย์จนทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้

6. ความสามารถในการละลาย การนำน้ำตาลทรายไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารส่วนใหญ่จะต้องมีการละลายน้ำตาลเป็นน้ำเชื่อมทำให้ส่วนประกอบไม่จับตัว และทำให้ส่วนผสมกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ

7. ช่วยในการเกิดเจล น้ำตาลจะช่วยให้เพคตินเกิดเจลโดยน้ำตาลจะทำหน้าที่ดูดน้ำออกจากโมเลกุล ทำให้เกิดการละลายของเพคตินลง ในขณะเดียวกันต้องมีกรดในปริมาณที่เหมาะสมโดยไฮโดรเจนไอออน (H^+) จากกรดจะช่วยลดจำนวนประจุลบของหมู่คาร์บอกซิลให้น้อยลง ทำให้ลดการพลักกันระหว่างประจุลบระหว่างหมู่คาร์บอกซิลส่งผลให้สายของเพคตินโมเลกุลเข้ามาใกล้กันได้และเกาะตัวเป็นโครงตาข่าย

กรด

กรดมีความสำคัญต่อรสของแยม ช่วยให้เจลมีความอยู่ตัวและป้องกันการตกผลึกของน้ำตาล แต่ถ้ามีกรดมากเกินไปก็จะทำลายการอยู่ตัวของเจลได้ โดยปกติความเป็นกรดด่างของแยมอยู่ระหว่าง pH 2.8-3.5 แต่ที่เหมาะสมที่สุดคือ pH 3.2 (ไพบูลย์ กรดงาม, 2532 อ้างโดย นพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา, 2549) กรดที่ใช้ในแยมส่วนใหญ่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติ แต่ปริมาณอาจไม่เพียงพอจึงต้องมีการเติมกรดอินทรีย์ลงไปเพื่อลดระดับความเป็นกรดด่างให้เหมาะสมในการเกิดเจล เพื่อปรับรสชาติเหมาะสม รวมทั้งเน้นกลิ่นสรของผลไม้ให้ดีขึ้น กรดอินทรีย์ที่เติมลงไปในผลิตภัณฑ์แยมคือ กรดซิตริก กรดมาลิก กรดทาร์ทาริก และกรดแลกติก

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มนัญญา คำวชิระพิทักษ์ และคณะ (2559) ได้ศึกษาปริมาณการใช้สารให้ความหวานฟรุกโทสไซรัปและซูคราโลส ทดแทนน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์ผลไม้ไทยซึ่งประกอบด้วย เนื้อกระเจี๊ยบ 16 กรัม, ฝรั่งกิมจู 19 กรัม, สับปะรด 19 กรัม, น้ำสับปะรด 40.5 กรัม, น้ำกระเจี๊ยบ 3 กรัม, เพคติน 1.5 กรัม, ผงวุ้น 1.5 กรัมและน้ำตาล 27 กรัม โดยศึกษาสารให้ความหวาน 2 รูปแบบ คือ ทำการทดแทนการใช้น้ำตาลซูโครสด้วยฟรุกโทสไซรัป ในสัดส่วนเท่ากับ 1:1, 1:2 และ 2:1 โดยการทดสอบในรูปแบบที่ 1 พบว่า ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของแยมที่ทดแทนการใช้น้ำตาลซูโครสด้วยน้ำเชื่อมฟรุกโทส แยมสูตรที่ใช้สัดส่วน ซูโครสต่อฟรุกโทสเท่ากับ 1:1 ได้รับการยอมรับมากที่สุด ดังนั้นจึงถูกแลกเพื่อนำผลการทดลองไปศึกษารูปแบบต่อไป คือ การใช้สารให้ความหวานซูคราโลส แทนน้ำตาลซูโครสระดับต่างๆ ร่วมกับฟรุกโทสไซรัป โดยแปรผันสัดส่วนของซูโครส:ซูคราโลส 6 ระดับ คือ 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 (ร้อยละโดยน้ำหนัก) เปรียบเทียบกับสูตรแยมพื้นฐาน AA ผลการทดสอบในรูปแบบที่ 2 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมแยมผลไม้รวมทั้ง 7 สูตร พบว่า สูตร S3 มีค่าคะแนนมากที่สุด เท่ากับ 683 ซึ่ง

ประกอบด้วย ซูคราโลสทดแทนน้ำตาลซูโครสได้ในสัดส่วน 80:20 โดยแยมสูตร S3 มีค่าสี ความหวาน สเปรด ความชอบรวม เท่ากับ 6.93, 6.83, 6.85 และ 6.90

ตารางที่ 2.2 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของแยมที่ทดแทนการใช้น้ำตาลซูโครสด้วยน้ำตาลฟรุกโทส

สัดส่วน ซูโครส : ฟรุกโทส (ร้อยละ)	สี	ความหวาน	สเปรด	ความชอบรวม
1:0 AA	5.55±0.99[b]	4.85±1.49[b]	6.75±1.33	6.30±1.17[ab]
1:1	7.20±1.15[a]	7.10±2.02[a]	7.20±1.00	6.85±1.66[a]
2:1	6.85±0.93[a]	6.70±1.34[a]	6.95±1.19	6.35±0.81[ab]
1:2	5.10±1.02[b]	6.95±1.53[a]	6.55±1.14	5.60±1.35[b]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ร้อยละ 95
ที่มา (มนัญญา คำวชิระพิทักษ์ และคณะ, 2559)

ตารางที่ 2.2 แสดงผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของแยมที่ทดแทนการใช้น้ำตาลซูโครสด้วยน้ำตาลฟรุกโทส เท่ากับ 1:0 คือสูตรแยมพื้นฐาน และซูโครสต่อฟรุกโทส เท่ากับ 1:1, 1:2 และ 2:1 ผลทางประสาทสัมผัสพบว่า แยมสูตรที่ใช้สัดส่วน ซูโครสต่อฟรุกโทสเท่ากับ 1:1 ได้รับการยอมรับมากที่สุดด้านสี 7.20, ความหวาน 7.10, ความชอบรวม 6.85 และการสเปรด 7.20 ดังนั้นสูตรแยมที่ใช้สัดส่วน ซูโครสต่อฟรุกโทสไซรัปที่ 1:1 จึงถูกเลือกเพื่อศึกษาการใช้สารให้ความหวานซูคราโลสแทนน้ำตาลซูโครสระดับต่างๆ ร่วมกับฟรุกโทสไซรัป

ตารางที่ 2.3 ผลการประเมินความชอบของแยมผลไม้สูตรทดแทนซูโครสด้วยน้ำเชื่อมฟรุกโทสและซูคราโลส

แยม	สี	ความหวาน	สเปรด	ความชอบรวม
AA	6.33±0.39	4.60±0.35c	6.50±0.07	6.00±0.14
S1	5.68±0.06	5.38±0.35[bc]	6.30±0.07	5.73±0.18
S2	6.70±1.48	6.63±1.09[ab]	6.88±0.67	6.75±1.06
S3	6.93±0.74	6.83±0.60[a]	6.85±0.84	6.90±0.98
S4	5.98±0.18	5.98±0.18[ab]	5.95±0.42	6.08±0.10
S5	6.53±0.35	5.80±0.15[abc]	5.95±0.28	6.28±0.10
S6	6.48±0.45	6.15±0.21[ab]	6.20±0.14	6.28±0.25

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ร้อยละ 95
ที่มา (มนัญญา คำวชิระพิทักษ์ และคณะ, 2559)

จากตารางที่ 2.3 ผลการประเมินความชอบของแยมสูตรทดแทนน้ำตาลทรายด้วยน้ำเชื่อมฟรุกโทสและซูคราโลส ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมแยมผลไม้รวมทั้ง 7 สูตร ทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านสี สเปรด และความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นคุณลักษณะด้านความหวาน พบว่า สูตร S3 มีค่าคะแนนมากที่สุด 6.83 ซึ่งประกอบด้วยสารซูคราโลสทดแทนน้ำตาลซูโครสได้ในสัดส่วน 80:20 โดยคะแนนด้าน S3 มีค่าสี ความหวาน สเปรด ความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.93, 6.83, 6.85 และ 6.90

พนัส เอี่ยมสะอาดและคณะ (2557) ศึกษาปริมาณซูโครสและปริมาณกรดซิตริกที่เหมาะสมในการผลิตแยมมะเฟือง โดยมีส่วนผสมหลัก คือ เนื้อมะเฟืองร้อยละ 69 น้ำมะเฟืองร้อยละ 30 และเพคตินร้อยละ 1 โดยแปรผันซูโครส 2 ระดับ คือ ร้อยละ 40 และ 50 โดยน้ำหนักของส่วนผสมหลัก และปริมาณกรดซิตริก 2 ระดับ คือ ร้อยละ 0.2 และ 0.3 โดยน้ำหนักของส่วนผสมหลัก พบว่า ปริมาณซูโครสและกรดซิตริกที่เหมาะสมในการผลิตแยมมะเฟือง คือ การเติมปริมาณซูโครสร้อยละ 50 และกรดซิตริกร้อยละ 0.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงที่สุดเป็น 65.67 Brix ค่าความแข็งแรงของเจลสูงที่สุดเป็น 0.10 นิวตัน และได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านค่าสี กลิ่นรส ลักษณะปรากฏ การแผ่กระจาย และความชอบโดยรวมสูงสุด

ตารางที่ 2.4 ค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดของแยมมะเฟืองที่มีปริมาณซูโครสและกรดแตกต่างกัน

สัดส่วน ซูโครส : กรดซิตริก (ร้อยละ)	**ค่าพีเอช**	**ปริมาณกรดทั้งหมด**
40 : 0.2	3.26±0.01[a]	0.38±0.11[c]
40 : 0.3	3.00±0.15[b]	0.57±0.02[a]
50 : 0.2	3.26±0.06[a]	0.33±0.00[d]
50 : 0.3	2.99±0.25[b]	0.46±0.22[b]

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)
ที่มา (พนัส เอี่ยมสะอาดและคณะ, 2557)

จากตารางที่ 2.4 พบว่า การเติมกรดซิตริกในปริมาณที่มากขึ้นมีผลให้ค่าพีเอชลดลง ซึ่งสอดคล้องกับกรดเพิ่มขึ้น ส่วนผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดซิตริก พบว่า การเติมซูโครสร่วมกับกรดซิตริกไม่มีผลต่อปริมาณกรดทั้งหมด โดยการเติมซูโครสร้อยละ 40 และกรดซิตริกร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนัก มีปริมาณกรดทั้งหมดสูงที่สุดเป็นร้อยละ 0.57 ส่วนการเติมซูโครสร้อยละ 50 และกรดซิตริกร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนัก มีปริมาณกรดทั้งหมดต่ำที่สุดเป็นร้อยละ 0.33

ตารางที่ 2.5 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของแยมมะเฟืองที่มีปริมาณซูโครสและกรดซิตริกที่แตกต่างกัน

สัดส่วน ซูโครส : กรดซิตริก (ร้อยละ)	สี	ความหวาน	สเปรด	ความชอบรวม
40 : 0.2	6.20±1.27[b]	5.40±1.59	6.27±1.57[ab]	6.23±1.19[b]
40 : 0.3	5.97±1.25[b]	5.67±1.60	6.27±1.46[ab]	6.33±1.09[ab]
50 : 0.2	6.27±1.28[b]	5.37±1.47	6.03±1.59[b]	5.93±1.28[b]
50 : 0.3	7.07±0.64[a]	5.60±1.13	6.90±0.88[a]	6.83±0.53[a]

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)
ที่มา (พนัส เอี่ยมสะอาดและคณะ, 2557)

จากตารางที่ 2.5 การศึกษาปริมาณซูโครสและกรดซิตริกที่เหมาะสมในการผลิตแยมมะเฟือง พบว่า ปริมาณซูโครสและกรดซิตริกที่เหมาะสมในแยมมะเฟือง คือ การเติมซูโครสร้อยละ 50 และกรดซิตริกร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนัก โดยมีค่าพีเอชต่ำสุดเป็น 2.99 และปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ 0.46 ซึ่งได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี ความหวาน สเปรด และความชอบโดยรวม

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการศึกษา

3.1 วัตถุดิบ

วัตถุดิบในการผลิตแยม

1.กากส้มแขก เตรียมโดยการคัดเลือกส้มแขกสีเหลืองเขียวจากความเข้มข้นของสีที่ระดับ 7.54 R จากการวิเคราะห์โดย The munsell book of color 2.5 R – 10 G นำมาปั่นกับน้ำในอัตราส่วน 1:1 กรองด้วยผ้าขาวบาง เก็บรักษากากที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

2. น้ำตาลทรายขาว

3. ซูคราโลส บริษัทเคมีภัณฑ์โคปอเรชั่น จำกัด (กรุงเทพฯ)

4. เพคติน ชนิด Low methoxy pectin บริษัทเคมีภัณฑ์โคปอเรชั่น จำกัด (กรุงเทพฯ)

5. น้ำสะอาด

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลลิตผลิตภัณฑ์แยมส้มแขก

- กระทะทอง, ไม้พาย
- กะละมัง ชามผสม ทัพพี มีด เขียง ช้อน
- เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง ตรา Metter Toleo รุ่น AB 204
- เครื่องปั่นไฟฟ้า ยี่ห้อ Tefal รุ่น BE-122
- เครื่องวัดอุณหภูมิ Thercouple Type K TP-100

2. อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางกายภาพ

- วิเคราะห์ค่าสีโดยใช้เครื่อง color flex รุ่น hunter lab: 1471

3. อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี

- วิเคราะห์เยื่อใย (fiber) ตามวิธี AOAC (2005)
- ค่าวอเตอร์-แอกติวิตี ตรา Aqualab รุ่น Ss 36090
- ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (A.O.A.C 1999)
- ปริมาณกรดทั้งหมด ในรูปกรดซิดตริก (A.O.A.C 2000)
- วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ตรา Schott รุ่น G 0840
- ปริมาณของแข็งทั้งหมด โดยวิธี A.O.A.C. (2000)
- วิเคราะห์ความชื้น โดยวิธี (A.O.A.C.1999)
- วิเคราะห์พลังงาน โดยใช้โปรแกรม Thai Nurti Survey (คณะเวชศาสตร์เขตร้อน ,มหาวิทยาลัยมหิดล)

4. อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

- วิเคราะห์จุลินทรีย์ตามมาตรฐาน (มผช.แยม 2457) ได้แก่ TVC, ยีสต์ และรา

3.3 ขั้นตอนและวิธีการ

3.3.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตแยมส้มแขก

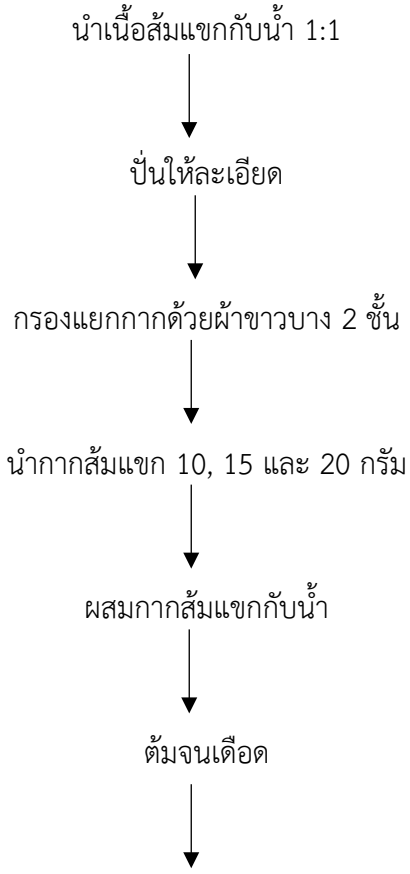
รับซื้อส้มแขกจากแหล่งขายในจังหวัดยะลาและปัตตานี นำมาบรรจุพลาสติก คัดเลือกส้มแขกสีเหลืองเขียวจากความเข้มข้นของสีที่ระดับ 7.54 R จากการวิเคราะห์โดย The munsell

book of color 2.5 R – 10 G เก็บรักษาส้มแขกที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาใช้จะละลายน้ำแข็งก่อนโดยแช่ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ปั่นเนื้อส้มแขกกับน้ำ 1:1 กรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น บีบและแยกน้ำเพื่อนำกากมาผลิตแยมส้มแขก 3 สูตร (ตารางที่ 1) ดัดแปลงโดยใช้ขั้นตอนการผลิตแยมส้มแขกตามวิธีของ นพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา (2554) และนัยทัศน์ ภู่ศรันย์ (2529) โดยใช้ เพคตินร้อยละ 0.03 ของน้ำหนัก ขั้นตอนการผลิตแยมส้มแขก แสดงดังภาพที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ปริมาณของกากส้มแขก น้ำ น้ำตาลและเพคตินในแต่ละสูตร

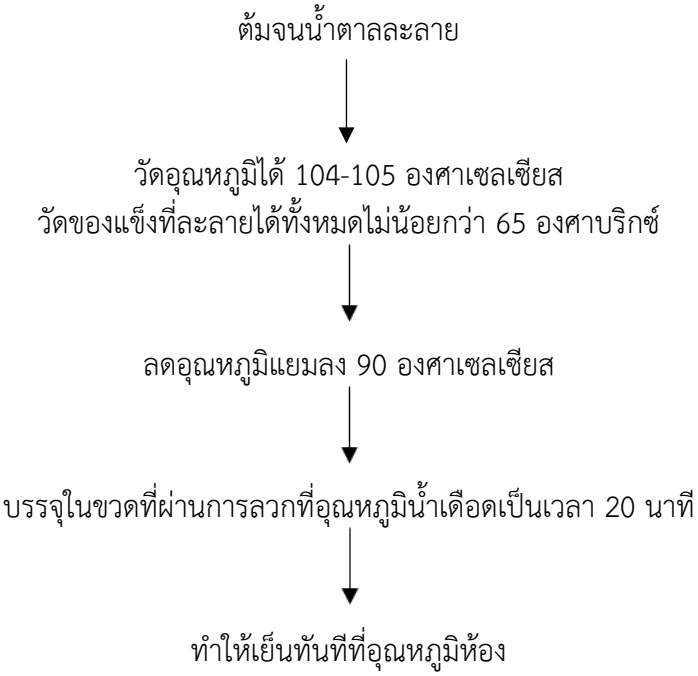
ส่วนผสม (g)	**สูตรที่ 1**	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
กากส้มแขก	10	15	20
น้ำ	45	30	20
น้ำตาล	45	55	60
เพคติน	0.03	0.03	0.03

ที่มา (ดัดแปลงมาจากนพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา, 2554 และนัยทัศน์ ภู่ศรันย์, 2529)



ภาพที่ 3.1 กรรมวิธีการผลิตแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ

ที่มา (ดัดแปลงจากนพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา, 2554, หน้า 5และ นัยทัศน์ ภู่ศรันย์, 2529, หน้า 24)



ภาพที่ 3.1 กรรมวิธีการผลิตแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ (ต่อ)
ที่มา (ดัดแปลงจากนพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา, 2554, หน้า 5และ นัยทัศน์ ภู่ศรันย์, 2529, หน้า 24)

ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 Points Hedonic Scale ทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส การสเปรด และความชอบรวมโดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งหมด 40 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ Randomized completely block design; RCBD) แล้ววิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่าง คัดเลือกชุดการทดลองที่มีคะแนนความชอบสูงสุดไปใช้ในข้อต่อไป

3.3.2 ศึกษาระดับสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายที่เหมาะสมในการผลิตแยมส้มแขก แคลอรี่ต่ำ

นำสูตรแยมส้มแขกที่ได้รับการยอมรับสูงจากข้อ 1 มาผลิตแยมแคลอรี่ต่ำโดยใช้ซูคราโลสซึ่งเป็นสารให้แคลอรี่ต่ำทดแทนน้ำตาล ใช้อัตราส่วนของซูคราโลสต่อน้ำตาลทราย เท่ากับ 100:0 (สูตรควบคุม), 25:75, 50:50 และ 75:25 และนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส การสเปรด และความชอบรวม ด้วยวิธี 9 Points Hedonic Scale (คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมาก) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งหมด 40 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ Randomized completely block design; RCBD) แล้ววิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan’s new multiple range test (DMRT) (วิศิษย์ เกตุปัญญาพงศ์, 2548) คัดเลือกชุดการทดลองที่มีคะแนนความชอบสูงสุดไปใช้ในข้อต่อไป

3.3.3 ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี ของผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ

จากข้อ 2 นำผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอต่ำที่มีคุณลักษณะด้านต่างๆ และการยอมรับสูงสุดมาศึกษาคุณลักษณะ

คุณลักษณะทางกายภาพ

- วิเคราะห์ค่าสี
- ค่าวอเตอร์-แอกติวิตี ตรา Aqualab รุ่น Ss 36090
- ความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืด (Viscometer Model DV1 MLVT “Brookfield”) และหัววัด UL-Adapter ประเทศสหรัฐอเมริกา

คุณลักษณะทางเคมี

- วิเคราะห์เยื่อใย (fiber) ตามวิธี AOAC (2005)
- ค่าวอเตอร์-แอกติวิตี ตรา Aqualab รุ่น Ss 36090
- ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (A.O.A.C 1999)
- ปริมาณกรดทั้งหมด ในรูปกรดซิดตริก (A.O.A.C 2000)
- วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (ph meter) ตรา Schott รุ่น G 0840
- ปริมาณของแข็งทั้งหมด โดยใช้ refractometer ตรา Atago รุ่น PAL-2
- วิเคราะห์ความชื้น โดยวิธี (A.O.A.C.1999)
- วิเคราะห์พลังงาน โดยใช้โปรแกรม Thai Nurti Survey (คณะเวชศาสตร์เขตร้อน, มหาวิทยาลัยมหิดล)

คุณลักษณะทางจุลินทรีย์

- จุลินทรีย์ทั้งหมด (TVC) (BAM, 2000)
- ยีสต์ และรา (BAM, 2000)

3.3.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ

ทำการศึกษาการยอมรับของผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำโดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 200 คน ทดสอบเพื่อหาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม พฤติกรรมการบริโภคส้มแขกแคลอรี่ต่ำและทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้คะแนนแบบ 9 Points Hedonic Scale ประเมินผลโดยการหาค่าร้อยละจากคะแนนการประเมินของผู้บริโภค

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาสูตรแยมพื้นฐานในการผลิตแยมส้มแขก

ผลการศึกษาการผลิตแยมส้มแขกโดยดัดแปลงสูตรจากงานวิจัยของนพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา (2554) และนัยทัศน์ ภู่ศรันย์ (2529) (ตารางที่ 4.1) โดยคัดเลือกส้มแขกจากความเข้มข้นของสีที่ระดับ 7.54 R จากการวิเคราะห์โดย The munsell book of color 2.5 R – 10 G มาศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ค่าพีเอช พบว่า มีค่าเท่ากับ 3.05±0.01 จึงจัดเป็นผลไม้ที่มีค่าพีเอชต่ำและมีความเป็นกรดสูงมาก (high acid food) ซึ่งมีค่าพีเอชต่ำกว่า 3.7 (วิภาดา มุนินทร์นพมาศ, 2558) วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับร้อยละ 69.6 ซึ่งเป็นไปตามกระทรวงสาธาณสุข (2543) ที่ระบุว่า แยมต้องมีสารที่ละลายได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 ของน้ำหนัก ผลิตแยมส้มแขกสูตรพื้นฐานตามวิธีการผลิต ดังภาพที่ 3.1 ทดสอบกับผู้บริโภคจำนวน 40 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale ประเมินด้านลักษณะปรากฏ ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส การสเปรด และความชอบโดยรวม ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ปริมาณส้มแขก น้ำ น้ำตาล และเพคตินในแต่ละสูตร

ส่วนผสม (g)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
กากส้มแขก	10	15	20
น้ำ	45	30	20
น้ำตาล	45	55	60
เพคติน	0.03	0.03	0.03

ที่มา (ดัดแปลงมาจากนพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา, 2554 และนัยทัศน์ ภู่ศรันย์, 2529)

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบคุณลักษณะด้านต่างๆของแยมส้มแขกสูตรพื้นฐานทั้ง 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 ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง

จากตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบทางประสามสัมผัสของผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกสูตรพื้นฐาน พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบ สูตรที่ 1 มีคะแนนด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ 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 แยมส้มแขกจากสูตรที่ 1 มีรสชาติหวานอมเปรี้ยว มีลักษณะปรากฏผิวหน้าเป็นแผ่นฟิล์มมันวาว มีความคงตัวมาก ไม่มีลักษณะของน้ำไหลเยิ้ม

เนื้อสัมผัสมีลักษณะเรียบเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน สามารถปาดไปบนแผ่นขนมปังได้โดยง่าย และมีการกระจายตัวสม่ำเสมอ ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก (คะแนนระหว่าง 7-8) ยกเว้นด้านกลิ่น ซึ่งสูตรที่ 1 มีคะแนนด้านกลิ่นน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 5.70±1.21 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกากส้มแขกที่มีปริมาณน้อยเพียงร้อยละ 10 จึงทำให้มีกลิ่นตามธรรมชาติน้อย จากการทดสอบคุณลักษณะด้านต่างๆจะเห็นได้ว่าสูตรที่ 1 ผู้บริโภคให้คะแนนทางประสาทสัมผัสมากที่สุด จึงนำสูตรที่ 1 ไปใช้ในการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

4.2 ศึกษาระดับสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายที่เหมาะสมในการผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ

นำสูตรพื้นฐานของแยมส้มแขกที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงสุดจากขั้นตอนการผลิตที่ 4.1 มาผลิตแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ โดยใช้ซูคราโลส ซึ่งเป็นสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทราย ในอัตราส่วนของซูคราโลสต่อน้ำตาลทราย 4 ระดับที่ร้อยละ 0:100, 25:75, 50:50 และ 75:25 นำมาผลิตแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ ลักษณะของแยมส้มแขกที่ได้จากสูตรการผลิตทั้ง 4 สูตร มีลักษณะที่แตกต่างกัน ดังแสดงในภาพ 4.1

สูตรควบคุม 25:75 50:50 75:25

ภาพที่ 4.1 ผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกอัตราส่วนสารให้ความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลทรายทั้ง 4 ระดับ

จากนั้นนำมาทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้คะแนน 9-point hedonic scale โดยคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด ผู้ทดสอบชิมจำนวน 40 คน ทดสอบคุณลักษณะ ทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส การสเปรด และความชอบรวม พบว่า เมื่ออัตราส่วนซูคราโลสต่างกัน คะแนนความชอบรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงผลในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.3 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำทั้ง 4 ระดับ

สูตร	คุณลักษณะ						
	ลักษณะรวมปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การสเปรด	ความชอบ
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 ($p<0.05$)

ด้านลักษณะปรากฏ พบว่า อัตราส่วนของสารทดแทนความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลทรายที่ 0:100, 25:75, 50:50 และ75:25 เมื่อนำมาผลิตเป็นแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำและทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏเท่ากับ 6.30, 6.43, 7.03 และ 5.67 ตามลำดับ โดยแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำที่ใช้อัตราส่วนของสารทดแทนความหวานที่ 50:50 มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏสูงที่สุดเนื่องจากมีลักษณะปรากฏผิวหน้าเป็นแผ่นฟิล์มมันวาว มีสีเขียวปนเหลืองและมีการกระจายตัวสม่ำเสมอ

ด้านสี พบว่า ผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำทั้ง 4 สูตร มีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยอัตราส่วนของสารทดแทนความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลทรายที่ร้อยละ 0:100, 25:75, 50:50 และ 75:25 ได้รับคะแนนความชอบเท่ากับ 6.30, 7.10, 6.60 และ 5.90 ตามลำดับ แยมที่ใช้อัตราส่วนสารทดแทนความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลทรายที่ 25:75 มีคะแนนความชอบด้านสีมากที่สุด เนื่องจากผลิตภัณฑ์เป็นสีเหลืองส้มซึ่งเป็นสีธรรมชาติของเนื้อส้มแขก ซึ่งสีของเนื้อส้มแขกเกิดจากรงค์วัตถุพวก Gamboge ซึ่งเป็นรงค์วัตถุสีเหลือง (Wikipedia, 2016) ในขณะที่สูตรควบคุมซึ่งใช้น้ำตาลร้อย 100 มีสีเขียวเข้ม และเมื่อเพิ่มอัตราส่วนสารทดแทนความหวานซูคราโลสมากขึ้น (ร้อยละ 50 และ 75) จะทำให้แยมมีสีเหลืองและใสมากขึ้น ซึ่งแตกต่างจากสีธรรมชาติของส้มแขก

ด้านกลิ่น พบว่า อัตราส่วนของสารทดแทนความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลทรายที่ 0:100, 25:75, 50:50 และ 75:25 เมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นเท่ากับ 6.23, 6.90, 7.07 และ 5.50 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าที่ระดับร้อยละ 50:50 ซึ่งมีปริมาณซูคราโลสร้อยละ 0.02 มีคะแนนด้านกลิ่นสูงสุดเท่ากับ 7.07 คะแนน

ด้านรสชาติ พบว่าเมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า อัตราส่วนของสารทดแทนความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลทรายร้อยละ 0:100, 25:75, 50:50 และ 75:25 มีคะแนนความชอบด้านรสชาติเท่ากับ 6.00, 7.03, 7.33 และ 5.73 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนของสารทดแทนความหวานที่ 50:50 มีคะแนนความชอบด้านรสชาติมากที่สุด การทดแทนปริมาณซูคราโลสในน้ำตาลทรายมากกว่าร้อยละ 50 อาจะทำให้ผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกมีรสชาติหวานมากเกินไป ซึ่งรสหวานที่เกิดขึ้นจากซูคราโลสซึ่งเป็นสารให้ความหวาน ระดับความหวานจะขึ้นอยู่กับปริมาณของซูคราโลส นักวิทยาศาสตร์พบว่า ซูคราโลสมีความหวานเป็นประมาณ 320 - 1,000 เท่าของน้ำตาล (อภัย ราษฎรวิจิตร, 2559)

ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า ผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำทั้ง 4 สูตร มีเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าสูตรที่คะแนนมากที่สุด คือ อัตราส่วนของสารทดแทนความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลทรายร้อยละ 50:50 ได้คะแนน 7.07 รองลงมาสูตรที่ 25:75, 0:100 และ 75:25 ได้คะแนน 6.43, 6.30 และ 5.77 ตามลำดับซึ่งผู้ทดสอบชิมให้คะแนนด้านเนื้อสัมผัสแตกต่างกัน เนื่องจากแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำมีลักษณะเป็นเจล กึ่งแข็งกึ่งเหลวมีความเข้มเหนียวพอเหมาะ สามารถปาดหรือทาบนขนมปังได้ การเพิ่มความเข้มข้นของน้ำตาลในแยมจะลดความสามารถในการละลายของเพคติน ทำให้เพคตินเกิดร่างแหขึ้นซึ่ง ทำให้เจลมีความแข็งแรง ถ้าลดน้ำตาลลงจะต้องใช้ปริมาณเพคตินที่สูงขึ้นเพื่อให้เจลมีความแข็งแรงเท่ากัน (วัชระ เวียงแก้ว, 2549) ในแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำได้ลดความเข้มข้นของปริมาณน้ำตาลและใช้ปริมาณเพคตินต่ำเพียงร้อยละ 0.03 เนื่องจากส้มแขกเป็นผลไม้ที่มีองค์ประกอบของเพคตินค่อนข้างสูง

ด้านการสเปรด พบว่า แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าสูตรที่ได้คะแนนมากที่สุด คือ อัตราส่วนของสารทดแทนความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลร้อยละ 50:50 ได้คะแนน 7.33 ซึ่งผู้ทดสอบชิมให้คะแนนด้านการสเปรดแตกต่างกันไป เนื่องจากลักษณะเนื้อสัมผัสของแยมแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณเพคตินที่ใส่ลงไป (วิศนี วรรณนิยม, 2552) แยมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเนื้อผลไม้หรือผัก ซึ่งมีเพคตินจากธรรมชาติของเนื้อผลไม้และผักในบางส่วน การเติมเพคตินจึงเป็นการช่วยเพิ่มคุณภาพในการเกิดเจลของแยมให้ดีขึ้น ทำให้เจลที่ได้มีการกระจายตัวและความยืดหยุ่นของเนื้อเจลในผลิตภัณฑ์แยมที่ดีขึ้น โดยเพคตินที่ใช้จะขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ เช่น แยมทั่วไปจะใช้เพคตินเมทอกซิลสูงแต่แยมลดพลังงานหรือแยมพลังงานต่ำจะใช้เพคตินเมทอกซิลต่ำ เป็นต้น (องอาจ เด็ดดวง, 2553)

ด้านความชอบรวม พบว่า อัตราส่วนของสารทดแทนความหวานที่ 0:100, 75:25, 50:50 และ25:75 เมื่อผลิตเป็นแยมส้มแขกและทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า โดยแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำที่ใช้อัตราส่วนของสารทดแทนความหวานที่ 25:75 มีคะแนนความชอบรวมสูงที่สุด เนื่องจากลักษณะโดยรวมของแยมมีการกระจายตัวได้ดีไม่เหลวและแข็งจนเกินไป มีสีเหลืองเข้ม ซึ่งเป็นสีตามธรรมชาติ ทำให้ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด ดังนั้นจึงเลือกผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำที่มีอัตราส่วนของสารทดแทนความหวานที่ 25:75 ในการผลิตแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ

4.3 ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ

นำสูตรที่ได้รับคะแนนทางความชอบรวมสูงสุด และคุณสมบัติที่ดีมาศึกษาลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ ดังนี้

4.3.1 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ

การศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ ได้แก่ ค่าสี เพื่อบ่งชี้ถึงคุณลักษณะสีของแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะค่าสีของแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ

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

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง วิเคราะห์ตัวอย่าง 5 ซ้ำ

ค่าสี

ผลการวิเคราะห์ค่าสี L* a* และb* ของผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ พบว่า ค่า L* เท่ากับ 22.72±0.01, ค่าa* เท่ากับ 6.43±0.02 และค่าb* เท่ากับ 8.52±0.03 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4) เนื่องจากผลิตภัณฑ์เป็นสีเหลืองส้มซึ่งเป็นสีธรรมชาติของเนื้อส้มแขกที่ทำให้ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด สีของเนื้อส้มแขกเกิดจากรงค์วัตถุพวก Gamboge ซึ่งเป็นรงค์วัตถุสีเหลืองส่งผลต่อค่า L* a* และb* ของผลิตภัณฑ์ (Wikipedia, 2016)

ค่าวอเตอร์-แอกติวีตี

ปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ จึงมีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากค่าวอเตอร์-แอกติวีตี เป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ สามารถใช้ค่าวอเตอร์-แอกติวีตีในการประเมินว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดเป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย ตลอดจนใช้ในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดจากจุลินทรีย์ได้ เชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ภายใต้ค่าวอเตอร์-แอกติวีตีที่จำกัด แบคทีเรียเกือบทุกชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ค่าวอเตอร์-แอกติวีตีต่ำกว่า 0.9 และราส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโตที่ค่าวอเตอร์-แอกติวีตีต่ำกว่า 0.7 (นุชนารถ ทรัพย์พาณิชย์, 2546) จากการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์-แอกติวีตีของแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.57 พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์ (2546) ได้กล่าวว่าผลิตภัณฑ์แยมจัดเป็นอาหารกึ่งแข็งกึ่งเหลวซึ่งมีค่าวอเตอร์-แอกติวีตีระหว่าง 0.06-0.85 อีกทั้งผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำมีค่า pH 3.05 จัดเป็นอาหารกรดสูงซึ่งกรดจะช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้อีกด้วย

ค่าความหนืด

ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำโดยใช้หัววัด UL-adapter เบอร์ 2 ที่ความเร็วรอบ 100 RPM พบว่า แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำมีค่าความหนืดเท่ากับ 19240 mPs (ตารางที่ 4.3) ซึ่งน้อยกว่าค่าความหนืดของแยมส้มแขกสูตรพื้นฐาน (87215 mPs) ชนิดและสัดส่วนของน้ำตาลมีผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้างของเจล ในสูตรพื้นฐานมีประมาณน้ำตาลกลูโคสร้อยละ 100 ทำให้แยมมีความหนืดและมีการยึดเกาะกันค่อนข้างสูง ในขณะที่การทดแทนซูคราโลสในส่วนผสมน้ำตาลทำให้ความหนืดของแยมลดลง เช่นเดียวกับการใช้สารให้ความหวานซอร์บิทอลและไซลิทอลทดแทนน้ำตาลในระดับร้อยละ 25-35 ในแยมมะเขือเทศ ความแข็งแรงของเจลมีค่าลดลงและแตกต่างจากแยมสูตรควบคุม (กันยารัตน์, 2552)

4.3.2 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางเคมี

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก ปริมาณเยื่อใย ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณความชื้นและปริมาณพลังงาน ซึ่งมีรายละเอียด ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีของแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ

คุณลักษณะทางเคมี	แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	3.05±0.01
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก (ร้อยละ)	6.63±0.15
ปริมาณเยื่อใย (ร้อยละ)	0.93±0.03
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (ร้อยละ)	30.86±0.12
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Brix)	70.30
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	37.66±0.12
ปริมาณพลังงาน (กิโลแคลอรี่)	140.08

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง

ค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณกรดทั้งหมด (กรดซิตริก)

พี่เอชของอาหารมีบทบาทสำคัญในการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนเนื่องจากค่าพีเอชของอาหารเป็นปัจจัยที่ทำให้ความสามารถในการทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นหรือลดลงซึ่งจะมีผลต่อปริมาณความร้อนที่ต้องการใช้ในการทำลายจุลินทรีย์และการยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ โดยสามารถแบ่งกลุ่มของผลิตภัณฑ์อาหารตามพีเอชได้เป็น 4 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (low acid food) มีค่าพีเอชสูงกว่า 5.3 2) กลุ่มผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความเป็นกรดปานกลาง (medium acid food) มีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 4.5-5.3 3) กลุ่มผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความเป็นกรดสูง (acid food) มีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 3.7-4.5 4) กลุ่มผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความเป็นกรดสูงมาก (high acid food) มีพีเอชต่ำกว่า 3.7 (วิภาดา มุนินทร์นพมาศ, 2554) แยมเป็น

อาหารกึ่งแห้ง และมีกรดสูง โดยผลิตภัณฑ์แยมมีพีเอชระหว่าง 2.8-3.5 (กันยารัตน์ บรรจงแจ่ม, 2552) ซึ่งผลการตรวจสอบค่า pH ของแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ และปริมาณกรดทั้งหมด (กรดซิดตริก) พบว่า pH อยู่ในช่วง 3.05 และปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ 6.63 (ตารางที่ 4.5) ซึ่งอาหารที่มีค่า pH ต่ำกว่า 4.6 สามารถป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารจากจุลินทรีย์ได้ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547)

ปริมาณเยื่อใย

จากการวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใยของแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ พบว่า มีค่าร้อยละ 0.93 (ตารางที่ 4.5) ซึ่งปริมาณเยื่อใยที่ได้มาจากกากส้มแขกที่ใส่ลงไปในผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ เส้นใยอาหารเป็นสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน จัดเป็นอาหารเน้นสุขภาพ เหมาะเป็นอาหารสำหรับคนทั่วไปและอาหารผู้ป่วยเฉพาะโรค เช่น อาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน เป็นเส้นใยอาหารประเภท soluble fiber ซึ่งไม่ถูกย่อยในทางเดินอาหาร แต่จะเป็นอาหารให้กับแบคทีเรียกลุ่ม probiotic ที่พบได้ในลำไส้ใหญ่ เช่น Lactobacillus ช่วยลดไขมันในเลือด ลดน้ำตาลในเลือด ป้องกันการเกิดมะเร็งลำไส้ ป้องกันการเกิดโรคหัวใจ ช่วยควบคุมน้ำหนักตัว จาก Thai Recommended Daily Intake (Thai RDI) ได้กำหนดปริมาณเส้นใยอาหารที่ร่างกายควรได้รับเท่ากับ 25-30 กรัมต่อวัน (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2554)

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ พบว่ามีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 30.86±0.25 ซึ่งต่ำกว่าปริมาณน้ำตาลที่อยู่ในส่วนผสม (ร้อยละ35) เนื่องจากน้ำตาลเป็นองค์ประกอบหลักในการผลิตแยม ทำให้เกิดโครงสร้างเจลร่วมกับเพคตินซึ่งน้ำตาลส่งผลให้โครงสร้างของเจลแข็งแรงขึ้น (สรัลนุช ศิริแก้ว, 2554)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ปริมาณของแข็งทั้งหมดในแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ พบว่า มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 70.3 องศาบริกซ์ เนื่องจากแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำมีปริมาณน้ำตาลร้อยละ 38.87 และกากส้มแขกร้อยละ 11.11 ซึ่งเป็นปริมาณของแข็งรวมที่ส่งผลต่อความแข็งแรงของเจล จากข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุข (2543) ต้องมีปริมาณของสารที่ละลายได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 ของน้ำหนัก

ปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้นจากการวิเคราะห์ พบว่า แยมส้มแขกคลอรี่ต่ำมีปริมาณความชื้นร้อยละ 37.66 แยมเป็นอาหารที่มีความชื้นปานกลาง ซึ่งเป็นอาหารกึ่งแห้งที่มีน้ำปริมาณปานกลาง มีปริมาณความชื้นประมาณ 15-55 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก อาหารกึ่งแห้ง จึงมีเนื้อสัมผัส (texture) ที่ดีกว่าอาหารแห้ง เนื่องจากยังมีน้ำอยู่บางส่วน มีความชุ่มฉ่ำ ไม่แห้งและแข็งเกินไป (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2558)

ปริมาณพลังงาน

จากผลการศึกษาองค์ประกอบต่างๆทางเคมีของแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ โดยอัตราส่วนของสารทดแทนความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลทรายร้อยละ 25:75 ให้พลังงาน 140.08 Kcal/100 กรัม ซึ่งจะมีค่าพลังงานต่ำกว่าแยมสูตรพื้นฐานร้อยละ 22 โดยปริมาณพลังงานของแยมสูตรพื้นฐานเท่ากับ 180.18 Kcal/100 กรัม ทั้งนี้พลังงานที่ลดลงเกิดขึ้นจากการใช้สารทดแทนความหวานซูคราโลส ซึ่งให้พลังงานต่ำแต่ไม่จัดเป็นสารอาหาร ซูคราโลสไม่สามารถถูกย่อยโดยน้ำย่อยของร่างกายจึงไม่มีการปล่อยพลังงานให้กับร่างกายได้ (อภัย ราษฎรวิจิตร, 2559)

4.3.3 ผลการตรวจสอบคุณลักษณะทางจุลินทรีย์

ผลการศึกษาคุณลักษณะทางจุลินทรีย์ของแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด (TVC) ยีสต์ และรา เพื่อบ่งชี้ถึงคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ แสดงผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ต่างๆของผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ

ผลิตภัณฑ์	I plate count (CFU/g)	Yeasts/Molds (CFU/g)
แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ	>25	>1.0×10-1

หมายเหตุ : <1.0×10-1 คือไม่พบเชื้อ

จากตารางที่ 4.6 ผลการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา ในผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ พบว่า ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดทีจำนวนน้อยกว่า 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 ดังนั้นผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำจึงมีคุณภาพทางจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

4.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ

4.4.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์จากส้มแขกโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 200 คน พบว่าผู้บริโภคเป็นเพศชายร้อยละ 24.5 และเพศหญิงร้อยละ 75.5 โดยส่วนใหญ่ผู้บริโภคมีอายุอยู่ระหว่าง 21-30 ปีมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 46.5 ซึ่งเป็นนักเรียน/นักศึกษามากที่สุดร้อยละ 71.0 และโดยส่วนใหญ่มีรายได้อยู่ระหว่างต่ำกว่า 3,000 บาทต่อเดือนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 64.5 ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ

ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	49	24.5
หญิง	151	75.5
อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	72	36.0
21-30 ปี	93	46.5
31-40 ปี	18	9.0
41-50 ปี	10	5.0
51-60 ปี	7	3.5
มากกว่า 60 ปี	0	0
อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	142	71.0
ประกอบธุรกิจส่วนตัว	10	5.0
พนักงานรัฐวิสาหกิจ/บริษัทเอกชน	3	1.5
ข้าราชการ	7	3.5
เกษตรกร	15	7.5
อื่นๆ	23	11.5
รายได้ต่อเดือน		
ต่ำกว่า 3,000 บาท	129	64.5
3,001-8,000 บาท	37	18.5
8,001-13,000 บาท	16	8.0
13,001-18,000 บาท	11	5.5
18,001-23,000 บาท	3	1.5
มากกว่า 23,001 บาท	4	2.0

4.4.2 พฤติกรรมการบริโภค

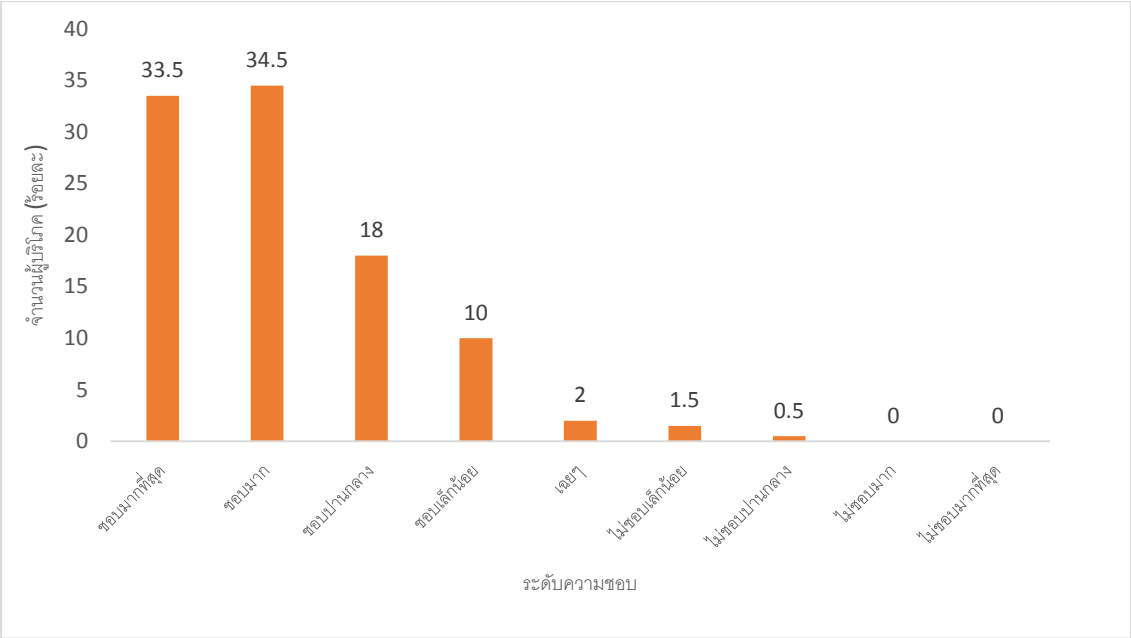
จากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์จากส้มแขกของผู้บริโภคทั่วไป พบว่าผู้บริโภคโดยส่วนใหญ่เคยรับประทานผลิตภัณฑ์จากส้มแขกร้อยละ 83.0 ชอบรับประทานผลิตภัณฑ์จากส้มแขกคิดเป็นร้อยละ 62.5 สำหรับสถานที่ซื้อผลิตภัณฑ์จากส้มแขกบ่อยที่สุดคือจากตลาดสดคิดเป็นร้อยละ 53.0 ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภค

ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์จากส้มแขกหรือไม่		
เคย	166	83.0
ไม่เคย	34	17.0
ท่านชอบรับประทานผลิตภัณฑ์จากส้มแขกหรือไม่		
ชอบ	125	62.5
ไม่ชอบ	20	10.0
เฉยๆ	55	27.5
ท่านซื้อผลิตภัณฑ์จากส้มแขกจากสถานที่ใดเป็นประจำ		
ตลาดสด	106	53.0
ห้างสรรสินค้า	4	2.0
ร้านสะดวกซื้อ	63	31.5
ร้านค้าแผงลอย	11	5.5
อื่นๆ	16	8.0

4.4.3 การยอมรับผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ

จากการสำรวจการยอมรับแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 200 คน พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำในระดับชอบปานกลาง ชอบมากจนถึงชอบมากที่สุดรวมกันถึงร้อยละ 95 และมีคะแนนความชอบรวมเฉลี่ยเท่ากับ 7.81±1.20 ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำของผู้บริโภคทั่วไป

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำโดยคัดเลือกส้มแขกสีเหลืองเขียวจากความเข้มข้นของสีที่ระดับ 7.54 R จากการวิเคราะห์โดย The munsell book of color 2.5 R – 10 G เก็บรักษาส้มแขกที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาใช้จะละลายน้ำแข็งก่อนโดยแช่ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง นำเนื้อส้มแขกมาผสมกับน้ำสะอาดแล้วปั่นให้ละเอียดอีกครั้ง จากนั้นกรองได้กากส้มแขกร้อยละ 11.11, 14.99 และ 19.99 เติมน้ำสะอาดร้อยละ 49.89, 29.99 และ 19.99 และน้ำตาลทรายร้อยละ 38.87, 54.98 และ 59.98 ที่ผสมกับเพคตินร้อยละ 0.03 เคี่ยวด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนน้ำตาลละลาย ลดอุณหภูมิลงที่ 90 องศาเซลเซียส บรรจุขวดที่สะอาดขณะร้อนและทำการปิดฝาให้สนิทและทำให้เย็นทันที จากนั้นทำการศึกษาปริมาณสารทดแทนความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลทราย 4 ระดับ คืออัตราส่วน 0.100, 25:75, 50:50 และ 75:25 ตามลำดับ โดยอัตราส่วนที่ 0:100 คือแยมสูตรพื้นฐานที่ใช้เปรียบเทียบ พบว่า อัตราส่วนของสารทดแทนความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลทรายที่ระดับ 25:75 มีคะแนนด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส การสเปรด และความชอบรวมเท่ากับ 6.43, 7.10, 6.90, 7.03, 6.43, 6.70 และ 7.43 ตามลำดับมากกว่าคะแนนที่ได้จากสูตรอื่นๆ ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง จากนั้นนำแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำนำมาตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ พบว่า ค่าสี L* a* และ b* เท่ากับ 22.72, 6.43 และ 8.52 ตามลำดับ ค่าวอเตอร์-แอกติวีตี 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 และพลังงานที่ได้รับเท่ากับ 140.08 Kcal/100 กรัม ลดลงร้อยละ 22 จากสูตรพื้นฐาน 180.18 Kcal/100 กรัม ส่วนผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราไม่เกิน 30 (CFU/g) และไม่พบการเจริญของ E.coli จากการสำรวจการยอมรับแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 200 คน พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำในระดับชอบปานกลาง ชอบมากจนถึงชอบมากที่สุดรวมกันถึงร้อยละ 95 และมีคะแนนความชอบรวมเฉลี่ยเท่ากับ 7.81±1.20 ดังนั้นผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำที่มีอัตราส่วนสารทดแทนความหวานซูคราโลสต่อน้ำตาลทรายร้อยละ 25:75 เป็นผลิตภัณฑ์แยมที่มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาอายุการเก็บรักษา
2. พัฒนาบรรจุภัณฑ์ของแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำให้เหมาะสม
3. ควรวิเคราะห์ประโยชน์ต่อสุขภาพด้านอื่นๆ เพิ่มเติม
4. ควรศึกษาการทดแทนน้ำตาลโดยใช้น้ำตาลหลายชนิดร่วมกันเพื่อให้สามารถทดแทนซูโครสมากขึ้น ร่วมทั้งปรับผสมเนื้อผลไม้เพื่อให้ได้กลิ่นรส สารสำคัญเพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กันยารัตน์ บรรจงแจ่ม. (2552). การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมมะเขือเทศลดพลังงาน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กัลยาณี ชาวนา. (2546) **แยมแครอทกลูโคแมนแนน.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. (2552). **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.** กรุงเทพ: คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เจนจิรา ตันติพิริยะ, นริศรา แซ่ล้อ และชญานันท์ ทองวานิช. (2549). **การใช้สารให้ความหวานซูคราโลสแทนน้ำตาลบางส่วนในผลิตภัณฑ์แยมส้มโอ.** ปัญหาพิเศษ. นครปฐม: โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยนครปฐม.

นพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา. (2549) **กรด**. [On-line]. Avalable:. https://www.google.co.th/ [2661, มีนาคม 28].

นิภาภัทร์ กุณฑล. (2549). **เอกสารประกอบการสอน รายวิชาเทคโนโลยีผักและผลไม้.** ยะลา: มหาวิทยาลัย ราชภัฏยะลา.

นัยทัศน์ ภู่ศรันย์. (2529). **ศึกษาการสกัดเพคตินจากส่วนเหลือใช้จำปาดะ.** ปัญหาพิเศษ.สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ประกาศกระทรวงสาธารณะสุข. (2543). **ราชกิจจารุเบกษา.** ฉบับที่ 213 พ.ศ.2543 (ตอนพิเศษ 6ง), 1-14.

ปยุต วงศ์พิมายคราม และปริญญา วงษา. (2550). **การพัฒนาสูตรแยมผลไม้ เมืองร้อนรวมพลังงานต่ำ.** ปัญหาพิเศษ. สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.

พิชญา วิลาด. (2550). **งานวิจัยเรื่องแยมลำไยจากลำไยแช่แข็งโดยเทคโนโลยีความดันสูง.** เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พิเชษฐ เทบำรุง. (2546). **การหาปริมาณและคุณภาพของเพคตินจากใบหมาน้อย.** ปัญหาพิเศษ. มหาสารคาม:สาขาวิชาเคมีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พนัส เอี่ยมสะอาด วนาลี อินทรปราง อรวรรณ บุญดี และอุทัยวรรณ ฉัตรธง. (2557).**ปริมาณซูโครสและกรดซิตริกที่เหมาะสมในการผลิตแยมมะเฟือง.** รายงานสืบเนื่องมาจากการประชุมวิชาการระดับชาติ “พิบูลสงครามวิจัย” และนิทรรศการ “การพัฒนาศักยภาพการท่องเที่ยว” จากท้องถิ่นสู่อาเซียน พ.ศ. 2557 (768-773)

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2558). **โครงสร้างทางเคมีของน้ำตาล.** [On-line]. Avalable: https://www.google.co.th. [2661, มีนาคม 28].

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (2547). **แยม** มผช. 342/2547 เล่มที่ 121. กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. [On-line]. Avalable: http://www.acfs.go.th/halal/general . php. [2560, กรกฎาคม 06].

มาตรฐานอาหารฮาลาลแห่งชาติ, สำนักงานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2557). **อาหารฮาลาล.** [On-line]. Avalable: http://www.acfs.go.th/halal/general.php. [2560, กรกฎาคม 06].

มนัญญา คำวระพิทักษ์ พะยอม รอดเล็ก มรกต กิจเจา สุวิชญา สิงค์ทอง เบญจางค์ อัจฉริยยะโพธา จุฑารัตน์ พงษ์โนรี กนกวรรณ ปุณณะตระกูล ทรงพลธนฤทธ์ มฤครัฐอินแปลง และเบญจพรรณ บุรวัฒน์, (2559). ผลของสารให้ความหวานฟรุกโตสไซรัป และซูคราโลสที่มีต่อคุณลักษณะบางประการของแยมผลไม้ผสม. **วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 11** (2), 15-23.

วิชัย หฤทันธนาสันติ์. (2537). ผลิตภัณฑ์อาหาร. กรุงเทพ: ชวนพิมพ์. อ้างโดย ฮายาตี ยูนุและไมยีด๊ะ หนองจิก. **แยมหนอไม้ไผ่ตงผสมขนุน.** ปัญหาพิเศษ. ยะลา: มหาวิยาลัยราชภัฏยะลา

วิศิษย์ เกตุปัญญาพงศ์. (2548). **เอกสารประกอบการเรียนการสอนรายวิชาการวางแผนการทดลองและสถิติที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร และการวางแผนการทดลองและสถิติที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการเกษตร.** ยะลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

สินธนา ลีนารักษ์. (2543). **เอกสารประกอบการสอนวิชา การแปรรูปผักและผลไม้.**เชียงใหม่ : ภาควิชาอุตสาหกรรมการเกษตรคณะธุรกิจการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้.

สุภาพร อภิรัตนานุสรณ์. (2554). การพัฒนาแยมมังคุดแคลอรี่ต่ำ. **วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยขอนแก่น. 16** (7): 825-834

สำนักงานเกษตรจังหวัดภูเก็ต. (2557). **ส้มแขก:** เอกสารองค์ความรู้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชสมุนไพรเศรษฐกิจ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สโรชา ถึงสุข อนงค์นาฏ พรหมทะสาร วันเพ็ญ พฤกษ์วิวัฒน์ ฐิตาภรณ์ ภูมิไชย ณัฏฐา ดีรักษา โนรี อิสมาแอ และนาตยา ดำอำไพ. **รายงานโครงการวิจัยเรื่องวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตส้มแขกในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน.** สุราษฎร์ธานี: สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7

wikipedia. (2016). **รงค์วัตถุ.**[Online]. Avaliable:http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/437. [2561, กรกฎาคม 25]

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ

ก.1 การวัดค่าสี

วัสดุเครื่องมือและอึปกรณ์

1. เครื่องวัดค่าสี L* a* b* (Colour Flex) รุ่น cx 1471

วิธีการ

1. เปิดเครื่อง และเลือกโปรแกรม STANDARDIZE โดยกดปุ่มสัญญาลักษณ์
2. ทำการ calibration
   - วางแผ่นสีดำมาตรฐาน (Black Glass) ในที่สำหรับวางตัวอย่าง แล้วกดสัญลักษณ์
   - วางแผ่นสีขาวมาตรฐาน (White Glass) ในที่สำหรับวางตัวอย่าง แล้วกดแล้วกด สัญลักษณ์
   - หน้าจอเครื่องจะปรากฏ L* a* b*
3. วางตัวอย่างในที่สำหรบวางตัวอย่าง แล้วกดปุ่ม สัญลักษณ์
4. อ่านผลที่ได้จากเครื่อง พร้อมบันทึกผลการทดลอง

ก.2 การวัดค่า Water activity; a_w

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่า water activity
2. ตลับพลาสติกสำหรับใส่ตัวอย่าง

วิธีการ

1. รินตัวอย่างใส่ในตลับพลาสติก ร้อยละ 80-90
2. นำตลับใส่ใน Measuring chamber
3. ปิดฝา chamber โดยหมุนตามเข็มและปิดฝาครอบ
4. อ่านผลที่ได้จากเครื่อง พร้อมบันทึกผลการทดลอง

ภาคผนวก ข. การวิเคราะห์คุณลักษณะเคมี

ข.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โดยวิธีของ A.O.A.C. (1999)

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. ภาชนะอะลูมีเนียมสำหรับความชื้น (moisture can)
2. ตู้อบไฟฟ้า (electric oven)
3. โถดูดความชื้น (desiccator)
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1. อบภาชนะอะลูมีเนียมสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาสเซลเซียส นาน 3-4 ชั่วโมง นำภาชนะออกจากตู้อบใส่เพื่อรอให้เย็นลงนาน 15-30 นาที หลังจตากนั้นำมาชั่งน้ำหนัก

2. กระทะเช่นเดียวกับข้อ 1 จนน้ำหนักที่แน่นอน หรือชั่งสองครั้งติดต่อกันผลต่างไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนอย่างละเอียด ประมาณ 1-2 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว

4. นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-5 ชั่งโมง นำมาใส่ในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปอบซ้ำจนน้ำหนักคงที่

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = 100 \times \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

ข.2 การวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยวิธีของ A.O.A.C. (1999)

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระบอกตวง (cylinder) ขนาด 100 มิลลิลิตร
2. บีกเกอร์ (beaker) ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. เครื่องวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน
2. วัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter
3. อ่านค่าและบันทึกผล

ข.3 การวิเคราะห์เบื่อใย โดยวิธีของ A.O.A.C. (2000)

วัสดุเครื่องมือและอุกรณ์

1. อุปกรณ์ชุดหาสารประกอบเยื่อใย (Fiber) ซึ่งประกอบด้วยถ้วยแก้วสำหรับใส่ตัวอย่าง (cruible) จำนวน 6 ใบ อุปกรณ์ควบแน่น และอุปกรณ์ให้ความร้อน
2. กระดาษกรอง whatman เบอร์ 1
3. ตู้อบไฟฟ้า
4. เตาเผา
5. โถดูดความชื้น
6. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด
7. สารละลายกรดซัลฟูริก เข้มข้นร้อยละ 1.25
8. สารละลายโปตัสเซียมโฮดรอกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 1.25

9. N – Octanal ใช้เป็น Anitifoam

10. Anhydtous acetone

วิธีการ

1. นำกระดาษกรองวางบนกระจกนาฬิกา แล้วนำมาอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำออกมาใส่ในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนัก เก็บไว้ใช้กรองในขั้นตอนต่อไปนี้ (ข้อ 6)

2. ชั่งตัวอย่างอาหารซึ่งผ่านการสกัดไขมันออกแล้ว ลงในถ้วยแก้วสำหรับวิเคราะห์สารเยื่อใยประมาณ 1 กรัม

3. เติมกรดซัลฟูริกที่มีความเข้มข้น ร้อยละ 1.25 จนถึงระดับ 150 มิลลิลิตร (ต้มให้เดือดก่อน)

4. เติม n-octanal 2-3 หยด

5. หลังจากส่วนผสมเดือดแล้ว ต้มต่ออีก 30 นาที (ขณะต้มให้เปิด วาล์ว ด้านหน้าเครื่องไปที่ตำแหน่ง close)

6. เปิดวาล์วไปที่ตำแหน่ง vacuum และกดสวิทซ์ vacuum เพื่อระบาย Sulfuric acid ออก

7. ล้างน้ำ 3 ครั้ง ด้วยน้ำกลั่นร้อนๆ ครั้งละ ด้วยน้ำกลั่นร้อนๆ ครั้งละ 30 มิลลิลิตร ในการล้างแต่ละครั้งให้ปิด วอล์ว ไปที่ตำแหน่ง Pressure เพื่อดันในอากาศผ่านฐานของถ้วยแก้วทำให้ส่วนผสมในถ้วยแก้วคลุกเคล้ากันโดยตลอด

8. หลังจากปล่อยน้ำล้างครั้งสุดท้ายออกจนหมดแล้ว เติมสารละลายร้อยละ 1.25 โปตัสเซียม ไฮดรอกไซด์ ที่ทำให้ร้อนไว้ก่อนแล้วเติมลงไป 150 มิลลิลิตร พร้อมกับ n-octanal 2-3 หยด

9. ต้มให้เดือดนาน 30 นาที

10. ทำขั้นตอนที่ 6 และ 7 ซ้ำ

11. ล้างด้วยน้ำกลั่นเย็นอีก 1 ครั้ง

12. ทำให้แห้งโดยอบแห้งในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

13. ชั่งน้ำหนักและอบซ้ำอีกครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิตร (จะได้น้ำหนักของเส้นใยหยาบรวมกับน้ำหนักของถ้วย)

14. นำถ้วยแก้วพร้อมกากที่อบแห้งแล้วไปเผา เช่นเดียวกับวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (550 องศาเซลเซียส ประมาณ 3 ชั่วโมง) น้ำหนักที่นำไปลบออกจากน้ำหนักในข้อ 13 จะได้น้ำหนักของเส้นใยหยาบที่ปราศจากเถ้า

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณเยื่อใย (ร้อยละ)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างหลังอบ} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

ข.4 วิเคราะห์น้ำตาลทั้งหมด (Total sugar) (A.O.A.C. 1999)

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. ปิเปต ขนาด 10 และ 50 มิลลิลิตร
3. บิวเรต์ขนาดความจุ 50 มิลลิลิตร
4. ขวดปรับปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร, 500 มิลลิลิตร
5. เตาให้ความร้อน หรือตะเกียงบุญเสน
6. กระดาษกรองเบอร์ 1 และเบอร์ 4

วิธีการ

1. ปิเปตสารละลายใส่ของน้ำตาลตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปวมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เติมกรดไฮโดรคลอริก 5 มิลลิลิตร
3. เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร
4. ต้มให้เดือดเบาๆ เป็นเวลา 10 นาที
5. ทำให้เย็น
6. เทสารละลายลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร
7. ทำให้สารละลายเป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มอลโดยใช้ ฟีนอฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์
8. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 250 มิลลิลิตร
9. ไตเตรทหาปริมาตรน้ำตาลเช่นเดียวกับวิธีไตเตรทหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

10. คำนวณหาปริมาตรน้ำตาลทั้งหมด

ข.5 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริก โดยวิธีของ A.C.A.C. (2000)

วัสดุเครื่องมือและสารเคมี

1. ปิเปต
2. ขงดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร
3. ชุดอุปกรณ์ไตเตรท
4. ฟินอล์ฟทาลีน
5. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐานความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล

วิธีการ

โดยดูดตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร และใส่น้ำกลั่นจำนวน 20 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร หยดฟินอล์ฟทาลีน ลงไป 2-3 หยด ไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐานความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนถึงจุดยุติเกิดสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาณของด่างมาตรฐานที่ใช้ในการไตเตรท คำนวณปริมาตรกรดเป็นร้อยละของ กรดซิตริก กรดมาลิก และทาร์ทาริก โดยใช้สูตร

วิธีการคำนวณ

$$\text{ร้อยละของกรด} = \frac{(N)(V)(MW)(100)}{(100)(100)}$$

โดยที่ N = นอร์มอลของด่างที่ใช้

V = ปริมาณด่างที่ใช้ในการไตเตรท (มิลลิลิตร)

10 = ปริมาณตัวอย่างที่ใช้ (มิลลิลิตร)

100 = คิกเป็นร้อยละ

MW 192 = น้ำหนักโมเลกุลของกรดซิตริก

134 = น้ำหนักโมเลกุลของกรดมาลิก

75 = น้ำหนักโมเลกุลของกรดทาร์ทาริก

1000 = การเปลี่ยน มิลลิกรัม Eguivalent เป็นกรัม Eguivalent

ภาคผนวก ค. แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

โดยวิธีให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) ของการศึกษาแยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ

ชื่อ.....วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่าง โดยให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะ โดยกำหนดให้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด	2 = ไม่ชอบมาก	3 = ไม่ชอบปางกลาง
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	5 = เฉยๆ	6 = ชอบเล็กน้อย
7 = ชอบปางกลาง	8 = ชอบมาก	9 = ชอบมากที่สุด

ลักษณะที่ตรวจสอบ	**รหัส**		
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
การสเปรด			
ความชอบรวม			

หมายเหตุ : การสเปรด หมายถึงการปาดหรือทา

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ภาคผนวก ง. แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ ซึ่งเป็นงานวิจัยงบประมาณบำรุงการศึกษา ปี 2561 มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จึงขอความร่วมมือจากท่านช่วยตอบแบบสอบถาม ข้อมูลทุกอย่างที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ และจะไม่มีผลใดๆ ต่อผู้ตอบทั้งสิ้น ขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

คำชี้แจง

กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในวงเล็บ ( ) หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าตรงกับตัวท่านและความรู้สึกของท่าน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

1.1 เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

1.2 อายุ

( ) ต่ำกว่า 20 ปี ( ) 21 – 30 ปี

( ) 31 – 40 ปี ( ) 41 – 50 ปี

( ) 51 - 60 ปี ( ) มากกว่า 60 ปี

1.3 อาชีพ

( ) นักเรียน/ นักศึกษา ( ) ประกอบธุรกิจส่วนตัว

( ) พนักงานรัฐวิสาหกิจ/บริษัทเอกชน ( ) ข้าราชการ

( ) เกษตรกร ( ) อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

1.4 รายได้ต่อเดือน

( ) ต่ำกว่า 3,000 บาท ( ) 3,001 – 8,000 บาท

( ) 8,001 – 13,000 บาท ( ) 13,001 – 18,000 บาท

( ) 18,001 – 23,000 บาท ( ) มากกว่า 23,001 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภค

2.1 ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์จากส้มแขกหรือไม่

( ) เคย ( ) ไม่เคย

2.2 ท่านชอบรับประทานผลิตภัณฑ์จากส้มแขกหรือไม่

( ) ชอบ ( ) ไม่ชอบ ( ) เฉย ๆ

2.3 ท่านซื้อผลิตภัณฑ์จากส้มแขกจากสถานที่ใดเป็นประจำ

( ) ตลาดสด ( ) ห้างสรรพสินค้า

( ) ร้านสะดวกซื้อ ( ) ร้านค้าแผงลอย

( ) อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับผลิตภัณฑ์จากส้มแขกของผู้บริโภคทั่วไป

กรุณาชิมผลิตภัณฑ์จากส้มแขก แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยคะแนน

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

ชนิดของผลิตภัณฑ์	**คะแนนระดับความชอบ**								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ									

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาว นุชเนตร ตาเย๊ะ

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Ms. Nutchanet Tayeh

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1-9598-00037-49-7

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัย)

4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
โทรศัพท์ (073) 227151, 299-628
โทรสาร (073) 299629
E-mail: nutchanet.t@yru.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2552 วิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

พ.ศ. 2555 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ Food science and Techology (Halal Science)

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ไม่มี

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการ

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

ผลงานตีพิมพ์

นุชเนตร ตาเย๊ะ, ซูวีร่า สาแรหะ, อาดีบะห์ แวกาจิ. (2561) การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำนมจากถั่วดาวอินคา (Plukenetia volubilis L.). **วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.3 (1)**: 55-66.

นุชเนตร ตาเย๊ะ, นิภาภัทร กุณฑล, มารีนี โตะลูและนูรซาลีฮา โมงหนิมะ. (2561) การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารฮาลาลเพื่อสุขภาพ: เฉาก๊วยในน้ำนมแพะพร้อมบริโภค. **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ 10 (2):** 158-170.

Nutchanet Tayeh, Thamarat Summawattana and Patcharin *Pakdeechanuan.* (2012). Chemical Composition of Goat Milk and Effect of Spray Drying Conditions on Qualities of Goat Milk Powder. **KKU Sci. J. 40(3)**: 937-950.

สุธีรา ศรีสุข, กูรอซียะห์ ยามิรูเด็ง, นุชเนตร ตาเย๊ะ และพรสวรรค์ เพชรรัตน์. (2559). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ โยเกิร์ตนมแพะรสแยมกล้วยหินผสมส้มโชกุน. ใน**รายงานการประชุมงานประชุมวิชาการเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 14 "เกษตรและสุขภาพ" (Agriculture and Health) ประจำปี 2559 วันที่ 1-2 พฤศจิกายน 2559** (หน้า 359-364)**.** พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ผลงานวิจัย

นุชเนตร ตาเย๊ะ, กูรอซียะห์ ยามิรูเด็ง และรอมลี เจ๊ะดอเลาะ. (2560). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เฉาก๊วยในน้ำนมแพะฮาลาลพร้อมบริโภค.** ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตรมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

นุชเนตร ตาเย๊ะ และรอมลี เจ๊ะดอเลาะ. (2560). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารฮาลาล: น้ำนมจากถั่วดาวอินคา.** ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

กูรอซียะห์ ยามิรูเด็ง, จริยา สุขจันทรา และนุชเนตร ตาเย๊ะ. (2560). **การปรับปรุงคุณภาพของโรตีกรอบโดยใช้แป้งข้าวและรำข้าว.** ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

จริยา สุขจันทรา และนุชเนตร ตาเย๊ะ. (2560). **การพัฒนาข้าวเกรียบปลาเสริมฟักทอง.** ยะลา: คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

นุชเนตร ตาเย๊ะ. (2555). **ผลของสภาวะการทำแห้งแบบพ่นฝอยและวัตถุเจือปนในอาหารต่อคุณภาพของนมแพะผง.** วิทยานิพนธ์ (วท.ม.วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ได้รับทุนจากมหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์