สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล

นางสาวกนกนิษถ์ สอนคง
นางสาวชลลดา วชิรเดชเสถียร
นายพสิษฐา สินธุสนธิชาติ

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 35862
วัน, เดือน, ปี 27 มิ.ย. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Production of Low-Calorie Mixed Vegetable Jam Substitute with Sorbitol

Miss Kanoknit Sonkong

Miss Chonlada Wachiradatsatiean

Mr. Pasittha Sinthusonthichat

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the

Requirement for the Degree of Bachelor of Science

Department of Applied Biology

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานพิเศษ	การผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล	
นักศึกษา	นางสาวกนกนิษฐ์	สอนคง
	นางสาวชลลดา	วชิรเดชเสถียร
	นายพสิษฐา	สินธุสนธิชาติ
ภาควิชา	ชีววิทยาประยุกต์	
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ลินจง	สุขลำภู

ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับโครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

(รศ.ดร.พรรณี ฐิตาภิชิต) หัวหน้าภาควิชาชีววิทยาประยุกต์

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ

(รศ. สุขใจ ชูจันทร์) ประธานกรรมการ

(อาจารย์ลินจง สุขลำภู) กรรมการ

(ผศ.วันชัย สุทธินุ่น) กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล	
นักศึกษา	นางสาวกนกนิษถ์	สอนคง
	นางสาวชลลดา	วชิรเดชเสถียร
	นายพสิษฐา	สินธุสนธิชาติ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ลินจง	สุขลำภู
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.วันชัย	สุทธินุ่น
ภาควิชา	ชีววิทยาประยุกต์	
ปีการศึกษา	2542	

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาแยมที่มีแคลอรี่ต่ำ ซึ่งทำจากผักโดยใช้แครอทและมะเขือเทศในอัตราส่วนร้อยละ 45 โดยได้แปรผันอัตราส่วนของแครอท : มะเขือเทศ (100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 ตามลำดับ) โดยใช้สารให้ความหวานในอัตราส่วนร้อยละ 55 และได้ทำการแปรผันอัตราส่วนซูโครส: ซอร์บิทอล (70:30 60:40 50:50 40:60 และ 30:70 ตามลำดับ) ตลอดจนถึงปริมาณของเพคติน(ร้อยละ 0.5 1.0 และ 1.5 ตามลำดับ) และค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) (pH 2.5 3.0 และ 3.5 ตามลำดับ) ที่เหมาะสม โดยทำการทดสอบด้านประสาทสัมผัส พบว่าอัตราส่วนของแครอท : มะเขือเทศที่เหมาะสม คือ 50 : 50 อัตราส่วนของซูโครส : ซอร์บิทอล คือ 40: 60 โดยใช้เพคตินร้อยละ 1.0 และค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.0 เนื่องจากผู้ทดสอบได้ให้การยอมรับมากที่สุด เมื่อนำมาทดสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านกายภาพ ทางด้านเคมี และทางด้านจุลินทรีย์ โดยทำการตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (37 องศาเซลเซียส) ทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าตรวจไม่พบยีสต์ ราและ จุลินทรีย์ทั้งหมดในช่วงเวลาดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Production of Low-Calorie Mixed Vegetable Jam Substitute with Sorbitol	
Name	Miss. Kanoknit	Sonkong
	Miss. Chonlada	Wachiradatsatican
	Mr. Pasittha	Sinthusonthichat
Special Project Advisor	Linchong	Suklampoo
Co-Advisor	Wanchai	Sutthinoon
Department	Applied Biology	
Academic Year	1999	

Abstract

The researchers are interested in producing low calorie mixed vegetable jam which made of 45 % carrot and tomato by varied in ratio of carrot : tomato (100:0 75:25 50:50 25:75 and 0:100 , respectively) with used 55% sweetener and used 70% sorbitol solution substituted apart of sucrose by varied in ratio of sucrose : sorbitol (70 : 30 60: 40 50: 50 40 : 60 and 30 : 70 , respectively), percentage of pectin (0.5% 1.0% and 1.5% , respectively) and suitable of acid-base (pH) (pH 2.5 3.0 and 3.5 , respectively). The results of sensory evaluation using 1-5 hedonic scale showed that suitable ratio of carrot : tomato , sucrose : sorbitol were 50 : 50 and 40 : 60 respectively with 1.0 percent of pectin and 3.0 acid-base were the most acceptable. When we studied on quility change at 4 $^{\circ}$C and 37 $^{\circ}$C every 2 weeks for 3 month showed that physical and chemical quility had slightly different and microbiology test was not found yeast fungi and total bacteria.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษเรื่อง การผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความร่วมมือและ ช่วยเหลือ จากบุคคลหลายฝ่ายดังนี้

1. อาจารย์ลินจง สุขลำภู อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ ซึ่งได้ให้ความรู้ทางวิชาการ คำแนะนำในการทดลอง คำปรึกษา และตรวจทานแก้ไขรายงานฉบับนี้

2. ผศ. วันชัย สุทธินุ่น อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ซึ่งได้ให้ความรู้และข้อแนะนำในการทำโครงงานพิเศษนี้

3. รศ. สุขใจ ชูจันทร์ ประธานกรรมการให้ความรู้และความคิดเห็นเพิ่มเติมในการทำโครงงานพิเศษนี้

4. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือในการทำโครงงานพิเศษ

5. บริษัท ไทวา แอลจี เคมีคอล จำกัด ได้ให้ความอนุเคราะห์สารให้ความหวานซอร์บิทอลในการทำโครงงานพิเศษนี้

6. นักศึกษาภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ ผู้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดสอบขอมรับทางประสาทสัมผัส ทำให้การทดลองสำเร็จลงด้วยดี

7. ผู้ที่ให้ความช่วยเหลือและให้ความสะดวกอื่น ๆ ที่อาจมิได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณอย่างสูง

กนกนิษถ์ สอนคง

ชลลดา วชิรเดชเสถียร

พสิษฐา สินธุสนธิชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูป	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1. วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ	1
2. ขอบเขตของโครงงานพิเศษ	2
3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	3
1. แยม	3
1.1 กรรมวิธีการผลิตแยม	3
1.2 ส่วนผสมหลักในการทำแยม	5
2. แครอท	7
3. มะเขือเทศ	9
4. ตัวอย่างสารอาหารที่พบในแครอทและมะเขือเทศ	9
4.1 แคโรทีนอยด์	9
4.2 วิตามินเอ	12
4.3 ไฟเบอร์	13
5. สารให้ความหวาน	13
5.1 ประเภทของสารให้ความหวาน	17
5.2 สารให้ความหวานพลังงานต่ำที่สำคัญ	18
5.3 ประโยชน์ของสารให้ความหวานพลังงานต่ำ	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

5.4 ซอร์บิทอล 18

5.4.1 ประวัติ 18

5.4.2 คุณสมบัติทางเคมี 19

5.4.3 คุณสมบัติในอุตสาหกรรมและการใช้ในอุตสาหกรรม 19

5.4.4 เมทาบอลิซึม 20

5.4.5 ความเป็นพิษและความปลอดภัย 21

5.4.6 การรับรองสถานะ 22

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 23

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 23

2. สารเคมี 23

3. วัตถุดิบ 23

4. วิธีดำเนินการทดลอง 24

4.1 ศึกษาคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของแครอทและมะเขือเทศ 24

4.2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแครอทและมะเขือเทศ โดยการผลิตแยมผักรวม 24

4.3 การผลิตแยมผักรวมที่มีแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล 25

4.3.1 การศึกษาการแปรผันสูตร โดยใช้สารให้ความหวานซอร์บิทอลแทนน้ำตาลซูโครส 25

4.3.2 การหาปริมาณเพคตินที่เหมาะสมในการผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล 25

4.3.3 การหาความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เหมาะสมในการผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล 25

4.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ 25

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 27

1. ศึกษาคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของแครอทและมะเขือเทศ 27

2. ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแครอทและมะเขือเทศในการผลิตแยมผักรวม 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

3. ผลิตแยมผักรวมที่มีแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล 31

3.1 การศึกษาการแปรผันสูตรโดยใช้สารให้ความหวานซอร์บิทอลแทนน้ำตาลซูโครส 31

3.2 การหาปริมาณเพคตินที่เหมาะสมในการผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล 33

3.3 การหาความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เหมาะสมในการผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล 36

4. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ 38

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 41

1.สรุปผลการทดลอง 41

2. ข้อเสนอแนะ 41

เอกสารอ้างอิง 42

ภาคผนวก 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. คุณค่าอาหารของแครอทและมะเขือเทศ	8
2. ค่าที่ได้จากการศึกษาลักษณะทางเคมีและกายภาพของแครอทและมะเขือเทศ	27
3. ลักษณะทางด้านเคมีและของการแปรผันอัตราส่วนของแครอท : มะเขือเทศ ในการทำแยมผักรวม	29
4. ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของการแปรผันอัตราส่วนของแครอท : มะเขือเทศ ในการผลิตแยมผักรวม	30
5. ผลการศึกษาคุณลักษณะเคมีและกายภาพในการแปรผันสูตร โดยใช้สารให้ความหวานซอร์บิทอลทดแทนน้ำตาลซูโครส	32
6. ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของการแปรผันอัตราส่วนของน้ำตาลซูโครส : ซอร์บิทอล ในการผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล	33
7. การศึกษาปริมาณเพคตินที่เหมาะสมในการผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล	34
8. ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของปริมาณเพคติน	35
9. การศึกษาความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมเสริมซอร์บิทอล	37
10 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างในการผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล	38
11. คุณภาพทางด้านกายภาพ ทางด้านเคมี และทางด้านจุลินทรีย์ ของผลิตภัณฑ์แยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.	ขั้นตอนการผลิตแยม	4
2.	สูตรโครงสร้างของเพคติน	5
3.	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเพคติน น้ำตาล และค่าความเป็นกรด-ด่าง ในการจับตัวเป็นเจลและการคงตัวของเจล	6
4.	สูตรโครงสร้างของเบตา-แคโรทีน	10
5.	การเปรียบเทียบปริมาณของคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ระหว่างการสุกของมะเขือเทศ	12
6.	สูตรโครงสร้างของไลโคพีน	12
7.	โครงสร้างของเอทิลลีนไกลคอล (ethylene glycol)	14
8.	พันธะไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลหรือสารให้ความหวานกับหน่วยรับรส	15
9.	ลักษณะ glycophore ของ glycol	15
10.	การระบุถึง AH,B ของ glycophore ในสารประกอบที่ให้รสหวาน ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับน้ำตาล	16
11.	สูตรโครงสร้างของซอร์บิทอล	19
12.	เมทาบอลิซึมของซอร์บิทอล	20
13.	ผลิตภัณฑ์แยมผักที่ทำการแปรผันอัตราส่วนของแครอท : มะเขือเทศ	28
14.	ผลิตภัณฑ์แยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอลที่ทำการแปรผันอัตราส่วนของน้ำตาลซูโครส : ซอร์บิทอล	31
15	ผลิตภัณฑ์แยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอลที่ทำการแปรผันอัตราส่วนของเพคติน	34
16	ผลิตภัณฑ์แยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล เมื่อทำการแปรผันค่าความเป็นกรด-ด่าง	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันนี้ผู้คนได้หันมาสนใจเรื่องสุขภาพกันมากขึ้น จึงได้มีการแสวงหาปัจจัยต่าง ๆ เพื่อสนองความต้องการด้านสุขภาพ รวมถึงอาหารซึ่งเป็นสิ่งที่มนุษย์จะได้รับโดยตรงจากการบริโภค จึงมีผู้สนใจเรื่องอาหารเพื่อสุขภาพ และมีอาหารเพื่อสุขภาพออกมาในรูปแบบต่าง ๆ โดยอาหารเพื่อสุขภาพจะเน้นการบริโภคอาหารที่มาจากธรรมชาติโดยตรง คณะผู้จัดทำจึงมีความสนใจในการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพ โดยเลือกจากผัก เพราะผักเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของมนุษย์ มีคุณสมบัติให้ระบบการย่อยอาหารของร่างกายลดสภาพความเป็นกรด ทำให้ระบบการขับถ่ายเป็นไปอย่างปกติ ลดการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ โดยเลือกใช้ คือ แครอทและมะเขือเทศ เพราะในผักทั้งสองชนิดนี้มีสารอาหารพวก แคลเซียม วิตามิน เอ ในปริมาณสูง โดยเฉพาะแครอท มีปริมาณเส้นใย และเบต้า-แคโรทีนสูง ช่วยในระบบการขับถ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเบต้า-แคโรทีน มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ และในมะเขือเทศยังมีวิตามิน เอ วิตามิน ซี แคลเซียมในปริมาณสูง นอกจากนี้ ผักทั้งสองชนิดยังมีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบถ้วน โดยเลือกเป็นผลิตภัณฑ์แยมเนื่องจาก แยมเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบันไม่ว่ารับประทานโดยตรงกับขนมปังหรือทำเป็นสอดไส้แต่งหน้าขนมต่าง ๆ แต่เนื่องจากแยมโดยทั่วไปมีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงมาก ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของโรคหลายชนิด เช่น โรคหัวใจ โรคหลอดเลือด คณะผู้จัดทำจึงได้เลือกสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลซูโครส โดยเลือก ซอร์บิทอล ซึ่งมีความหวานเป็นครึ่งหนึ่งของน้ำตาลซูโครส ให้พลังงานประมาณ 3 กิโลแคลอรี่ ต่อ กรัม และไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ซึ่งผลิตภัณฑ์แยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล คาดว่าจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ต้องการควบคุมน้ำหนัก ผู้ป่วยโรคเบาหวาน และผู้ที่ไม่ชอบรับประทานผัก นอกจากนี้ยังเป็นผลิตภัณฑ์ผักรวมชนิดใหม่อีกด้วย

1. วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

1) เพื่อศึกษาวิธีการผลิตแยมผักรวมชนิดแคลอรี่ต่ำ
2) เพื่อศึกษาการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลซูโครส
3) เพื่อปรับปรุงเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

ศึกษาอัตราส่วนของแครอทและมะเขือเทศที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์และนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทำการหาปริมาณ ซอร์บิทอล เพคติน และกรดซิตริกที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์แยมผักรวมชนิดแคลอรี่ต่ำ รวมทั้งได้มีการประเมินคุณภาพโดยทำการศึกษาทางด้านกายภาพด้านเคมี และ จุลินทรีย์ ทุก ๆ 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 3 เดือน

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้ผลิตภัณฑ์แยมผักรวมชนิดที่มีแคลอรี่ต่ำ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่
2) ได้ผลิตภัณฑ์แยมผักรวมแคลอรี่ต่ำที่เหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก
3) เป็นทางเลือกใหม่สำหรับผู้ที่ไม่รับประทานผัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

1. แยม

แยม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ซึ่งทำจากเนื้อผลไม้ผสมกับสารที่ให้ความหวาน อาจผสมน้ำผลไม้หรือน้ำผลไม้เข้มข้นด้วยก็ได้แล้วทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะ(มอก., 2521) เป็นผลิตภัณฑ์กลุ่ม semi- soft spread ที่ได้รับความนิยม มีลักษณะเป็นวุ้นเป็นเจล มีของแข็งที่ละลายน้ำในผลิตภัณฑ์สูงกว่าร้อยละ 65 มีค่าความเป็นกรดและด่างอยู่ระหว่าง 2.5-3.5 มีรสเปรี้ยวแกมหวานและควรจะมีเนื้อของน้ำของผักหรือผลไม้เป็นส่วนผสมไม่ต่ำกว่า 45 ส่วน โดยเปรียบเทียบกับน้ำตาล 55 ส่วน (วศินา , 2541)

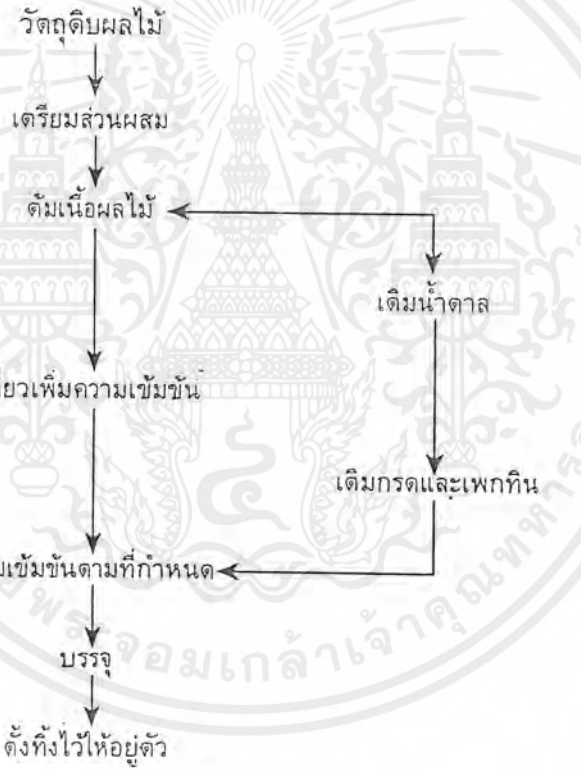
1.1 กรรมวิธีการผลิตแยม (วศินา , 2541)

การผลิตแยมประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การเตรียมวัตถุดิบ ผลไม้ที่ใช้อาจเป็นผลไม้สด ผลไม้แช่แข็งผลไม้กระป๋อง ผลไม้เชื่อมเข้มข้น แต่ถ้าใช้ผลไม้สดจะได้แยมคุณภาพดี เนื้อของผลไม้สุกจะอ่อนนุ่ม ผสมเป็นเนื้อเดียวกันได้ง่าย มีสีสรรสวยงาม จะช่วยให้ได้แยมที่มีกลิ่นหอมและสีสวยกว่าผลไม้ที่แปรรูปแล้ว
2. การเตรียมผลไม้ เมื่อคัดเลือกผลไม้แล้ว นำมาล้างให้สะอาด กำจัดส่วนที่บริโภคไม่ได้หรือไม่ต้องการออก สับ บด หรือหั่นเนื้อผลไม้เป็นชิ้นเล็ก ๆ แต่ถ้าเป็นผลไม้ผิวบาง เช่น สตรอเบอรี กีไม่จำเป็นต้องปอกเปลือกออก
3. การต้มเนื้อผลไม้ ต่อจากนั้นนำมาต้มให้โปรเพคตินที่อาจมีอยู่เปลี่ยนมาเป็นเพคติน มีการเติมน้ำตาลประมาณ 1.22 เท่าของเนื้อผลไม้
4. การเคี่ยวส่วนผสม เพื่อระเหยน้ำให้ได้ความเข้มข้นตามต้องการ อาจมีการเติมเพคตินและกรดลงในส่วนผสมในกรณีผลไม้ที่ใช้เป็นวัตถุดิบมีเพคตินและกรดละลายอยู่น้อย การเติมกรดและเพคตินลงในส่วนผสม เพื่อช่วยให้สภาพเจลของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเติมเพคตินนั้นต้องผสมเพคตินทั้งหมดเข้ากับน้ำตาลที่ถูกแบ่งมาตอนต้น ทั้งนี้ปริมาณน้ำตาลควรมากกว่าเพคติน 10 เท่าคลุกเคล้าให้เข้ากันเพื่อให้การกระจายตัวของเพคตินเมื่อ เติมลงในส่วนผสมนั้นดีขึ้น ไม่ติดกันเป็นก้อน และควรเติมลงในส่วนผสมทีละน้อย โดยมีการคนหรือกวนช่วยตลอดเวลาของการเติม ส่วนกรดนั้นควรอยู่ในรูปของสารละลายที่มีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 25-50 การเติมกรดและเพกตินควรเติมในตอนท้ายของการเคี่ยว เมื่อความเข้มข้นของส่วนผสมต่ำกว่าความเข้มข้นขั้นสุดท้ายเล็กน้อย ทั้งนี้เพื่อป้องกันการจับตัวกันเป็นเจลในหม้อขณะเคี่ยว และเพื่อป้องกันการสลายตัวของเพคตินไปเป็นกรดเพคตินนั่นเอง



รูปที่ 1 ขั้นตอนการผลิตแยม

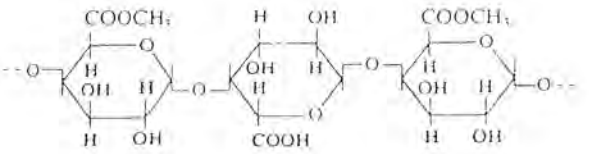
ที่มา : วศินา (2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ส่วนผสมหลักในการทำแยม (สินธนา, 2541)

ผลิตภัณฑ์กลุ่ม semi-soft spread นั้นจะมีคุณภาพด้านการเกิดเจลที่เหมาะสมมากน้อยเพียงใดนั้น จะขึ้นกับส่วนผสมหลักที่สำคัญ 3 ชนิดที่ใช้ในการแปรรูปคือ เพคติน กรด และน้ำตาล ดังนี้คือ

1.เพคติน(Pectin หรือ Pectinic acid) เป็นสารประกอบหนึ่งในสารประกอบเพกติก (Pectic substance) ที่มีในผักและผลไม้ตามธรรมชาติ พบมากในผักผลไม้ที่มีสภาพแก่จัดถึงสุกแต่ไม่สุกจัด แต่ไม่พบเพคตินในเนื้อเยื่อสัตว์ (Shirley และ Margy ,1994) เมื่อเพคตินละลายน้ำจะมีสภาพเป็นคอลลอยด์ที่สามารถรวมเป็นเจลที่มีโครงสร้างเป็นร่างแหเล็กละเอียดกักเก็บน้ำหรือสารละลายที่แท้จริง เช่นน้ำเชื่อมไว้ภายในได้ ซึ่งสมบัติเช่นนี้จะมีความสัมพันธ์ในการทำผลิตภัณฑ์กลุ่ม semi-soft spread เป็นอย่างมาก ปกติแล้วเพคตินจะมีอยู่ในผักผลไม้ทุกชนิดซึ่งจะพบอยู่ตามส่วนต่างๆของพืช เช่น ปลายราก ปลายยอด หัว และผลเป็นต้น(Shirley และ Margy ,1994) แต่ทว่ามีปริมาณที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแก่อ่อนของผักผลไม้เป็นสำคัญ เพคตินจะมีมากในหัวบีท ฝรั่ง เปลือกขาวของผลไม้ตระกูลส้ม แกนและเปลือกของเอปเปิ้ล แต่ทว่าผลไม้เช่นมะละกอ สับปะรด ลำไย มะเขือเทศ จะมีเพคตินไม่มากนัก ในผักผลไม้ชนิดหนึ่ง ๆ จะพบเพคตินมากในระยะห่ามถึงสุก ดังนั้นจึงเลือกผักผลไม้ที่มีสภาพห่ามถึงสุกมาทำแยม เยลลี่ หรือ มาร์มาเลด จึงจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีตามต้องการ แต่ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้ผักหรือผลไม้ที่มีเพคตินอยู่น้อยมาทำการแปรรูป ก็จำเป็นต้องเติมเพคตินเพิ่มเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นเจลที่ดีตามต้องการซึ่งโมเลกุลของเพคตินนั้นเป็นpolysaccharide แต่ไม่เหมือนกับแป้งและเซลลูโลสมีมากกว่า 1 ชนิดซึ่งเป็นองค์ประกอบเล็กๆมารวมตัวกันเป็นโครงสร้างเรียกว่า backbone ซึ่งแต่ละโมเลกุลนั้นจะมีวงแหวนคาร์บอน5-6วง พร้อมกับมีออกซิเจนอยู่ในวงโครงสร้างด้วยและในวงจะมีหมู่ไฮดรอกซิลและหมู่เมททิลเอสเทอร์จับกันอยู่แบบสุ่มโดยเพคตินจะหันส่วนที่ชอบน้ำออกทำให้เมื่อเจลลี่และแยมเย็นตัวลงทำให้เกิดการจับตัวกันเป็นร่างแหทำให้เจลลี่และแยมหนืดขึ้น(Shirley และ Margy ,1994)

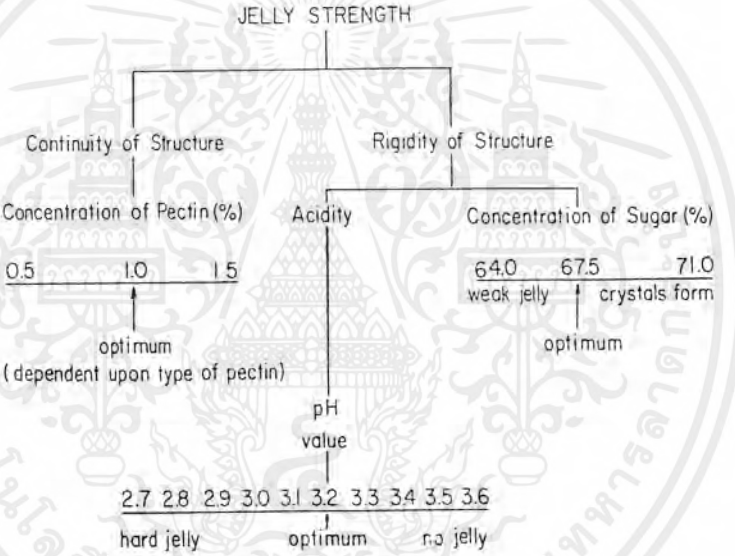


รูปที่ 2 สูตรโครงสร้างของเพคติน

ที่มา : Arthey(1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กรด การใช้กรดในผลิตภัณฑ์กลุ่ม semi-soft spread นั้น นอกจากมีวัตถุประสงค์ให้เกิดรสเปรี้ยวในผลิตภัณฑ์แล้ว กรดยังมีผลต่อการคงตัวของเจลที่เป็นโครงร่างของผลิตภัณฑ์เป็นอย่างมาก ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการคงตัวของเจล คือ 3.2 และเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์ลดลงสภาพของเจลจะแข็งหรือเหนียวขึ้น แต่ถ้าค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์สูงกว่า 3.5 แล้วจะไม่มีการจับตัวเป็นเจลเกิดขึ้น แต่อย่างไรก็ตามค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมจะสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลที่ใช้ด้วยเช่นกัน โดยทั้งนี้มีหลักเกณฑ์ว่า เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างของผลไม้ลดต่ำลงปริมาณน้ำตาลที่ใช้ก็ควรต่ำลงด้วยเช่นกันซึ่งผลไม้พวกพีท แพร์ เชอร์รี่รวมทั้งผลไม้สุกจัดทุกชนิดจะมีปริมาณกรดน้อยเนื่องจากกรดจะถูกเอนไซม์เปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล(Shirley และMargy,1994)



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเพคติน น้ำตาลและค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในการจับตัวเป็นเจลและการคงตัวของเจล

ที่มา : Norman(1963)

3. น้ำตาล การใช้น้ำตาลในการทำผลิตภัณฑ์กลุ่ม semi-soft spread มีวัตถุประสงค์คล้ายคลึงกับการใช้กรด กล่าวคือ เพื่อช่วยปรุงแต่งรสของผลิตภัณฑ์ให้หวานขึ้นและเพื่อช่วยให้เกิดโครงร่างที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากน้ำตาลที่เติมลงไปนั้น จะทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ที่ทำให้เกิดการคงตัวของเจลที่เหมาะสมนั้นอยู่ในช่วง 65-70 เปอร์เซ็นต์ การมีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์สูงเกินกว่า 70 เปอร์เซ็นต์อาจก่อให้เกิดการตกผลึกของน้ำตาลซูโครสได้ง่าย เนื่องจากน้ำตาลดังกล่าวไม่สามารถสลายตัวไปเป็นน้ำตาลอินเวอร์ทได้มากเท่าที่ควรในระหว่างการแปรรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากส่วนผสมหลัก อันได้แก่ น้ำตาล กรด และเพคติน ที่ได้กล่าวแล้วนั้นผลิตภัณฑ์กลุ่ม semi-soft spread นี้ยังอาจถูกปรุงแต่งรสชาติกลิ่นและสี โดยการใช้น้ำเครื่องเทศต่าง ๆ และสีผสมอาหารได้ รวมทั้งการใช้สารกันเสียเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา แต่ทั้งนี้ต้องเป็นไปตามที่กฎหมายกำหนดไว้

ผักเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของมนุษย์ ซึ่งให้สารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายมากมาย อีกทั้งยังมีคุณสมบัติช่วยในระบบการย่อยอาหาร ระบบขับถ่าย และยังมีผลต่อการลดปริมาณคลอเรสเตอรอล ช่วยลดความอ้วน จึงสนใจในการนำผักมาทำโครงงานพิเศษ ซึ่งผักที่สนใจคือ แครอทและมะเขือเทศ ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

2. แครอท (Carrot)

แครอท มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ Daucus carota Linn. และจัดอยู่ในวงศ์ Amaranthaceae Apiaceae (มหาวิทยาลัยมหิดลสถาบันวิจัยโภชนาการและมูลนิธิโตโยต้า ,2540) มีถิ่นกำเนิดแถบเอเชียตะวันออก และเอเชียกลาง เป็นพืชในสกุล Umbelliferae แครอทเป็นผักที่รู้จักกันดีของชาวกรีกและโรมันมาก่อน 2,000ปี ซึ่งชาวกรีกและโรมันนี้ได้นำแครอทมาเผยแพร่ที่ทวีปยุโรป ส่วนมากแครอทจะปลูกได้ดีในช่วงฤดูหนาวหรือในที่ที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 15 องศาเซลเซียส จะได้แครอทที่มีคุณภาพดี สำหรับประเทศไทยแครอทเติบโตได้ดีทางภาคเหนือ การเลือกซื้อแครอทให้ดูลักษณะของแครอทที่มีสีสด ขั้วใหม่ ไม่เหี่ยว มีขนาดไม่ใหญ่หรือเล็กเกินไป จึงจะได้แครอทที่มีคุณภาพ

แครอทเป็นแหล่ง เบตา-แคโรทีน ที่สามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้ในผนังลำไส้เล็กและตับของมนุษย์และสัตว์ซึ่งวิตามินเอมีความสำคัญกับร่างกายของคนเรา คือ ทำให้เราสามารถมองเห็นได้ในที่มืด (ปัทมา ,2537) ทั้งยังช่วยระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายให้ทำงานได้ดีและยังเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต แหล่งของวิตามินเอจะได้ทั้งจากสัตว์ เช่น ตับสัตว์ ไข่แดงและจากพืชจะได้ในรูปของเบตา-แคโรทีน (มหาวิทยาลัยมหิดลสถาบันวิจัยโภชนาการและมูลนิธิโตโยต้า ,2540)

แพทย์และนักวิจัยหลายท่านต่างให้ความสนใจกับเบตา-แคโรทีน โดยเชื่ออย่างมากว่าปฏิกิริยาต่อต้านมะเร็งของสารนี้มีความเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติในการเป็นสารแอนติออกซิแดนท์ของมัน สารที่มีคุณสมบัติเป็นแอนติออกซิแดนท์ ซึ่งได้แก่ วิตามินซีและวิตามินอี สามารถทำให้ฟรีแร็ดดิคัล มีคุณสมบัติเป็นกลางและไม่ไปทำลายเซลต่อไป ฟรีแร็ดดิคัลนี้เกิดขึ้นได้ จากมลพิษของอากาศ การสูบบุหรี่และความเครียด (ฉัตรตระกูล , 2535)

เบตา-แคโรทีนสามารถป้องกันมะเร็งได้บางชนิด เช่น มะเร็งปอด (Lung Cancer) ซึ่งผลการศึกษาทางระบาดวิทยาที่ผ่านมายืนยันว่าการบริโภคอาหารที่มีเบตา-แคโรทีนสูงและระดับเบตา-แคโรทีนในเลือดสูงมีความสัมพันธ์กับการลดความเสี่ยงของมะเร็งปอด มากกว่าผู้ที่มีระดับเบตา-แคโรทีนในเลือดต่ำได้ถึง 2-4 เท่า แต่จากการศึกษาของประเทศฟินแลนด์ในประชากรที่สูบบุหรี่จัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลี่ย 20 มวนต่อวัน และมีประวัติสูบบุหรี่นานถึง 36 ปี โดยให้การเสริมเบตา-แคโรทีนและวิตามินอี พบว่าไม่มีผลลดการเกิดมะเร็งปอด แสดงให้เห็นว่าสารแอนติออกซิแดนท์มีผลช่วยป้องกันการเกิดมากกว่าการแก้ไข (มหาวิทยาลัยมหิดลสถาบันวิจัยโภชนาการและมูลนิธิโตโยต้า ,2540) ผู้บริโภคควรที่จะรับประทานหรือได้รับเบตา-แคโรทีนจากพืชที่ใช้ประกอบเป็นอาหารจะดีกว่า เพราะเบตา-แคโรทีนไม่สามารถออกฤทธิ์ตัวเดียวโดดๆ ได้ ต้องอาศัยสารอีกหลายชนิดที่ช่วยกันทำหน้าที่ซึ่งธรรมชาติมอบคุณสมบัติที่สมดุลเหล่านี้ไว้ในผักแล้ว สำหรับพืชผักในบ้านเราก็มีมากกายที่มีเบตา-แคโรทีนสูง และราคาไม่แพง เช่น กระเทียม ใบกะเพรา ตำลึง สะเดา สะระแหน่ คะน้า ผักกวางตุ้ง เป็นต้น สำหรับแครอทควรกินสุก จะให้เบตา-แคโรทีนมากกว่าในรูปผักดิบถึง 5 เท่า สำหรับประเทศไทยโดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยากระทรวงสาธารณสุขแนะนำให้บริโภคเบตา-แคโรทีน 4.8 มิลลิกรัมต่อวันหรือ 2,664 IU ต่อวัน ซึ่งถ้าเรากินเบตา-แคโรทีนในปริมาณมากเท่าไรก็ไม่เป็นอันตราย เพียงแต่จะทำให้ผิวหนังมีสีเหลือง และจะจางลงเป็นปกติเมื่อหยุดกิน นอกจากนี้คุณค่าอาหารต่าง ๆ ของแครอทดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณค่าอาหารของแครอทและมะเขือเทศ

คุณค่าทางอาหาร	มะเขือเทศ	แครอท
พลังงาน	22 กิโลแคลอรี	37 กิโลแคลอรี
โปรตีน	1.1 กรัม	1.6 กรัม
ไขมัน	0.3 กรัม	0.4 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	3.6 กรัม	6.8 กรัม
แคลเซียม	9 มิลลิกรัม	1.0 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	31 มิลลิกรัม	68 มิลลิกรัม
เหล็ก	0.48 มิลลิกรัม	1.2 มิลลิกรัม
วิตามินบี 1	0.09 มิลลิกรัม	0.04 มิลลิกรัม
วิตามิน บี 2	0.04 มิลลิกรัม	0.05 มิลลิกรัม
ไนอาซิน	0.90 มิลลิกรัม	0.8 มิลลิกรัม
วิตามิน ซี	32 มิลลิกรัม	41 มิลลิกรัม
เบตา-แคโรทีน	65.30 RE	1.166 มิลลิกรัม
ใยอาหาร	1.7 กรัม	- กรัม

RE ไมโครกรัมเทียบหน่วยเรตินัล; - ไม่มีการวิเคราะห์

ที่มา : มหาวิทยาลัยมหิดลสถาบันวิจัยโภชนาการและมูลนิธิโตโยต้า (2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มะเขือเทศ (Tomato)

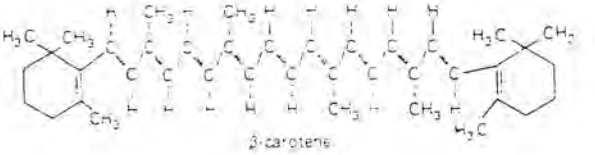
มะเขือเทศมีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ Lycopersicon esculentum Mill. อยู่ในวงศ์ Solanaceae มะเขือเทศเป็นพืชพื้นเมืองของอเมริกาที่คนพื้นเมืองใช้เป็นอาหารที่มีคุณค่าสูงมาแต่ดั้งเดิม ในทวีปยุโรป อิตาลีเป็นประเทศแรกที่รู้จักมะเขือเทศ เมื่อประมาณต้นปี ค.ศ. 1544 ต่อมาประเทศอื่น ๆ ในยุโรปก็รู้จักมะเขือเทศ แล้วจึงมีการปลูกอย่างกว้างขวางและแพร่หลายในสหรัฐอเมริกา มะเขือเทศเป็นพืชล้มลุก ปลูกได้ตลอดปีในประเทศไทย มะเขือเทศชอบอากาศอบอุ่น และชอบแสงแดด การปลูกสามารถปลูกได้แม้แต่ในกระถางก็สามาราถให้ลูกได้แต่จะออกลูกดกในช่วงฤดูหนาว การเลือกซื้อมะเขือเทศควรเลือกให้เหมาะสมกับการใช้ ควรเลือกมะเขือเทศที่ผิวไม่เหี่ยว สีแดงสด เนื้อแน่น มีน้ำหนัก ผิวเกลี้ยง ไม่มีตำหนิ ในมะเขือเทศมีสารชนิดหนึ่งที่สามารถลดการเกิดมะเร็งในลำไส้ มะเร็งต่อมลูกหมากได้ ซึ่งสารดังกล่าวนี้คือ ไลโคพีน (lycopene) เป็นสารที่มีสีอยู่ในมะเขือเทศ จัดเป็นแคโรทีนอยด์ (carotenoid) ชนิดหนึ่ง ซึ่งนอกจากจะมีสารแอนติออกซิแดนท์ คือ ไลโคพีนแล้ว ในมะเขือเทศยังมีคุณค่าของสารอาหารมากมาย เช่น เบตา-แคโรทีน ฟอสฟอรัส คล้าย ๆ กับผักอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 1

4. ตัวอย่างสารอาหารที่พบในแครอทและมะเขือเทศ

4.1 แคโรทีนอยด์ (Carotenoids) (จริงแท้ , 2541)

แคโรทีนอยด์เป็นสารประกอบประเภทไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated hydrocarbon) มีคาร์บอน 40 อะตอม (รูปที่ 2) ได้แก่ แคโรทีน ไลโคปีน และ แซนโทฟิลล์ เป็นต้น โดยเฉลี่ยแล้ว ร่างกายสามารถเปลี่ยน เบตา-แคโรทีนที่ถูกร่างกายย่อยได้แล้ว (ซึ่งเราเรียกว่าโพรวิตามินเอ) ไปเป็นวิตามินเอได้เป็นจำนวนราวๆ1 ใน 6 ของปริมาณทั้งหมด (ฉัตรตระกูล,2537) ส่วนในไลโคปีนและแซนโทฟิลล์นั้นไม่สามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอเช่นเบตา-แคโรทีนได้ในผักและผลไม้มักจะมีแคโรทีนและแซนโทฟิลล์เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย แต่ถูกสีเขียวของคลอโรฟิลล์บดบังไว้ ต่อเมื่อผักและผลไม้เข้าสู่ระยะแก่ คลอโรฟิลล์สลายตัวไป สีของแคโรทีนอยด์นี้จึงปรากฏให้เห็น ถึงแม้ว่าแคโรทีนอยด์จะเป็นไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัว แต่แคโรทีนอยด์มีคุณสมบัติค่อนข้างเสถียรในเซลล์ของผลิตผลภายใต้สภาพการเก็บรักษาต่าง ๆ ในการเก็บรักษาแครอทพบว่าเวลาและสภาพการเก็บรักษามีอิทธิพลต่อการสูญเสียแคโรทีนอยด์น้อยมาก อาจเป็นพราะว่าโมเลกุลของแคโรทีนอยด์รวมตัวอยู่กับฟอสโฟไลปิด (phosphoslipid)ใน thylakoid membrane ของ plastid ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 สูตรโครงสร้างของ เบตา-แคโรทีน
ที่มา : จริงแท้ (2541)

จากการวิจัยทางการแพทย์ได้ระบุไว้ว่า เบตา-แคโรทีนนอกจากจะเป็นแอนติออกซิแดนท์ เพื่อป้องกันและหยุดยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งแล้ว ยังมีคุณสมบัติเป็น

4.1.1 โพรวิตามินเอ คือร่างกายสามารถเปลี่ยนเบตา-แคโรทีนที่ถูกร่างกายย่อยได้แล้วไปเป็นวิตามินเอ ได้เป็นจำนวนราว ๆ 1 ใน 6 ของปริมาณทั้งหมด วิตามินเอเป็นสารอาหารจำเป็นมีหน้าที่ต่าง ๆ เพื่อสุขภาพ ปฏิกิริยาเคมีบางอย่างในเรตินา ของนัยตาที่ช่วยให้เรามองเห็นก็ต้องพึ่งพาวิตามินเอ แต่ข้อได้เปรียบของเบตา-แคโรทีนดีกว่าวิตามินเอ คือ วิตามินเอจะเป็นพิษได้ถ้าใช้ในปริมาณสูงแต่เบตา-แคโรทีนไม่เป็นพิษ(ฉัตรตระกูล , 2537) นั่นก็คือ การรับประทานแคโรทีนอยด์มาก ๆ แม้ว่าการรับประทานแคโรทีนมาก ๆ จะทำให้ผิวเป็นสีเหลือง แต่นั่นก็เป็นเพียงสิ่งที่ทำให้ไม่สบายใจเพราะไปทำให้ผิวมีสีขึ้นเท่านั้น ไม่มีเนื้อเยื่อ หรืออวัยวะใด ๆ ถูกทำลายอันเป็นผลจากการับประทานแคโรทีนปริมาณสูง ซึ่งจะผิดกับการรับประทานวิตามินเอในปริมาณสูงที่ทำให้ตับถูกทำลาย เพราะแคโรทีนจะถูกเปลี่ยนเป็นวิตามินเอในร่างกาย และร่างกายจะไม่ผลิตวิตามินเอมากเกินไป แม้ว่าคน ๆ นั้นรับประทานแคโรทีนมากเกินไปก็ตามการรับประทานแครอทและอาหารที่อุดมด้วยแคโรทีนมากเกินไป อาจทำให้เกิดอาการเหลืองของเซลล์ผิวหนังได้ แต่เงื่อนไขออกจะมีอู่ทางดีกว่าการรับประทานวิตามินเอมาก คือ จะไม่พบว่ามีพิษจากปริมาณวิตามินเอมากเกินไปรวมอยู่ด้วย และผิวหนังจะค่อย ๆ กลับคืนสู่ภาวะปกติ เมื่อมีปริมาณการนำเข้าแคโรทีนน้อยลง จากผลวิจัยที่ปรากฏดังกล่าว นับว่าห่างไกลจากความเป็นพิษมาก ดังนั้นการบริโภคแคโรทีนนับเป็นสิ่งที่ดี การวิจัยครั้งหนึ่งพบว่าไม่ใช่ตัววิตามินเอ ที่มีผลต่อการป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง (ปัทมา , 2537)

4.1.2 การป้องกันมะเร็ง งานวิจัยที่เกี่ยวกับเบตา-แคโรทีน ส่วนมากจะเน้นไปทางเรื่องความสามารถในการป้องกันมะเร็ง จากการศึกษามากกว่า 70 ครั้ง พบว่าผู้ที่รับประทานอาหารที่มีเบตา-แคโรทีนต่ำจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งโดยเฉพาะมะเร็งในปอด ในการประชุมนานาชาติในเดือนตุลาคม 1989 ที่กรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ เบตา-แคโรทีน (รวมทั้งวิตามินซี และอี) ได้ถูกหยิบยกมาพูดถึงในแง่ที่ว่า มันอาจจะยังมีคุณสมบัติที่เหนือกว่าวิตามินเอในการป้องกันมะเร็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

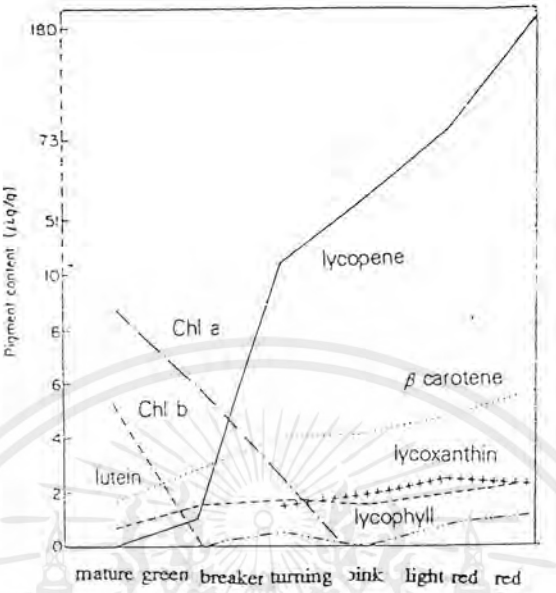
ดร. จอร์จ คอมสต็อก นักวิจัยจากมหาวิทยาลัย จอห์นฮ็อพกินส์ ในมลรัฐแมรี่แลนด์ กล่าวแก่ผู้มาประชุมว่า ผู้ที่มีระดับเบตา-แคโรทีนในเลือดต่ำจะมีความเสี่ยงสูงต่อการเป็นมะเร็งในปอด และมะเร็งผิวหนังชนิดร้ายแรง (melanoma) (ฉัตรตระกูล , 2537)

4.1.3 ทำให้เซลล์ที่กำลังจะเป็นมะเร็งกลับเป็นเซลล์ จากการศึกษาวิจัยหลายครั้ง ทำให้ทราบว่าเบตา-แคโรทีนอาจยับยั้งและป้องกันการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งและเซลล์ที่กำลังจะเป็นมะเร็ง จากการศึกษาที่ทำเสร็จไปในปี 1989 โดย น.พ. แฮรินเตอร์แกร์วอลจากศูนย์มะเร็ง ของมหาวิทยาลัยแห่งอริโซน่า ณ เมืองทัคซอน ได้สาธิตให้เห็นถึงแม้ว่าจะมีเบตา-แคโรทีนในปริมาณน้อย ๆ ก็สามารถทำให้ขบวนการที่จะเกิดมะเร็งแบบ leukoplakia ย้อนกลับได้ (leukoplakia เป็นขบวนการก่อนการเกิดมะเร็ง โดยที่เกิดการหนาตัวของเซลล์ เยื่อบุ เกิดเป็นแผ่นหนาสีขาวขึ้นมา มักเกิดกับเยื่อเมือกบุต่าง ๆ เช่นในปอด ปาก ไต เป็นต้น) ซึ่งอาการนี้มักเกิดขึ้นกับผู้สูบบุหรี่ เคี้ยวใบยาและดื่มสุราจัด อาการ leukoplakia นี้ เป็นอาการที่มักจะเกิดตามมาด้วยมะเร็งที่คอ ซึ่งในที่นี้รวมทั้งในปาก ลิ้น หลอดคอ ริมฝีปาก และกล่องเสียง และในการศึกษาครั้งหนึ่งของดร.ชวาร์ทซ์ได้ฉีดเบตา-แคโรทีนโดยตรงเข้าสู่เซลล์เนื้องอก เขาพบว่าสารเบตา-แคโรทีนนี้สามารถเลือกทำลายเซลล์เนื้องอกหรือมะเร็งนี้ได้ โดยไม่ทำอันตรายต่อเซลล์ปกติ และเบตา-แคโรทีนยังช่วยทำให้ระบบภูมิคุ้มกันดีขึ้นด้วย เซลล์สำคัญ ๆที่ต่อสู้โรคต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบภูมิคุ้มกันของมนุษย์ คือ เซลล์ที เฮลเปอร์ (T-helper cell)จะไปขับไล่สิ่งแปลกปลอมออกจากร่างกาย ให้ทำงานดีขึ้นซึ่งเซลล์นี้จะไปทำลายเซลล์มะเร็งที่ตายไปแล้ว (ฉัตรตระกูล , 2537)

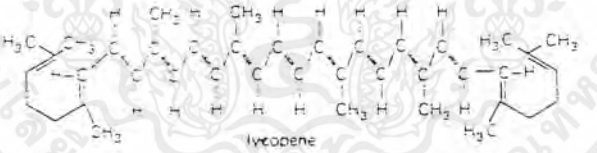
4.1.4 สารแคโรทีนอยด์อื่น ๆ ที่มีประโยชน์ ตามรายงานที่ตีพิมพ์ในวารสารรายสัปดาห์ Cancer Weekly ฉบับวันที่ 13 พฤศจิกายน 1989 ตีพิมพ์โดย National Cancer Institute กลุ่มนักวิจัยชาวญี่ปุ่นพบว่า อัลฟา-แคโรทีน (alpha carotene) อาจจะมีคุณสมบัติเหนือกว่าเบตา-แคโรทีนในแง่ที่สามารถหยุดยั้งมะเร็งได้ดีกว่า แต่อัลฟา-แคโรทีน เป็นที่รู้จักน้อยกว่าเบตา-แคโรทีน และมีอยู่ประมาณ 1 ใน 3 ของจำนวนเบตา-แคโรทีนที่พบในแครอท ซึ่งเบตา-แคโรทีนจะเป็นส่วนประกอบใหญ่ของแคโรทีนอยด์ ในการศึกษาครั้งหนึ่งของ ดร. มิซิเอกิ มูราโกชิ และผู้ร่วมงานจากมหาวิทยาลัย Kyota Prefectural ในประเทศญี่ปุ่น พบว่า อัลฟา-แคโรทีน ยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอกที่อันตรายหลายอย่าง รวมทั้ง Neutoblastoma (มะเร็งในระบบประสาท) มะเร็งในตับ สมองและกระเพาะ และจากผลการติดตามของ ดร. มูราโกชิ พบว่า อัลฟา-แคโรทีนมีความสามาถในการหยุดยั้งการเจริญของมะเร็งในประสาทดีกว่า เบตา-แคโรทีน 10 เท่า (ฉัตรตระกูล, 2537)

4.1.5ไลโคพีน เป็นสารสีชนิดหนึ่งที่จัดอยู่ในกลุ่มแคโรทีนอยด์ ซึ่งพบในมะเขือเทศในปริมาณมากและในมะเขือเทศที่สุกจะมีปริมาณไลโคพีนเพิ่มสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบปริมาณของคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ระหว่างการสุกของมะเขือเทศ
ที่มา : จริงแท้ (2541)



รูปที่ 6 สูตรโครงสร้างของไลโคพีน
ที่มา : จริงแท้ (2541)

4.1.6 กรดกลูตามิก (glutamic acid) เป็นกรดอะมิโนที่มีปริมาณสูงในมะเขือเทศ ซึ่งกรดอะมิโนชนิดนี้เป็นตัวเพิ่มรสชาติให้อาหาร เป็นกรดอะมิโนตัวเดียวกับที่อยู่ในผงชูรส หรือโมโนโซเดียมกลูตาเมท (monosodium glutamate) (มหิดล , 2540)

4.2 วิตามินเอ ในอาหารตามธรรมชาติวิตามินเอจะปะปนอยู่ใน 2 ลักษณะ นั่น คือ ในรูปวิตามินเอโดยตรงและแคโรทีนซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้ รูปลักษณ์ของวิตามินเอตรงตัวพบอยู่ในอาหารประเภทสัตว์ โดยเฉพาะส่วนที่เป็นกระดูกหรือโครงร่างของสัตว์ แหล่งสะสมที่มีมากได้แก่ นม เนย เนยแข็ง ตับ และบางส่วนของไขมันของปลา น้ำมันตับปลาจะมีวิตามินเอมากที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุด แต่ถูกใช้ในการรักษามากกว่าจะเป็นอาหารประจำวัน วิตามินเอก่อตัวขึ้นในตับของมนุษย์และสัตว์ จากสารที่เรียกกันว่า แคโรทีน พบครั้งแรกในแครอท แคโรทีนพบได้ในผลไม้สีเหลืองหรือเหลืองอมแดง เช่น แอปริคอท ส้ม แตงโม แครอท ฟักทอง เป็นต้น(ปัทมา , 2537)

4.3ไฟเบอร์ (fibre) สมัยก่อนนั้นนักวิทยาศาสตร์โภชนาการคิดถึงไฟเบอร์หรือกากใยอาหารเหมือนกับที่เคยคิดเกี่ยวกับวิตามินบี คือ คิดว่ามันเป็นสารเดี่ยว ๆ และมีหน้าที่อย่างเดียวคือเพิ่มกากใยเข้าในในอาหาร และป้องกันท้องผูก แต่บัดนี้การวิจัยทั่วโลกก็ได้แสดงให้ทราบว่าไฟเบอร์มีหลายชนิดเหมือน ๆ กับวิตามินบี ที่มีหลายชนิดเหมือนกัน ที่สำคัญยิ่งไปกว่านั้นคือ นักวิจัยได้ทำการวิจัยที่สามารถพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งไว้หลายทศวรรษแล้ว คือ ไฟเบอร์อาจช่วยป้องกันโรคอ้วนและมะเร็งลำไส้เล็กได้ ตัวอย่างไฟเบอร์ที่พบในแครอท(อาหารและสุขภาพ , 2538) ได้แก่

4.3.1 เซลลูโลส (cellulose) จะบรรเทาอาการท้องผูก มีปฏิกิริยาตอบโต้สารก่อมะเร็งในลำไส้ ควบคุมระดับกลูโคสให้เป็นปกติ และยังช่วยลดน้ำหนักได้อีกด้วย ซึ่งแหล่งอาหารที่พบได้แก่ แอ๊ปเปิ้ล ถั่วลิสง รำ ข้าวที่ไม่ขัดสี แครอท ถั่วต่าง ๆ ลูกแพร์ เป็นต้น

4.3.2เพคติน (pectin) จะลดคลอเลสเตอรอล ต่อต้านกรดน้ำดีในลำไส้ ป้องกันมะเร็งลำไส้และการก่อตัวของนิ่ว ซึ่งแหล่งอาหารที่พบได้แก่ แอ๊ปเปิ้ล ลูกแพร์ กล้วย พลัม มันฝรั่ง แครอท สตรอเบอรี่ กระเจี๊ยบ เป็นต้น

เทคโนโลยีทางอาหาร มีความสำคัญและมีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงสิ่งที่ให้กับผู้บริโภคให้มีความหลากหลายทำให้ผู้บริโภคสามารถเลือกสิ่งที่ต้องการได้ เนื่องจากในปัจจุบันนี้ผู้บริโภคหันมาเอาใจใส่ถึงความสำคัญของคุณค่าทางอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น ดังนั้นอาหารที่ผู้บริโภคต้องการเป็นอาหารที่มีความสะดวกในการเลือกซื้อ มีคุณภาพสูง ซึ่งต้องมีคุณค่าทางอาหารที่เหมาะสมที่สุด มีไขมัน/คอเลสเตอรอล/น้ำตาล/โซเดียม และพลังงานในปริมาณต่ำ จึงมีการพัฒนาสารให้ความหวานพลังงานต่ำเพื่อลดปริมาณพลังงานที่ร่างกายจะได้รับ และเพิ่มรสชาติในผลิตภัณฑ์อาหาร

5. สารให้ความหวาน (กล้าณรงค์ , 2542)

การที่สารใดสารหนึ่งจะให้ความหวาน (หรือรสต่าง ๆ) ได้นั้น คุณสมบัติทางฟิสิกส์อย่างแรก ก็คือ ต้องละลายได้ และระหว่างที่ละลายได้นั้นจะเกิดมีโครงสร้างทางเคมีเฉพาะที่เป็นตัวกำหนดรสได้

ทฤษฎีแรกถูกกำหนดตั้งแต่ปี ค.ศ. 1914 โดย Cohn กล่าวว่า "เมื่อสารละลายในน้ำแล้วสารเกือบทุกชนิดจะให้รสหวานหรือไม่หวานนั้น ขึ้นอยู่กับหมู่ hydroxyl ของตัวมัน" ลักษณะของหมู่ให้รส(taste eliciting) ถูกเรียกว่า saporific group และส่วนใหญ่จะอยู่เป็นคู่ซึ่งถูกเรียกว่า "Glucogene"(แต่ละตัวอาจจะเรียกว่า glucophore กับ auxogluc)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้น Kodama (ปี ค.ศ. 1920) ตั้งข้อสังเกตว่า "สารจะให้รสหวานได้ก็ต่อเมื่อไฮโดรเจนของสารนั้นต้องสามารถเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง (vibration) ได้"

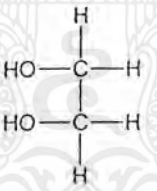
ทฤษฎีที่สำคัญต่อมา คือ ทฤษฎีของ Tsuzuki(1948) ที่พบว่าการแทนที่ใน benzene ring ในตำแหน่งต่าง ๆ กัน จะทำให้สารมีรสแตกต่างกัน ดังตัวอย่างของ phenylurea พบว่า

- ในการแทนที่ที่ *ortho*-จะไม่ให้รส
- ในการแทนที่ที่ *meta*- จะเกิดรสขม
- ในการแทนที่ที่ *para*-เกิดรสหวาน

สรุปแล้วทฤษฎีต่าง ๆ สามารถกำหนดได้ว่า การให้ความหวานของสารต่าง ๆ เกิดได้จากสาเหตุดังนี้

1. พันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bond , H)

เมื่อระบุโครงสร้างของเอททิลลีนไกลคอล (ethylene glycol)(ดังรูปที่ 7) ซึ่งเป็นสารให้ความหวานที่มีขนาดเล็กที่สุดในรูปของ glycol conformation จะพบว่ามีหมู่ไฮดรอกซิล(hydroxyl group , หมู่ OH) ที่อยู่ใกล้เคียงกันและมีระยะห่างที่เหมาะสมจะเกิดพันธะ Hขึ้น ซึ่งเราอาจเรียกว่าเป็นระยะพันธะแบบ AH และ B ก็ได้ โดยที่ AH จะเป็น proton donor หรือตำแหน่งที่ให้โปรตอน และ B เป็น proton acceptor หรือตำแหน่งที่รับโปรตอน



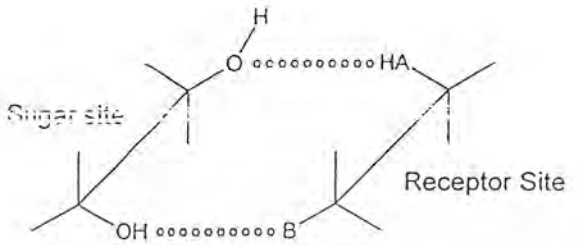
รูปที่ 7 โครงสร้างของเอททิลลีนไกลคอล(ethylene glycol)

ที่มา : กล้าณรงค์ (2542)

ระยะห่างระหว่าง AH กับ B ประมาณ 3A°(angstrom) แต่เราก็ได้พบว่า พันธะหรืออันตรกิริยาที่เกิดขึ้นนี้ไม่ใช่การถ่ายเทโปรตอนและอันตรกิริยาทางไฟฟ้าสถิตย์ด้วย แต่จะเป็นผลมาจากแรงกระจายของลอนดอน (london despersion force) อันเป็นส่วนสำคัญในการเกิดพันธะ H

การที่เราจะรับรู้รสหวานได้ก็ต่อเมื่อพันธะ H นั้นเกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลหรือสารให้ความหวานกับหน่วยรับรสซึ่งสามารถเขียนเป็นแผนจำลองได้ดังรูปที่ 8 ซึ่งจะมีลักษณะสวนทางกัน (antiparallel)

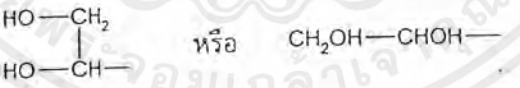
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 พันธะไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลหรือสารให้ความหวานกับหน่วยรับรส
ที่มา : กล้าณรงค์ (2542)

2. Glycophore

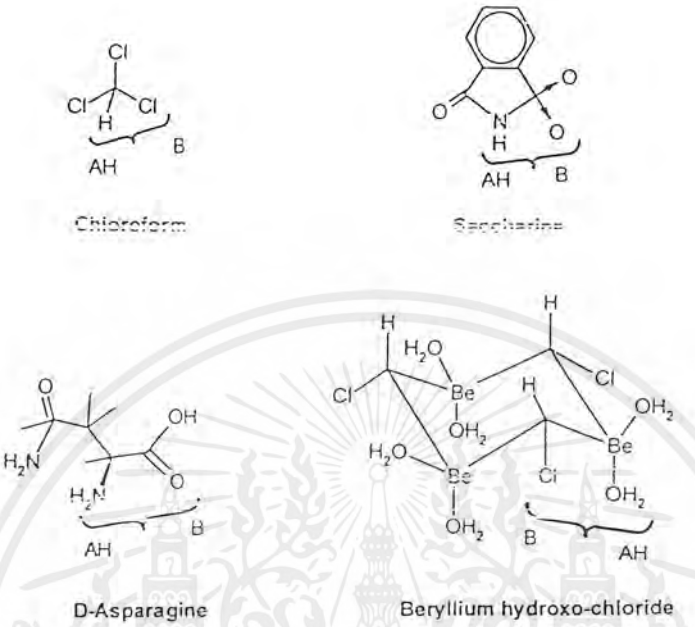
หน่วยให้รสหวานที่ประกอบด้วยหมู่ OH ที่ใกล้เคียงและอยู่ทางซ้ายมือ (gauche hydroxyl group) ดูรูปที่ 9 ประกอบ ซึ่งโครงสร้างทางเคมีนี้ไปกำหนดสภาพทาง stereochemistry ของ receptor site จากการทดลองพบว่าสารประกอบทุกชนิดที่มีรสหวานจะต้องมี glycophore คล้ายกัน



รูปที่ 9 ลักษณะ glycophore ของ glycol
ที่มา : กล้าณรงค์ (2542)

นอกจากในน้ำตาลแล้ว ยังพบ glycophore ในสารให้ความหวานอื่น ๆ อีก เช่น แอสพาแทม (aspartame) ซึ่งเป็นสารประกอบ L-aspartyl-L-phenylalanine methyl ester และ dihydorchalcones โดยจะให้ glycophore ที่พบในสารประกอบที่มีรสหวานอื่น ๆ เป็น AH , B ของ glycophore ตัวอย่างดังรูปที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10 การระบุถึง AH,B ของ glycophore ในสารประกอบที่ให้รสหวานซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับน้ำตาล
ที่มา : กล้าณรงค์ (2542)

ความหวานของสารนอกจากจะเกิดจากพันธะ H และ glycophore และยังอาจจะมีผลมาจากสภาพผิดปกติของ chiral ในสารประกอบที่มีรสหวาน ซึ่งจะเห็นเป็นลักษณะของ diastereoisomeric ที่สามารถซ้อนทับกับหน่วยให้รสที่เป็น dissymmetric อย่างเช่น D- และL-sugars ซึ่งมีรสหวานต่างกันเล็กน้อย ส่วนลักษณะ enantiomeric เช่น D-และ L-amino acid นั้นให้รสหวานต่างกัน อันเป็นผลมาจากสภาพ chiralบน receptor site ด้วย ซึ่งเป็น dissymmetric ไม่ใช่ asymmetric อีกประการหนึ่งที่มีผลต่อความหวานก็คือ ค่าคงที่ของ Hansch ซึ่งมีผลต่อ lipophillic และ hydrophobic อันเป็นความสามารถของสารประกอบที่จะไปยัง receptor site และที่ให้รสหวาน สารนั้นจะต้องมีลักษณะเป็น high ionic หรือสามารถสร้างพันธะ H กับน้ำได้ และมีลักษณะ hydrophobic เพื่อสร้างเชื่อมกับ receptor site ในสภาพ hydrophobic

สารให้ความหวานพลังงานต่ำ ให้พลังงานต่ำเพราะเนื่องจากสารให้ความหวานพลังงานต่ำส่วนใหญ่จะไม่ผ่านกระบวนการเมทาบอลิซึมในร่างกายและไม่ให้พลังงานออกมา สำหรับสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ให้ความหวานพลังงานต่ำที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ เช่น แอสพาแทม (aspartame) ซึ่งใช้ปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้นก็ให้ความหวานเทียบเท่ากับซูโครสจึงไม่ทำให้เกิดพลังงาน สารให้ความหวานพลังงานต่ำจะมีความหวานตั้งแต่ 30 - 2,000 เท่าของซูโครสสารให้ความหวานพลังงานต่ำมักถูกเรียกว่าสารให้ความหวานความเข้มข้นสูง (intense sweeteners) หรือสารให้ความหวานที่มีความเข้มข้นสูงมาก (high intensity sweeteners) สารให้ความหวานความหวานสูง (high potency sweeteners) สารให้ความหวานไม่ให้คุณค่าทางโภชนาการ (nonnutritive sweeteners) และสารให้ความหวานเทียม (artificial sweeteners) มักจะเกิดความสับสนในความหมายของความเข้มข้นสูง (intense) และความเข้มข้นสูงมาก (high intensity) เพราะสารให้ความหวานพลังงานต่ำบางชนิดมีความหวานน้อยกว่าซูโครสแต่ให้ประสิทธิภาพมากกว่าซูโครสจึงใช้ปริมาณน้อยกว่าซูโครส

ตั้งแต่มีการค้นพบสารให้ความหวานพลังงานต่ำชนิดแรกในปี ค.ศ. 1878 จำนวนสารให้ความหวานและปริมาณการบริโภคสารให้ความหวานก็มีมากขึ้นด้วย ข้อมูลของสารให้ความหวานชนิดต่าง ๆ ก็มีมากขึ้นซึ่งข้อดีข้อเสีย ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ แตกต่างกันออกไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์จึงมีความจำเป็นที่ต้องทราบถึงลักษณะเฉพาะตัว คุณสมบัติ และการประยุกต์ใช้ในเทคโนโลยีของสารให้ความหวานแต่ละชนิด ไม่มีสารให้ความหวานตัวใดที่จะเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ทุกชนิดรวมทั้งซูโครส เราสามารถเลือกใช้ได้หลากหลายตามคุณสมบัติของมันอาจใช้เพียงตัวเดียว หรือใช้ร่วมกับสารให้ความหวานชนิดอื่นเพื่อให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์มากที่สุด

5.1 ประเภทของสารให้ความหวาน สารให้ความหวานโดยทั่ว ๆ ไปแล้วแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. สารให้ความหวานที่ให้คุณค่าทางโภชนาการ (Nutritive sweetener) คือสารให้ความหวานซึ่งให้พลังงานโดยผ่านกระบานการเมทาบอลิซึมของร่างกายสารให้ความหวานพวกนี้ได้แก่ น้ำตาล กากน้ำตาลน้ำผึ้ง น้ำตาลแอลกอฮอล์ เป็นต้น สารให้ความหวานพวกนี้จะให้พลังงานต่อกรัมเท่ากับซูโครส ซึ่งในกรณีนี้แอสพาแทมก็จัดเป็นสารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการเช่นกันเนื่องให้พลังงานต่อกรัมเท่ากับซูโครส แต่เนื่องจากแอสพาแทมมีความหวานมากกว่าซูโครสถึง 200 เท่าจึงใช้ปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Rosetta , 1986)

2. สารให้ความหวานที่ไม่ให้คุณค่าทางโภชนาการ (Non-Nutritive sweetener) คือสารให้ความหวานที่ไม่ผ่านกระบวนการเมทาบอลิซึมในร่างกายและไม่ให้พลังงานออกมา สารให้ความหวานพวกนี้ได้แก่ อะซิซัลเฟม-โพแทสเซียม (acesulfame -K) ไซคลาเมท (cyclamate) แซคคาริน (saccharin) ซูคาโลส (sucralose) ทัวมาติน (thaumatin) เป็นต้น (Rosetta , 1986)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
35862

5.2 สารให้ความหวานพลังงานต่ำที่สำคัญ

สำหรับทศวรรษนี้ ผลิตภัณฑ์ที่มีพลังงานต่ำ ส่วนมากขึ้นอยู่กับแซคคาริน ซึ่งเป็นสารให้ความหวานชนิดเก่าที่สุดที่ให้พลังงานต่ำ มีการพัฒนาและถูกนำมาใช้ในเทคโนโลยีการอาหารเป็นจำนวนมาก สำหรับสารให้ความหวานพลังงานต่ำที่ใช้ เช่น แซคคาริน (saccharin) แอสพาแทม (aspartame) ไซคลาเมท(cyclamate) อะซีซัลเฟมโพแทสเซียม (acesulfame-K) ซูคลาโลส (sucralose)ออลิเทม (alitame) เป็นต้น

มีข้อพิจารณาเกี่ยวกับการใช้สารให้ความหวานพลังงานต่ำ ได้แก่ : ความปลอดภัยและการรับรองสถานะ ความสัมพันธ์ของความหวาน คุณภาพของรสชาติ ความคงตัวและราคา ราคามีหลายราคาซึ่งขึ้นอยู่กับการแข่งขัน และ กระบวนการผลิตในอุดมคติ สารให้ความหวานพลังงานต่ำควรที่จะมีคุณสมบัติที่คล้ายน้ำตาลซูโครส เช่น รสชาติ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ความคงตัวทั้งในสภาวะกรดและเบส ในช่วงอุณหภูมิกว้างและในระยะเวลานาน อย่างไรก็ตาม ไม่มีความสมบูรณ์ของสารให้ความหวานพลังงานต่ำ ซึ่งแต่ละชนิดจะมีประโยชน์และข้อจำกัดในการใช้

ความปลอดภัยของสารให้ความหวานพลังงานต่ำเป็นสิ่งแรกที่จะต้องคำนึงถึง ระหว่างงานวิจัยและการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิตสารให้ความหวานพลังงานต่ำ เพื่อออกสู่ตลาด การอนุญาตใช้ต่างกันจากประเทศหนึ่งไปสู่อีกประเทศหนึ่ง

5.3 ประโยชน์ของสารให้ความหวานพลังงานต่ำ

1.ใช้ในการควบคุมน้ำหนัก

2.ใช้กับผู้ป่วยโรคเบาหวาน

3.ไม่ทำให้เกิดฟันผุ

4.ใช้ในอาหารและเครื่องดื่มหลายชนิด

5.4 ซอร์บิทอล (Sorbitol)

5.4.1 ประวัติ

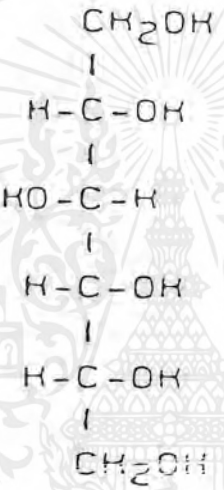
ซอร์บิทอลจัดเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งที่พบในธรรมชาติซึ่งจะพบมากในแอปเปิ้ล (apples) , ลูกแพร์ (pear) , ลูกพีช (peaches) และ แอปพริคอท (apricots) ซอร์บิทอลสามารถถูกสังเคราะห์ได้โดยปฏิกิริยาทางเคมีและสามารถถูกเมทาบอไลต์ได้ในสัตว์และมนุษย์ในระดับอุตสาหกรรม ซอร์บิทอลสามารถผลิตได้โดยกระบวนการไฮโดรจีเนชั่น (hydrogenation) กลูโคสกับไฮโดรเจน และมีตัวเร่งปฏิกิริยา นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในทางการค้า คืออยู่ในรูปน้ำเชื่อมที่มีซอร์บิทอลอยู่ร้อยละ 70 และทำให้เป็นผงบริสุทธิ์. เมื่อทำการเปรียบเทียบกับซูโครสแล้ว ซอร์บิทอลมีความหวานประมาณครึ่งหนึ่งของซูโครสเท่านั้น(Larry และคณะ, 1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2 คุณสมบัติทางเคมี

ซอร์บิทอลจัดเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์มีจำนวนคาร์บอน 6 อะตอม มักพบในผักและผลไม้หลายชนิด. ซอร์บิทอลจะมีโครงร่างคล้ายกลูโคสและในทางการค้าซอร์บิทอลสามารถสังเคราะห์ได้โดยกระบวนการทางเคมีจาก กลูโคส หรือ เด็กโทรส (Larry และคณะ, 1990)

- ซอร์บิทอลมีความหวานเป็นครึ่งหนึ่งของน้ำตาลซูโครส
- มีจุดหลอมเหลว 93-112 องศาเซลเซียส
- ความสามารถในการละลายน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส 72 กรัม ต่อ น้ำ 100 กรัม



รูปที่ 11 สูตรโครงสร้างของซอร์บิทอล

ที่มา : Jackson(1995)

5.4.3 คุณสมบัติในอุตสาหกรรมและการใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

ซอร์บิทอลมีการนำมาใช้มากในด้านการเป็นสารให้ความหวานในอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน โดยความหวานที่ได้จะเป็นความหวานเฉพาะตัวและมีความหนืดเล็กน้อยในอาหารเหลว ซอร์บิทอลใช้ในผลิตภัณฑ์ลูกอมที่ปราศจากน้ำตาลและหมากฝรั่ง รวมถึงอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ในการใช้ซอร์บิทอลรวมกับน้ำตาลชนิดอื่นนั้น ซอร์บิทอลจะเปลี่ยนแปลงลักษณะผลึกในอาหาร เมื่อเติมน้ำเชื่อมที่ได้จากซูโครสจะช่วยลดการตกผลึกในช่วงการเก็บรักษาได้ นอกจากนี้ซอร์บิทอลยังมีคุณสมบัติเป็นสารช่วยในการคงตัว (stabilizer) และยังสามารถใช้เป็นตัวทดแทนกลีเซอรอลได้

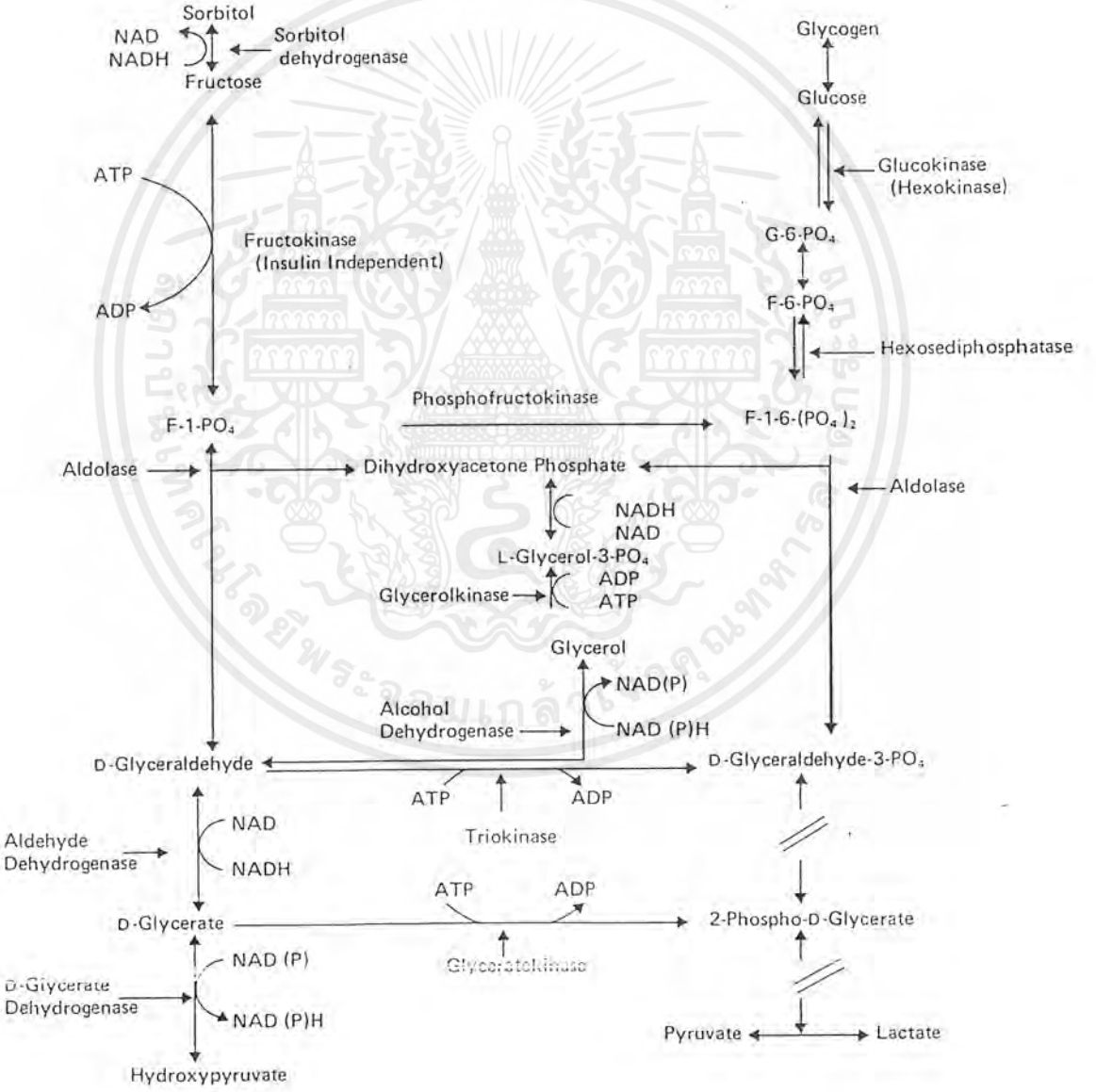
การใช้ซอร์บิทอลในปริมาณเพียงเล็กน้อยในการเติมลงในเครื่องดื่มชนิดให้พลังงานต่ำ ซอร์บิทอลจะช่วยปกปิดรสชาติที่หลงเหลืออยู่ของแซคคาริน (saccharin) และทำให้มีการรับรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชาติให้เหมือนเดิม ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ซอร์บิทอลในยุโรป ได้แก่ ลูกอม แยมสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน คุกกี้ ไอศกรีม ช็อคโคแล็ต และผลิตภัณฑ์ขนมอบ

5.4.4 เมทาบอลิซึม

ซอร์บิทอลจะถูกดูดซึมได้ช้าในลำไส้เล็ก (small intestine) เมื่อเทียบกับซูโครส หรือ กลูโคส เพราะว่าขาดระบบขนส่งที่ดี ดังนั้น การดูดซึมที่เกิดขึ้นจะเกิดโดยการแพร่ไปทีละน้อย ซอร์บิทอลจะถูกดูดซับได้ประมาณร้อยละ 15-20 ของปริมาณที่บริโภคเข้าไปและผ่านเมทาบอลิซึม ของตับเป็นอันดับแรกซึ่งในระบบการย่อยของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม



รูปที่ 12 เมทาบอลิซึมของซอร์บิทอล

ที่มา : Shirley และ Magy (1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซอร์บิทอลจะถูกดีไฮโดรจีเนตโดย ซอร์บิทอลดีไฮโดรจีเนส (sorbitol dehydrogenase)ไปเป็นฟรุคโตส (fructose) ซึ่งจะเข้าไปสู่วิถีปกติของเมทาบอลิซึมของฟรุคโตสโดย Fructose-1-Phosphate Pathway ดังรูป (Basant,1978) ฉะนั้น การดูดซับซอร์บิทอลในตับสามารถถูกเปลี่ยนไปเป็น ไกลโคเจน (glycogen) , กลูโคส (glucose) , กรดแลกติก (lactic acid) , กรดไขมัน (fatty acid) และไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride)หรือซอร์บิทอลจะถูกออกซิไดส์อย่างสมบูรณ์ไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และ น้ำ (H_2O) ผ่านไปยังวัฏจักรของกรดไตรคาร์บอกซิลิก (tricarboxylic cycle)

ส่วนของซอร์บิทอลที่ไม่ถูกดูดซับจะถูกหมักโดยจุลินทรีย์ในลำไส้ไปเป็น fatty acids acetate , โพรพิโอเนท (propionate) และ บิวไทเรต (butyrate) ซึ่งผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จากการหมักส่วนใหญ่จะถูกดูดซับได้อย่างสมบูรณ์ และถูกเมทาบอไลต์ในร่างกายได้โดยวิถีปกติของเมตาบอลิซึม ซึ่งจะยกเว้นการใช้กลูโคสและไกลโคเจนที่ได้จากซอร์บิทอลในจำนวนเล็กน้อย ส่วนผลิตภัณฑ์หลักทั้งหมดจะเปลี่ยนแปลงไปและทำให้วิถีล้มเหลว จึงทำให้ซอร์บิทอลไม่ขึ้นกับการหลั่งอินซูลิน (insulin)

5.4.5 ด้านความเป็นพิษและความปลอดภัย

ความสัมพันธ์ในการนำซอร์บิทอลไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับผลของการศึกษาที่ได้แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาการเป็นต้อกระจกตาในหนูที่เป็นเบาหวานรวมถึงผลต่าง ๆ ที่ได้มาจากการสะสมของซอร์บิทอลในเลนส์ เมื่อพิจารณาข้อสังเกตุนี้มันยังมีข้อสงสัยในการบริโภคซอร์บิทอลว่าสามารถสนับสนุนการเกิด Lentopathies . อย่างไรก็ตาม ข้อสงสัยนี้ยังไม่มีเหตุผลในการสนับสนุนถึงกลไกที่สำคัญของการสะสมซอร์บิทอลที่ได้บริโภคเข้าไป ในความเป็นจริงพบว่า การเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของกลูโคสในเลือดของชายที่เป็นโรคเบาหวานหรือสัตว์ มีสาเหตุหลักมาจากความเข้มข้นของซอร์บิทอลที่สูงมากเกิดจากกลูโคสที่เข้าไปอยู่ในเซลล์ของเลนส์นี้มันจะถูกเปลี่ยนเป็นซอร์บิทอล โดย การกระทำของเอนไซม์ อัลโดสรีดักเทส (aldose reductase) และจากการทดลองกับหนูที่เป็นโรคเบาหวาน แสดงให้เห็นว่าซอร์บิทอลในอาหารโภชนาการจะไม่มีผลกระทบต่อระดับซอร์บิทอลที่พบในเลนส์ตา และผลที่ได้นี้สามารถยืนยันได้ โดยทำการศึกษาให้ซอร์บิทอลเป็นระยะเวลานานในหนู และสุนัข ซึ่งไม่มีผลกระทบของซอร์บิทอลในต้อกระจกตา ดังนั้นจึงไม่มีตัวบ่งชี้ว่าการบริโภคซอร์บิทอลจะสนับสนุนการเกิดของ diabetic lentopathies.

สำหรับความเป็นพิษของซอร์บิทอลมีการเสนอ โดย WHO ซึ่งเป็นการรวมกันระหว่างองค์กร FAO/WHO ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านสิ่งเจือปนในอาหาร โดยกำหนดเกี่ยวกับปริมาณที่จะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับ ซอร์บิทอลนั้น ไม่จำกัดจำนวน โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ เนื่องจากซอร์บิทอลนั้นถูกดูดซึมได้น้อย ดังนั้นอาหารที่ใช้ซอร์บิทอลเป็นสารให้ความหวานนั้นเหมาะแก่ผู้ป่วยโรคเบาหวาน โดยให้พลังงานเล็กน้อย อย่างไรก็ดีการบริโภคซอร์บิทอลในปริมาณมากจะก่อให้เกิดก๊าซในกระเพาะอาหารทำให้ลงพุง รวมถึงทำให้เกิดอาการท้องเสียได้เช่นเดียวกับไซลิทอล แต่อย่างไรก็ตามการบริโภค ซอร์บิทอลเพิ่มขึ้นทีละน้อยจะช่วยให้เกิดความต้านทานเพิ่มขึ้นในแต่ละบุคคล

5.4.6 การรับรองสถานะ

ในหลายประเทศได้มีการอนุมัติให้ใช้ซอร์บิทอลเป็นส่วนประกอบในอาหารเพื่อใช้เป็นสารให้ความหวาน และในประเทศสหรัฐอเมริกา ซอร์บิทอลได้รับอนุญาตให้ใช้ได้โดยใช้เป็นสิ่งเจือปนในอาหาร จาก the U.S. Food and Drug Administration (FDA). นอกจากนี้ซอร์บิทอลยังได้ถูกพิจารณาจาก GRAS ให้ใช้ได้ในด้านโภชนาการและด้านอาหารเพิ่มขึ้น(Larry และคณะ,1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องชั่งน้ำหนัก ทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Mettler toledo PG/SG)
2. เครื่องวัดพีเอช (Denver Instrument,Model 251)
3. เทอร์โมมิเตอร์
4. refractometer 28-92 $^{\circ}$ Brix (N.O.W.)
5. เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (TAXT-2i)
6. เครื่องวัดสี (Minolta CR-300)
7. เครื่องวัดวอเตอร์แอกติวิตี้
8. อื่น ๆ

2. สารเคมี

1. สารละลายซอร์บิทอล 70% (supersol NG, ThaiWah LG Chemicle Co., LTD)
2. น้ำตาลซูโครส
3. กรดซิตริก (food grade)
4. เพคติน (Pectin powder 150 (Pectincitruc),Denmark)
5. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล
6. ฟีนอลฟทาลีน
7. อาหาร potato dextose agar
8. อาหาร plate count agar

3. วัตถุดิบ

1. แครอท
2. มะเขือเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 วิธีดำเนินการทดลอง

4.1 ศึกษาคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของแครอทและมะเขือเทศ

นำแครอทและมะเขือเทศมาล้างให้สะอาด สำหรับแครอทปอกเปลือกก่อน แล้วหั่นวัตถุดิบทั้งสองชนิดเป็นชิ้นเล็ก ๆ นำไปปั่นให้ละเอียด เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและทางเคมี ดังนี้

1. วัดปริมาณเพคตินตามวิธีของ วราภรณ์ ชัยโอภาส (2538)
2. วัด pH โดยใช้เครื่องวัด pH
3. วัดปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้โดยใช้ hand refractometer
4. หาปริมาณกรดในรูปกรดซิตริกตามวิธีของ AOAC(1990)
5. วัดสีด้วย colorimeter โดยใช้ระบบ $L^{*}a^{*}b^{*}$ color system (mimolta RC300)

4.2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแครอทและมะเขือเทศในการผลิตแยมผักรวม

โดยศึกษาอัตราส่วนของแครอทและมะเขือเทศต่าง ๆ กัน คือ 100:0 75:25 50:50 25:75 0:100 ตามลำดับสำหรับการเตรียมแยมผักรวมจะมีส่วนผสมดังนี้ คือ เนื้อผักในอัตราส่วนต่าง ๆ ดังกล่าวร้อยละ 45 ของส่วนผสมทั้งหมด เพคตินร้อยละ 1 ของน้ำหนักผัก น้ำตาลซูโครสร้อยละ 55 ของส่วนผสมทั้งหมด มีกรรมวิธีการผลิตดังนี้

1. หั่นแครอทและมะเขือเทศเป็นชิ้นเล็ก ๆจากนั้นนำไปตีป่นโดยปั่นมะเขือเทศให้ละเอียดส่วนแครอทตีป่นเพียงเล็กน้อยเพื่อให้เป็นเนื้อในผลิตภัณฑ์เติมน้ำโดยมีอัตราส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด(น้ำตาลซูโครสและผัก) : น้ำ 1:1 (น้ำหนักโดยปริมาตร) ใส่ลงในภาชนะตั้งไฟปานกลาง
2. นำเพคตินผสมกับน้ำตาลบางส่วนค่อย ๆ เติมลงในส่วนผสมจากนั้นค่อย ๆ เติมน้ำตาลที่เหลือจนหมด
3. เติมกรดซิตริกจนส่วนผสมมี pH ประมาณ 3.0
4. กวนส่วนผสมไปเรื่อย ๆ จนอุณหภูมิประมาณ 105 องศาเซลเซียส หรือมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ประมาณ 68 $^{\circ}$ brix
5. รอให้แยมเย็นตัวลงเล็กน้อยบรรจุลงในขวดที่สะอาดและฆ่าเชื้อแล้ว
6. ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำไปวิเคราะห์ดังนี้
   6.1 วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด
   6.2 วัดปริมาณกรดโดยอยู่ในรูปกรดซิตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 วัดเนื้อสัมผัสโดยใช้ texture analyzer

6.4 คุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์โดยใช้ระบบ $L^* a^* b^*$

6.5 วัดปริมาณน้ำในอาหาร (water activity)

6.6 ทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสแบบ five point hedonic scale นำไปวิเคราะห์ผลโดยใช้ ANOVA และทำการเปรียบเทียบความแตกต่าง โดย Duncan's new multiple range test

4.3 การผลิตแยมผักรวมที่มีแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล

4.3.1 การแปรผันสูตร โดยใช้สารให้ความหวานซอร์บิทอลแทนน้ำตาลซูโครส

นำอัตราส่วนของแครอทและมะเขือเทศที่ดีที่สุดที่ได้จาก ข้อ 4.2 มาหาอัตราส่วนของน้ำตาลซูโครสกับซอร์บิทอลที่เหมาะสม คือ 70:30 60:40 50:50 40:60 30:70 ตามลำดับ แล้วทำการผลิตแยมผักรวมตามกรรมวิธีในข้อ 4.2 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 4.2

4.3.2 การหาปริมาณเพคตินที่เหมาะสมในการผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล

นำอัตราส่วนของน้ำตาลซูโครสและสารให้ความหวานซอร์บิทอลที่เหมาะสมจากข้อ 4.3.1 มาทำการหาปริมาณเพคตินที่เหมาะสม คือ เพคติน ร้อยละ 0.5 1 และ 1.5 ตามลำดับจากนั้นทำการผลิตแยมผักรวมตามกรรมวิธีในข้อ 4.2 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 4.2

4.3.3 การหาความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เหมาะสมในการผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล

นำอัตราส่วนของเพคตินที่เหมาะสมจากข้อ 4.3.2 มาทำการหาปริมาณกรดซิตริกที่เหมาะสม คือ pH 2.5 3.0 และ 3.5 ตามลำดับจากนั้นทำการผลิตแยมผักรวมตามกรรมวิธีในข้อ 4.2 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 4.2

4.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์

โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดจากข้อ 4.3 เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทุก ๆ 2 สัปดาห์เป็นเวลา 3 เดือน โดยมีการประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. คุณภาพทางด้านกายภาพ

1.1 วัดค่าสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คุณภาพทางด้านเคมี
   2.1 ค่าความเป็นกรด
3. คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา
   3.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด
   3.2 ยีสต์ รา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ศึกษาคุณลักษณะทางเคมีและทางกายภาพของแครอทและมะเขือเทศ

ทำการศึกษาโดยเปรียบเทียบปริมาณเพคติน ค่าความเป็นกรดด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดในรูปซิตริก และค่าสี ในแครอทและมะเขือเทศซึ่งผลที่ได้แสดงในตารางที่ 2

ตาราง 2 ค่าที่ได้จากการศึกษาคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของแครอทและมะเขือเทศ

คุณลักษณะทางเคมีและกายภาพ	แครอท	มะเขือเทศ
ปริมาณเพคติน (ร้อยละ)	0.4906	0.4089
ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)	5.89	4.44
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}$ brix)	2.4	1
ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก (ร้อยละ)	0.1008	0.224
สีระบบ $L^* a^* b^*$[(1)]		
- ค่า L^*	+46.15	+32.96
- ค่า a^*	+16.04	+15.21
- ค่า b^*	+30.19	+11.97

[(1)]ระบบสี : L* = ความสว่าง (0 = สีดำ, 100 = สีขาว)

a* = สีแดง/สีเขียว (+ = สีแดง - = สีเขียว)

b* = สีเหลือง/สีฟ้า (+ = สีเหลือง, - = สีฟ้า)

จากตารางพบว่าปริมาณเพคตินในแครอทจะมีมากกว่ามะเขือเทศเนื่องจากแครอทเป็นพืชหัวใต้ดินซึ่งเป็นบริเวณที่พบเพคตินได้มาก (Shirley และ Margy, 1994) และในเนื้อแครอทจะยึดเหนี่ยวกันแข็งแรงกว่ามะเขือเทศ ปริมาณเพคตินในแครอทจึงมากกว่าเพราะเพคตินมีหน้าที่เป็นสารยึดเหนี่ยวโครงสร้างของเซลล์พืชให้แข็งแรง (Arthey และคณะ, 1996) ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มะเขือเทศ จะต่ำกว่าเนื่องจากในมะเขือเทศมีปริมาณวิตามินสูงกว่าในแครอท เพราะในมะเขือเทศจะมีส่วนประกอบของวิตามินซีหรือกรดแอสคอร์บิกอยู่มากกว่า ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้พบว่าในแครอทจะมีมากกว่าในมะเขือเทศเพราะในแครอทจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เช่นน้ำตาลอยู่มากกว่าในมะเขือเทศ (Holland และคณะ , 1991) การวัดปริมาณกรดในรูปซิตริกพบว่าในแครอทจะมีปริมาณต่ำกว่าในมะเขือเทศ ส่วนในการวัดค่าสีพบว่าค่า L* หรือในแครอทจะมากกว่ามะเขือเทศ ส่วนค่า a* ของแครอทและมะเขือเทศจะไม่แตกต่างกันมากนักแต่แตกต่างจาก ค่า b* ซึ่งแครอทจะสูงกว่ามะเขือเทศมากเนื่องจากในแครอทมีรงควัตถุคือแคโรทีนซึ่งประกอบด้วยเบต้า-แคโรทีนอยู่มากซึ่งจะให้สีเหลืองหรือส้ม (Jeana, 1991)

2. ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแครอทและมะเขือเทศในการทำแยมผักรวม

เมื่อทำการศึกษาคุณลักษณะของผักที่เราจะนำมาแปรรูปเป็นแยมผักรวมแล้วเราจึงนำผักทั้ง 2 ชนิดมาทำการแปรผันอัตราส่วนในการผลิตแยมโดยอัตราส่วนที่ใช้ คือ แครอท:มะเขือเทศ 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 100:0 และทำการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพได้ผลดังแสดงตารางที่ 3

รูปที่ 13 ผลิตภัณฑ์แยมผักที่ทำการแปรผันอัตราส่วนของแครอท:มะเขือเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ลักษณะทางด้านเคมีและกายภาพของการแปรผันอัตราส่วนของแครอท: มะเขือเทศในการทำแยมผักรวม

ลักษณะทางเคมีและกายภาพ	อัตราส่วนของแครอท : มะเขือเทศ				
	100 : 0	75 : 25	50 : 50	25 : 75	0 : 100
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (° brix)	68	68	68	68	68
ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH)	2.85	2.95	2.92	2.85	3.05
ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก (ร้อยละ)	0.768	0.883	0.902	0.992	1.024
เนื้อสัมผัส (Max Force (g))	2819.7	1635.7	1289.3	1047.0	878.9
สีระบบ $L^* a^* b^*$[(1)]					
- ค่า L^*	+31.24	+29.97	+27.72	+26.29	+26.1
- ค่า a^*	+7.29	+7.95	+7.78	+7.95	+6.83
- ค่า b^*	+18.53	+13.88	+11.22	+7.07	+4.98
ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w)	0.813	0.821	0.823	0.765	0.776

[(1)]ระบบสี : L* = ความสว่าง (0 = สีดำ, 100 = สีขาว)
a* = สีแดง/สีเขียว (+ = สีแดง - = สีเขียว)
b* = สีเหลือง/สีฟ้า (+ = สีเหลือง, - = สีฟ้า)

จากตารางที่ 3 พบว่าค่าความเป็นกรดด่างในแต่ละอัตราส่วนของแครอท:มะเขือเทศ จะมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนปริมาณกรดในรูปของกรดซิตริกพบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของแครอทที่ลดลง เนื้อสัมผัสของแยมที่ได้จากการวัดด้วยเครื่อง Texture Analyzer โดยวิธี Back Extrution พบว่าค่าแรงที่ได้มีแนวโน้มลดลงเมื่ออัตราส่วนของแครอทลดลงทั้งนี้เนื่องจากในแครอทมีปริมาณเพคตินและเส้นใยอยู่มากกว่ามะเขือเทศค่าของแรงกดที่ได้จึงสูง ในการวัดค่าสีพบว่าค่า L* และค่า a* ในอัตราส่วนของแครอทและมะเขือเทศไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ค่า b* จะมีแนวโน้มลดงตามอัตราส่วนของแครอทที่ลดลงอันเนื่องมาจากรงควัตถุในผักทั้ง 2 ชนิดดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ส่วนค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ในอัตราส่วนของแครอท:มะเขือเทศที่ 100:0 75:25 และ 50:50 จะสูงกว่าอัตราส่วนแครอท:มะเขือเทศ 25:75 และ 0:100 อาจเนื่องมาจากแครอทมีปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่มากกว่าในมะเขือเทศ น้ำที่อยู่ในแครอทจะยึดเกาะกับของแข็งที่ละลายมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่จะอยู่ในรูปอิสระ ซึ่งลักษณะของน้ำที่ยึดเกาะกับองค์ประกอบของอาหาร เช่น น้ำตาล จะทำให้ดึงน้ำออกจากอาหารได้ยาก (โชคชัย และคณะ, 2539) เมื่อเก็บไว้นานน้ำส่วนที่ยึดเกาะกับของแข็งละลายในแครอทอาจจะออกมาทำให้ปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์มีเพิ่มมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของการแปรผันอัตราส่วนของแครอท.มะเขือเทศในการผลิตแยมผักรวม

การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	อัตราส่วนแครอท:มะเขือเทศ				
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
รสชาติ	2.950[a]	3.100[a]	3.150[a]	3.100[a]	2.950[a]
สี	3.000[a]	3.100[a]	3.350[a]	3.400[a]	3.300[a]
กลิ่น	2.750[a]	2.850[a]	2.950[a]	3.150[a]	2.750[a]
เนื้อสัมผัส	3.150[ab]	3.200[ab]	3.700[a]	3.300[ab]	2.900[b]
การยอมรับโดยรวม	3.100[a]	3.000[a]	3.150[a]	3.100[a]	2.950[a]

a,b เป็นตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4 พบว่าที่อัตราส่วนของแครอท:มะเขือเทศ 50:50 มีคะแนนเฉลี่ยยอมรับโดยรวมสูงที่สุด คือ 3.15 ถึงแม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติกับอัตราส่วนที่ยอมรับโดยรวมน้อยที่สุด คืออัตราส่วนแครอท:มะเขือเทศ 0:100 คือ 2.95 แต่เมื่อพิจรณาการยอมรับเนื้อสัมผัสพบว่าจากอัตราส่วน 50:50 มีการยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัสมากที่สุด คือ 3.70 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอัตราส่วนอื่น และถึงแม้คะแนนทางด้านรสชาติ สี และกลิ่น จะไม่มีความแตกต่างกันทางด้านสถิติแต่คะแนนประเมินที่ได้จากผู้ทดสอบจะสูงกว่าอัตราส่วนอื่นด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงได้เลือกอัตราส่วน แครอท:มะเขือเทศ 50:50 มาทำการศึกษาในขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การผลิตแยมผักรวมที่มีแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล

3.1 การศึกษาการแปรผันสูตรโดยการใช้สารให้ความหวานซอร์บิทอลแทนน้ำตาลซูโครส

เมื่อเราได้อัตราส่วนของ แครอท:มะเขือเทศที่เหมาะสมแล้ว คือ อัตราส่วน 50:50 จากนั้นจึงทำการแปรผันสูตรของน้ำตาลซูโครสและซอร์บิทอลโดยมีอัตราส่วนของน้ำตาลซูโครส:ซอร์บิทอล ดังนี้ 70:30 60:40 50:50 40:60 และ 30:70 และทำการวิเคราะห์หาคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพได้ผลดังตารางที่ 5

รูปที่ 14 ผลิตภัณฑ์แยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอลที่ทำการแปรผันอัตราส่วนของน้ำตาลซูโครส:ซอร์บิทอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพในการการแปรผันสูตรโดยใช้สารให้ความหวานซอร์บิทอลทดแทนน้ำตาลซูโครส

ลักษณะทางเคมีและกายภาพ	อัตราส่วนของซูโครส : ซอร์บิทอล				
	70 : 30	60 : 40	50 : 50	40 : 60	30 : 70
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (° brix)	68	68	68	68	68
ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH)	2.95	2.82	2.92	2.80	2.85
ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก (ร้อยละ)	0.86	0.89	0.83	0.80	0.79
เนื้อสัมผัส (Max Force (g))	509.4	527.2	567.7	774.1	630.9
สีระบบ $L^* a^* b^*$[(1)]					
- ค่า L^*	+29.49	+27.32	+27.16	+27.51	+27.70
- ค่า a^*	+8.58	+7.75	+8.05	+8.24	+7.62
- ค่า b^*	+10.69	+9.93	+9.85	+10.68	+9.81
ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w)	0.801	0.765	0.774	0.765	0.778

[(1)]ระบบสี : L* = ความสว่าง (0 = สีดำ, 100 = สีขาว)
a* = สีแดง/สีเขียว (+ = สีแดง - = สีเขียว)
b* = สีเหลือง/สีฟ้า (+ = สีเหลือง, - = สีฟ้า)

จากตารางที่ 5 จะเห็นว่าค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณกรดในรูปซิตริกในอัตราส่วนของแยมทั้ง 5 อัตราส่วนไม่มีความแตกต่างกันมากนัก กล่าวได้ว่าซอร์บิทอลไม่มีผลกับปริมาณค่าความเป็นกรด-ด่างในผลิตภัณฑ์ ส่วนปริมาณเนื้อสัมผัสที่วัดได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของซอร์บิทอลที่เพิ่มขึ้นเนื่องมาจากซอร์บิทอลมีคุณสมบัติในการเพิ่มความหนืดของผลิตภัณฑ์ (Larry และคณะ , 1991) จากการวัดค่าสีทั้งค่า L* a* b* พบว่าทั้ง 5 อัตราส่วนจะไม่ค่อยแตกต่างกันมากนัก อาจกล่าวได้ว่าซอร์บิทอลไม่มีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ รวมถึงปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์จะมีค่าใกล้เคียงกันด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของการแปรผันอัตราส่วนของน้ำตาลซูโครส:ซอร์บิทอลในการผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล

การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	อัตราส่วนซูโครส:ซอร์บิทอล				
	70:30	60:40	50:50	40:60	30:70
รสชาติ	3.300[a]	3.550[a]	3.600[a]	3.650[a]	3.300[a]
สี	3.600[a]	3.700[a]	3.600[a]	3.700[a]	3.600[a]
ความหวาน	3.450[a]	3.250[a]	3.300[a]	3.650[a]	3.200[a]
เนื้อสัมผัส	3.450[a]	3.300[a]	3.700[a]	3.400[a]	3.300[a]
การยอมรับโดยรวม	3.550[a]	3.600[a]	3.800[a]	3.650[a]	3.000[a]

a,b เป็นตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 6 พบว่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาททุกด้านทั้งรสชาติ สี ความหวาน เนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวมจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการเลือกอัตราส่วนมีจุดประสงค์คือต้องการใช้ซอร์บิทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสให้มากที่สุดโดยผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุด พบว่าอัตราส่วนของซูโครส:ซอร์บิทอล 40:60 มีคะแนนทางด้านรสชาติ สี ความหวาน (3.65 3.70และ 3.65 ตามลำดับ) มากกว่าอัตราส่วนอื่น ถึงแม้การประเมินด้านประสาทสัมผัสและเนื้อสัมผัสไม่สูงที่สุดแต่ก็มีคะแนนรองลงมาจากอัตราส่วนซูโครส:ซอร์บิทอล 50:50 เพียงเล็กน้อยจึงได้เลือกอัตราส่วนน้ำตาลซูโครส:ซอร์บิทอล 40:60 มาทำการศึกษาในขั้นต่อไป

3.2 การหาปริมาณเพคตินที่เหมาะสมในการผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล

จากการศึกษาการหาปริมาณสัดส่วนของซูโครส : ซอร์บิทอล ที่เหมาะสมใน (3.1) พบว่าเลือกสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุด คือ 40:60 จากนั้นนำมาทำการศึกษาหาปริมาณเพคตินที่เหมาะสมในการผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 15 ผลิตภัณฑ์แยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอลที่ทำการแปรผันอัตราส่วนของเพคติน

ตารางที่ 7 การศึกษาปริมาณเพคตินที่เหมาะสมในการผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล

คุณลักษณะทางเคมีและกายภาพ	ปริมาณเพคติน (ร้อยละ)		
	0.5	1.0	1.5
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้($^{\circ}$brix)	68	68	68
ค่าความเป็นกรดด่าง(pH)	3.05	3.10	2.96
ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก (ร้อยละ)	0.66	0.74	0.80
เนื้อสัมผัส (Max force (g))	410	700.4	762.5
สีระบบ L*a*b*[(1)]			
- ค่า L*	+27.57	+27.01	+27.65
- ค่า a*	+7.55	+7.07	+7.42
- ค่า b*	+7.93	+8.02	+8.13
ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w)	0.778	0.724	0.752

[(1)]ระบบสี : L* = ความสว่าง (0 = สีดำ, 100 = สีขาว)

a* = สีแดง/สีเขียว (+ = สีแดง - = สีเขียว)

b* = สีเหลือง/สีฟ้า (+ = สีเหลือง, - = สีฟ้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนเพคตินในปริมาณร้อยละที่แตกต่างกัน คือ ร้อยละ 0.5 1.0 และ 1.5 พบว่า ผลิตภัณฑ์แยมที่ได้จะมีความหนืดที่แตกต่างกัน คือ ที่ปริมาณเพคตินร้อยละ 0.5 จะให้ค่าแรงกดต่ำสุด คือ 410 กรัม ซึ่งแยมที่ได้จะมีลักษณะค่อนข้างเหลว และที่ปริมาณเพคตินร้อยละ 1.5 จะให้ค่าแรงกดสูงสุด คือ 762.5 กรัม ซึ่งแยมมีลักษณะค่อนข้างหนืดมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากเพคตินจะทำหน้าที่คล้ายร่างแหแพร่กระจายในผลิตภัณฑ์แยมและเข้าจับกับสารละลายน้ำตาลไว้ภายในร่างแห (Shirley และ Margy , 1994) ทำให้แยมมีลักษณะข้นและหนืดเหนียว แต่ถ้าใช้เพคตินมากเกินไป แยมที่ได้จะมีลักษณะหนืดมาก ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ไม่เหมาะสมที่จะใช้ทาบนแผ่นขนมปัง และถ้าใช้เพคตินน้อยเกินไป แยมที่ได้จะมีลักษณะเหลว ซึ่งมีคุณสมบัติไม่เหมาะสมเช่นกัน (อาหารและโภชนาการ , 2533) ส่วนการวัดค่าสีในระบบ L*a*b* พบว่า ผลิตภัณฑ์แยมทั้ง 3 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเนื่องจากปริมาณของเพคตินที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อความหนืดของผลิตภัณฑ์แยมเท่านั้น แต่ไม่มีผลต่อค่าสีที่วัดได้ สำหรับค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ ในแต่ละอัตราส่วนมีความใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของปริมาณเพคติน ในการผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล

คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส	ปริมาณเพคติน(ร้อยละ)		
	0.5	1.0	1.5
รสชาติ	3.900[a]	3.950[a]	3.800[a]
สี	4.000[a]	4.100[a]	4.000[a]
เนื้อสัมผัส	3.250[b]	3.850[a]	3.800[a]
การยอมรับโดยรวม	3.600[a]	3.750[a]	3.650[a]

a,b เป็นตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 8 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของการยอมรับโดยรวมของผู้ทดสอบทั้ง 3สูตรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผลิตภัณฑ์แยมที่ใช้เพคตินร้อยละ 1.0 จะมีคะแนนเฉลี่ยของการยอมรับโดยรวมมากที่สุด คือ 3.750 ในขณะที่รสชาติ สี และเนื้อสัมผัสของทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยเช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงได้เลือกผลิตภัณฑ์แยมที่มีปริมาณเพคตินร้อยละ 1.0 ไปศึกษาปัจจัยอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การหาความเป็นกรด-ด่าง(pH)ที่เหมาะสมในการผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล

จากการศึกษาสัดส่วนของเพคตินที่เหมาะสมใน (3.2) ได้เลือกปริมาณเพคตินที่เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์แยม คือ ร้อยละ 1.0 เพื่อนำมาทำการศึกษาการหาค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการผลิตแยมต่อไป

รูปที่ 16 ผลิตภัณฑ์แยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอลเมื่อทำการแปรผันค่าความเป็นกรด-ด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่9 การศึกษาความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล

คุณภาพทางเคมีและกายภาพ	ความเป็นกรด-ด่าง(pH)		
	2.5	3.0	3.5
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}$brix)	68	68	68
ค่าความเป็นกรดด่าง(pH)	2.58	3.00	3.56
ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก (ร้อยละ)	1.43	0.708	0.467
เนื้อสัมผัส(Max force(g))	799.8	697.5	369.9
สีระบบ L*a*b*			
- ค่า L*	+27.85	+27.64	+27.10
-ค่า a*	+6.87	+7.20	+6.90
-ค่าb*	+8.77	+9.67	+8.23
ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w)	0.727	0.737	0.768

ระบบสี : L* = ความสว่าง (0 = สีดำ, 100 = สีขาว)

a* = สีแดง/สีเขียว (+ = สีแดง - = สีเขียว)

b* = สีเหลือง/สีฟ้า (+ = สีเหลือง, - = สีฟ้า)

จากตารางที่ 9 จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างที่ค่าต่าง ๆ กัน คือ ที่ 2.5 3.0 และ 3.5 พบว่า ผลิตภัณฑ์แยมที่ได้จะมีความหนืดที่แตกต่างกัน คือ ที่ 2.5 จะให้ค่าแรงกดสูงสุด คือ 799.8 กรัม ซึ่งแยมมีลักษณะค่อนข้างหนืดมาก และที่ 3.5 จะให้ค่าแรงกดต่ำสุด คือ 369.9 กรัม ซึ่งแยมมีลักษณะค่อนข้างเหลว ทั้งนี้เนื่องมาจากปริมาณกรดซิตริกที่เติมลงไปปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์จะมีผลทำให้แยมมีลักษณะเหนียวเพิ่มขึ้น แต่หากเติมกรดซิตริกมากเกินไป ซึ่งจะมีผลทำให้ส่วนผสมของแยมที่ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 3.0 นั้น จะทำให้แยมมีลักษณะหนืดมาก ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริกจะมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด-ด่าง คือ ถ้าค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริกจะมากและถ้าค่าความเป็นกรด-ด่างสูง ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริกจะน้อย ในการเกิดเจล พบว่า ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้ 3.2 จะเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการเกิดเจล เนื่องมาจากที่ค่านี้ เจลจะมีความเสถียรมากที่สุด และจะเสียสภาพได้ช้า แต่ถ้ามากกว่า 3.2 ร่างแหที่เกิดจากสารละลายเพคตินจะขาดความยืดหยุ่น ส่วนค่าสีที่วัดได้ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากปริมาณกรดซิตริกที่เติมลงไปจะมีผลต่อความหนืดของผลิตภัณฑ์เท่านั้น ไม่มีผลต่อค่าสีที่วัดได้เช่นเดียวกับเพคติน ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ที่ได้มีแนวโน้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมพันธ์กับค่าพีเอช ซึ่งก็สัมพันธ์กับค่าความหนืดด้วย คือ ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ความเป็นกรด-ด่าง 2.5 จะมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ 0.727 ซึ่งจะมีปริมาณน้ำน้อย ผลิตภัณฑ์แยมจึงมีความหนืดมากกว่าที่ความเป็นกรด-ด่าง 3.5 ซึ่งมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี 0.768 ผลิตภัณฑ์แยมจึงมีลักษณะเหลว

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง ในการผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล

คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)		
	2.5	3.0	3.5
รสชาติ	2.950[a]	4.150[a]	3.150[a]
สี	3.600[a]	4.050[a]	4.050[a]
เนื้อสัมผัส	3.350[a]	3.650[a]	2.450[b]
ความเปรี้ยว	2.550[c]	4.050[a]	3.250[b]
การยอมรับโดยรวม	3.000[b]	3.900[a]	3.050[b]

a,b เป็นตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 10 เมื่อทำการศึกษาการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่า คะแนนการยอมรับโดยรวมของค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.0 มีค่าสูงสุด คือ 3.900 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติส่วนในด้านความเปรี้ยวก็มีค่าสูงสุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากอีก 2 สูตรด้วยเช่นกัน ส่วนในด้านรสชาติ สี และเนื้อสัมผัส พบว่าที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง ทั้ง 3 ค่าไม่มีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เนื่องจากที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.0 มีค่าคะแนนเฉลี่ยโดยรวมในทุก ๆ ด้านมากที่สุด จึงได้เลือกผลิตภัณฑ์แยมที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.0 นำไปทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ต่อไป

4. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์แยมที่ดีที่สุดจากตอนที่ 3 คือมีอัตราส่วนของแครอท:มะเขือเทศ 50:50 โดยใช้น้ำตาลซูโครส:ซอร์บิทอลที่ 40:60 ปริมาณเพคตินร้อยละ 1 และความเป็นกรด-ด่างที่ 3.0 มาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านกายภาพ คือ ค่าสี คุณภาพทางด้านเคมี ได้แก่ความเป็นกรด-ด่าง และคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์โดยเก็บที่อุณหภูมิห้อง (37 องศาเซลเซียส) และ 4 องศาเซลเซียสทุก 2 สัปดาห์เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าทางด้านกายภาพเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นค่าสี L* a* b* ไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแตกต่างกันมากนักทั้งที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส ส่วนทางด้านเคมี คือค่าความเป็นกรด-ด่าง ก็ไม่ค่อยแตกต่างกันเช่นกันอาจสรุปได้ว่าระยะเวลาการเก็บไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีและค่าความเป็นกรด-ด่าง ทางด้านจุลินทรีย์ในช่วงระยะเวลาดังกล่าวไม่ตรวจพบยีสต์และรา และแบคทีเรีย

ตารางที่ 11 คุณภาพทางด้านเคมี กายภาพและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์แยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอลที่เก็บในระยะเวลาต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 4 และ 37 องศาเซลเซียส

คุณภาพของผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)						
		0	2	4	6	8	10	12
ค่าความเป็นกรดด่าง	4	-[2]	3.08	2.95	3.01	3.00	2.85	2.90
	37	3.08	2.95	2.92	2.95	3.00	2.85	2.90
ค่าสี[1]								
L*	4	-[2]	+27.21	+27.17	+27.12	+28.22	+26.55	+26.62
	37	+26.48	+27.38	+26.68	+27.05	+28.02	+28.32	+22.28
a*	4	-[2]	+7.3	+7.16	+6.58	+6.41	+6.16	+7.2
	37	+5.96	+6.08	+5.99	+7.14	+7.17	+7.07	+7.07
b*	4	-[2]	+9.64	+9.41	+8.05	+8.20	+8.53	+10.92
	37	+8.17	+7.99	+7.96	+8.15	+8.22	+9.23	+10.44
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	4	-	-	-	-	-	-	-
	37	-	-	-	-	-	-	-
รา (CFU/g)	4	-	-	-	-	-	-	-
	37	-	-	-	-	-	-	-
ยีสต์ (CFU/g)	4	-	-	-	-	-	-	-
	37	-	-	-	-	-	-	-

[1]ระบบสี : L* = ความสว่าง (0 = สีดำ, 100 = สีขาว)

a* = สีแดง/สีเขียว (+ = สีแดง - = สีเขียว)

b* = สีเหลือง/สีฟ้า (+ = สีเหลือง, - = สีฟ้า

[2] ไม่มีการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการสังเกตพบว่าเกิดการแยกชั้นของน้ำตาลในสัปดาห์ที่ 6 ที่อุณหภูมิห้องอาจเนื่องมาจากเกิดปริมาณน้ำตาลซูโครสที่ใช้ต่ำ กรดสูงจึงเกิดการย่อยเพคตินทำให้ความหนืดลดลงและเกิดการแยกชั้น(วิชัย, 2529) ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการทดลอง

ในการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแครอท : มะเขือเทศ ในการผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล พบว่า อัตราส่วน 50 : 50 นั้นผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับมากที่สุด และเมื่อนำอัตราส่วนผักที่ได้มาทำการแปรผันอัตราส่วนของซูโครส : ซอร์บิทอล ปริมาณเพคติน และค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม พบว่า อัตราส่วนซูโครส : ซอร์บิทอล คือ 40 : 60 เพคตินร้อยละ 1.0 และค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.0 ผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด จากนั้นนำมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์แยม โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และทางจุลินทรีย์ คือ ตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา ทุก ๆ 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 3 เดือน พบว่า ทางด้านกายภาพและเคมีนั้นไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ส่วนทางด้านจุลินทรีย์ไม่พบยีสต์ ราและจุลินทรีย์ในช่วงเวลาดังกล่าว

2. ข้อเสนอแนะ

1. ในการเลือกผักในการผลิตแยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล ควรเลือกผักที่ไม่สุกหรือดิบจนเกินไป เนื่องจากจะมีผลต่อปริมาณเพคตินที่เหมาะสมในการคงตัวของผลิตภัณฑ์แยม
2. ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แยม พบว่า สัปดาห์ที่ 6 เก็บที่อุณหภูมิห้องนั้นพบว่ามีการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์แยม คือ แยกส่วนเนื้อและน้ำออกมา อาจทำการปรับปรุงโดยการเติมสารที่ทำให้มีความคงตัว (stabilizer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. กล้าณรงค์ ศรีรอด.(2542).สารให้ความหวาน.พิมพ์ครั้งที่1.จาร์พาร์เท็ดเซ็นเตอร์, กรุงเทพ ฯ.
2. จริงแท้ จันทรศิริ.(2541).สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.
3. ฉัตรตระกูล เจียจันทร์พงษ์.(2535).บีท่าแคโรทีน.วารสารอาหารและสุขภาพ,6(36): 22-25.
4. โชคชัย ธีรกุลเกียรติ.(2539).ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการแปรรูปและถนอมอาหาร. เอกสารการสอนชุดวิชาการถนอมและการแปรรูปอาหาร.มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช,นนทบุรี.
5. มหาวิทยาลัยมหิดล สถาบันวิจัยโภชนาการและมูลนิธิโตโยต้า ประเทศไทย.(2540). มหัศจรรย์ผักและผลไม้ 108 (The miracle of veggies 108).หนังสือมูลนิธิโตโยต้า ประเทศไทย,กรุงเทพฯ.
6. ปัทมา ทองสม.(2537).มารู้จักและเข้าใจวิตามิน.พิมพ์ครั้งแรก.สำนักพิมพ์สมิต, กรุงเทพฯ.
7. วราภรณ์ ชัยโอภาส.(2538).การหาปริมาณเพคตินในผัก.วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,10(30):68-78.
8. วศินา จันทรศิริ.(2541).ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้.เอกสารการสอนชุดวิชาผลิตภัณฑ์อาหาร.มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช,นนทบุรี.
9. วิชัย หฤทัยธนาสันต์.(2529).ปัญหาการแปรรูปผลิตภัณฑ์มะเขือเทศเพื่ออุตสาหกรรม.การประชุมวิชาการพืชผักแห่งชาติ ครั้งที่ 6.
10. สินธนา ลีนานุรักษ์.(2541).การแปรรูปผักและผลไม้.ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้,เชียงใหม่.
11. สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม.(2521).มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแยมแยลลี่ และมาร์มาเลด.กระทรวงอุตสาหกรรม,กรุงเทพฯ.
12. อาหารและโภชนาการ.(2533).อาหารและโภชนาการ.มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. อาหารและสุขภาพ.(2538).ประโยชน์ของไฟเบอร์.วารสารอาหารเพื่อสุขภาพ, 8(55):69-73.

14. A.O.A.C.(1970).Official Methods of Analysis,Association of Official Analysis Chemists. 14th ed;1141-2282,Woshington D.C.

15. Arthey,D.(1996).Fruit Processing.Blackie Academic and Professional,London.

16. Basant K..(1987).Low Calorie and Special Dietary Foods.CRC Press,Florida.

17. Holland,B. and Bass,DH.(1991).Vegetables Herbs and Spices.Cambridge.UK.

18. Jackson,D.B.(1995).Sugar Confectionary Manufacture (2 nd ed).Blackie Academic and Professional,London.

19. Jeana Gross.(1991).Pigments in Vegetables Chlorophyll and Carotenoids.AVI Book.

20. Larry.A.,Michael,P.,Seppo,S.(1990).Food Additives.Marcel Dekker, New York.

21. Norman,W.D.(1963).The Technology of Food Reservation.AVI,Connecticut.

22. Rosetta,L.(1986).Sweeteners:Nutritive and Non-Nutritive.Jounal of Food Technology,50(1):74-75.

23. Shirley,V. and Margy,W.(1994).Food Preservation and Safety:principle and practise. Iowa State University.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การเตรียมสารเคมีที่ใช้

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐาน 0.1 นอร์มัล

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ ให้ได้น้ำหนัก 4.5 กรัมละลายในน้ำกลั่นที่ต้มไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จำนวน 890 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ่ายใส่ในฟลาสก์ที่มีจุกเขย่าให้เข้ากันปล่อยทิ้งไว้ค้างคืน กรองหรือรินสารละลายส่วนใส ใส่ในขวด ได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1 นอร์มัล แล้วนำมาปรับมาตรฐานตามวิธีหนึ่งวิธีใดดังต่อไปนี้

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐานของกรดไฮโดรคลอริก หรือ กรดซัลฟูริก 0.1 นอร์มัล จำนวน 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วเจือจางด้วยน้ำที่ต้มไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จำนวน 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด นำไปไตเตรทกับด่าง โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เตรียมได้จนมีสีชมพู

2. นำโพแทสเซียมไฮโดรเจนพาทาเลท (Potassium hydrogen phthalate) ใส่ในขวดสำหรับชั่งน้ำหนักไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้น ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น

ชั่งโพแทสเซียมไฮโดรเจนพาทาเลท ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 0.6-0.7 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ละลายด้วยน้ำกลั่นที่ต้มไล่คาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 75 มิลลิลิตร ไตเตรทด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีน เป็นอินดิเคเตอร์ คำนวณหา normality จากสูตร

$$ml \times N = \frac{gm}{MW.} \times \frac{1}{B \times 1000}$$

ml ปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์

N Normality ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ต้องการ

MW. น้ำหนักโมเลกุลของโพแทสเซียมไฮโดรเจนพาทาเลท = 204.32

B จำนวนสมมูลย์ของโพแทสเซียมไฮโดรเจนพาทาเลท = 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์

1. วิเคราะห์หาปริมาณเพคตินในผัก (วราภรณ์, 2538)
   1.1 ชั่งผักมา 100 กรัม ปั่นรวมกับน้ำ 250 มิลลิลิตร
   1.2 ต้มน้ำให้เดือดอ่อน ๆ กรองด้วยผ้าขาวบางขณะร้อนจนกว่าจะหมดกาก
   1.3 ใส่บีกเกอร์ทนร้อน นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนเหลือน้ำผักเข้มข้นค่อนข้างเหนียว
   1.4 เติม 60 เปอร์เซ็นต์ เอทานอลในบีกเกอร์ โดยมีอัตราส่วนน้ำผักต่อเอทานอล 1:1 แช่ไว้ 30 นาที จนสังเกตเห็นวุ้น
   1.5 กรองด้วยกระดาษกรอง แล้วนำไปอบที่ 60 องศาเซลเซียส
   1.6 หาร้อยละของน้ำหนักแห้ง

2. การวิเคราะห์หาปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก (AOAC, 1990)
   2.1 ชั่งแยม 10 กรัมละลายลงในน้ำกลั่นต้ม 100 มิลลิลิตร ปั่นให้เข้ากัน
   2.2 หยดฟีนอล์ฟทาลีนลงไป 2-3 หยด เขย่าให้เข้ากัน
   2.3 นำไปไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน ทำการทดลองซ้ำอีก 3 ครั้ง

   สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก} = \frac{\text{ml} \times N \times 100 \times 64}{S \times 1000}$$

   ml ปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์
   N Normality ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ต้องการ
   S ปริมาณของตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

ตัวอย่างแบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์ แยมผักรวมแคลอรี่ต่ำเสริมซอร์บิทอล

ชื่อผู้ทดสอบ ..... เพศ ..... อายุ .....ปี

วันที่ทำการทดสอบ .....

ตัวอย่างที่ท่านได้รับเป็นผลิตภัณฑ์แยมผักรวมโดยใช้สัดส่วนของผักแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน กรุณาชิมผลิตภัณฑ์ที่เสริฟตามลำดับที่จัดไว้ และให้คะแนนคุณภาพด้านต่าง ๆ ตามความชอบที่กำหนดไว้ โดยให้คะแนนดังต่อไปนี้

5 = ชอบมากที่สุด
4 = ชอบมาก
3 = ชอบปานกลาง
2 = ชอบน้อย
1 = ชอบน้อยที่สุด

ตัวอย่าง	รสชาติ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม

ข้อเสนอแนะ

ตัวอย่าง .....

ตัวอย่าง .....

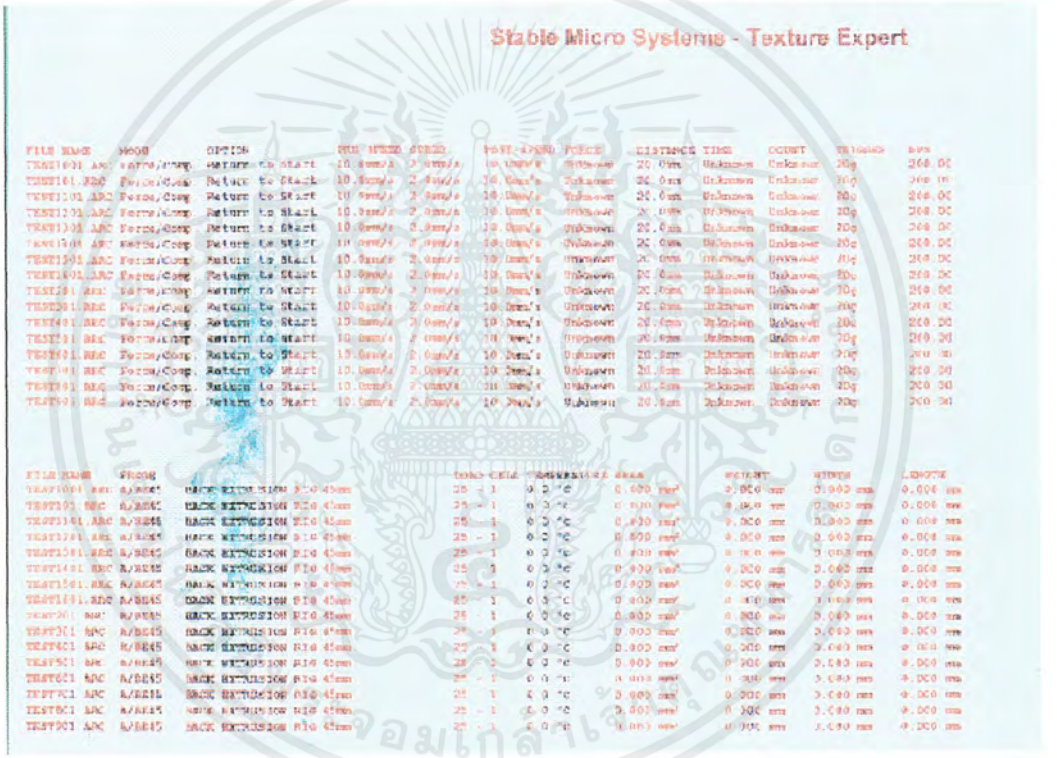
ตัวอย่าง .....

ตัวอย่าง .....

ตัวอย่าง .....

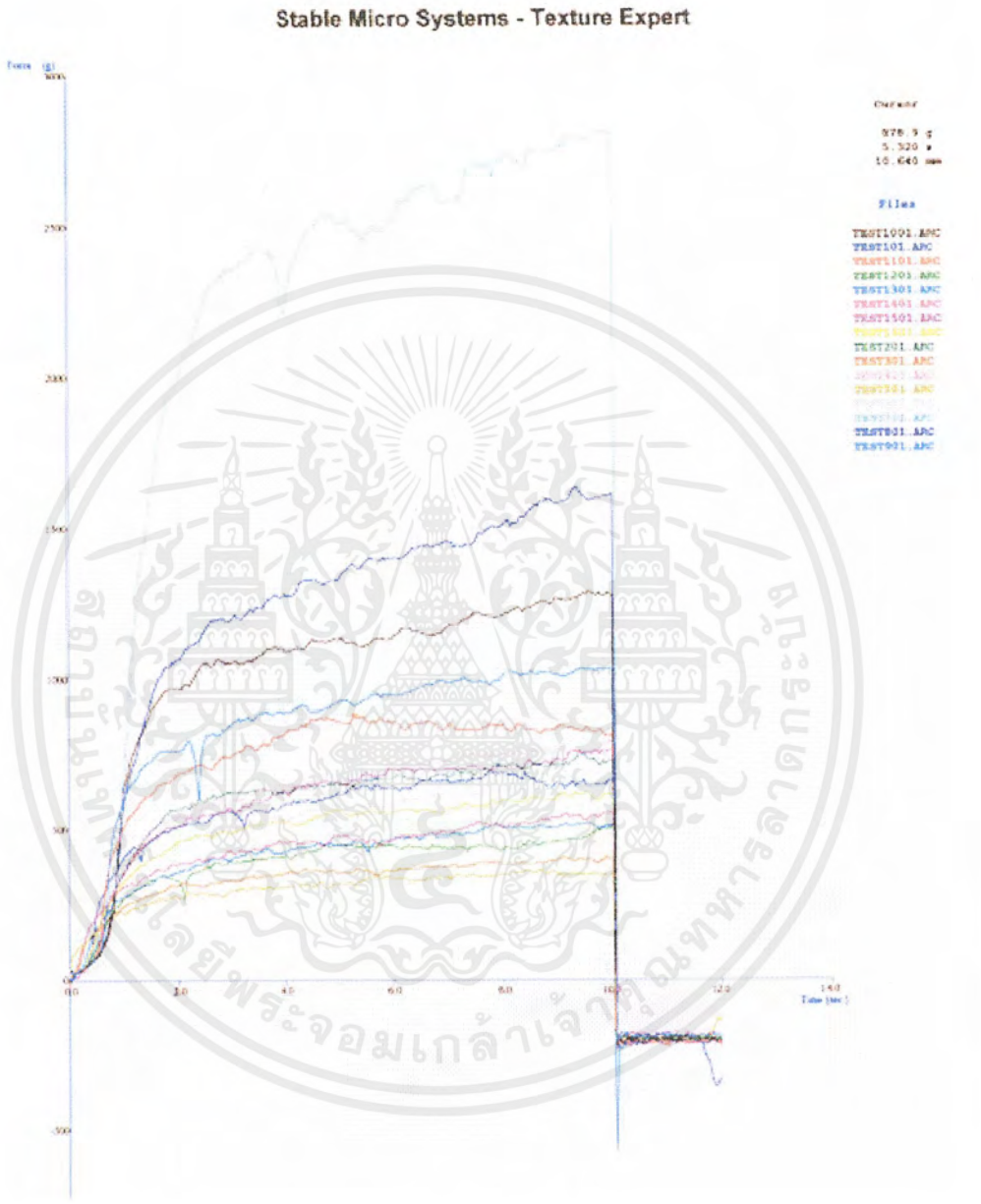
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.



รูปที่ ง-1 ข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดเนื้อสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง-2 กราฟแสดงค่าแรงกดของเครื่องวัดเนื้อสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

รูปวัตถุดิบและอุปกรณ์

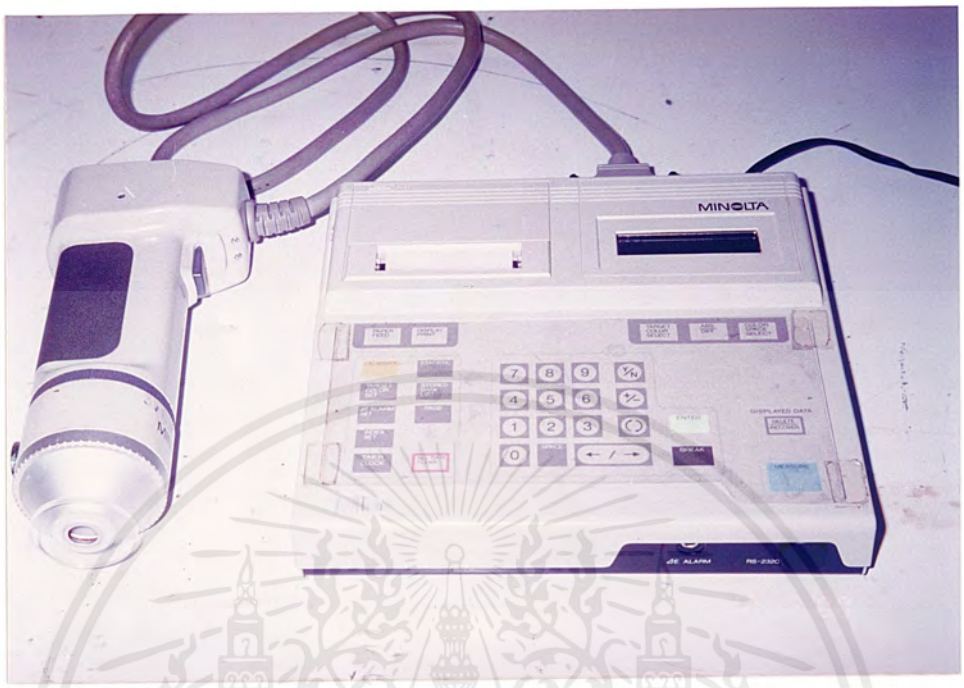
รูปที่ จ-1. แครอทและน้ำแครอท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ จ-2. มะเขือเทศและน้ำมะเขือเทศ

รูปที่ จ-3. สารละลายซอร์บิทอล 70 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

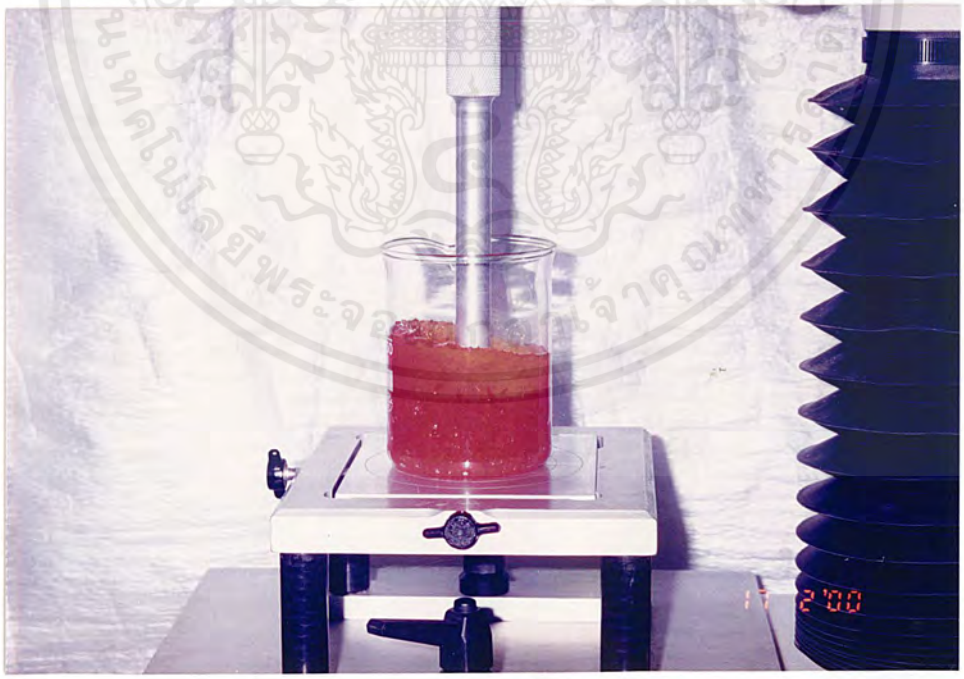


รูปที่ จ-4. เครื่องวัดสี

รูปที่ จ-5. เครื่องวัดวอเตอร์แอคทิวิตี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ จ-6. เครื่องวัดเนื้อสัมผัส



รูปที่ จ-7. เครื่องวัดเนื้อสัมผัสขณะกำลังวัดตัวอย่างผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้