

๓๗

การศึกษาการใช้วิธีการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนและการใช้ความร้อนต่ำในการยืดอายุการเก็บน้ำส้มคั้น



นายเชาวฤทธิ์  
นายอภิชาติ  
นายอักรเดช

นนท์คำวงศ์  
ภavana  
ปรัชญากิตติ

โครงการพิเศษเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

๓๗  
๓๗  
๓๗

เลขที่ 47302  
เลขที่ใบปะหน้า 27 สิงหาคม 2546  
วัน, เดือน, ปี

ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
.b.  
1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น  
ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตามสงวนสิทธิ์ในสิ่งที่ปรากฏให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Study on Using Fruit Immersion in Hot Water and Mild Heat Treatment in Extending  
Shelf Life of Squeezed Orange Juice



A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of  
Bachelor of Science  
Department of Biology Technology  
Faculty of Science  
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang  
Academic Year 2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษเรื่อง การศึกษาการใช้วิธีการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนและการใช้ความร้อนต่ำในการยืดอายุการเก็บน้ำส้มคั้น

นักศึกษา นายเชาวฤทธิ์ นนท์คำวงศ์

นายอภิชาติ ภาวนา

นายอัครเดช ปรัชญาภิตติ

ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์

สาขา เทคโนโลยีชีวภาพ

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ลินจง สุขล้ำกู

ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ ผศ.วันชัย สุทธิบูรณ์	.....
กรรมการ รศ. สุขใจ ชูจันทร์	.....
กรรมการ อาจารย์ลินจง สุขล้ำกู	.....

(รศ. ดร. นवलพรรณ ณ ระนอง)

หัวหน้าภาควิชา

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษเรื่อง การศึกษาการใช้วิธีการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนและการใช้ความร้อนต่ำในการ  
ยืดอายุการเก็บน้ำส้มคั้น

นักศึกษา นายเชาวฤทธิ์ นนท์คำวงศ์  
นายอภิชาติ ภาวนา  
นายอัครเดช ปรัชญาภิตติ

ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์  
สาขา เทคโนโลยีชีวภาพ  
ปีการศึกษา 2545  
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ลินจง สุขล้าภู

บทคัดย่อ

น้ำส้มสดมักเกิดการเสื่อมเสียได้ง่ายเนื่องจากจุลินทรีย์ และทางเคมีกายภาพในระหว่างการเก็บรักษา ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะยืดอายุการเก็บรักษาน้ำส้ม โดยศึกษาผลของการจุ่มผลส้มที่อุณหภูมิ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส) และเวลา (1 2 และ 3 นาที) ในน้ำร้อน เพื่อลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในน้ำส้ม และจากการศึกษาพบว่า การจุ่มผลส้มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากที่อุณหภูมิและเวลาดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณยีสต์และแบคทีเรีย โดยที่ยังคงรักษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสดไว้ นอกจากนี้ยังพบว่าคุณภาพทางเคมีของน้ำส้มไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำส้มที่ไม่ผ่านการจุ่มผลส้มและเมื่อศึกษาการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ (40 45 50 55 60 65 และ 70 องศาเซลเซียส) และเวลา (10 และ 15 นาที) ต่อคุณภาพของน้ำส้มที่เตรียมจากผลส้มที่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที พบว่าการให้ความร้อนแก่น้ำส้มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด ที่มีผลต่อการลดปริมาณของยีสต์และแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียในน้ำส้ม ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังคงได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบ นอกจากนี้การให้ความร้อนแก่น้ำส้มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

ยังคงรักษาคุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริกไม่พบการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำส้มที่ไม่ได้ผ่านการให้ความร้อน และพบว่าเมื่ออุณหภูมิและเวลาการให้ความร้อนสูงขึ้นการสูญเสียวิตามินซีและการเกิดสีน้ำตาลมีค่าเพิ่มขึ้น และจากการประเมินคุณภาพของน้ำส้มที่ผ่านการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นอุณหภูมิที่ดีที่สุดในการชะลอการเจริญเติบโตของยีสต์และแบคทีเรียได้ดี ในขณะที่คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดในรูปของกรดซิตริก พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดในช่วงเวลา 15 วัน ขณะที่การสูญเสียวิตามินซีและการเกิดสีน้ำตาลจะขึ้นเพียงเล็กน้อย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Special Project Title** Study on Using Fruit Immersion in Hot Water and Mild Heat Treatment in Extending Shelf Life of Squeezed Orange Juice

**Name** Mr. Chaowarit Nonkhamwong  
Mr. Aphichart Paowana  
Mr. Akkharadet Prachayakitti

**Department** Biology Technology  
**Program** Science  
**Academic Year** 2002  
**Special Project Advisor** Linchong Suklhampoo

### ABSTRACT

Fresh orange juice is easily deteriorated by microorganism and physicochemical during storage. The objective of this study was to extend shelf life of orange juice by varying temperatures (70,80 and 90 °C) and times (1,2 and 3 minutes) for fruit immersion in hot water to reduced initial juice microbial loads. The results showed that immersing oranges in hot water at 80 °C for 2 minutes was the optimum condition because it was effective to reduce yeast and bacteria population without altering original sensory quality of fresh juice. Furthermore, chemical qualities of orange juice did not showed significant change compared with nonheated fruit. The effect of various heating temperatures (40,45,50,55,60,65 and 70 °C) and times (10 and 15 minutes) on the qualities of orange juice prepared from fruit immersion in hot water at 80 °C for 2 minutes was studied. It was found that heating orange juice at 50 °C for 10 minutes was optimum condition that affected in reduction of spoilage bacteria and yeast in orange juice with acceptance from panelists. Moreover, chemical qualities such as pH, total soluble solid and titrable acidity did not significant change as compared to nonheated orange juice. Ascorbic acid breakdown and browning were increased when heating temperature and time increased. The quality of orange

เอกสารนี้เป็นเอกสารทงสวนเวสสำหรับกรเซงานเพอการศกษาแทนน ไมอนุญาตเหนาเปเซประเยชนดานการค้

ไมวากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อักทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

minutes was evaluated during 15 days of 4°C, 10°C and room temperature storage. It was found that the orange juice storage at 4°C was that best condition to control the growth of yeast and bacteria and chemical qualities such as pH, total soluble solid and titrable acidity did not showed any significant change for 15 days , while ascorbic acid breakdown and browning were observed slightly change during storage.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษเรื่อง การศึกษาการใช้วิธีการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนและการใช้ความร้อนต่ำในการยืดอายุการเก็บน้ำส้มคั้น สำเร็จไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความร่วมมือและความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่ายดังนี้

1. อาจารย์ลินจง สุขลำภู อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ ซึ่งได้ให้ความรู้และคำแนะนำคำปรึกษาในการดำเนินโครงการพิเศษครั้งนี้
2. ผศ. วันชัย สุทธิบูรณ์ ประธานกรรมการของโครงการพิเศษและ รศ. สุขใจ ชูจันทร์ กรรมการผู้ให้ความรู้และความคิดเห็นเพิ่มเติมในการทำโครงการพิเศษนี้
3. คณาจารย์ทุกท่านที่ถ่ายทอดความรู้ และคอยให้คำแนะนำต่างๆ
4. นักศึกษาภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ ผู้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ทำให้การทดลองสำเร็จไปด้วยดี

ผู้จัดทำจึงใคร่ขอโอกาสนี้ขอบพระคุณทุกท่านทั้งที่ได้กล่าวนามมาและไม่ได้กล่าวนามไว้ ขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณอย่างสูง

นายเชาวฤทธิ์ นนท์คำวงศ์

นายอภิชาติ ภาวนา

นายอัครเดช ปรัชญาภิตติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูป	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงการพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนของงานวิจัยและวิธีการดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 ส้มเขียวหวาน	4
2.2 น้ำผลไม้	12
2.3 การเสื่อมเสียของน้ำผลไม้ตระกูลส้ม	14
2.4 การถนอมอาหาร	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	30
3.1 วัตถุประสงค์	30
3.2 อาหารสำหรับเลี้ยงเชื้อและสารเคมี	30
3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงการพิเศษ	30
3.4 วิธีการดำเนินการทดลอง	31
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	34
4.1 คุณสมบัติทางเคมีทางกายภาพ และคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ ของน้ำส้มสด	34
4.2 ผลของอุณหภูมิและเวลาของการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนต่อคุณภาพ ของน้ำส้ม	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.3 ผลของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ต่อคุณภาพ ของน้ำส้ม	38
4.4 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของน้ำส้ม ที่ผ่านการให้ความร้อน	45
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	51
5.1 สรุปผลการทดลอง	51
5.2 ข้อเสนอแนะ	52
เอกสารอ้างอิง	53
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก การตรวจคุณภาพด้านเคมี	55
ภาคผนวก ข การตรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์	58
ภาคผนวก ค การตรวจคุณภาพทางด้านกายภาพ	59
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบทดสอบการยอมรับทาง ประสาทสัมผัสของผู้บริโภค	60
ภาคผนวก จ รูปเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบ	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาของการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์อาหารในระดับพาสเจอร์ไรส์	22
2.2 ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์	23
4.1 คุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ และคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำส้ม	34
4.2 คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ของน้ำส้มที่ผ่านการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ	36
4.3 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการจุ่มผลส้มต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัส	37
4.4 คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ของน้ำส้มที่ผ่านการให้ความร้อน	39
4.5 ผลของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ต่อการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส	44
4.6 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์	46
4.7 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพทางเคมีของน้ำส้ม	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของสั้ม	4
4.1 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการให้ความร้อนในน้ำสั้ม ต่อความคงทนของวิตามินซี	40
4.2 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการให้ความร้อนต่อความคงตัวของความชุ่ม ของน้ำสั้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	41
4.3 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการให้ความร้อนต่อความคงตัวของความชุ่ม ของน้ำสั้มเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	42
4.4 ผลของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ต่อการเกิดสีน้ำตาลในน้ำสั้ม	43
4.5 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อความคงทนวิตามินซีในน้ำสั้ม	48
4.6 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเกิดสีน้ำตาลในน้ำสั้ม	49
4.7 เชื้อยีสต์ที่ตรวจพบในน้ำสั้มในอาหาร PDA	61
4.8 เชื้อแบคทีเรียที่ตรวจพบในน้ำสั้มในอาหาร Orange Serum Agar	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาของโครงการพิเศษ

ปัจจุบันนี้ผู้บริโภคมีวิถีชีวิตต่างจากในอดีต ความที่ต้องรีบเร่งในแต่ละวัน ทำให้รูปแบบการบริโภคเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งส่งผลเสียโดยตรงต่อสุขภาพของผู้บริโภค การบริโภคผักสดและผลไม้เป็นอาหารบำรุงสุขภาพ เป็นสิ่งที่ผู้บริโภคกำลังให้ความสนใจ แต่การจัดเตรียมอาหารจากผักสดและผลไม้มีความยุ่งยากและต้องใช้เวลา ผู้ผลิตหลายรายจึงได้สนองตอบความต้องการของผู้บริโภค โดยการนำผักสดและผลไม้แปรรูปให้อยู่ในรูปแบบของน้ำผักและน้ำผลไม้พร้อมดื่มและน้ำผลไม้เป็นที่นิยมบริโภคกันมาก ได้แก่ น้ำส้ม เนื่องจากมีรสชาติที่อร่อยถูกปากผู้บริโภค และยังคงมีวิตามินซีและเส้นใยอาหาร ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายแต่น้ำส้มมักเกิดการเสื่อมเสียได้ง่ายโดยมีสาเหตุจากจุลินทรีย์ การเสื่อมเสียทางเคมีหรือกายภาพ เช่น การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล การสูญเสียความคงตัวของความขุ่น และการสูญเสียความคงทนของวิตามินซี (Nienaber and Shellhammer 2001)

ในการยืดอายุการเก็บรักษาน้ำผลไม้นิยมใช้การใช้ความร้อน (ศิวาพร, เสาวภาคย์ และ ประศาสตร์ 2545) โดยมีวัตถุประสงค์ในการทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำผลไม้แต่ถ้าใช้ความร้อนสูงเกินไปจะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำส้ม เช่น การสูญเสียกลิ่น รสชาติที่ดี และคุณค่าทางโภชนาการ โดยเฉพาะวิตามินซี นอกจากนี้อาจทำให้เกิดกลิ่นคั่ง หรือทำให้น้ำส้มมีสีคล้ำลง ดังนั้นผู้ผลิตอาจมีการใช้อุณหภูมิสูงร่วมกับวิธีอื่นๆ เช่น การผสมสารอื่นๆ ลงไป เพื่อเพิ่มรสชาติ และยืดอายุการเก็บรักษา เช่น สารแต่งกลิ่นรส และสารกันเสียซึ่งทำให้น้ำส้มที่มีคุณภาพต่ำและบางครั้งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ศึกษาผลของการใช้ความร้อนร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำในการยืดอายุการเก็บรักษาน้ำส้มโดยที่คุณภาพของผลิตภัณฑ์ยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคซึ่งนอกจากจะเป็นวิธีที่ง่ายสะดวกและปลอดภัยต่อผู้บริโภคแล้วยังคงคุณค่าทางโภชนาการแก่ผู้บริโภคอีกด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมของการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนต่อคุณภาพของน้ำส้ม
2. ศึกษาผลของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ต่อคุณภาพของน้ำส้ม
3. ศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของน้ำส้มที่ผ่านการให้ความร้อน

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาการใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมเพื่อลดปริมาณการปนเปื้อนของจุลินทรีย์และยืดอายุการเก็บรักษาน้ำส้มคั้นโดยที่ยังสามารถรักษาคุณค่าทางโภชนาการ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสไว้ให้มากที่สุด

## 1.4 ขั้นตอนการวิจัยและวิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

- ขั้นที่ 1. ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนต่อคุณภาพของน้ำส้ม
- ขั้นที่ 2. ศึกษาผลของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ต่อคุณภาพของน้ำส้ม
- ขั้นที่ 3. ศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของน้ำส้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	เดือนที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. รวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้องเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี	←→											
2. ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนต่อคุณภาพของน้ำส้ม			←→									
3. ศึกษาผลของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ต่อคุณภาพของน้ำส้ม					←→							
4. ศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของน้ำส้ม								←→				
5. สรุปผลการทดลองวิจารณ์ผลการทดลอง จัดทำรูปเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์									←→			

### 1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำส้ม ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียในน้ำส้ม
2. สามารถยืดอายุการเก็บรักษาน้ำส้มไว้ได้นานขึ้น โดยที่ผู้บริโภคยังให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์
3. รักษาคุณภาพของน้ำส้ม โดยไม่สูญเสียคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นและรสชาติ
4. เป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการ

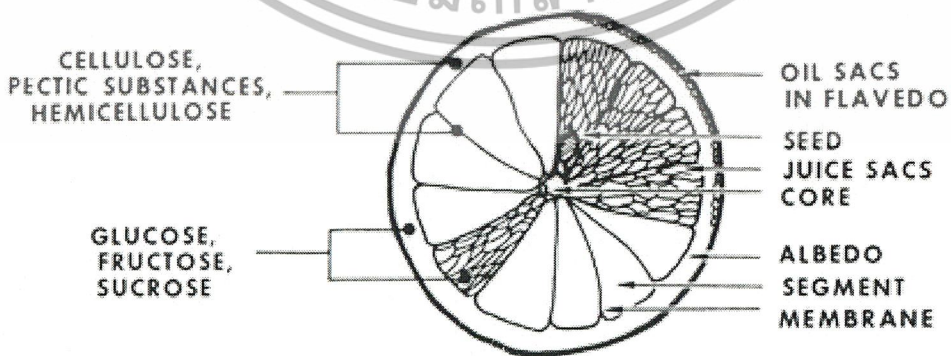
#### 2.1 ส้มเขียวหวาน (เปรมปรี, 2538)

ส้มเป็นผลไม้ค่อนข้างกลม เป็นเล็กน้อย มีผิวเขียวอมเหลืองจนถึงเหลืองเข้ม ขนาดผลเล็กใหญ่ต่างกัน มองหาได้ง่าย เป็นผลไม้ที่รู้จักกันดี และนิยมบริโภคกันทั่วไปทั้งในรูปของหวานหลังอาหารแต่ละมื้อ หรือในยามว่าง หรือในรูปของน้ำส้มคั้นซึ่งนอกจากจะให้คุณค่าทางอาหารสูงแล้ว การบริโภคในลักษณะที่รวมทั้งเส้นใยและกาก ก็จะทำหน้าที่เป็นยาระบายอ่อนๆ ได้อย่างดี

##### 2.1.1 ส่วนประกอบของผลส้ม

แบ่งได้เป็น 3 ชั้น

1. เปลือกชั้นนอกสุด (exocarp: flavedo) มีสีเขียวเนื่องจากเม็ดสีของคลอโรฟิลล์ และจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือสีส้มของเม็ดสีแซนโทฟิลล์และแคโรทีนเมื่อสุก
2. เปลือกชั้นกลาง (mesocarp: albedo) ส่วนนี้ไม่มีสี ส่วนประกอบเป็นพวกเพคติน ไกลโคไซด์ วิตามินซี และน้ำตาล
3. เปลือกชั้นใน (endocarp: rag) ลักษณะเป็นเยื่อโปร่งใสหุ้มรอบช่องของรังไข่ หรือกลีบของผลส้ม เห็นเป็นจวนจากผนังชั้นในของช่องรังไข่จำนวนมาก และมีน้ำบรรจุอยู่ภายใน ฉะนั้นเปลือกชั้นในจึงเกิดลักษณะของถุงน้ำ (pulp vesicles) เรียกว่า กุ้ง (juice sac) เป็นส่วนของผลที่นำมารับประทานได้ ส่วนประกอบของน้ำภายในตัวกุ้งจะเป็นน้ำตาลและกรด ซึ่งส่วนมากเป็นกรดน้ำส้ม (citric acid)



รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของส้ม

ที่มา: Nagy; Shaw and Veldhuis (1977)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.1.2 คุณค่าทางอาหารของส้มเขียวหวาน

ส้มเขียวหวานเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ดังข้อมูลจากการวิเคราะห์ของกองโภชนาการ กรมอนามัย ที่พบว่าจากส่วนของผลส้มที่รับประทานได้ 100 กรัม จะมีปริมาณสารอาหารต่างๆ ดังนี้

คาร์โบไฮเดรต	9.9	กรัม
โปรตีน	0.6	กรัม
ไขมัน	0.2	กรัม
แคลเซียม	31	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.8	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	18	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	4,000	หน่วยสากล
วิตามินซี	18	มิลลิกรัม
วิตามินบี 1	0.04	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.05	มิลลิกรัม
เส้นใย	0.2	กรัม
ความชื้น	88.7	กรัม
แคลอรี	44	หน่วย

## 2.1.3 ถิ่นกำเนิดของส้มเขียวหวาน

ถิ่นดั้งเดิมของส้มเขียวหวานอยู่ในประเทศจีน และญี่ปุ่น ได้มีการแพร่กระจายไปยังสหรัฐอเมริกา และยุโรป จนขณะนี้ส้มได้เป็นพืชหนึ่งที่ปลูกกันทั่วไป ทั้งในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน สำหรับประวัติการปลูกส้มเขียวหวานในประเทศไทยเริ่มมีมาตั้งแต่เมื่อใด ไม่มีหลักฐานแน่ชัด กล่าวกันได้ว่าบ้านเมืองเราปลูกส้มเขียวหวานมาประมาณกว่า 100 ปีมาแล้ว โดยเป็นพันธุ์ที่ชาวจีนอพยพได้นำเข้ามา และทำการปลูกเป็นการค้าเมื่อประมาณ 70 กว่าปีที่ผ่านมาแล้ว ซึ่งปลูกกันมากในเขตตำบลบางมด อันอยู่ในบริเวณเขตราษฎร์บูรณะและเขตบางขุนเทียน ส้มเขียวหวานในแหล่งปลูกนี้มีชื่อเสียงในด้านคุณภาพตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันและมักเรียกว่า ส้มบางมด ระยะเวลาที่ผ่านมาสภาพสวนบริเวณบางมดที่เปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งปัญหาในด้านน้ำเค็ม น้ำเสีย และอื่นๆ ทำให้พื้นที่การปลูกส้มเขียวหวานกระจายออกโดยทั่ว เช่น พื้นที่จังหวัดปทุมธานี สระบุรี นครนายก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลพบุรี เป็นต้น โดยเฉพาะในจังหวัดปทุมธานีซึ่งเป็นที่มีการชลประทานสมบูรณ์แบบในขณะนี้ จึงเป็นจังหวัดที่ปลูกส้มเขียวหวานมากที่สุด นอกจากนี้ยังแพร่ไปปลูกในแหล่งอื่นๆ เช่น เชียงใหม่ เชียงราย น่าน แพร่ จันทบุรี ตราด เป็นต้น

#### 2.1.4 สภาพดินฟ้าอากาศ

ส้มเขียวหวานเป็นไม้ผลกิ่งเมืองร้อน ไม่ชอบสภาพอากาศหนาวจัดหรือร้อนจัดเกินไป สามารถปลูกได้ทุกลักษณะดินที่ไม่มีสภาพน้ำขัง เช่น ดินร่วน ดินร่วนปนทราย หรือดินเหนียว ที่ได้ปรับปรุงสภาพให้เหมาะสม มีความอุดมสมบูรณ์และการระบายน้ำดี ดินปลูกควรมีสภาพความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 5.7-6.9 คือมีสภาพดินเป็นกรดเล็กน้อย และเนื่องจากเป็นผลไม้ที่ต้องการน้ำอย่างสม่ำเสมอ พื้นที่ปลูกจึงควรมีแหล่งน้ำอย่างเพียงพอด้วย ความเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล ช่วงของอุณหภูมิ จะมีผลต่อคุณภาพของส้ม เช่น การปลูกในภาคเหนือของไทยที่มีอากาศเย็น ผิวส้มจะมีผิวสีเหลืองเข้มน่ารับประทานมากขึ้น

#### 2.1.5 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ส้มเขียวหวาน มีชื่อสามัญว่า Mandarin หรือ Tangerine มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus reticulata* Blanco อยู่ในวงศ์ Rutaceae จำนวนโครโมโซมเท่ากับ  $2n = 18$  มีลักษณะพองซี่ได้ดังนี้

นิสัยการเจริญ มีทรงต้นสูงประมาณ 2-8 เมตร ทรงพุ่มมีลักษณะแน่นทึบ จัดเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก

ลำต้น ไม่มีหนาม กิ่งแก่มีสีเขียวเข้ม ไม่มีขน มีรอยแผลเป็นของใบ และต่อมน้ำมันกระจายอยู่ทั่วไป ลักษณะของกิ่งอ่อนเป็นเหลี่ยมเรียว

ใบ เป็นรูปค่อนข้างยาว หรือรูปไข่ หรือรูปหอก ปลายและฐานใบมีลักษณะมน ส่วนปลายสุดของใบมีรอยเว้าเข้า ผิวท้องใบมีสีเขียวอมเหลือง ผิวหลังใบเป็นมันสีเขียวเข้ม ตัวใบมีกลิ่น ก้านใบมีปีกแคบหรือไม่มีปีก มีสีเขียวอมเหลือง ใบมีขนาดเล็ก

ดอก มีขนาดเล็ก ขนาดของดอกตูมมีความยาว 0.5-0.7 เซนติเมตร ดอกบานมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.5-2.5 เซนติเมตร ส่วนของกลีบดอกมีสีขาว และมีต่อมน้ำมันกระจายอยู่ แต่ละดอกมีจำนวนเกสรตัวผู้อยู่ในลักษณะแยกกันประมาณ 18-23 อัน ออกดอกในตำแหน่งซอกใบ เป็นดอกเดี่ยวหรือดอกช่อ

ผล มีรูปร่างกลมแบน ผิวเปลือกสีเขียวเขียวอมเหลืองหรือส้มอมเหลืองจนถึงแดงอม

ส้ม ลักษณะของผิวเปลือกจะเรียบ มีต่อมน้ำมันอยู่ภายใน ส่วนเปลือกบาง มีความหนาประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.2-0.3 เซนติเมตร มีกลิ่นหอมแรง เปลือกด้านในมีสีเหลืองอ่อน ภายในหนึ่งผลประกอบด้วยกลีบผล จำนวน 10-15 กลีบ แต่ละกลีบมีผนังบาง เนื้อมีน้ำมาก สีส้ม รสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย ก้านผลมีขนาดสั้น ขนาดผลแตกต่างกันตั้งแต่เส้นผ่านศูนย์กลาง 5-8 เซนติเมตร และยาว 4-7 เซนติเมตร ติดผลในลักษณะห้อยหัวลง

เมล็ด รูปร่างแบบรูปไข่หัวกลับ เนื้อเยื่อส่วนสะสมอาหารมีสีเขียวอ่อน หรือสีเขียวอมเหลือง จำนวนเมล็ดมีมากน้อยแตกต่างกันในแต่ละกลีบ จากหนึ่งเมล็ดสามารถเพาะได้ต้นกล้าจำนวนมากมาย

### 2.1.6 พันธุ์ส้มเขียวหวาน (เปรมปรี, 2544)

ผิวเปลือกส้มที่มีสีแตกต่างกัน ได้เป็นสิ่งซึ่งบ่งถึงการจำแนกกลุ่มส้มเขียวหวานได้ เช่น ผิวเปลือกสีส้มแก่ (tangerine) หรือผิวเปลือกสีเหลือง (mandarin) และสามารถจัดจำพวก ของกลุ่มส้มเขียวหวาน ได้ดังนี้

1. ส้มพองแกน (Ponkan or Honey orange) ผลมีขนาดใหญ่ สูงในช่วงตอนต้นฤดู ซึ่งการเก็บเกี่ยวจะต้องเก็บทีละผล ถ้าเก็บเกี่ยวโดยการปลิดผลแล้ว เปลือกที่ขั้วผลจะฉีกออกเป็นแผล ผลส้มพันธุ์นี้มีคุณภาพดี ลำต้นตรง กิ่งเปราะหักง่าย โดยเฉพาะช่วงการให้ผลตก และมักติดผลปีเว้นปี

2. ส้มซัทซึมา (Satsuma mandarin) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus unshiu* ( Marc. ) ลักษณะของพันธุ์นี้สามารถทนต่อสภาพภูมิอากาศทั้งในฤดูร้อนและฤดูหนาวได้ดีมาก ให้ผลคุณภาพดี ไม่มีเมล็ด ผิวเปลือกสีส้มแก่สวยงาม โดยเฉพาะพันธุ์โอวาริ ( Owari ) เป็นพันธุ์เดียวที่ปลูกกันมากเป็นการค้า และปลูกกันมากทางตอนเหนือของฟลอริดา รวมทั้งในประเทศญี่ปุ่นด้วย

3. ส้มออแลนโด (Orlando tangelo) เป็นพันธุ์ส้มลูกผสมระหว่างส้มพันธุ์คันแคนกับส้มแดนซี มีลำต้นแข็งแรง สามารถทนต่ออากาศหนาวได้ดี ลักษณะของใบจะห่ออย่างเด่นชัด ผลที่ได้มีขนาดค่อนข้างใหญ่ เปลือกบางและติดค่อนข้างแน่นกับเนื้อ ผิวเปลือกสีส้ม คุณภาพของผลให้รสชาติดี ทนทานในการขนส่ง แต่ผลแก่เร็ว ในรัฐฟลอริดาเป็นแหล่งปลูกที่แพร่หลายมากที่สุด

4. ส้มแทงเจอร์น พันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าได้แก่ คลิเมนไทน์ (Clemantine) และแดนซี (Dancy) เป็นผลส้มขนาดค่อนข้างเล็ก ผิวเปลือกผลสีแดงอมส้มแก่ เป็นพันธุ์ที่ให้ผลตก ปริมาณผลตอบแทนที่ได้ขึ้นกับปัจจัยการปฏิบัติดูแลบำรุงรักษาที่ดี ส่วนกิ่งมีลักษณะเปราะและหักง่าย ผลส้มมีเปลือกอ่อน พร้อมทั้งเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมกับเขตปลูกที่ร้อนชื้น

5. ส้มคิง (King mandarin) ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus robilis* (Lour) เป็นพันธุ์ส้มเปลือกอ่อนที่มีผลขนาดใหญ่ที่สุด เปลือกผลมีลักษณะหยาบและค่อนข้างหนา ผิวเปลือกผลและเนื้อผลมีสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหลืองเข้มหรือสีส้มอ่อน ผลแก่ตอนช่วงปลายฤดู ส่วนของเมล็ดสามารถทนต่อสภาพอากาศร้อนได้ ผลส้มพันธุ์นี้จัดได้ว่ามีคุณภาพดีมาก มีปลูกมากในออสเตรเลียโดยเฉพาะพันธุ์เอมเพอเรอร์ (Emperor) ซึ่งนิยมปลูกเป็นการค้า แต่ก็ยังปลูกกันไม่มาก หรือกล่าวได้ว่าไม่เป็นที่นิยมมากนัก

6. ส้มเพจ (Page) เป็นลูกผสมของส้มพันธุ์มินเนโอลา กับส้มคลีเมนไทม์ ผลไม่ดก ขนาดผลที่ได้ไม่สม่ำเสมอ เปลือกผลมีสีเหลือง เนื้อมีสีเข้ม แต่ไม่เป็นที่นิยมปลูกกัน

7. ส้มเมอร์คอต (Murcott or Murcott honey) ผลรูปทรงกลมค่อนข้างแบน เปลือกผลบริเวณที่ติดกับขั้วจะยังคงสีเขียวอยู่ ผิวเปลือกโดยทั่วไปเป็นส้มแก่แต่ไม่เข้มเท่ากับส้มชัทซูมา ผิวเปลือกมีลักษณะบาง ทำให้เปลือกได้ง่าย

8. ส้มมินเนโอลา (Minneola tangerine) เป็นส้มพันธุ์ลูกผสมที่มีถิ่นกำเนิดจากส้มออแลนโด ลำต้นแข็งแรง ทนต่อสภาพอากาศหนาวบ้าง แต่ไม่ดีเท่าส้มออแลนโด ขนาดใบใหญ่ ปลายใบแหลม ให้ผลลักษณะค่อนข้างกลม มีจุก เปลือกผลค่อนข้างหนา แต่ไม่ติดแน่นกับส่วนเนื้อเท่ากับผลส้มออแลนโด ผิวเปลือกมีลักษณะผิวเรียบ สีสวย จำนวนเมล็ดต่อผลน้อย และให้รสชาติดี

9. ส้มลูกผสมอื่นๆ ได้แก่ ส้มออสซีโอลา (Osceola) ส้มโนวา (Nova) ส้มลี (Lee) ส้มโรบินสัน (Robinson) เป็นต้น ซึ่งเป็นส้มลูกผสมที่มีน้ำส้มมาก และรสชาติดี

### 2.1.7 พันธุ์ส้มที่ปลูกในประเทศไทย

ส้มที่ปลูกกันอยู่ทั่วไป แบ่งออกเป็นกลุ่มต่างๆ ได้แก่ กลุ่มส้มติดเปลือก (*C. sinensis* Osbeck) หรือ Orange เช่น ส้มตรา ส้มเกลี้ยง หรือพวกเนเวล วาแลนเซียที่นิยมปลูกกันในเขตอื่นๆ ทั่วโลกเพื่อการรับประทานสดและอุตสาหกรรมน้ำส้ม กลุ่มส้มเปลือกอ่อนหรือพวกเขียวหวานและส้มจุก (*C. reticulata* Blanco) เช่น ส้มเขียวหวานบางมด ส้มโชกุน ส้มนัมเบอร์วัน กลุ่มส้มโอ (*C. grandis* L) และกลุ่มมะนาว (*C. aurantifolia* Swingle)

สำหรับการปลูกส้มเขียวหวานเพื่อการค้าในบ้านเราส่วนใหญ่จะเน้นไปที่ส้มเขียวหวานและกลุ่มของส้มโอเป็นสำคัญ เนื่องจากเป็นกลุ่มทั้งในประเทศและนอกประเทศมีความต้องการสูง แต่การปลูกส้มชนิดอื่นๆ เช่น ส้มตรา ส้มเกลี้ยงและส้มจุกยังคงมีอยู่บางพื้นที่ สำหรับพันธุ์ส้มที่ปลูกกันในบ้านเราได้แก่

#### 1. ส้มเขียวหวาน

เป็นพันธุ์ส้มที่เกษตรกรส่วนใหญ่ให้ความนิยมและในปัจจุบันได้มีการขยายพื้นที่ปลูกแพร่หลายไปในภาคต่างๆ มากขึ้น ที่ปลูกกันในปัจจุบันมี 3 ชนิด คือ

ส้มเขียวหวานแหลมทอง ส้มเขียวหวานชนิดนี้มีลำต้นขนาดใหญ่ ออกดอกติดผลค่อนข้างยากผลมีขนาดปานกลาง รสชาติหวานจัดแม้ผลที่ยังมีอายุไม่ถึงกำหนดการเก็บเกี่ยวก็มีรสชาติไม่เปรี้ยวมากซึ่งจะต่างจากส้มทั่วไป ส้มชนิดนี้เดิมมีการปลูกกันมากในแถบวัดเพลงจังหวัดราชบุรี แต่ปัจจุบันความนิยมได้ลดลงเนื่องจากปัญหาเรื่องการจัดการผลผลิตซึ่งทำได้ยากกว่า

ส้มเขียวหวานชนิดผลเรียบ ส้มชนิดนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “ส้มบางล่าง” หรือ “ส้มบางมด” เป็นชนิดที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมากที่สุด เนื่องจากเป็นส้มที่ให้ผลผลิตตกผลมีขนาดปานกลาง ทรงผลค่อนข้างกลมถึงแป้นเล็กน้อย ก้นผลราบหรือเว้าเล็กน้อย เปลือกบาง ผิวสีเหลืองเข้มหรือเขียวอมเหลือง สีผิวสม่ำเสมอ เนื้อผลสีส้ม ชานนิ่ม ตัวกึ่งมีขนาดสั้น น้ำน้ำ รสชาติหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย ส้มพันธุ์นี้เดิมปลูกกันมากที่กรุงเทพมหานคร แถบบางมด บางขุนเทียน แต่ปัจจุบันส้มชนิดนี้ได้ถูกนำไปปลูกในหลายพื้นที่ทั่วประเทศไทย โดยเฉพาะในเขตภาคกลางและภาคเหนือ (เรียก “ส้มผิวทอง”) ส่วนใหญ่ในแหล่งปลูกเดิมนั้น เนื่องจากพื้นที่ได้มีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงไปเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและเขตอุตสาหกรรม รวมถึงการได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมจึงเหลือพื้นที่ปลูกอยู่น้อยมาก

ส้มเขียวหวานชนิดเปลือกค่อนข้างหนา หรือที่เรียกกันว่า “ส้มบางบน” ส้มชนิดนี้มีผลขนาดค่อนข้างใหญ่ ทรงผลค่อนข้างกลม ผลมีจุดขนเล็กน้อย เปลือกค่อนข้างหนา ผิวมีสีเขียวหรืออมเหลือง เนื้อผลสีส้ม รสชาติหวานปานกลาง ส้มชนิดนี้เดิมนิยมปลูกกันมากในเขตกรุงเทพมหานคร แถบบางขุนนนท์ และเขตนนทบุรี (บางกรวย) และต่อมาได้มีการนำไปปลูกในแถบรังสิต (ปทุมธานี) และนครปฐมจนเป็นที่รู้จักกันมาจนถึงปัจจุบัน

## 2. ส้มโชกุนหรือเพชรยะลา

หลายๆ คนรู้จักกันในนามของ “ส้มสายน้ำผึ้ง” เป็นพันธุ์ส้มในกลุ่มของส้มเขียวหวานที่กำลังได้รับความนิยมและเป็นที่รู้จักกันมากขึ้นในปัจจุบัน ส้มพันธุ์นี้สามารถเจริญเติบโตได้ดีใกล้เคียงกับส้มเขียวหวานและยังมีลักษณะทรงต้นและขนาดต้น ใกล้เคียงกับส้มเขียวหวานมากอีกด้วย แต่ที่ต่างไปจากส้มเขียวหวานคือ ทรงพุ่มของส้ม โชกุนจะค่อนข้างหนาแน่นกว่าและมีลักษณะของกิ่งใบตั้งขึ้น (erect form) ในขณะที่ส้มเขียวหวานจะมีลักษณะของกิ่งใบห้อยลง (weeping form and willow leaf) นอกจากนี้ใบของส้ม โชกุนจะมีขนาดเล็กกว่าและมีสีเขียวเข้มกว่าอีกด้วย ลักษณะของผลส้ม โชกุนจะมีขนาดและสีผิวใกล้เคียงกับส้มเขียวหวานแต่ที่ก้นผลจะมีสะดืออันเป็นเอกลักษณ์พิเศษ ผลเมื่อแก่จัดจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองส้มยกเว้นส้มที่ปลูกในเขตภาคใต้จะมีสีผิวออกมาเขียวมาก เปลือกค่อนข้างหนามีกลิ่นหอมคล้ายส้มจินหรือส้มพองแกน เมื่อมีลักษณะแน่นกว่าส้มเขียวหวาน ชาน

นี้้มมากและให้น้ำส้มในปริมาณมาก รสชาติหวานแหลมอมเปรี้ยวเล็กน้อย คุณสมบัติต่างๆ เหล่านี้ ถือเป็นจุดเด่นที่ทำให้ส้มพันธุ์นี้ได้รับความนิยมในการบริโภคเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

อย่างไรก็ตามส้มพันธุ์นี้ก็มีข้อด้อยคือ ผลแตกและร่วงง่าย โดยเฉพาะเขตพื้นที่ดินเหนียว การปลูกส้มชนิดนี้จึงต้องเน้นเขตดินระบายน้ำดีเท่านั้น นอกจากนี้ในปัจจุบันยังพบลักษณะอาการ ผลขรุขระซึ่งไม่สามารถทราบสาเหตุและกำลังมีการศึกษาอยู่ แต่เท่าที่สังเกตก็คือผลที่มีลักษณะดังกล่าวมักมีแนวโน้มที่จะเกิดอาการผลฟ้ามได้

### 3. ส้มฟริมองต์

ลักษณะของส้มพันธุ์นี้จะมีทรงพุ่มค่อนข้างโปร่ง และมีกิ่งก้านที่แข็งแรงมากจึงทำให้สามารถดูแลรักษาได้ค่อนข้างง่ายกว่าและไม่จำเป็นต้องมีกิ่งก้านมากอย่างส้มเขียวหวาน แต่ส้มพันธุ์นี้ก็มีจุดอ่อนคือ ฟ้ามง่ายและค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคแคงเกอร์รวมทั้งมักพบปัญหาการระบาดของมวนหวานในแหล่งปลูกอยู่เสมอ จึงต้องมีการดูแลเอาใจใส่มากเป็นพิเศษ ส้มพันธุ์นี้ให้ผลค่อนข้างใหญ่ ทรงผลค่อนข้างแป้นเล็กน้อย เปลือกค่อนข้างหนาและเหนียว ผิวเปลือกขรุขระและมีสีส้มเข้มสะดุดตา เนื้อค่อนข้างแน่น รสชาติหวานอมเปรี้ยว โดยจะออกรสเปรี้ยวมากกว่า จึงตรงกับรสนิยมของผู้บริโภคชาวต่างประเทศ ส่วนตลาดในบ้านเราเองค่อนข้างจำกัดกว่า นอกจากสี่ต้นที่สะดุดตาแล้วส้มพันธุ์นี้ยังมีข้อดีคือ เป็นส้มพันธุ์เบาอายุการเก็บเกี่ยวหลังดอกบานเพียง 7-8 เดือน ซึ่งเร็วกว่าส้มเขียวหวานและส้มโชกุน สามารถเก็บรักษาได้นานกว่า จึงเป็นพันธุ์ส้มที่มีความเหมาะสมต่อการขนส่งไปจำหน่ายในระยะทางไกลๆ ปัจจุบันส้มพันธุ์นี้เริ่มขึ้นตลาดเนื่องจากปริมาณพื้นที่ปลูกมากขึ้นไปและไม่เป็นที่นิยม หลายส่วนเริ่มเปลี่ยนยอดเป็นส้มโชกุนเป็นส่วนใหญ่

### 4. ส้มตรา

หรือที่เรารู้จักคุ้นเคยกันในนามของ “ส้มเซ็ง” ส้มพันธุ์นี้ปัจจุบันมีการปลูกไม่มากนัก โดยมีแหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ในเขตจังหวัดราชบุรี สมุทรสาครและนครปฐม ถือเป็นพันธุ์ส้มที่น่าสนใจอีกพันธุ์หนึ่งสำหรับการพัฒนาเนื่องจากรสหวานถูกปากคนไทย แต่มีปัญหาเรื่องการติดผลยากกว่า ส้มพันธุ์นี้มีการเจริญเติบโตได้ค่อนข้างดีและมีอายุยืน การปลูกในสภาพที่มีการดูแลรักษาอย่างเหมาะสมอาจสามารถให้ผลผลิตได้ถึง 100-200 กิโลกรัม/ต้น/ปี ลักษณะของผลส้มพันธุ์นี้จะมีรูปทรงค่อนข้างกลม ผิวผลขรุขระเล็กน้อย เปลือกค่อนข้างแข็งและหนาทำให้มีความทนทานต่อการขนส่งไปในระยะทางไกลๆ ผิวผลมีสีเขียวหรือสีเขียวอมเหลือง เนื้อผลแน่น รสชาติหวาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. ส้มเกลี้ยง

ส้มพันธุ์นี้มีการปลูกกันมากในบ้านเราจะมีอยู่ 2 พันธุ์คือ พันธุ์ผลใหญ่ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตปานกลาง และพันธุ์ผลเล็กซึ่งเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตดีและเป็นที่ยอมรับปลูกมากกว่า ผลของส้มพันธุ์นี้มีลักษณะคล้ายกับผลของส้มวอชิงตันเนเวลของอเมริกาแต่จะมีเปลือกที่บางกว่าและเนื้อในก็มีสีเหลืองเข้มกว่าด้วย รสชาติของส้มพันธุ์นี้จะออกรสหวานหรือหวานอมเปรี้ยวและมีกลิ่นหอม พันธุ์ส้มนี้มีชื่อเรียกกันทางเหนือว่า “ส้มป่าเกลี้ยง” ในขณะที่ชาวจีนจะเรียกว่า “ส้มเซาะกา” เป็นพันธุ์ส้มที่คุ้นเคยกันดี คือต้นมีความแข็งแรงและมีความทนทานต่อโรคและแมลงมากกว่าส้มชนิดอื่นๆ และยังให้ผลผลิตต่อต้นสูงกว่าด้วย นอกจากนี้ยังสามารถปลูกได้ทั่วไปโดยไม่จำกัดสภาพพื้นที่และลักษณะดินที่ปลูก เพียงแต่จะต้องมีแหล่งน้ำอย่างเพียงพอเท่านั้น ส้มพันธุ์นี้นอกจากการนำมารับประทานสดและทำน้ำคั้นแล้วยังสามารถทำมาใช้สกัดน้ำมันหอมจากส่วนของใบ ดอกและผิวเปลือกได้อีกด้วย

## 6. ส้มคิง

เป็นส้มที่มีขนาดผลโต ดอกและน้ำหนักรวมเหมาะสำหรับการคั้นน้ำโดยเฉพาะ แต่ตลาดในประเทศเราไม่ค่อยนิยมเพราะอมเปรี้ยวมาก ที่ประเทศเวียดนามนิยมส้มพันธุ์นี้และมีการนำไปทำน้ำโดยการคั้นสดๆ ซึ่งเป็นที่นิยมอย่างกว้างขวาง

## 7. ส้มจุก

เป็นส้มพื้นเมืองของภาคใต้มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทยซึ่งเป็นลูกผสมจัดอยู่ในกลุ่มของส้มเปลือกอ่อน เชื่อกันว่ามี 2 สายพันธุ์คือ สายพันธุ์จุกสูงและจุกเตี้ย แหล่งดั้งเดิมคือ อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา โดยชาวสวนผู้ปลูกส่วนใหญ่เป็นชาวมุสลิม สวนจะเป็นแบบสวนผสมผสานแบบธรรมชาติ มีการปลูกพืชหลายชนิดรวมกัน เช่น มะม่วงนาทับ มะม่วงเบา ขนุน มะพร้าวแกง ส้มจุก รวมทั้งการเลี้ยงแพะและเลี้ยงวัวรวมไปในสวนด้วย สภาพดินของอำเภอจะนะ ส่วนใหญ่จะมีส่วนของทรายมาก เป็นดินที่มีการระบายน้ำดี ต้นพันธุ์ดั้งเดิมที่นำมาใช้ในการขยายปลูกจะมาจากต้นแพะเมล็ดเป็นหลัก จากการที่ได้เคยทดลองนำกิ่งพันธุ์แพะเมล็ดที่ชาวบ้านจำหน่ายทั่วไปในอำเภอจะนะ ไปปลูกที่ ตำบลเกาะยอ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ซึ่งลักษณะดินมีหินภูเขาไฟแดงผสมแต่ระบายน้ำดี ส้มจุกทุกต้นเริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุครบ 5 ปี โดยให้ผลผลิตปีละ 2 ชุด ชุดที่เก็บเกี่ยวในช่วงแล้งจะได้ผลผลิตดี แต่ชุดที่ให้ผลผลิตในช่วงฤดูฝนจะมีปัญหาเรื่องมวนเจาะทำลายสูง จากการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลูกในสมัยนั้นสัมฤทธิ์ที่เกาะขอมสามารถให้ผลผลิตที่ดีมากผลละคุณภาพหรือรสชาติไม่ด้อยไปกว่าท้องถิ่นเดิมหรือดีกว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นก็คือ สามารถให้ผลผลิตได้อยู่เพียงประมาณ 3 ปีเท่านั้น จากนั้นต้นจึงทรุดโทรมและแห้งตายไป เนื่องจากไม่เคยมีการตัดแต่งกิ่ง ใส่ปุ๋ยหรือทำการใดๆ นอกจากการเก็บผลผลิตเพียงอย่างเดียว

## 8. สัมชนิดอื่นๆ

มีการนำเข้าพันธุ์ส้มจากต่างประเทศเข้ามาทดสอบปลูกเพื่อศึกษาความเป็นไปได้เช่น พันธุ์นัมเบอร์วันของสวนส้มธารนารเป็นส้มเปลือกอ่อนที่ให้ผลผลิตสูงพันธุ์หนึ่ง มีลักษณะเปลือกหนาทนทานต่อการขนส่ง รสชาติเข้มข้น ส้มเซ็ทซูม่า ( มีหลายสายพันธุ์ ) ซึ่งไม่มีเมล็ด สวนส้มธารนารได้นำเข้าส้มพันธุ์นี้จากญี่ปุ่นและทดสอบการปลูกแล้วปรากฏว่าผลผลิตสูงมากถึง 15 ตันต่อไร่เหมาะสำหรับการทำอุตสาหกรรมน้ำส้มคั้น นอกจากนี้ยังมีพันธุ์ส้มลูกผสมที่กำลังมีการศึกษากันอยู่รวมทั้งการนำเข้าจากประเทศอื่นๆ มาทำการทดสอบและคาดว่าคงจะมีส้มพันธุ์ใหม่ๆ เพิ่มเติมอีกในอนาคตหรือแม้ส้มเก่าแก่ของเราเช่น ส้มแก้วซึ่งมีลักษณะผลใหญ่ก็น่าจะนำมาพัฒนาในรูปสวนผสมผสานได้

### 2.2 น้ำผลไม้ (สินธนา, 2534)

น้ำผลไม้ประกอบด้วยวิตามินและเกลือแร่อันมีความสำคัญยิ่งต่อร่างกายของมนุษย์ทั้งในยามปกติและเจ็บไข้วิตามินที่สำคัญในผลไม้ก็คือ วิตามินซี และคาโรทีน ซึ่งเป็นสารกำเนิดของวิตามินเอ ผลไม้ทุกชนิดอุดมด้วยธาตุโปแทสเซียมธาตุที่มีในปริมาณเล็กน้อย คือ โซเดียม แคลเซียม เหล็ก แมกนีเซียม แร่ธาตุที่มีน้อยมากก็คือ ไอโอดีน ฟลูออรีน ทองแดง แมงกานีส เป็นต้น

#### 2.2.1 ชนิดของน้ำผลไม้ที่สำคัญในทางอุตสาหกรรม

1. น้ำผลไม้แท้ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากผลไม้ล้วน ไม่มีการปรุงแต่งด้วยสารประกอบใดๆ ทั้งสิ้น ซึ่งจำแนกออกเป็นน้ำผลไม้ชนิดใส (Clarify-juice) และชนิดขุ่นหรือพิวเร (Puree) โดยทั่วไปการทำน้ำผลไม้ชนิดใสนั้นจะใช้แรงอัดเพื่อสกัดส่วนที่เป็นของเหลวจากส่วนที่กินได้ของผลไม้ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงใสมีปริมาณของแข็งต่ำ ส่วนการทำน้ำผลไม้ชนิดขุ่นนั้น จะเป็นการตีปั่นเนื้อเยื่อส่วนที่บริโภคได้ทั้งหมด จึงทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นของเหลวกึ่งแข็งขุ่น มีปริมาณของแข็งสูง

2. น้ำผลไม้ชนิดพร้อมดื่ม (Ready to drink juice) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้แท้ที่อาจมีการปรุงแต่งด้วยน้ำ น้ำตาล เกลือ กรดซิตริก สารเพิ่มความหนืด สี และกลิ่นสังเคราะห์ ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่เจือจางด้วยน้ำ จะต้องมีน้ำผลไม้แห้งที่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด

3. น้ำผลไม้ชนิดเนคตาร์ (Nectar) หมายถึง น้ำผลไม้ที่ทำจากพืชรเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งอาจใช้พืชรของผลไม้มากกว่า 1 ชนิด เป็นส่วนผสม มีการเติมน้ำตาลหรือน้ำเชื่อม และกรดซิตริก ผลิตภัณฑ์เนคตาร์จะต้องมีน้ำผลไม้แห้งเป็นส่วนผสมอยู่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 40 ยกเว้นผลไม้บางชนิด เช่น เบอร์รี่ต่างๆ ฝรั่ง จะต้องมีน้ำผลไม้แห้งไม่ต่ำกว่าร้อยละ 25 และมะม่วง มะละกอ จะต้องมีน้ำผลไม้แห้งไม่ต่ำกว่าร้อยละ 35 เช่นนี้ เป็นต้น

4. น้ำผลไม้ชนิดสควอทซ์ (Squash) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้แห้ง เป็นส่วนผสมอยู่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 25 ความข้นของสควอทซ์จะข้นกว่าคอร์ดียัล (Cordial) แต่ต่ำกว่าเนคตาร์และมีของแข็งที่ละลายได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 40 มีความเป็นกรดระหว่างร้อยละ 1.2-1.5

5. น้ำผลไม้ชนิดคอร์ดียัล (Cordial) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคุณภาพใกล้เคียงกับสควอทซ์ แต่ทว่ามีความใสมากกว่า มีน้ำผลไม้แห้งเป็นส่วนผสมอยู่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 25 และมีของแข็งที่ละลายได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 มีความเป็นกรดระหว่างร้อยละ 1.2-2.5

6. น้ำผลไม้เข้มข้น (Concentrated juice) หมายถึง ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ที่มีลักษณะเป็นของเหลวที่มีความหนืดสูง และเมื่อบริโภคจะต้องเจือจางด้วยน้ำตามปริมาณที่กำหนดไว้เสียก่อน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

6.1 น้ำผลไม้เข้มข้นชนิดหวาน (Sweet concentrated fruit juice) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้แห้งที่มีการเติมน้ำตาลในความเข้มข้นสูงถึงร้อยละ 60-70 และอาจมีการเติมกรดอินทรีย์ เพื่อช่วยลดการตกผลึกของน้ำตาล ในความเข้มข้นประมาณร้อยละ 1.0-1.5 และอาจเจือสีผสมอาหารได้

6.2 น้ำผลไม้เข้มข้นเพราะมีการระเหยน้ำบางส่วน (Concentrated fruit juice) จนกระทั่งมีค่า Water activity ประมาณ 0.65-0.85 เพื่อลดการเจริญของจุลินทรีย์

7. น้ำผลไม้แห้งหรือผง (Dehydrated fruit juice) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการระเหยน้ำออกจากน้ำผลไม้แห้ง จนกระทั่งแห้งมีความชื้นเหลืออยู่ไม่เกินร้อยละ 6 โดยมากเมื่อระเหยน้ำแล้ว จะมีการปั่นหรือทำให้อนุภาคเล็กลง เพื่อช่วยให้ละลายน้ำได้ดีขึ้น บางครั้งจึงถูกเรียกว่าน้ำผลไม้ผง

## 2.2.2 กรรมวิธีในการทำน้ำผลไม้

1. การเตรียมวัตถุดิบผลไม้ที่เหมาะสมต่อการทำน้ำผลไม้ นั้น ควรจะมีกลิ่นแรง รสชาติจัด แม้ว่าจะถูกเจือจางแล้วยังสามารถกลืน รสชาติเฉพาะตัวไว้ได้ นอกจากนี้ยังควรพิจารณาเป็นพิเศษในด้านความแก่-อ่อน ปริมาณน้ำ-เนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายและปริมาณกรดที่มีอยู่ เพื่อให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี และสม่ำเสมอ นำวัตถุดิบมาทำความสะอาด ปอกเปลือก กำจัดเมล็ด (ถ้าจำเป็น) แล้วจึงนำมาทำการสกัดน้ำต่อไป

2. การสกัดน้ำ กรรมวิธีในการสกัดน้ำออกจากผลไม้ นั้น จะขึ้นกับลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเป็นสำคัญ ในกรณีที่ต้องการน้ำผลไม้ชนิดใส (Clarify-juice) นิยมที่จะบีบคั้นผลไม้ โดยตรงและผ่านกรรมวิธีการทำให้ใสด้วยวิธีต่างๆ แต่ในกรณีที่ต้องการน้ำผลไม้ชนิดขุ่น อาจทำโดยการนำผลไม้ไปผ่านความร้อนเสียก่อน เพื่อระงับการทำกิจกรรมของเอนไซม์เพคตินเอส (Pectinase) แล้วจึงนำไปทำการตีปั่น (Hot break) เมื่อเสร็จสิ้นการตีปั่นแล้ว จึงทำการระงับกิจกรรมของเอนไซม์เพคตินเอสทันทีด้วยความเย็น (Cold break)

ในกรณีที่ผลไม้มีน้ำอยู่น้อย ก็อาจเติมน้ำแล้วคั้นเพื่อสกัดสารประกอบต่างๆ ที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อของผลไม้ให้ออกมาละลายอยู่ในน้ำที่ใช้คั้น ก่อนที่จะนำไปบีบคั้นหรือตีปั่นต่อไป

เมื่อได้น้ำผลไม้แล้ว อาจมีการกรองผ่านตะแกรงที่มีรูเปิดขนาดต่างๆ เพื่อกำจัดอนุภาคที่มีขนาดใหญ่เกินไป ตลอดจนเมล็ดหรือเปลือกที่อาจติดมา

3. การปรุงแต่งรสชาติผลิตภัณฑ์ เมื่อสกัดได้น้ำผลไม้แล้ว สามารถจะนำมาทำการปรุงรสชาติด้วย น้ำตาล กรด น้ำ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความเข้มข้น ปริมาณของแข็งและของแข็งที่ละลายได้ ตลอดจนกรด มีปริมาณตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

4. การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เมื่อทำการปรุงแต่งผลิตภัณฑ์จนได้คุณภาพตามต้องการแล้ว การเก็บรักษาเพื่อยืดอายุของผลิตภัณฑ์นั้น สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การบรรจุกระป๋องแล้วฆ่าเชื้อด้วยความร้อน การระเหยน้ำออกบางส่วน การแช่แข็ง การเติมวัตถุกันเสีย เป็นต้น

### 2.3 การเสื่อมเสียของน้ำผลไม้ตระกูลส้ม (พรพล, 2545)

การเสื่อมเสียของน้ำผลไม้ตระกูลส้ม หมายถึง การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำผลไม้ตระกูลส้มไปในทางที่ไม่ต้องการซึ่งรวมถึง สี กลิ่น รส ลักษณะเนื้อสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการ ตลอดจนความปลอดภัยในการบริโภค การเกิดการเสื่อมเสียของน้ำผลไม้ตระกูลส้มนั้น อาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษาก่อนถึงมือผู้บริโภค โดยมีสาเหตุที่สำคัญของการเสื่อมเสีย คือ การเสื่อมเสียเนื่องจาก จุลินทรีย์ ทางเคมี ทางกายภาพ และการเสื่อมเสียคุณภาพทางประสาทสัมผัส ซึ่งสาเหตุการเสื่อมเสียนั้นมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.1 การเสื่อมเสียน้ำส้มเนื่องจากสาเหตุทางจุลินทรีย์ (จารุณี, 2528)

จุลินทรีย์ที่ทำให้ผลไม้เน่าเสียได้แก่ แบคทีเรีย (bacteria) ยีสต์ (yeast) และรา (mold) ซึ่งจะพบอยู่ทั่วไปในดิน น้ำ และอากาศ รวมทั้งในน้ำผลไม้ เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต ผีวันังและเสื้อผ้าของผู้ผลิต เมื่อสภาวะแวดล้อมเหมาะสม กล่าวคือ มีอุณหภูมิ ความชื้น ความเป็น กรด-ด่าง ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดชนิดของจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ และอาหารของจุลินทรีย์ที่เพียงพอ ก็จะทำให้จุลินทรีย์เหล่านั้นเจริญได้ ถ้าจุลินทรีย์ที่พบเป็นพวกที่ไม่ทำให้เกิดโรคกับมนุษย์ มักจะมีผลทำให้ผลไม้เน่าเสียเสื่อมคุณภาพ และจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียได้แก่

#### ก. กลุ่มของแบคทีเรียที่พบในน้ำผลไม้ตระกูลส้ม (Kimball, 1991)

ส้มจัดอยู่ในกลุ่มอาหารที่เป็นกรด (acid food) เป็นอาหารที่มีความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 3.7-4.5 กลุ่มของแบคทีเรียที่พบ มีดังนี้

1. Lactobacillus เช่น *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* *Lactobacillus fermentum* และ *Lactobacillus thermophilus*
2. Leuconostoc เช่น *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc dextranicum* และ *Leuconostoc paramesenteroides*
3. Salmonella เช่น *Salmonella typhi*, *Salmonella hartford*, *Salmonella gaminara* และ *Salmonella rubislaw*
4. Escherichia coli 0157: H7
5. Alicyclobacillus เช่น *Alicyclobacillus acidocaldarius*, *Alicyclobacillus cycloheptanicus* และ *Alicyclobacillus acidoterrestris*
6. *Bacillus subtilis* และ *Bacillus pumilus*

#### ข. ยีสต์ที่พบในผลไม้ตระกูลส้ม (Arias; et. al. 2002)

ชนิดของยีสต์ที่พบในส้ม ได้แก่ *Candida intermedia*, *Candida stellata*, *Geotrichum citri-aurantii*, *Hanseniaspora uvarum*, *Metschnikowia pulcherrima*, *Pichia anomala*, *Pichia jadinii*, *Pichia kluyven*, *Pichia stipitis*, *Rhodotorula mucilaginosa*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomycopsis crataegensis* เป็นต้น

### 2.3.2 การเสื่อมเสียของน้ำส้มเนื่องจากสาเหตุทางเคมี

อาหารอาจเกิดการเสื่อมเสียได้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของอาหาร โดยไม่เกี่ยวข้องกับการเจริญของจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ การเกิดสารสีน้ำตาล(browning reaction) และการเกิดการหืน(rancidity)

#### การเกิดสีน้ำตาลของผัก-ผลไม้ (สินธนา, 2534)

การเกิดสีน้ำตาลในผักและผลไม้เมื่อถูกตัด ผ่า หรือหั่น มีสาเหตุหลักเนื่องมาจาก

ก. กิจกรรมของเอนไซม์ ที่เรียกว่า Phenolase หรือ Polyphenol oxidase หรือ Phenol oxidase เมื่อมีออกซิเจนเข้ามากระตุ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบในกลุ่มฟีนอล (Phenol) ที่มีในเนื้อเยื่อผักและผลไม้ ไปเป็นสารประกอบกลุ่ม Quinone และ Melanoidins ตามลำดับ จึงทำให้สีของผักและผลไม้บริเวณที่ถูกตัด ผ่า หรือหั่น มีสีคล้ำลง

วิธีการป้องกันหรือชะลอกิจกรรมของเอนไซม์ Phenolase กระทำได้โดยวิธีต่างๆ เช่น

1. การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของผักและผลไม้โดยใช้สารละลายกรดอินทรีย์ต่างๆ
2. การใช้สารประกอบที่มีคุณสมบัติเป็น Anti-oxidant เช่น กรดแอสคอร์บิก ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

เพื่อลดปริมาณออกซิเจนที่จะเข้าร่วมทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ Phenolase การแช่ผักและผลไม้ในสารละลายที่มีแรงตึงผิวสูง เช่น น้ำเกลือ น้ำเชื่อม เพื่อลดปริมาณการแทรกซึมหรือละลายของออกซิเจนที่จะเข้าไปสัมผัสกับผักและผลไม้

ข. ปฏิกิริยาที่ไม่มีเอนไซม์เกี่ยวข้อง (non-enzymatic browning) เป็นสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียคุณภาพและสีของน้ำส้ม (Braddock; et. al. 1991) ได้แก่

1. การรวมตัวของกรดอะมิโนกับน้ำตาล โดยเฉพาะ reducing sugars ทำให้อาหารเกิดสีน้ำตาลและกลิ่นรสเปลี่ยนไป
2. การเผาไหม้ของน้ำตาลที่อุณหภูมิค่อนข้างสูงเนื่องจากน้ำในโมเลกุลของน้ำตาลระเหยไป จึงทำให้เกิดสารสีน้ำตาลไหม้เรียกว่า การเกิดคาราเมล (caramelization) เช่น การทำขนมหวานหรือลูกอมบางอย่าง
3. การเกิดออกซิเดชันของวิตามินซี โดยวิตามินซีเมื่อถูกอากาศจะเปลี่ยนแปลงให้เป็นสารสีน้ำตาลเกิดขึ้น

วิตามินซี หรือ กรดแอสคอร์บิก (ascobic acid) มีลักษณะ โมเลกุลคล้ายกับน้ำตาลกลูโคส ธรรมชาติของวิตามินซี เป็น L-ascobic acid มีคุณสมบัติเป็นสารที่มีฤทธิ์รีดิวซ์อย่างแรง เมื่อถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิไดส์แล้วจะเปลี่ยนไปเป็น L-dehydroascobic acid วิตามินซีในร่างกายจะอยู่ในสภาพรีดิวส์ ทั้ง ascobic acid และ dehydroascobic acid มีฤทธิ์เป็นวิตามินเหมือนกัน และสามารถเปลี่ยนกลับไปมาระหว่างสารประกอบทั้ง 2 ชนิดนี้ได้ โดยอาศัยปฏิกิริยา oxidation-reduction ที่ใช้เอนไซม์ แอสคอร์บิกออกซิเดสและกลูตาไรโอนดีฮัยโดรจีเนส (glutathionedehydrogenase)

**คุณสมบัติของวิตามินซี**

วิตามินซี เป็นผลึกสีขาว มีรสเปรี้ยว ละลายน้ำมีฤทธิ์เป็นกรด ถูกออกซิไดส์ได้ง่าย แม้โดยออกซิเจนในอากาศ เมื่อถูกออกซิไดส์แล้วจะเปลี่ยนไปเป็นกรดดีฮัยโดรแอสคอร์บิก ซึ่งจะถูก hydrolyzed ต่อไปในภาวะที่เป็นกลางหรือเป็นด่างได้ 2, 3-dioxo-L-gulonic acid ทองแดงมีฤทธิ์เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน ดังนั้นถ้าหากคัมอาหารด้วยภาชนะที่เป็นทองแดงจะมีการสูญเสียวิตามินซีมาก นอกจากนั้นยังถูกออกซิไดส์ได้โดย ascobic acid oxidase ที่มีอยู่ในพืช ดังนั้นในการวิเคราะห์หาปริมาณของวิตามินซีในผักและผลไม้ จึงต้องใส่กรดเมตาฟอสฟอริกลงไปก่อนที่จะทำให้เซลล์แตก เพื่อทำลายเอนไซม์ที่จะมาออกซิไดส์กรดแอสคอร์บิก

**การสูญเสียวิตามินซี (Braddock, 1999)**

เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจนที่ละลายในน้ำผลไม้ ที่มีการให้ความร้อนแก่น้ำผลไม้ โดยนิยมให้ความร้อนในระบบ HTST เพราะเกิดการสูญเสียวิตามินซีน้อย และเกิดจากการทำปฏิกิริยาของวิตามินซีกับน้ำตาลรีดิวส์ ทำให้สูญเสียวิตามินซีได้ (Nienaber and Shellhammer 2001)

**2.3.3 การเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากสาเหตุทางกายภาพ**

การเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากสาเหตุทางกายภาพนี้ ส่วนใหญ่ไม่เป็นอันตรายเพียงแต่อาหารจะเสื่อมเสียคุณภาพ อาจมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของอาหาร และอาจเป็นสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์และปฏิกิริยาเคมีต่อไป การเสื่อมเสียทางกายภาพที่สำคัญของน้ำผลไม้ตระกูลส้มคือ เกิดการสูญเสียทางด้านความขุ่น ซึ่งมีสาเหตุมาจากเอนไซม์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ เอนไซม์ที่พบในส้มคือ pectinmethylesterase (PME) ซึ่งมีผลทำให้เกิดการตกตะกอนในน้ำส้ม (Nienaber and Shellhammer 2001) โดยจะไฮโดรไลซ์พันธะเมทิลเอสเทอร์ของเพกติน ได้เป็นกรดเพกติกและเมทานอล การไฮโดรไลซ์เพกตินเป็นกรดเพกติกในภาวะมีแคลเซียมไอออนจะเกิดการเชื่อมพันธะระหว่างหมู่คาร์บอกซิลของกรดเพกติกกับแคลเซียมไอออนเกิดเป็นของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ (calcium pectate) จึงตกตะกอนลงมา (นิธิยา, 2545)

## 2.4 การถนอมอาหาร (พรพล, 2545)

ในปัจจุบันการถนอมอาหารได้เข้ามามีบทบาทในการดำเนินชีวิตของคนทั่วโลก เนื่องจากพฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหารมีการเปลี่ยนแปลงจากยุคสมัยก่อนไปมาก คนส่วนใหญ่ต้องการความสะดวกและรวดเร็วในการเตรียมอาหารแต่ละวัน จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ทางการถนอมอาหาร เข้าสู่ความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น และยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในอนาคต ทำให้จำเป็นต้องมีการเรียนรู้และศึกษาเกี่ยวกับการถนอมอาหารเพื่อใช้ประโยชน์ในการประกอบอาชีพต่อไป

### 2.4.1 ความสำคัญของการถนอมอาหาร

การถนอมอาหารมีประโยชน์และความสำคัญต่อชีวิตความเป็นอยู่ของคนเราในปัจจุบันหลายประการ ถ้าหากไม่มีการถนอมอาหาร ประชากรของประเทศไทยและพลโลกจะต้องประสบปัญหาเกี่ยวกับอาหารและโภชนาการเป็นอย่างมาก บางพื้นที่อาจจะประสบปัญหาการขาดแคลนอาหาร ในทางตรงกันข้ามบางพื้นที่อาจจะประสบปัญหาภัยพิบัติผลิตสินค้าในฤดูการผลิต ราคาผลผลิตต่ำ ผลผลิตเกิดการเน่าเสีย การบริโภคอาหารในชีวิตประจำวันไม่ได้รับความสะดวก ประชาชนจำนวนมากในบางภาคของประเทศที่อยู่ห่างไกลจากทะเล อาจประสบปัญหาโรคคอพอกที่เกิดจากการขาดสารไอโอดีน แต่ในปัจจุบันด้วยเทคโนโลยีทางการถนอมอาหารเจริญขึ้น จึงทำให้ปัญหาต่างๆ ดังได้กล่าวมาแล้วลดลงอย่างมาก ซึ่งจากการศึกษาพบว่าประโยชน์ของการถนอมอาหารนั้นมีหลายประการ ดังรายละเอียดที่จะกล่าวต่อไปนี้

**ประการที่ 1** ช่วยบรรเทาการขาดแคลนอาหาร การถนอมอาหารเป็นการเตรียมรับสถานการณ์การขาดแคลนอาหาร ได้โดยลดการสูญเสียของอาหารที่เป็นผลิตผลเกษตรและเก็บรักษาไว้ในรูปของผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป ซึ่งอาจนำมาใช้บริโภคได้ไม่เฉพาะแต่ในยามปกติเท่านั้น ในยามคับขัน เช่น เกิดสงคราม หรือเกิดภัยธรรมชาติ เกิดพายุฝนตกหนัก น้ำท่วม เส้นทางการคมนาคมถูกตัดขาด หรือเกิดภาวะแห้งแล้งผิดปกติ ตลอดจนเหตุการณ์ภายหลังโรคระบาดเกิดขึ้น อาหารที่เก็บถนอมไว้สามารถนำมาใช้เพื่อยังชีพเพื่อมนุษยด้วยกันได้ เป็นการลดความทรมานจากการหิวโหย และลดปัญหาของการขาดแคลนอาหารในหมู่เพื่อนมนุษย์ด้วยกัน

**ประการที่ 2** ช่วยให้เกิดการกระจายอาหาร ในบางประเทศในโลกไม่สามารถผลิตอาหารให้เพียงพอับความต้องการของประชากรได้ จำเป็นต้องอาศัยจากแหล่งผลิตอื่นๆ ของโลก หรือแม้แต่ในภาคต่างๆ ของประเทศไทยก็มีศักยภาพในการผลิตที่ไม่เท่ากัน จำเป็นต้องมีการกระจายของอาหารไปให้กันและกัน แต่ในการผลิตอาหารในรูปอาหารสดนอกจากจะไม่สะดวกแล้ว อาหารยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดการเน่าเสียได้ การขนส่งในรูปของอาหารแปรรูปทำให้สามารถกระจายอาหารไปยังที่ขาดแคลนได้อย่างทั่วถึง

**ประการที่ 3** ช่วยให้มีอาหารบริโภคนอกฤดูกาล ผลผลิตทางการเกษตรมีการผลิตเป็นฤดูกาลเพราะต้องอาศัยดินฟ้าอากาศ การถนอมอาหารจะช่วยทำให้มีการนำเอาผลผลิตที่ได้ในแต่ละช่วงมาแปรรูปเก็บไว้ได้เป็นเวลานาน ซึ่งเมื่อพ้นฤดูการผลิตผลผลิตเกษตรนั้นๆ ไปแล้ว ก็สามารถนำผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้มาบริโภคได้

**ประการที่ 4** ใช้อาหารเหลือให้เป็นประโยชน์ ในกระบวนการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรจะมีวัตถุดิบเหลือและทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ แต่ในปัจจุบันได้มีการนำอาหารเหลือทิ้งเหล่านั้นมาแปรรูปเพื่อใช้เก็บไว้เป็นอาหารและช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเจ้าของกิจการด้วย เช่น การทำสับประรดกระป๋อง จะมีเศษเนื้อของสับประรดเหลือทางโรงงานก็จะนำมาแปรรูปเป็นแยมสับประรดและน้ำสับประรด หรือน้ำมะพร้าวจากโรงงานผลิตกะทิกระป๋อง ก็สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตวุ้นสวรรค์

**ประการที่ 5** ช่วยให้เกิดความสะดวก การถนอมอาหารที่สมบูรณ์จะต้องมีการบรรจุไว้ในภาชนะที่เหมาะสมด้วย เป็นการป้องกันการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ภายนอกและขณะเดียวกันก็ทำให้อาหารแปรรูปมีชื่อได้เปรียบเหนืออาหารสดในแง่ที่สามารถขนส่งไปยังที่ต่างๆ ได้ไกล โดยที่อาหารไม่เน่าเสีย โดยเฉพาะอาหารที่ผ่านกรรมวิธีระเหยน้ำออกทำให้มีน้ำหนักเบา สามารถนำติดตัวไปได้ทุกหนทุกแห่งในท้องถิ่นห่างไกลความเจริญ ในป่า บนภูเขา หรือแม้แต่ในอวกาศที่ซึ่งไม่สามารถหาอาหารสดมาบริโภคได้

**ประการที่ 6** ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหารไว้ให้นานเนื่องจากอาหารที่ผ่านกระบวนการแปรรูปเพื่อถนอมอาหารไว้จะมีอายุการเก็บที่ยาวกว่าอาหารสด จึงทำให้นิยมแปรรูปอาหารสดก่อนที่จะขนส่งและกระจายอาหารไปยังแหล่งต่างๆ เพราะนอกจากจะเกิดความสะดวกแล้วการเน่าเสียก็จะเกิดขึ้นน้อยมาก เช่น อาหารกระป๋อง อาหารแห้ง อาหารฉายรังสี อาหารแช่เยือกแข็ง ล้วนแล้วแต่จะมีอายุการเก็บได้หลายเดือนจะกระทั่งเป็นปี

**ประการที่ 7** เกิดผลิตภัณฑ์อาหารชนิดใหม่ จากผลิตภัณฑ์อาหารสดเพียงชนิดเดียว ถ้านำมาแปรรูปเพื่อถนอมไว้จะเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่มีกลิ่นรสและลักษณะแตกต่างกันออกไป ได้หลายชนิด เช่น มะขาม สามารถจะนำมาทำเป็น มะขามแก้ว มะขามแช่อิ่ม มะม่วงสามารถทำเป็น มะม่วงคอง มะม่วงกวน และมะม่วงแช่อิ่ม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ประการที่ 8 ช่วยส่งเสริมให้เกิดอาชีพ** การถนอมอาหารเมื่อทำงานเกิดความชำนาญก็จะสามารถนำไปประกอบอาชีพได้ ตั้งแต่ระดับครอบครัวจนถึงระดับ โรงงานอุตสาหกรรม ดังที่ ปรากฏให้เห็นอย่างมากในปัจจุบัน

**ประการที่ 9 ช่วยเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรและลดปัญหาผลผลิตล้นตลาด** เนื่องจากผลผลิตทางการเกษตรเป็นการผลิตตามฤดูกาล เมื่อถึงฤดูการผลิตก็จะมีผลผลิตออกมาพร้อมกันมากจนบางครั้งล้นตลาดและทำให้ราคาตกต่ำ การถนอมอาหารจะช่วยนำเอาผลผลิตที่ล้นตลาดมาแปรรูป ซึ่งจะเป็นการลดปัญหาภาวะล้นตลาดและราคาผลผลิตตกต่ำได้ทางหนึ่ง ขณะเดียวกันผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปแล้วก็มีมูลค่าเพิ่มขึ้นอีกด้วย เช่น มะเขือเทศ ในรูปของผลผลิตสด จะมีอายุการเก็บสั้น หน่ายเสียง่าย ถ้ามีมากเกินไปความต้องการราคา ก็จะตกต่ำ แต่เมื่อมีการสร้าง โรงงานแปรรูปมะเขือเทศขึ้นมา ก็จะช่วยให้ราคาของมะเขือเทศไม่ต่ำจนเกินไป หรือบางครั้งก็อาจได้รับประกันราคาจากโรงงานด้วย

#### 2.4.2 หลักการถนอมอาหาร

การถนอมอาหารมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญคือ ต้องการที่จะเก็บรักษาอาหารไว้ให้นานที่สุดซึ่งอาหารจะเก็บไว้ได้นานโดยไม่เน่าเสียก็ต้องหลีกเลี่ยงจุลินทรีย์ไม่ให้เจริญในอาหาร ดังนั้นการที่จะทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถก่อให้เกิดการเน่าเสียแก่อาหารที่ผ่านกระบวนการถนอมอาหารไปแล้วนั้น มีหลักการดังต่อไปนี้

1. การกำจัดจำนวนจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและทำให้อาหารเน่าเสีย โดยหลักการนี้เป็นการแยกจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและทำให้อาหารเน่าเสียออกจากอาหารด้วยเครื่องกรองจุลินทรีย์ (microfiltration) หรืออาศัยแรงเหวี่ยงวิธีนี้จะสามารถรักษากลิ่น รสชาติและลักษณะที่ต้องการ ได้ดีกว่าการใช้ความร้อน

2. การลดกิจกรรมของเอนไซม์และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและทำให้อาหารเสื่อมเสีย หลักการนี้เป็นการทำให้กิจกรรมของเอนไซม์เกิดได้ช้าลง หรือเป็นการลดการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหาร ซึ่งอาจทำได้โดยการลดอุณหภูมิให้ต่ำลง การเปลี่ยนแปลงพีเอช การลดค่า  $a_w$  (water activity) ของอาหาร การกำจัดออกซิเจน และการใช้สารเคมีที่มีฤทธิ์ต่อต้านจุลินทรีย์

3. การทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสีย และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ การถนอมอาหารโดยหลักการนี้ มุ่งที่จะทำลายจุลินทรีย์ซึ่งจะเป็นจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคเพียงอย่างเดียวหรือจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสีย ซึ่งทำได้โดยการใช้ความร้อน และการฉายรังสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์และเอนไซม์บางชนิด ซึ่งหลักการนี้เป็นการส่งเสริมให้จุลินทรีย์บางชนิดที่ไม่ทำให้เกิดโรค และไม่ทำให้อาหารเน่าเสียเจริญขึ้นในอาหาร และสร้างสารต่างๆ เช่น กรด แอลกอฮอล์ ก๊าซ ที่ทำให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมในการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย จึงทำให้อาหารปลอดภัยในการบริโภคและสามารถถนอมอาหารไว้ได้ ซึ่งทำได้โดยการหมักดอง

5. การรักษาความสะอาดเป็นวิธีการที่สำคัญที่จะป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์ปนเปื้อนไปในอาหารเพราะในการแปรรูปอาหารแต่ละวิธีนั้น ปริมาณของจุลินทรีย์เริ่มต้นที่มีอยู่ในอาหารจะมีผลต่อการแปรรูปและเก็บรักษาอาหารที่ผ่านกระบวนการแปรรูปมาแล้วอย่างมาก วัตถุประสงค์ที่ปนเปื้อนสิ่งสกปรกมากๆ หรือเกิดการเน่าเสียตั้งแต่เริ่มต้นไม่ควรที่จะนำมาใช้แปรรูป เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพต่ำและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคโดยรวม ทั้งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคอีกด้วย การรักษาความสะอาดเป็นหัวใจสำคัญในการถนอมอาหารและควรตระหนักอยู่ตลอดเวลาในการทำงาน โดยจะต้องเอาใจใส่ในการรักษาความสะอาดตั้งแต่การเตรียมวัตถุดิบไปจนถึงการเก็บผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปแล้ว รวมทั้งภาชนะที่ใช้บรรจุและผู้จับต้องอาหารทั้งหมด

6. การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในเรื่องของความสะอาดแล้วนั้น แม้ว่าการถนอมอาหารจะมีการรักษาความสะอาดที่ดีเพียงใดก็ตาม แต่ก็ไม่สามารถจะป้องกันจุลินทรีย์ไม่ให้ปนเปื้อนลงในอาหารขณะทำการเตรียมได้ เพราะจุลินทรีย์นี้เป็นสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ดังนั้นเมื่อไม่สามารถหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ลงไปในการได้วิธีที่ดีที่สุดที่จะถนอมอาหารไว้ให้นานก็คือ จะต้องยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหารเหล่านั้นซึ่งวิธีการที่นิยมนำมาใช้ในปัจจุบัน ได้แก่

#### 1. การถนอมอาหารโดยใช้ความร้อน

อาศัยหลักการที่ว่าความร้อนจะสามารถทำลายจุลินทรีย์และเอนไซม์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในอาหารซึ่งเป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสียเพราะความร้อนจะทำให้โปรตีนเปลี่ยนสภาพธรรมชาติไป (denature) จุลินทรีย์และเอนไซม์ประกอบด้วยโปรตีน ดังนั้นจึงควรใช้ความร้อนทำลายได้การใช้ความร้อนซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการยืดอายุการเก็บรักษาอาหารและลดจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอาจทำได้โดยวิธีการ ดังนี้

## 1.1 การใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ (pasteurization)

เป็นการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้ความร้อนที่ต่ำกว่าจุดเดือด คือ ใช้อุณหภูมิประมาณ 60-85 องศาเซลเซียส โดยมุ่งทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ความร้อนระดับนี้ จะทำให้อาหารปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคต่อมนุษย์ จุลินทรีย์ที่ไม่ทนความร้อน รวมทั้งจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่อยู่ในรูปของเซลล์ แต่ไม่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ทุกชนิด

การถนอมอาหารที่ใช้ความร้อนต่ำกว่าอุณหภูมิของน้ำเดือด มีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งทำลายจุลินทรีย์พวกที่ไม่สร้างสปอร์และก่อให้เกิดโรคแก่มนุษย์ (pathogenic bacteria) และช่วยลดปริมาณแบคทีเรียชนิดอื่นๆ ที่ไม่ทนความร้อนเพื่อคงไว้ซึ่งคุณภาพของอาหารนั้นๆ เช่น ถ้าใช้ความร้อนสูงฆ่าเชื้อในน้ำนมวัวจะทำให้โปรตีนในน้ำนมจับตัวกันเป็นก้อนทำให้เสียคุณลักษณะในการบริโภคอาหารที่ถนอมรักษาโดยวิธีนี้ต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ การใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ทำได้ 2 ระบบ ดังนี้

ระบบฆ่าอุณหภูมิต่ำหรือ LTLT (low temperature long time) เป็นระบบที่ให้ความร้อนขึ้นต่ำกว่าจุดเดือด ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วทำให้เย็นทันที นับว่าเป็นวิธีที่ง่ายสามารถทำได้ในระดับครอบครัว โดยนำอาหารที่ต้องการพาสเจอร์ไรส์ใส่ภาชนะที่เหมาะสม ตั้งไฟให้ร้อนถึงอุณหภูมิที่ต้องการวัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์ จับเวลาตามที่กำหนด หรือจะบรรจุอาหารใส่ขวดแล้วนำไปตั้งในน้ำที่ต้มให้ร้อนจนถึงอุณหภูมิดังกล่าวก็ได้

ตารางที่ 2.1 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาของการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์อาหารในระดับพาสเจอร์ไรส์

ผลิตภัณฑ์อาหาร	อุณหภูมิในการให้ความร้อน( องศาเซลเซียส )	เวลา	ระบบที่ใช้
ผลิตภัณฑ์นม	71.7	15 วินาที	HTST
ไวน์และเบียร์	82-87	1-2 นาที	HTST
ผลไม้แห้ง	65.6-85	30-90 นาที	LTLT
น้ำองุ่น	76.7	30 นาที	LTLT
นม	72-75	15 วินาที	HTST
ครีม	> 80	3-5 วินาที	HTST

ที่มา : พรพล (2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเร็วอุณหภูมิสูง HTST (high temperature short time) เป็นระบบที่ให้ความร้อนในระดับสูงขึ้นแต่ใช้เวลาสั้นลง คือที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที แล้วทำให้เย็นโดยเร็ว ระบบนี้มักจะเป็นแบบต่อเนื่อง เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบเฉพาะ

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์

ผลิตภัณฑ์อาหาร	การให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์	
	อุณหภูมิ	เวลา
อาหารที่มีความเป็นกรดสูง น้ำผลไม้	65 องศาเซลเซียส	30 นาที
	77 องศาเซลเซียส	1 นาที
	88 องศาเซลเซียส	15 วินาที
	65-68 องศาเซลเซียส	20 นาที
เบียร์	72-75 องศาเซลเซียส	1-4 นาที
อาหารที่มีความเป็นกรดปานกลาง และที่มีความเป็นกรดต่ำ ไข่แดง	64.4 องศาเซลเซียส	2.5 นาที
	60 องศาเซลเซียส	3.5 นาที
	65 องศาเซลเซียส	30 นาที
	71 องศาเซลเซียส	15 นาที
	80 องศาเซลเซียส	10 นาที
ไอศกรีม		

ที่มา: พรพล (2545)

จุดประสงค์ในการถนอมอาหารโดยใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ในการใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ มีจุดประสงค์ดังนี้

1. ต้องการถึงความสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ เช่น น้ำส้มไม่ต้องการให้เกิดการสูญเสียวิตามินซี
2. ต้องการให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ดีคงเดิม เช่น นำนมไม่ต้องการให้โปรตีนจับตัวเป็นก้อน
3. ต้องการทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้บางชนิดเท่านั้น เช่น ในนมนมให้ความร้อนที่พอจะทำลายเชื้อวัณโรคเท่านั้น
4. ทำลายจุลินทรีย์ในอาหารส่วนใหญ่ซึ่งไม่สามารถทนความร้อนสูงๆ ได้ เช่น ยีสต์และราในน้ำผลไม้ น้ำผักดอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เมื่อต้องการทำลายจุลินทรีย์บางชนิดที่ขัดขวางการเจริญของจุลินทรีย์ที่ต้องการ เช่น ในการหมักไวน์ต้องต้มหรือทำลายจุลินทรีย์อื่น แล้วเพาะเชื้อที่ต้องการ
6. เมื่อเชื้อจุลินทรีย์ได้รับการควบคุมร่วมกับวิธีการอื่น เช่น น้ำนมหลังพาสเจอร์ไรส์ต้องเก็บแช่เย็น

**ปัจจัยที่มีผลต่อการให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ในการเลือกใช้การให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์แก่ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด จำเป็นจะต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ดังนี้**

1. องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์อาหารมีปัจจัยที่ต้องพิจารณาดังนี้

1.1 พีเอชของอาหาร อาหารที่มีพีเอชต่ำ เช่น น้ำผลไม้ ผัก และผลไม้ดอง สามารถที่จะใช้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรส์ก็เพียงพอแล้ว เนื่องจากค่าพีเอชต่ำ มีผลช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ที่อาจก่อให้เกิดโรคหรือเกิดการเสื่อมเสียอยู่แล้ว

1.2 เกลือ เนื่องจากเกลือมีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ ดังนั้น ในผลิตภัณฑ์ที่เติมหรือใช้หรือมีปริมาณเกลือสูง เช่น ผลิตภัณฑ์น้ำปลา จึงสามารถที่จะใช้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรส์ในการฆ่าเชื้อได้เพียงพอ

1.3 น้ำตาล ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบในปริมาณสูง เช่น นมข้นหวาน หรือผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมเข้มข้น สามารถที่จะใช้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรส์ในการฆ่าเชื้อได้เพียงพอ เนื่องจากผลของความดันออสโมติกสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ นอกจากนี้แล้วในผลิตภัณฑ์ประเภทนี้จะมีปริมาณของค่า  $a_w$  ที่ต่ำลงเมื่อความเข้มข้นของน้ำตาลสูงขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทนเป็นเนิ่นมากยิ่งขึ้นด้วย

2. คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในแต่ละผลิตภัณฑ์ที่มีผลโดยตรงต่อคุณภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์นั้น เช่น กรณีของนมนิยมจะใช้การให้ความร้อนในระบบ HTST มากกว่าระบบ LTLT เป็นต้น

นอกจากนี้แล้วการให้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรส์ยังจำเป็นต้องคำนึงถึงจำนวนของจุลินทรีย์เริ่มต้น เช่น ถ้าในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดเดียวกัน แต่มีจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นต่างกัน เนื่องจากใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพต่างกันหรือขั้นตอนในการเตรียมวัตถุดิบต่างกัน จะทำให้ผลิตภัณฑ์ภายหลังจากผ่านการให้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรส์แล้วมีจำนวนจุลินทรีย์ที่เหลืออยู่ต่างกัน ผลิตภัณฑ์ที่มีจำนวนจุลินทรีย์เหลืออยู่มากจะสามารถเก็บรักษาได้ในเวลาอันสั้นกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีจุลินทรีย์เหลืออยู่น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีของจุลินทรีย์ยังจำเป็นต้องพิจารณาถึงชนิดของจุลินทรีย์ที่รอดชีวิต เนื่องจากจุลินทรีย์บางชนิดมีความสามารถในการต้านทานความร้อน เช่น แบคทีเรียที่สามารถสร้างสปอร์ได้ ดังนั้นจึงอาจมีชีวิตรอดอยู่ ภายหลังจากที่ผ่านการให้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรส์ ผลผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการให้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรส์จำเป็นต้องทำให้เย็นลงทันที เพื่อป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์ที่รอดชีวิตสามารถเพิ่มจำนวนขึ้นได้ เพราะถ้าจุลินทรีย์ที่มีชีวิตรอดนี้อาจสามารถก่อให้เกิดการเสื่อมเสียผลิตภัณฑ์ได้ ถ้าผลิตภัณฑ์ไม่ได้เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เช่น กรณีของน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ที่กำหนดตามท้องตลาดจำเป็นต้องแช่ตู้เย็น จึงจะสามารถเก็บรักษาได้เกิน 1 สัปดาห์ เป็นต้น หรืออาจใช้วิธีการถนอมอาหารวิธีอื่นช่วย เช่น ต้องบรรจุผลิตภัณฑ์ลงในบรรจุภัณฑ์อย่างถูกสุขลักษณะอีกด้วย

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าการให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์นั้น จะใช้อุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำ (100 องศาเซลเซียส) ทั้งนี้เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคทุกชนิด แต่เนื่องจากการให้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรส์นี้ สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้เพียงบางส่วนเท่านั้น ดังนั้นผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการให้ความร้อนระดับนี้จึงจำเป็นต้องอาศัยวิธีการอื่นๆ ที่เหมาะสม เพื่อจำกัดสภาวะให้จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหาร ไม่ให้สามารถเจริญได้ หรือเจริญได้ในปริมาณที่น้อยที่สุด และสามารถเก็บผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้นทั้งนี้วิธีการนี้นิยมใช้ให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการให้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรส์ได้นานขึ้น โดยไม่ทำให้อาหารเสื่อมเสียนั้น พอจะสรุปได้ดังนี้

1. การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ในตู้เย็น (อุณหภูมิประมาณ 4-10 องศาเซลเซียส) เช่น นมพาสเจอร์ไรส์
2. การเติมสารบางชนิดเพื่อให้เกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ เช่น การเติมกรดในน้ำผลไม้
3. การควบคุมสภาพปราศจากอากาศ เช่น การบรรจุผลิตภัณฑ์แบบสุญญากาศ
4. การดึงน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ เช่น การเติมน้ำตาลในนมข้นหวาน
5. การเติมวัตถุกันเสีย เช่น กลีโกลิซอเดียมเบนโซเอตในผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้

การลวก จัดเป็นวิธีการให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์แบบหนึ่งที่ใช้สำหรับการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในผักและผลไม้ก่อนการแปรรูปอาหารด้วยวิธีการอื่น ๆ เช่น การแช่เยือกแข็ง ทั้งนี้เพราะการลวกจะทำลายจุลินทรีย์ที่ผิวและเอนไซม์บางชนิดเท่านั้น เหมือนกับการให้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรส์ (Pao, 2002)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลของการใช้ความร้อนสูงต่อคุณภาพของอาหาร

การใช้ความร้อนสูงทำลายเอนไซม์และจุลินทรีย์ ทำให้สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการของอาหารเปลี่ยนแปลง ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องใช้ความร้อนที่พอเหมาะ ถ้ามากเกินไปก็ย่อมทำให้คุณภาพของอาหารด้อยลง ดังนี้

1. สี ความร้อนทำลายเม็ดสีจึงทำให้สีของผักและผลไม้เปลี่ยนไปจากเดิม การใช้อุณหภูมิสูง เวลาค้น ทำให้สีเปลี่ยนแปลงได้ช้ากว่าการใช้อุณหภูมิต่ำแต่เวลานาน นอกจากนี้อาหารที่บรรจุขวดใส ผลจากแสงยังทำให้อาหารซีดลงและอาจทำให้กลิ่นรสผิดไป นอกจากนี้กัมมะถันในอาหารที่มีโปรตีนสูง หรือผักตระกูลกะหล่ำปลีอาจทำปฏิกิริยากับเหล็กทำให้อาหารมีสีคล้ำได้

2. กลิ่น รส และเนื้อสัมผัส เช่นเดียวกับสี ความร้อนต่ำ ระยะเวลาสั้น ทำให้กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสของอาหารเปลี่ยนแปลงไปได้มากกว่าความร้อนสูง ระยะเวลาสั้น และสารที่ทำให้อาหารขึ้น เช่น เจลาติน แป้ง และเพกติน จะสลายตัวเมื่อได้รับความร้อนสูงหรือนานเกินไป เนื้อสัตว์เท่านั้นที่จะมีกลิ่นรสดีเมื่อได้รับความร้อน

3. คุณค่าทางโภชนาการ ความร้อนในกระบวนการบรรจุกระป๋องมีผลต่อสารอาหารต่างๆ ดังนี้

3.1 ความร้อนทำให้โปรตีนเปลี่ยนสภาพธรรมชาติ ความร้อนขึ้นต่ำช่วยให้โปรตีนย่อยง่ายขึ้น แต่การใช้ความร้อนสูง และเวลานานเกินไปกลับทำให้โปรตีนย่อยยากขึ้น เอนไซม์ไม่สามารถย่อยโปรตีนที่กินเข้าไปแล้วบางส่วนได้ ร่างกายจึงไม่ได้รับประโยชน์เต็มที่

3.2 ความร้อนเร่งปฏิกิริยาการหืนของไขมัน ในอาหารกระป๋องที่ผ่านกรรมวิธีอย่างถูกต้อง เอนไซม์ไลเปสที่จุลินทรีย์ผลิตขึ้นมาจะถูกทำลายด้วยความร้อน อีกทั้งสภาพสุญญากาศทำให้ไม่มีการเติมออกซิเจน จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับสภาพไขมัน

3.3 น้ำตาลและแป้งสลายตัวเมื่อให้ความร้อนสูงเป็นเวลานาน ทำให้เกิดปฏิกิริยาซึ่งให้สารสีน้ำตาล และเกิดน้ำตาลไหม้ขึ้น

3.4 การบรรจุกระป๋องทำให้วิตามินที่ละลายในน้ำสูญเสียได้มากกว่าวิตามินที่ละลายในไขมัน วิตามินบี 1 สลายตัวง่ายเมื่อได้รับความร้อน แต่จะคงตัวขึ้นในสารละลายที่เป็นกรด ตามปกติอาหารกระป๋องที่เป็นกรด ไม่จำเป็นต้องใช้ความร้อนสูงมากอยู่แล้ว วิตามินชนิดนี้จึงสูญเสียไม่มากนัก วิตามินบี 2 ทนความร้อนได้แต่ถูกทำลายโดยแสงจึงสูญเสียอย่างมาก ยกเว้นอาหารที่บรรจุขวดซึ่งสูญเสียมากกว่าอาหารกระป๋อง วิตามินซีถูกทำลายด้วยความร้อนต่ำและระยะเวลานาน การใช้อุณหภูมิสูงระยะเวลาสั้นๆ ในกระบวนการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ช่วยรักษาปริมาณวิตามินซี ส่วนทางด้านกรดเพนโทเทอิก ไบโอติน วิตามินเอและดี พบว่าทนทานความร้อนได้ดี การใช้ความร้อนสูงจึงไม่มีผลต่อสารอาหารเหล่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 การใช้ความร้อนระดับสเตอริไลส์ (sterilization)

เป็นการทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มีอยู่ในอาหาร รวมทั้งสปอร์ และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ทุกชนิด โดยใช้ความร้อนระดับสูงกว่าจุดเดือด ประมาณ 100-130 องศาเซลเซียส จึงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากในการถนอมอาหาร อาหารที่ผ่านการให้ความร้อนแล้วจะต้องบรรจุในสุญญากาศ และในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท เพื่อป้องกันไม่ให้มีการปนเปื้อนเข้าไปในอาหารอีก

## 2. การถนอมอาหารโดยใช้ความเย็น

เป็นการลดอุณหภูมิของอาหารลงให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส เพื่อให้กระบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) และการเจริญของจุลินทรีย์ รวมทั้งกิจกรรมของเอนไซม์เกิดได้ช้าลง จึงเป็นการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ชะลอการเน่าเสีย และลดอัตราการเปลี่ยนแปลงทางเคมี รวมทั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ในอาหาร ทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาอาหารไว้ระยะหนึ่ง การลดอุณหภูมิจะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์เท่านั้น แต่ไม่สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ การลดอุณหภูมิให้ต่ำลงอาจทำได้โดยวิธีการ ดังนี้

2.1 การแช่เย็น (chilling) เป็นวิธีการใช้อุณหภูมิต่ำในระดับตู้เย็นเพื่อเก็บรักษาอาหารสดหรืออาหารที่ผ่านการแปรรูปและเปิดมาบริโภคบางส่วน ให้สามารถเก็บไว้ได้นานกว่าที่อุณหภูมิห้อง เพราะอุณหภูมิต่ำสามารถทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ช้าลง จึงไม่สามารถแบ่งตัวเพิ่มจำนวนและทำให้อาหารเสียได้ อุณหภูมิระดับนี้ยังช่วยป้องกันการเสื่อมเสีย เช่น การเหี่ยวของกะหล่ำปลี การหืนของไขมัน และการเปรี้ยวของนมได้

2.2 การแช่เยือกแข็ง (freezing) เป็นการใช้อุณหภูมิต่ำกว่าระดับจุดเยือกแข็งของน้ำ เพื่อป้องกันและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ โดยการแช่เยือกแข็งเป็นการทำให้น้ำอิสระในอาหารกลายเป็นน้ำแข็ง จุลินทรีย์จึงไม่สามารถนำน้ำอิสระนั้นมาใช้ในการเจริญได้อย่างเพียงพอ อุณหภูมิที่ต่ำมากจนถึง -10 องศาเซลเซียส ยังทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญหรือได้ช้ามากด้วยเช่นกัน แต่หากจะป้องกันการเปลี่ยนแปลงสี หรือกลิ่นรสของอาหารจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ จะต้องลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่า -18 องศาเซลเซียส สำหรับผักและผลไม้ จะต้องทำลายเอนไซม์ด้วยการลวกก่อนที่จะนำไปแช่แข็ง การแช่เยือกแข็งในอุตสาหกรรมจะใช้อุณหภูมิต่ำมากจนถึง -40 องศาเซลเซียส ซึ่งเพียงพอที่จะทำให้อาหารสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน และยังคงมีคุณภาพดี การสูญเสียวิตามินต่างๆ ในการแช่เยือกแข็งเกิดขึ้นได้น้อยมาก เมื่อเทียบกับการถนอมและการแปรรูปอาหารชนิดอื่น แต่จะเกิดการสูญเสียคุณภาพได้ระหว่างการแช่เยือกแข็ง การเก็บรักษา และการคืนสภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเย็นมีผลต่อการถนอมอาหารได้เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิต่ำ การเจริญของจุลินทรีย์จะหยุดชะงัก เอนไซม์จะลดปฏิกิริยาการทำงานลง ทำให้การเน่าเสียลดลง และอัตราการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของอาหารจะลดต่ำลง แต่อย่างไรก็ตาม ความเย็นไม่สามารถจะทำลายจุลินทรีย์ให้อาหารนั้นปลอดภัยได้ การใช้ความเย็นในการถนอมอาหารมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

## ประเภทของการถนอมอาหารโดยใช้ความเย็น

การถนอมอาหารโดยใช้ความเย็น แบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การแช่เย็น (chilling) ปกติจะใช้อุณหภูมิตั้งที่ 5-10 องศาเซลเซียส วิธีนี้ไม่ถือว่าเป็นการถนอมอาหารอย่างแท้จริง เพียงแต่เป็นการเก็บรักษาไว้ชั่วคราวระยะหนึ่งก่อนส่งออกจำหน่าย หรือเข้าสู่โรงงานแปรรูปและนิยมใช้กับอาหารที่เสื่อมเสียคุณลักษณะ เมื่อนำไปแช่เยือกแข็ง การแช่เย็นมีจุดประสงค์ 3 ประการ คือ

1.1 เพื่อรักษาความสด และยืดอายุการเก็บรักษาอาหารที่เน่าเสียง่าย เช่น การแช่ผักเย็น ผลไม้ เนื้อสัตว์

1.2 เพื่อช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของอาหาร เช่น การแช่เย็นเนื้อสัตว์ การฆ่า การบ่มเนยแข็ง ซึ่งจะช่วยให้เนื้อสัตว์นุ่ม และช่วยเพิ่มกลิ่นรสให้แก่ผลิตภัณฑ์บางชนิด

1.3 เพื่อช่วยยืดอายุการขายของอาหารสำเร็จรูปบางชนิด เช่น ผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์ อาหารสำเร็จรูปพร้อมบริโภค และน้ำผลไม้สดพาสเจอร์ไรส์ เป็นต้น

2. การแช่เยือกแข็ง (freezing) คือ การนำอาหารมาแช่เย็นจนแข็งที่อุณหภูมิต่ำมากๆ แต่นิยมทำที่อุณหภูมิต่ำกว่า -10 องศาเซลเซียส เพื่อให้เนื้อที่มีอยู่ในอาหารกลายเป็นผลึกน้ำแข็ง อาหารที่แช่เยือกแข็งสามารถเก็บไว้ได้นานถึงปีในห้องเย็น (cold storage) ที่ควบคุมอุณหภูมิได้คงที่ประมาณ -18 องศาเซลเซียส กระบวนการแช่เยือกแข็งนี้สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

2.1 การแช่เยือกแข็งอย่างช้า (slow freezing) คือการทำให้อาหารแข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำประมาณจุดเยือกแข็งช้าๆ โดยใช้เวลาประมาณ 3-72 ชั่วโมง วิธีนี้ได้แก่ การแช่อาหารแข็งในช่องของตู้เย็นที่ใช้ตามบ้าน ซึ่งจะมีอุณหภูมิตั้งที่ -1 ถึง -15 องศาเซลเซียส แล้วแต่ประสิทธิภาพของตู้เย็น การแช่เยือกแข็งแบบนี้พบว่าผลึกน้ำแข็งที่เกิดขึ้นในเนื้ออาหารมีขนาดใหญ่ ทำให้ไปดันผนังเซลล์ของเนื้อสัตว์ ผักและผลไม้ เกิดการบอบช้ำและฉีกขาดขึ้นได้ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของอาหาร หลังจากผลึกน้ำแข็งละลายจนอาหารกลับสู่สภาพเดิม อาหารนั้นจะมีลักษณะและชุ่มน้ำและมีส่วนของเหลวภายในเซลล์ไหลออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การแช่เยือกแข็งอย่างรวดเร็ว (quick freezing) คือ การนำอาหารมาผ่านอุณหภูมิต่ำในช่วงที่สามารถทำให้เกิดผลึกน้ำแข็งได้มากที่สุด ในระยะเวลาอันสั้นไม่ควรเกินกว่า 30 นาที วิธีนี้พบว่าผลึกน้ำแข็งจะมีขนาดเล็กละเอียด ไม่ทำให้เซลล์ของอาหารบอบช้ำมากนัก ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารในปัจจุบัน ทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับการออกแบบเครื่องมือแช่เยือกแข็ง และชนิดของผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาแช่เยือกแข็ง

จุดประสงค์ของการแช่เยือกแข็ง มี 2 ประการ คือ

1. เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร และการเก็บรักษาวัตถุดิบสำหรับโรงงาน เช่น ปลาทูน่าแช่เยือกแข็ง
2. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็ง ให้สอดคล้องกับชีวิตความเป็นอยู่ในสังคม โดยเน้นผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่เยือกแข็งต่างๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีการศึกษาและขั้นตอนการดำเนินงาน

#### 3.1 วัสดุดิบ

ส้มเขียวหวาน ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus reticulata* Blanco จากรังสิตคลอง 12 อายุประมาณ 9 – 10 เดือน

#### 3.2 อาหารสำหรับเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

1. Potato Dextrose Agar (Scharlau)
2. Yeast extract (Scharlau)
3. Tryptone (Scharlau)
4. Dextrose (Fluka)
5. Sodium hydroxide (Merck)
6. 2,6-dichlorophenol (Merck)
7. Tartaric acid (Merck)
8. Phenolphthalein (Fluka)
9. Ascorbic acid (Fluka)
10. Meta phosphoric acid (Merck)
11. Dipotassium phosphate (Merck)

#### 3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงการพิเศษ

1. spectrophotometer (JENWAY)
2. pH Meter (Denver model 215 )
3. Colorimeter (Minolta CR-300)
4. Centrifuge (Hermle Z383K)
5. Auto clave (TOMY,SS-325)
6. Hand Refractometer 0-32 °Brix (N.O.W.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 วิธีการดำเนินการทดลอง

#### 3.4.1 ศึกษาคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพของส้ม

นำผลส้มมาล้างให้สะอาด นำผลส้มมาผ่าครึ่งแล้วคั้นเป็นน้ำส้ม นำน้ำส้มที่ได้มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเคมี ทางกายภาพ และคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

#### 3.4.2 ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาของการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนต่อคุณภาพของน้ำส้ม

โดยศึกษาผลของอุณหภูมิ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส) และเวลาที่เหมาะสม (1 2 และ 3 นาที) ของการจุ่มผลส้มในน้ำร้อน โดยมีวิธีการเตรียมดังนี้

1. คัดคุณภาพของผลส้มโดยพิจารณาจากลักษณะต่างๆ เช่น สี ขนาด และไม่น่าเสีย
2. นำผลส้มมาล้างให้สะอาดด้วยน้ำ แล้วนำผลส้มจุ่มลงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 70 80 หรือ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 2 หรือ 3 นาที
3. นำผลส้มที่ผ่านการจุ่มในน้ำร้อนมาผ่าครึ่ง แล้วคั้นเป็นน้ำส้ม
4. นำน้ำส้มที่ได้จากการจุ่มผลส้มน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆมาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ เคมี กายภาพ และการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส

#### 3.4.3 ศึกษาผลของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ต่อคุณภาพของน้ำส้ม

โดยการศึกษาคัดผลของอุณหภูมิ (40 45 50 55 60 65 และ 70 องศาเซลเซียส) และ (เวลา 10 และ 15 นาที) ในการให้ความร้อนต่อคุณภาพของน้ำส้ม โดยมีวิธีการเตรียมดังนี้

1. คัดคุณภาพของผลส้ม นำผลส้มมาล้างให้สะอาดด้วยน้ำ แล้วนำผลส้มจุ่มลงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม จากข้อ 3.4.2
2. นำผลส้มที่ผ่านการจุ่มในน้ำร้อนมาผ่าครึ่ง แล้วคั้นเป็นน้ำส้ม
3. นำน้ำส้มไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 40 45 50 55 60 65 หรือ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 หรือ 15 นาที
4. นำน้ำส้มที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆมาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ เคมี กายภาพ และการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.4 ศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของน้ำส้ม

นำผลิตภัณฑ์น้ำส้มที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมจากข้อ 3.4.3 มาศึกษาผลของอุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของน้ำส้ม โดยมีวิธีการเตรียมดังนี้

1. คัดคุณภาพของผลส้ม นำผลส้มมาล้างให้สะอาดด้วยน้ำ แล้วนำผลส้มจุ่มลงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม จากข้อ 3.4.2
2. นำผลส้มที่ผ่านการจุ่มในน้ำร้อนมาผ่าครึ่ง แล้วคั้นเป็นน้ำส้ม
3. นำน้ำส้มไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม จากข้อ 3.4.3
4. นำน้ำส้มที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 10 หรือ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน
5. ทำการตรวจสอบคุณภาพของน้ำส้มทางด้านจุลินทรีย์ทุก 2 วัน ส่วนคุณภาพทางเคมีทางกายภาพทุก 3 วัน

### 3.4.5 การวิเคราะห์คุณภาพของตัวอย่างน้ำส้ม

#### 3.4.5.1 คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่

ปริมาณยีสต์และรา โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

ปริมาณแบคทีเรีย โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ orange serum agar

#### 3.4.5.2 คุณภาพทางเคมี ได้แก่

ค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้เครื่องวัดพีเอช

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้โดยใช้ Hand Refractometer

ปริมาณกรด (% acidity) ในรูปกรดซิตริก (AOAC, 1990)

ปริมาณวิตามินซี (AOAC, 1990)

#### 3.4.5.3 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

ค่าสี ในระบบ  $L^*a^*b^*$

ค่าปฏิกริยาสีน้ำตาล โดยใช้วิธีการของ Braddock; et. al. (1991)

ค่าอัตราคงตัวของความขุ่น โดยใช้วิธีการของ Nienaber and Shellhammer (2001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 3.4.5.4 การยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสได้แก่

ทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสแบบ five point hedonic scale โดยใช้ผู้ร่วมทดสอบทั้งหมด 20 คน โดยจะทดสอบการยอมรับทางด้านสี กลิ่นและรสชาติ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำส้มคววม โดยการให้คะแนน การยอมรับ คือ

- ยอมรับมากที่สุด	ให้เท่ากับ	5
- ยอมรับมาก	ให้เท่ากับ	4
- ยอมรับปานกลาง	ให้เท่ากับ	3
- ยอมรับน้อย	ให้เท่ากับ	2
- ยอมรับน้อยที่สุด	ให้เท่ากับ	1

นำคะแนนที่ได้ไปหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางด้านสถิติ โดย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) สำหรับโปรแกรมที่ใช้คือ SPSS for Windows



## บทที่ 4

### ผลการทดลองและอภิปรายผล

#### 4.1 คุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ และคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำส้ม

นำผลส้มที่ผ่านการคัดคุณภาพมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ นำมาผ่าครึ่งแล้วคั้นเป็นน้ำส้ม จากนั้นนำมาศึกษาคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก ปริมาณวิตามินซี ค่าสี และปริมาณจุลินทรีย์ ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ และคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำส้ม

คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ	ช่วงของค่าที่ได้	ค่าเฉลี่ย
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	4.05-4.53	4.29
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ( $^{\circ}$ Brix)	10.20-11.20	10.98
ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก (ร้อยละ)	0.57-0.72	0.69
ปริมาณวิตามินซี (mg/100 ml)	40.55-51.37	45.96
ค่าสีระบบ $L^*a^*b^*$ <sup>(1)</sup>		
- $L^*$	31.64-34.81	33.23
- $a^*$	+3.75-4.92	4.34
- $b^*$	+16.29-20.38	18.34
ยีสต์และรา (CFU/ml)	$2.9 \times 10^3$ - $3.3 \times 10^3$	$3.1 \times 10^3$
แบคทีเรีย (CFU/ml)	$4.5 \times 10^3$ - $5.3 \times 10^3$	$4.9 \times 10^2$

<sup>(1)</sup>ระบบสี

$L^*$  = ความสว่าง (0 = สีดำ, 100 = สีขาว)

$a^*$  = สีแดง/สีเขียว (+ = สีแดง, - = สีเขียว)

$b^*$  = สีเหลือง/สีน้ำเงิน (+ = สีเหลือง, - = สีน้ำเงิน)

จากการศึกษาพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าระหว่าง 4.05-4.53 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีค่าระหว่าง 10.75-11.20 $^{\circ}$ Brix ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริกมีค่าร้อยละ 0.57-0.72 ปริมาณวิตามินซีมีค่าระหว่าง 40.55-51.37 mg/100 ml สำหรับการศึกษาค่าสีโดยใช้ระบบ  $L^*a^*b^*$  โดยที่ค่า  $L^*$  คือ ค่าความสว่าง (0 = สีดำ, 100 = สีขาว) ค่า  $a^*$  คือ สีแดง/สีเขียว (+ = สีแดง, - = สีเขียว), เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- = สีเขียว) และค่า  $b^*$  = สีเหลือง/สีน้ำเงิน (+ = สีเหลือง, - = สีน้ำเงิน) พบว่าค่า  $L^*a^*b^*$  มีค่าระหว่าง 31.64-34.81 3.75-4.92 16.29-20.38 ตามลำดับ

คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ พบว่าปริมาณเชื้อยีสต์และราของน้ำส้มมีค่าระหว่าง  $2.9 \times 10^3$ - $3.3 \times 10^3$  CFU/ml และปริมาณเชื้อแบคทีเรียมีค่าระหว่าง  $4.5 \times 10^3$ - $5.3 \times 10^3$  CFU/ml ซึ่งจุลินทรีย์ที่ตรวจพบนี้อาจจะปนเปื้อนอยู่ที่ผิวเปลือกส้ม หรือมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในระหว่างกระบวนการแปรรูปเป็นน้ำส้ม เนื่องจากน้ำส้มจัดเป็นเครื่องดื่มน้ำรสเปรี้ยว และมีปริมาณน้ำตาลสูง ภายใต้สภาวะเหล่านี้ แบคทีเรียที่อยู่ในกลุ่ม acidolactic เชื้อรา และยีสต์ จะเจริญในน้ำส้มได้ โดยเฉพาะ Lactic acid bacteria เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการเน่าเสียในน้ำส้ม (Arias; et. al. 2002) และการใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพต่างกันหรือขั้นตอนในการเตรียมวัตถุดิบต่างกัน จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีจำนวนจุลินทรีย์ที่เหลือน้อยต่างกัน ผลิตภัณฑ์ที่มีจำนวนจุลินทรีย์เหลืออยู่มากจะสามารถเก็บรักษาได้ในเวลาอันสั้นกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีจุลินทรีย์เหลือน้อย (พรพล, 2545)

#### 4.2 การศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาของการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนต่อคุณภาพของน้ำส้ม

##### 4.2.1 ผลของอุณหภูมิและเวลาในการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนต่อคุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ในน้ำส้ม

จากการทดลองนำผลส้มที่ผ่านการคัดคุณภาพมาล้างทำความสะอาด จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 70 80 หรือ 90 องศาเซลเซียส ที่เวลา 1 2 หรือ 3 นาที แล้วนำมาผ่าครึ่งและคั้นเป็นน้ำส้ม นำน้ำส้มที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก และปริมาณจุลินทรีย์ให้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2

คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้มีค่าระหว่าง 10.15-10.65 ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าระหว่าง 4.26-4.35 และค่าปริมาณกรดในรูปกรดซิตริกมีค่าระหว่าง 0.54-0.57 ซึ่งจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่ออุณหภูมิและเวลาในการจุ่มผลส้มเพิ่มขึ้น อาจกล่าวได้ว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและระยะเวลาในการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดในรูปกรดซิตริกหรือมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ส่วนคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ พบว่า ปริมาณแบคทีเรียและยีสต์มีปริมาณลดลง เมื่ออุณหภูมิและเวลาในการจุ่มผลส้มเพิ่มขึ้น การจุ่มผลส้มที่อุณหภูมิตั้งแต่ 80 องศาเซลเซียส ตรวจพบแบคทีเรีย  $< 25$  CFU/ml และตรวจไม่พบการเจริญของแบคทีเรียเมื่อใช้อุณหภูมิตั้งแต่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อยีสต์มีปริมาณต่ำกว่า 10 CFU/ml เมื่อจุ่มผลส้มในน้ำร้อนตั้งแต่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การจุ่มผลส้มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ มีผลต่อการลดปริมาณเชื้อยีสต์และเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำส้มได้ เนื่องจากการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนจะทำลายจุลินทรีย์ที่ผิวได้บางชนิดเท่านั้น (Pao, 2002)

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ของน้ำส้มที่ผ่านการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ

อุณหภูมิ/ระยะเวลาในการจุ่มในน้ำร้อน (°C/min)	คุณภาพทางเคมี			ปริมาณจุลินทรีย์	
	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ปริมาณของทั้งหมดแข็งที่ละลายได้ (°Brix)	ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก (ร้อยละ)	แบคทีเรีย (CFU/ml)	ยีสต์ (CFU/ml)
NB <sup>(1)</sup>	4.31 <sup>a(2)</sup>	10.20 <sup>a</sup>	0.57 <sup>a</sup>	4.9 x 10 <sup>2</sup>	3.1 x 10 <sup>3</sup>
70/1	4.31 <sup>a</sup>	10.65 <sup>a</sup>	0.57 <sup>a</sup>	2.1 x 10 <sup>2</sup>	6.0 x 10 <sup>2</sup>
70/2	4.30 <sup>a</sup>	10.40 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	61	4.5 x 10 <sup>2</sup>
70/3	4.30 <sup>a</sup>	10.55 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	45	1.5 x 10 <sup>2</sup>
80/1	4.30 <sup>a</sup>	10.15 <sup>a</sup>	0.57 <sup>a</sup>	23	3.0 x 10 <sup>2</sup>
80/2	4.26 <sup>a</sup>	10.30 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	17	25
80/3	4.28 <sup>a</sup>	10.25 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	5	10
90/1	4.35 <sup>a</sup>	10.35 <sup>a</sup>	0.55 <sup>a</sup>	2	<10
90/2	4.29 <sup>a</sup>	10.15 <sup>a</sup>	0.57 <sup>a</sup>	0 <sup>(3)</sup>	<10
90/3	4.29 <sup>a</sup>	10.30 <sup>a</sup>	0.54 <sup>a</sup>	0	<10

NB<sup>(1)</sup> น้ำส้มที่ไม่ผ่านการจุ่มผลส้ม

a<sup>(2)</sup> ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

0<sup>(3)</sup> ตรวจไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์

#### 4.2.2 ผลของอุณหภูมิและเวลาในการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการทดลองการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 70 80 หรือ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 2 หรือ 3 นาที แล้วนำน้ำส้มไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น และรสชาติ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผู้ชิมจำนวน 20 คน โดยเปรียบเทียบกับน้ำส้มที่ไม่ได้ผ่านการจุ่มผลส้มในน้ำร้อน ให้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการจุ่มผลส้มต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัส

อุณหภูมิและระยะเวลาในการจุ่ม(°C/min)	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส		
	สี	กลิ่น	รสชาติ
70/1	3.90 <sup>a(1)</sup>	3.60 <sup>a</sup>	3.20 <sup>a</sup>
70/2	3.95 <sup>a</sup>	3.30 <sup>ab</sup>	3.35 <sup>a</sup>
70/3	3.70 <sup>a</sup>	3.20 <sup>ab</sup>	3.20 <sup>a</sup>
80/1	3.95 <sup>a</sup>	3.35 <sup>ab</sup>	3.50 <sup>a</sup>
80/2	3.70 <sup>a</sup>	3.40 <sup>ab</sup>	3.55 <sup>a</sup>
80/3	3.80 <sup>a</sup>	3.15 <sup>ab</sup>	3.00 <sup>a</sup>
90/1	3.85 <sup>a</sup>	3.35 <sup>ab</sup>	3.20 <sup>a</sup>
90/2	3.95 <sup>a</sup>	3.10 <sup>ab</sup>	3.30 <sup>a</sup>
90/3	3.80 <sup>a</sup>	2.85 <sup>b</sup>	3.45 <sup>a</sup>

a,b<sup>(1)</sup> ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า เมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการจุ่มผลส้มเพิ่มขึ้น คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับทางด้านสี และรสชาติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนคะแนนเฉลี่ยของการยอมรับทางด้านกลิ่นพบว่า เมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการจุ่มผลส้มเพิ่มขึ้น คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับทางด้านกลิ่นมีแนวโน้มลดลง โดยที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที คุณภาพทางด้านกลิ่นได้รับการยอมรับมากที่สุด ส่วนที่ 90 องศาเซลเซียส เวลา 3 นาที คุณภาพทางด้านกลิ่นได้รับการยอมรับน้อยที่สุด แสดงว่าอุณหภูมิและระยะเวลาการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการลดลงของการยอมรับทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์น้ำส้ม

ดังนั้นจากการศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาของการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนต่อคุณภาพของน้ำส้ม พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการจุ่มผลส้ม คือ 80 องศาเซลเซียสที่เวลา 2 นาที เนื่องจากอุณหภูมิและเวลาดังกล่าวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมี ซึ่งได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ และปริมาณกรดในรูปของกรดซิตริก เมื่อเทียบกับน้ำส้มที่ไม่ได้ผ่านการจุ่มผลส้มในน้ำร้อน (ศิวาพร, 2545) นอกจากนั้นที่อุณหภูมิและเวลาดังกล่าวมีประ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิทธิภาพในการลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งยีสต์และแบคทีเรียได้มากเมื่อเทียบกับน้ำส้มที่ไม่ได้ผ่านการจุ่มผลส้มในน้ำร้อน รวมทั้งการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นและรสชาติ ยังมีคะแนนการยอมรับเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคอีกด้วย

#### 4.3 การศึกษาผลของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ต่อคุณภาพของน้ำส้ม

##### 4.3.1 ผลของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ต่อคุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ในน้ำส้ม

โดยนำผลส้มมาจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นนำมาคั้นเป็นน้ำส้ม นำน้ำส้มที่ได้ไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ แล้วนำมาศึกษาคุณภาพทางด้าน จุลินทรีย์ ให้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4

เมื่อนำค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ และค่าปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก มาวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) แต่เมื่อพิจารณาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้มีแนวโน้มลดลงเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการให้ความร้อนเพิ่มขึ้น เนื่องจากการให้ความร้อนแก่น้ำส้มทำให้เกิดการสูญเสียเสียน้ำตาลในน้ำส้มโดยความร้อนจะไฮโดรไลต์น้ำตาลให้เปลี่ยนแปลงอยู่ในรูปน้ำตาลรีดิวซ์ ซึ่งจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้เป็นสารอาหาร และสามารถทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนได้ง่าย ส่วนคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ พบว่าปริมาณยีสต์และแบคทีเรียมีแนวโน้มลดลงเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการให้ความร้อนเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำส้มที่ไม่ได้ผ่านการให้ความร้อน และพบว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิตั้งแต่ 55 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที ตรวจไม่พบการเจริญของแบคทีเรียและมีปริมาณยีสต์ต่ำกว่า 10 CFU/ml การที่ปริมาณจุลินทรีย์ลดลงเนื่องมาจากการให้ความร้อนแก่น้ำส้ม มีผลทำลายเซลล์จุลินทรีย์หรือทำให้เซลล์จุลินทรีย์ได้รับความเสียหายจึงชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ ทำให้ตรวจพบการเจริญน้อยหรือตรวจไม่พบการเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 คุณภาพทางเคมี และจุลินทรีย์ของน้ำส้มที่ผ่านการให้ความร้อน

อุณหภูมิและ ระยะเวลาใน การให้ความ ร้อน( $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ )	คุณภาพทางเคมี			ปริมาณจุลินทรีย์	
	ค่าความเป็น กรด-ด่าง (pH)	ปริมาณกรด ในรูปกรด ซิตริก (ร้อยละ)	ปริมาณของ แข็งทั้งหมดที่ ละลายได้ ( $^{\circ}\text{Brix}$ )	แบคทีเรีย(C FU/ml)	ยีสต์(CFU/m l)
NH <sup>(1)</sup>	4.19 <sup>a(2)</sup>	0.79 <sup>a</sup>	11.25 <sup>a</sup>	6.1x10 <sup>2</sup>	4.5 x10 <sup>2</sup>
40/10	4.18 <sup>a</sup>	0.81 <sup>a</sup>	11.20 <sup>ab</sup>	3.9 x10 <sup>2</sup>	5.0 x10 <sup>2</sup>
40/15	4.15 <sup>a</sup>	0.78 <sup>a</sup>	11.15 <sup>abc</sup>	2.4 x10 <sup>2</sup>	4.5 x10 <sup>2</sup>
45/10	4.15 <sup>a</sup>	0.82 <sup>a</sup>	11.15 <sup>abc</sup>	2.6 x10 <sup>2</sup>	4.4 x10 <sup>2</sup>
45/15	4.15 <sup>a</sup>	0.81 <sup>a</sup>	11.15 <sup>abc</sup>	1.6 x10 <sup>2</sup>	3.0 x10 <sup>2</sup>
50/10	4.19 <sup>a</sup>	0.83 <sup>a</sup>	11.10 <sup>abcd</sup>	10	<10
50/15	4.17 <sup>a</sup>	0.81 <sup>a</sup>	11.00 <sup>abcd</sup>	10	<10
55/10	4.16 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	11.00 <sup>abcd</sup>	0 <sup>(3)</sup>	<10
55/15	4.16 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>	11.00 <sup>abcd</sup>	0	<10
60/10	4.13 <sup>a</sup>	0.78 <sup>a</sup>	11.00 <sup>abcd</sup>	0	<10
60/15	4.16 <sup>a</sup>	0.81 <sup>a</sup>	10.90 <sup>bcd</sup>	0	<10
65/10	4.17 <sup>a</sup>	0.77 <sup>a</sup>	10.90 <sup>bcd</sup>	0	<10
65/15	4.20 <sup>a</sup>	0.82 <sup>a</sup>	10.85 <sup>cd</sup>	0	<10
70/10	4.21 <sup>a</sup>	0.78 <sup>a</sup>	10.80 <sup>d</sup>	0	<10
70/15	4.19 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	10.80 <sup>d</sup>	0	<10

NH<sup>(1)</sup> น้ำส้มที่ไม่ผ่านการจุ่มผลส้ม

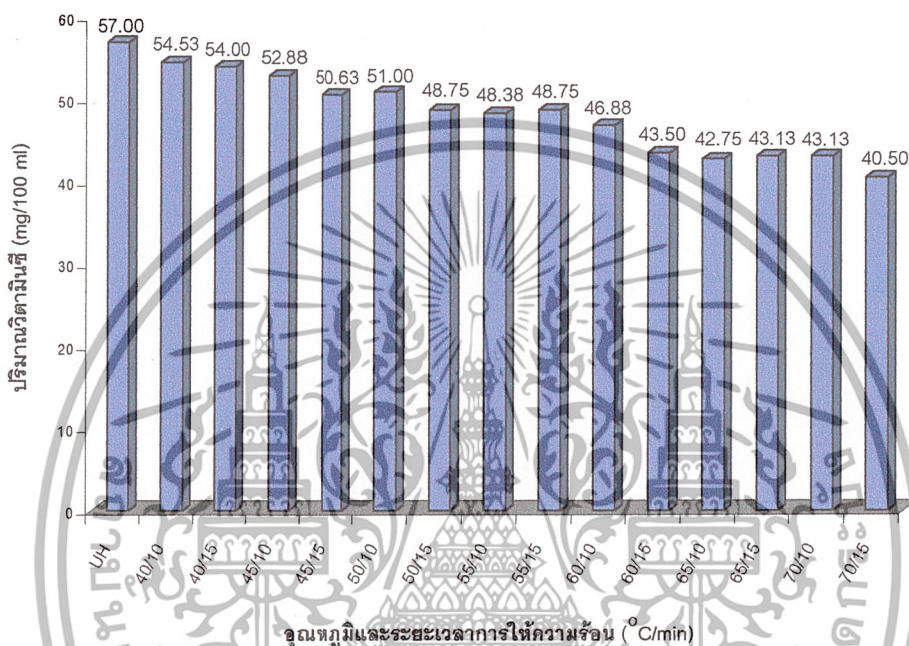
a,b,c...<sup>(2)</sup> ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

0<sup>(3)</sup> ตรวจไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.3.2 ผลของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ต่อความคงทนของวิตามินซี

จากการทดลองให้ความร้อนแก่น้ำส้มที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ แล้วนำมาวิเคราะห์หาความคงทนของวิตามินซีในน้ำส้ม ได้ผลดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการให้ความร้อนในน้ำส้มต่อความคงทนของวิตามินซี

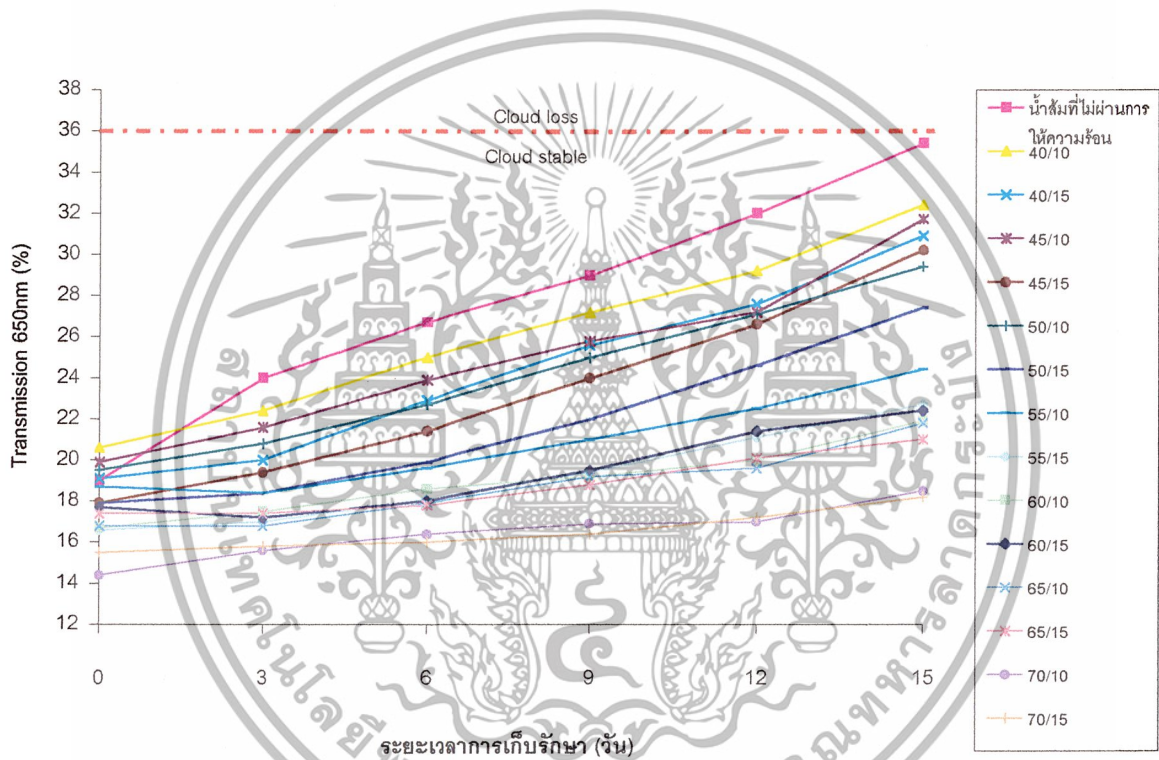
UH = น้ำส้มที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน

จากการศึกษาความคงทนของวิตามินซี หลังจากให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ พบว่า ความคงทนของวิตามินซีมีแนวโน้มลดลงเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาการให้ความร้อนแก่น้ำส้มเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณวิตามินซีในน้ำส้มที่ไม่ได้ผ่านการให้ความร้อน ซึ่งมีปริมาณวิตามินซีมากถึง 57 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร ในขณะที่น้ำส้มที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที มีปริมาณวิตามินซี 40.5 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร โดยลดลง 16.5 มิลลิกรัม คิดเป็นร้อยละ 28.95 เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำส้มที่ไม่ได้ผ่านการให้ความร้อน แสดงให้เห็นว่า การให้ความร้อนแก่น้ำส้มที่อุณหภูมิและเวลาที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการลดลงของความคงทนของวิตามินซี (Kimball, 1999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3.3 ผลของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ต่อความคงตัวของความขุ่นในน้ำส้ม

จากการทดลองโดยการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ที่เวลา 2 นาที นำผลส้มมาคั้นเป็นน้ำส้ม แล้วนำน้ำส้มไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ เพื่อศึกษาความคงตัวของความขุ่นโดยเก็บรักษาน้ำส้มที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.2 และ รูปที่ 4.3 ตามลำดับ

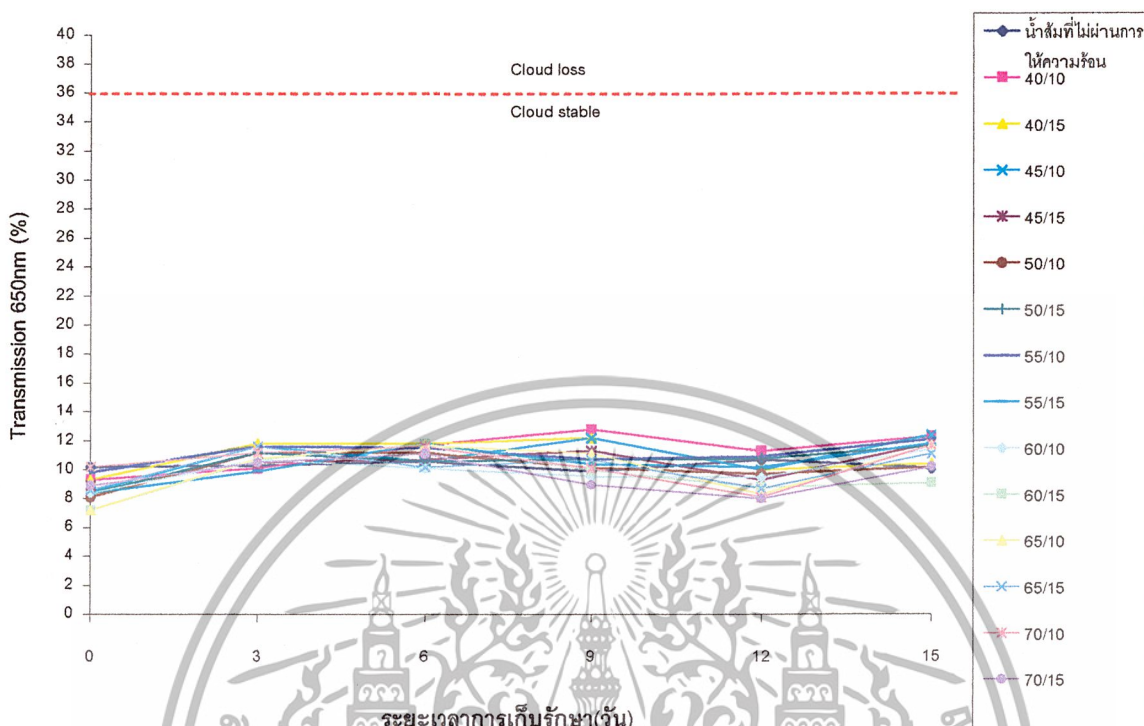


รูปที่ 4.2 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการให้ความร้อนต่อความคงตัวของความขุ่นของน้ำส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

จากการวัดค่า Transmission ที่ 650 nm และใช้ % Transmission ตั้งแต่ที่ 0-36 เปอร์เซ็นต์ แสดงถึงน้ำส้มที่ยังมีความคงตัว (cloud stable) และค่าเปอร์เซ็นต์ Transmission ที่มากกว่า 36 เปอร์เซ็นต์ แสดงถึงน้ำส้มที่สูญเสียความคงตัว (cloud loss) และจากการทดลองพบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาการให้ความร้อนในน้ำส้มมีผลต่อความคงตัวของความขุ่นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยน้ำส้มที่ผ่านการให้ความร้อนในทุกอุณหภูมิและเวลาการให้ความร้อนมีการสูญเสียความคงตัวของความขุ่นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยที่การสูญเสียความคงตัวของความขุ่นที่เพิ่มขึ้นมีอัตราการเพิ่มขึ้นน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำส้มที่ไม่ได้ผ่านการให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



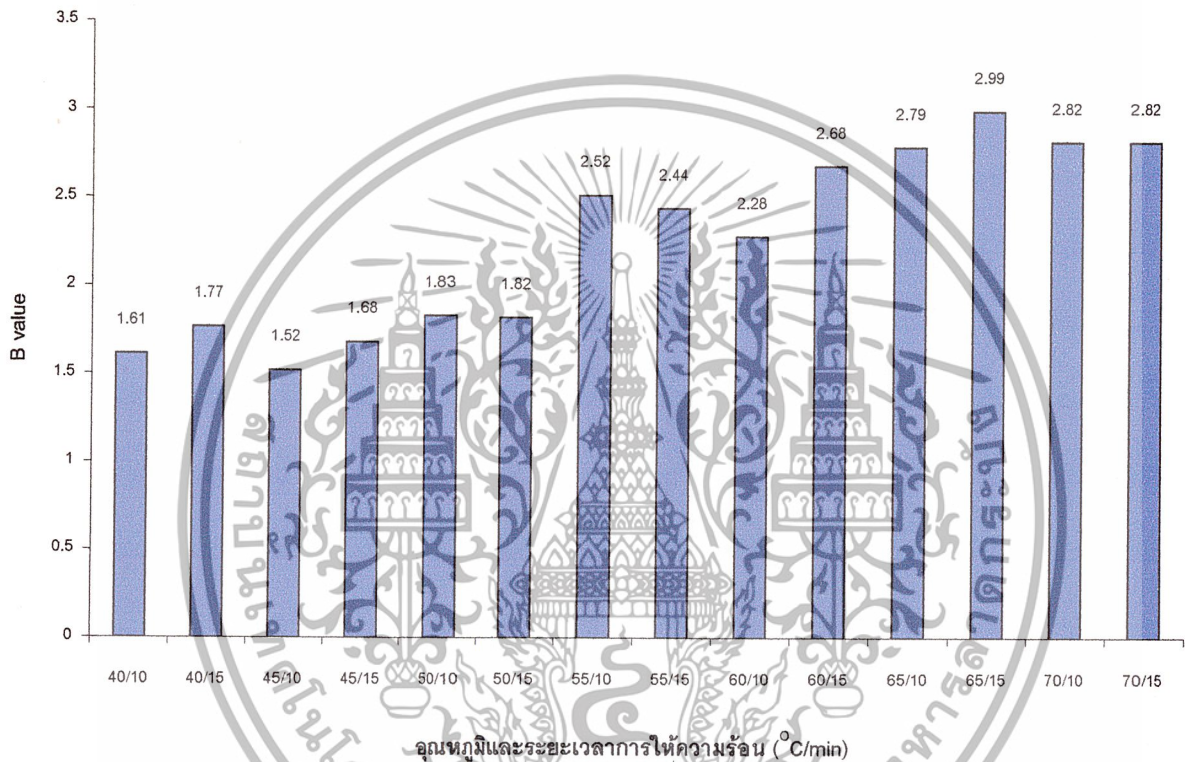
รูปที่ 4.3 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการให้ความร้อนต่อความคงตัวของความขุ่นที่เก็บรักษาของน้ำส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

เมื่อนำน้ำส้มที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่าการสูญเสียความคงตัวของความขุ่นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกอุณหภูมิและเวลาของการให้ความร้อน แต่อัตราการเพิ่มขึ้นของการสูญเสียความคงตัวของความขุ่นจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่น้อย และช้ากว่า เมื่อเปรียบเทียบกับเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ภายในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา 15 วัน จะเห็นได้ว่าการเก็บรักษาน้ำส้มที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ ไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สามารถช่วยชะลอการสูญเสียความคงตัวของความขุ่นของน้ำส้มได้ดีกว่าเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง การสูญเสียความคงตัวของความขุ่นมีสาเหตุมาจากเอนไซม์เพกตินเมทิลเอสเทอเรสทำปฏิกิริยากับเพกตินที่มีอยู่ในน้ำส้ม ทำให้การแยกตัวของส่วนที่เป็นของแข็ง (cloud) และส่วนที่เป็นของเหลว (serum) ซึ่งการเก็บรักษาน้ำส้มที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการทำงานของเอนไซม์เพกตินเมทิลเอสเทอเรส ทำให้การสูญเสียความคงตัวของความขุ่นเพิ่มขึ้นในอัตราที่ช้าลง เมื่อเปรียบเทียบกับเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.3.4 ผลของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ต่อการเกิดสีน้ำตาลในน้ำส้ม

นำผลส้มจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ที่เวลา 2 นาที คั้นเป็นน้ำส้ม แล้วนำน้ำส้มที่ได้ไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ เพื่อศึกษาการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดขึ้น ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ผลของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ต่อการเกิดสีน้ำตาลในน้ำส้ม

การให้ความร้อนแก่น้ำส้มที่อุณหภูมิและเวลาที่ต่างกัน มีผลต่อการเกิดสีน้ำตาลในน้ำส้ม โดยการเกิดสีน้ำตาลมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้น การให้ความร้อนแก่น้ำส้มที่อุณหภูมิตั้งแต่ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จนถึงอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที พบว่าการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลมีค่าค่อนข้างต่ำ คือมีค่า 1.61-2.99 ส่วนการให้ความร้อนที่อุณหภูมิตั้งแต่ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จนถึง 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลมีค่าค่อนข้างสูง คือมีค่า 2.515-2.99 ซึ่งการเกิดสีน้ำตาลมีสาเหตุจากการให้ความร้อนทำให้น้ำในโมเลกุลของน้ำตาลระเหยไป จึงทำให้เกิดสารสีน้ำตาลใหม่เรียกว่าการเกิดคาราเมล (พรพล, 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.3.5 ผลของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ แก่น้ำส้มต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส

โดยจุ่มผลส้มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที นำผลส้มมาคั้นเป็นน้ำส้ม แล้วนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ เพื่อศึกษาผลของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ต่อการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส

อุณหภูมิและระยะเวลาในการให้ความร้อน( $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ )	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบยอมรับทางประสาทสัมผัส		
	สี	กลิ่น	รสชาติ
40/10	4.75 <sup>a(1)</sup>	4.65 <sup>a</sup>	4.60 <sup>a</sup>
40/15	4.45 <sup>ab</sup>	4.45 <sup>ab</sup>	4.55 <sup>a</sup>
45/10	4.40 <sup>abc</sup>	4.25 <sup>ab</sup>	4.35 <sup>ab</sup>
45/15	4.40 <sup>abc</sup>	4.55 <sup>ab</sup>	4.70 <sup>a</sup>
50/10	3.95 <sup>cd</sup>	4.15 <sup>b</sup>	4.50 <sup>ab</sup>
50/15	3.75 <sup>de</sup>	3.75 <sup>c</sup>	4.15 <sup>b</sup>
55/10	4.00 <sup>bcd</sup>	3.5 <sup>cd</sup>	3.25 <sup>cd</sup>
55/15	3.70 <sup>def</sup>	3.45 <sup>cd</sup>	3.60 <sup>c</sup>
60/10	3.65 <sup>def</sup>	3.20 <sup>de</sup>	3.20 <sup>d</sup>
60/15	3.45 <sup>efg</sup>	3.15 <sup>de</sup>	3.25 <sup>cd</sup>
65/10	3.25 <sup>fgh</sup>	2.95 <sup>cf</sup>	3.00 <sup>d</sup>
65/15	3.25 <sup>fgh</sup>	2.70 <sup>fg</sup>	2.55 <sup>c</sup>
70/10	3.10 <sup>gh</sup>	2.70 <sup>fg</sup>	2.50 <sup>c</sup>
70/15	2.95 <sup>h</sup>	2.45 <sup>b</sup>	2.40 <sup>c</sup>

a,b,c...<sup>(1)</sup> ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น และรสชาติ ของน้ำส้มที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ พบว่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น และรสชาติมีแนวโน้มลดลงเมื่ออุณหภูมิและเวลาการให้ความร้อนแก่น้ำส้มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการลดลงของการยอมรับทางด้านสีของผู้ชิมซึ่งสอดคล้องกับการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้น (รูปที่ 4.4) ทำให้ผู้ชิมให้คะแนนการยอมรับลดลง ส่วนการลดลงของการยอมรับทางด้านกลิ่น อาจมีสาเหตุจากการเกิดกลิ่นดัมในระหว่างการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้น น้ำส้มที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีคะแนนเฉลี่ยของการยอมรับทางประสัมผัสทางด้านสี กลิ่น และรสชาติสูงสุด ในขณะที่น้ำส้มที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที มีคะแนนเฉลี่ยของการยอมรับทางประสัมผัสทางด้านสี กลิ่น และรสชาติที่น้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้นทำให้การยอมรับคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำส้มลดลง

ดังนั้นจากการศึกษาผลของการให้ความร้อนแก่น้ำส้มที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ต่อคุณภาพของน้ำส้ม พบว่า การให้ความร้อนแก่น้ำส้มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เป็นอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมเนื่องจากสามารถลดปริมาณของจุลินทรีย์ได้มาก โดยที่คุณภาพทางเคมี และกายภาพ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ และค่าปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับน้ำส้มที่ไม่ได้ผ่านการให้ความร้อน ในขณะที่ความคงทนของวิตามินซี การเกิดสีน้ำตาล และความคงตัวของความขุ่นมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับน้ำส้มที่ไม่ได้ผ่านการให้ความร้อนนอกจากนั้นน้ำส้มที่ได้ยังคงได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส โดยมีค่าเฉลี่ยของการยอมรับอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้มาก

#### 4.4 การศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของน้ำส้ม

โดยนำผลส้มมาจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที นำน้ำส้มที่ได้มาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที แบ่งน้ำส้มออกเป็น 3 ชุดการทดลอง โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 10 และ 4 องศาเซลเซียส แล้วนำน้ำส้มของแต่ละชุดการทดลองมาตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ เคมี และกายภาพ

##### 4.4.1 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์

จากการนำน้ำส้มที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 และ 4 องศาเซลเซียส มาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ทุกๆ 2 วัน เป็นเวลา 14 วัน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.6

เมื่อพิจารณาการเจริญของเชื้อยีสต์ในน้ำส้มพบว่า น้ำส้มที่เก็บรักษาที่ 0 และ 2 วัน มีปริมาณยีสต์ต่ำกว่า 10 CFU/ml ในทุกอุณหภูมิการเก็บรักษา ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากการให้ความร้อนแก่น้ำส้มก่อนนำน้ำส้มมาเก็บรักษาทำให้ยีสต์ได้รับความเสียหายและยังไม่สามารถฟื้นตัวได้ และในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยตรวจพบยีสต์  $5.6 \times 10^4$  CFU/ml ในขณะที่น้ำส้มที่เก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ตรวจพบการเจริญของยีสต์ 25 CFU/ml สำหรับน้ำส้มที่เก็บรักษาไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณยีสต์ต่ำกว่า 10 CFU/ml ตั้งแต่การเก็บรักษาวันที่ 0 ถึง 8 วัน และเริ่มพบการเจริญของยีสต์ตั้งแต่วันที่ 10 ของการเก็บรักษา โดยตรวจพบ 27 CFU/ml

ตารางที่ 4.6 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์

ระยะการเก็บรักษา (วัน)	ยีสต์ (CFU/ml)			แบคทีเรีย (CFU/ml)		
	30 ± 2°C	10°C	4°C	30 ± 2°C	10°C	4°C
0	<10	<10	<10	0 <sup>(1)</sup>	0	0
2	<10	<10	<10	5.1 x 10 <sup>2</sup>	0	0
4	5.6 x 10 <sup>4</sup>	25	<10	3.4 x 10 <sup>4</sup>	79	0
6	2.8 x 10 <sup>6</sup>	3.5 x 10 <sup>2</sup>	<10	1.6 x 10 <sup>7</sup>	1.7 x 10 <sup>2</sup>	0
8	2.0 x 10 <sup>7</sup>	6.1 x 10 <sup>2</sup>	<10	1.2 x 10 <sup>8</sup>	2.4 x 10 <sup>2</sup>	0
10	2.5 x 10 <sup>11</sup>	9.8 x 10 <sup>2</sup>	27	2.6 x 10 <sup>10</sup>	9.6 x 10 <sup>5</sup>	26
12	- <sup>(2)</sup>	5.9 x 10 <sup>3</sup>	74	-	2.1 x 10 <sup>6</sup>	80
14	-	1.2 x 10 <sup>4</sup>	1.5 x 10 <sup>2</sup>	-	1.7 x 10 <sup>7</sup>	95

0<sup>(1)</sup> ตรวจไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์

-<sup>(2)</sup> ไม่ได้ทำการตรวจวิเคราะห์

สำหรับการเจริญของแบคทีเรียในน้ำส้มพบว่า ในระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 วัน ตรวจไม่พบการเจริญของแบคทีเรียในทุกอุณหภูมิการเก็บรักษา ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากการให้ความร้อนแก่น้ำส้มก่อนนำน้ำส้มมาเก็บรักษาทำให้แบคทีเรียได้รับความเสียหายและยังไม่สามารถฟื้นตัวได้ โดยเริ่มตรวจพบการเจริญของแบคทีเรียในน้ำส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเมื่อถึงวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ในปริมาณ 5.1 x 10<sup>2</sup> CFU/ml น้ำส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ตรวจพบการเจริญของแบคทีเรียตั้งแต่วันที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยตรวจพบการเจริญของแบคทีเรีย 79 CFU/ml ส่วนน้ำส้มที่เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส ตรวจพบการเจริญของแบคทีเรียตั้งแต่วันที่ 10 ของการเก็บรักษา ในปริมาณ 26 CFU/ml

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการเก็บรักษาน้ำส้มที่อุณหภูมิต่ำ มีผลในการชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำส้ม โดยเฉพาะการเก็บรักษาน้ำส้มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ดี จะเห็นได้จากการที่ตรวจพบการเจริญของยีสต์และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่เรียในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาน้ำส้มได้นานขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกรเก็บรักษาน้ำส้มที่อุณหภูมิห้อง (พรพล, 2545)

#### 4.4.2 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพด้านเคมี

จากการนำน้ำส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่า ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริกของน้ำส้มที่เก็บรักษาทุกอุณหภูมิไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติ ( $P < 0.05$ ) ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพทางเคมีของน้ำส้ม

ระยะเวลา เก็บรักษา (วัน)	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ ละลายได้ ( $^{\circ}$ Brix)			ค่าความเป็นกรดเป็น ด่าง (pH)			ปริมาณกรดในรูปกรด ซิตริก(ร้อยละ)		
	$30 \pm$ $2^{\circ}\text{C}$	$10^{\circ}\text{C}$	$4^{\circ}\text{C}$	$30 \pm$ $2^{\circ}\text{C}$	$10^{\circ}\text{C}$	$4^{\circ}\text{C}$	$30 \pm$ $2^{\circ}\text{C}$	$10^{\circ}\text{C}$	$4^{\circ}\text{C}$
0	13.10 <sup>a</sup>	13.10 <sup>a</sup>	13.05 <sup>a</sup>	4.15 <sup>a</sup>	4.15 <sup>a</sup>	4.16 <sup>a</sup>	0.59 <sup>a</sup>	0.61 <sup>a</sup>	0.60 <sup>a</sup>
3	13.10 <sup>a</sup>	13.10 <sup>a</sup>	13.05 <sup>a</sup>	4.18 <sup>a</sup>	4.18 <sup>a</sup>	4.18 <sup>a</sup>	0.60 <sup>a</sup>	0.64 <sup>a</sup>	0.60 <sup>a</sup>
6	10.60 <sup>b</sup>	13.05 <sup>a</sup>	13.05 <sup>a</sup>	4.15 <sup>a</sup>	4.19 <sup>a</sup>	4.18 <sup>a</sup>	0.68 <sup>a</sup>	0.61 <sup>a</sup>	0.60 <sup>a</sup>
9	9.95 <sup>c</sup>	13.05 <sup>a</sup>	13.05 <sup>a</sup>	4.22 <sup>a</sup>	4.25 <sup>a</sup>	4.24 <sup>a</sup>	0.69 <sup>a</sup>	0.61 <sup>a</sup>	0.61 <sup>a</sup>
12	9.35 <sup>d</sup>	13.10 <sup>a</sup>	13.05 <sup>a</sup>	4.18 <sup>a</sup>	4.11 <sup>a</sup>	4.20 <sup>a</sup>	0.70 <sup>a</sup>	0.61 <sup>a</sup>	0.61 <sup>a</sup>
15	8.90 <sup>d</sup>	13.05 <sup>a</sup>	13.05 <sup>a</sup>	4.21 <sup>a</sup>	4.16 <sup>a</sup>	4.17 <sup>a</sup>	0.72 <sup>a</sup>	0.62 <sup>a</sup>	0.60 <sup>a</sup>

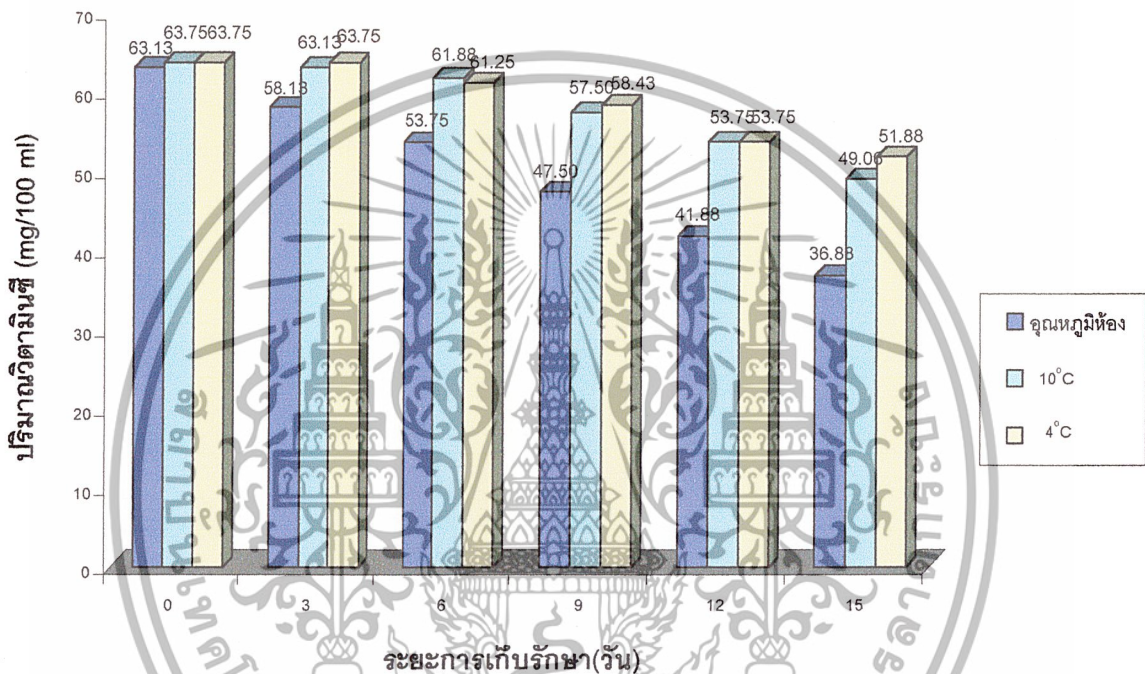
a,b,c... ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

จากการพิจารณาปริมาณของแข็งที่ละลายได้พบว่า น้ำส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4 องศาเซลเซียส ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ไม่มีความแตกต่างกันทางด้านสถิติ ในขณะที่การเก็บรักษาน้ำส้มที่อุณหภูมิห้องนั้น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกรเก็บรักษาเริ่มต้น ซึ่งผลที่ได้พบว่า สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของอีสต์และแบคทีเรียที่เจริญในน้ำส้ม (ตารางที่ 4.6) ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้ใช้สารอาหาร โดยเฉพาะน้ำตาลในน้ำส้มเป็นแหล่งอาหารทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ลดลง รวมทั้งการสูญเสียน้ำตาลเนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดอะมิโน ทำให้เกิดสีน้ำตาลขึ้นโดยมีความร้อนเป็นตัวกระตุ้น ทำให้ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีค่าลดลง (Nienaber and Shellhammer 2001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4.3 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อความคงทนของวิตามินซี

ศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำส้มที่อุณหภูมิห้อง 10 และ 4 องศาเซลเซียส โดยทำการตรวจวิเคราะห์ความคงทนของวิตามินซีทุกๆ 3 วัน เป็นเวลา 15 วัน ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อความคงทนของวิตามินซีในน้ำส้ม

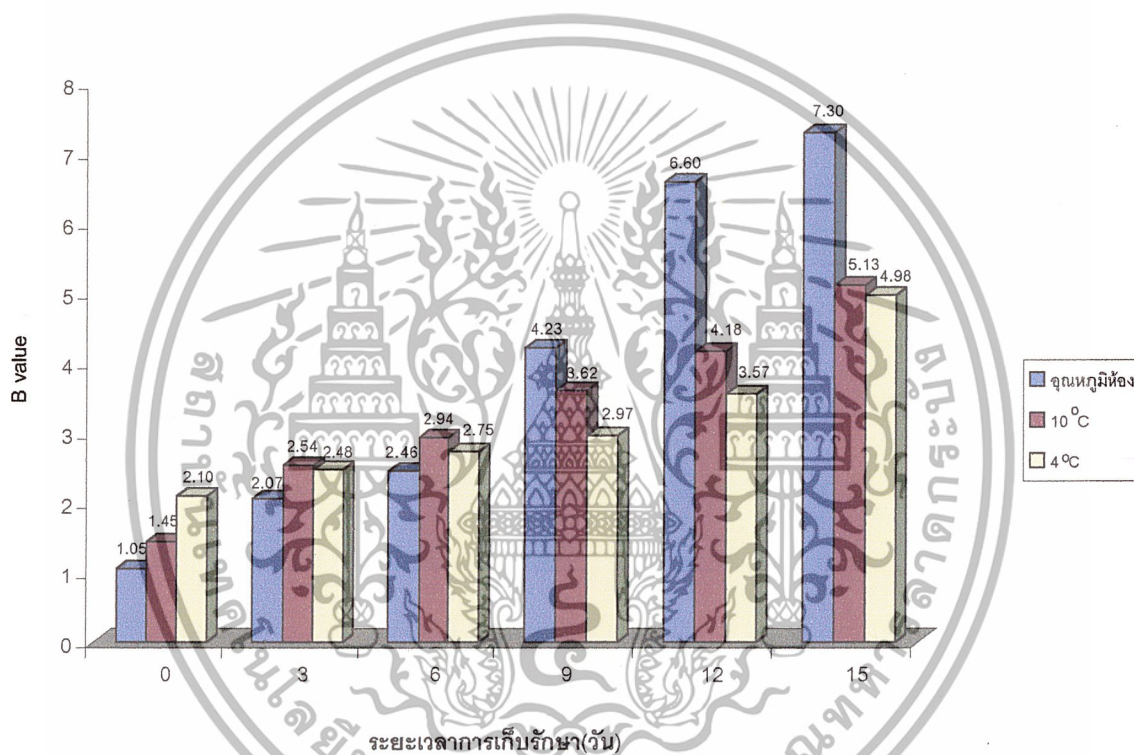
จากการศึกษา เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำส้มเพิ่มขึ้น พบว่า ความคงทนของวิตามินซีในตัวอย่างน้ำส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 10 และ 4 องศาเซลเซียส มีค่าลดลงโดยตัวอย่างน้ำส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความคงทนของวิตามินซีมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่าเมื่อเก็บรักษาน้ำส้มเป็นระยะเวลา 15 วัน ความคงทนของวิตามินซีลดลง 26.25 mg/100 ml คิดเป็นร้อยละ 45.58 ซึ่งการลดลงของความคงทนของวิตามินซีอาจเป็นผลเนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับอากาศในระหว่างการเก็บรักษา (Nienaber and Shellhammer 2001) ส่วนตัวอย่างน้ำส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บรักษาน้ำส้มเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าความคงทนของวิตามินซีลดลง 14.69 mg/100 ml คิดเป็นร้อยละ 23.04 และตัวอย่างน้ำส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บรักษาน้ำส้มเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลา 15 วัน พบว่าความคงทนของวิตามินซีลดลง 11.87 mg/100 ml คิดเป็นร้อยละ 18.62 เมื่อเปรียบเทียบกับที่ 0 วัน

#### 4.4.4. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเกิดสีน้ำตาลในน้ำส้ม

โดยศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำส้มที่อุณหภูมิห้อง 10 และ 4 องศาเซลเซียส ตรวจสอบวิเคราะห์การเกิดสีน้ำตาลทุกๆ 3 วัน เป็นเวลา 15 วัน ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเกิดสีน้ำตาลในน้ำส้ม

จากการทดลองพบว่าน้ำส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงวันที่ 9-15 ของการเก็บรักษา คิดเป็น 7 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำส้มที่เก็บรักษาเริ่มต้น ส่วนน้ำส้มที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 10 และ 4 องศาเซลเซียส พบว่าการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยประมาณ 3 เท่า และ 2 เท่าตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำส้มที่เก็บรักษาเริ่มต้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปฏิกิริยาสีน้ำตาลเป็นผลเนื่องมาจากการให้ความร้อนในช่วงการเตรียมน้ำส้ม (พรพล, 2545) และการเกิดปฏิกิริยา Maillard reaction ซึ่งเป็นการเกิดปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดอะมิโน ทำเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เกิดสีน้ำตาลขึ้น โดยมีความร้อนเป็นตัวกระตุ้นทำให้ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องอัตราการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลจึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Nienaber and Shellhammer 2001)

ดังนั้นจากการศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของน้ำส้มพบว่า การเก็บรักษาน้ำส้มที่ผ่านการจุ่มผลส้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 นาที และผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากสามารถชะลอการเจริญเติบโตของยีสต์และแบคทีเรียได้ดีและยังรักษาคูณภาพทางเคมี เช่น ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดในรูปของกรดซิตริก ได้ใกล้เคียงกับค่าที่ได้ในการเก็บรักษาเริ่มต้น และมีการสูญเสียวิตามินซีเพียงร้อยละ 18.62 เมื่อเทียบกับการเก็บรักษาเริ่มต้น รวมทั้งมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาของการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนต่อคุณภาพของน้ำส้มพบว่า การจุ่มผลส้มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากที่อุณหภูมิและเวลาดังกล่าว ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ และปริมาณกรดในรูปของกรดซิตริก นอกจากนี้ยังมีผลในการลดปริมาณยีสต์และแบคทีเรียได้มาก และผลิตภัณฑ์น้ำส้มที่ได้ยังมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นและรสชาติ และเมื่อศึกษาผลของการให้ความร้อนแก่น้ำส้มที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ พบว่า การให้ความร้อนแก่น้ำส้มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด จากการที่สามารถลดปริมาณของยีสต์และแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียในน้ำส้มได้มาก ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ได้อีกยังได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นและรสชาติ นอกจากนี้การให้ความร้อนแก่น้ำส้มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ยังคงรักษาคุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ และค่าปริมาณกรดในรูปกรดซิตริกได้ใกล้เคียงกับน้ำส้มที่ไม่ได้ผ่านการให้ความร้อน ส่วนการเกิดสีน้ำตาล พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่ค่าความคงทนของวิตามินซีมีค่าลดลงเล็กน้อย จากการศึกษาค่าผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของน้ำส้มที่ผ่านให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 10 และ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นอุณหภูมิที่สามารถชะลอการเจริญเติบโตของยีสต์และแบคทีเรียได้ดี ในขณะที่คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดในรูปของกรดซิตริก มีค่าใกล้เคียงกับน้ำส้มที่เก็บรักษาเริ่มต้น นอกจากนี้พบการสูญเสียความคงทนของวิตามินซี และการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ส้มเขียวหวานที่ใช้ในการทดลองควรเป็นส้มพันธุ์เดียวกันหรือมาจากแหล่งเดียวกันตลอด เพื่อให้ผลที่ได้น่าเชื่อถือและสม่ำเสมอ

5.2.2 ในขั้นตอนการคั้นส้มไม่ควรกดแรงเกินไปเพราะน้ำมันที่เปลือกส้มอาจมีการปนมากับน้ำส้มได้ซึ่งผลที่ได้ก็อาจจะคลาดเคลื่อนได้

5.2.3 การใช้ความร้อนในการจุ่มผลส้มหรือแก่น้ำส้ม อุณหภูมิที่ใช้ควรจะมีค่าคงที่ หรือมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- จารุณี พาแก้ว. 2528. การเน่าเสียของน้ำมะนาวโดยจุลินทรีย์และการถนอมน้ำมะนาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- เปรมปรี ฌ สงขลา. 2538. รวมกลยุทธ์ส้ม. กรุงเทพฯ: เจริญรัฐการพิมพ์.
- เปรมปรี ฌ สงขลา. 2544. คู่มือการทำสวนส้มอย่างมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: บริษัท ฐานการพิมพ์ จำกัด.
- พรพล รมย์นุกูล. 2545. การถนอมอาหาร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- ศิวาพร ศิวเวชช, เสาวภาคย์ วัฒนพานุ และประศาสตร์ พุตระกูล. 2545. ผลของอุณหภูมิ เวลา และการลวกผลมะนาวต่อคุณภาพน้ำมะนาวพาสเจอร์ไรซ์. *อาหาร*. 32(1): 34-41.
- สินธนา สุกันธา. 2534. คู่มือปฏิบัติการวิชาการแปรรูปผักและผลไม้. ภาควิชาอุตสาหกรรมการเกษตร คณะธุรกิจการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตร-แม่โจ้.
- A.O.A.C. 1990. *Official methods of analysis, association of official analysis chemists*. 14<sup>th</sup> ed; 1141-2282, Washington D.C.
- Arias, C.R.; Burns, J.K.; Friedrich, L.M.; Goodrich, R.M. and Parish, M.E. 2002. Yeast species association with orange juice: evaluation of different identification method. *Appl. Environ. Microbiol.* 68(4): 1955-1961.
- Braddock, J.J. 1999. *Handbook of citrus by-products and processing technology*. New York: JohnWiley & Sons, Inc.
- Braddock, R.J.; Rodriguez, M.; Sadler, G.D. and Sims, C.A. 1991. Chemical changes during storage of alcoholic orange juice beverage. *J. Food Sci.* 56(2): 475-479.
- Kimball, D. 1991. *Citrus processing: quality control and technology*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Kimball, D.A. 1999. *Citrus processing. a complete guide. second edition a champman & hall*. Food Science Book. Maryland: Aspen Publisher, INC. Gaithersburg.
- Nagy, S.; Shaw, P.E. and Veidhuis, M.K. 1977. *Citrus science and technology*. The AVI Westport: Publishing company, INC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Nienaber, U. and Shellhammer, T.H. 2001. High-pressure processing of orange juice: combination treatment and a shelf life study. **J. Food Sci.** 66(2): 332-336.

Poa, S. 2002. **Sanitizing citrus fruit for fresh juice safty.** [online]. Available: <http://www.fdocitrus.com/fruitsanitation.htm>.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก.

### การตรวจคุณภาพด้านเคมี

การวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีในน้ำส้ม(AOAC, 1990)

#### สารเคมีและอุปกรณ์

- น้ำส้มคั้น
- 4% acetic acid
- สารละลาย indophenol dye
- สารละลายวิตามินซีมาตรฐาน (L-ascorbic acid) 0.3 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร
- ปิเปตต์
- บิวเรตต์
- ขวดรูปกรวย

#### วิธีการเตรียมสารละลาย

1. สารละลายวิตามินซีมาตรฐาน  
ละลายวิตามินซี 0.06 กรัม ลงในกรดอะซิติก 4% จำนวน 200 มล (เตรียมใหม่ๆ ก่อนใช้ และเก็บในขวดสีชา)
2. สารละลาย indophenol dye  
ละลาย 2,6-dichlorophenolindophenol 0.25 กรัม ในน้ำอุ่น แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรครบ 1 ลิตร หากมีตะกอนให้กรองก่อนใช้

#### วิธีการวิเคราะห์

1. ปิเปตน้ำส้มตัวอย่าง 4 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปกรวยขนาด 250 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้นที่เหมาะสม เติมกรดอะซิติกลงไป 6 มิลลิลิตร แล้วนำไปไทเทรตด้วย indophenol dye ทันที จนได้สีชมพูจางๆ คงตัวประมาณ 15 วินาที จดปริมาตรไว้ (อ่านถึงทศนิยมตำแหน่งที่สอง) ทำซ้ำอีกครั้งแล้วใช้ค่าเฉลี่ยในการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีคำนวณหาปริมาณวิตามินซี

นำค่าที่ได้จากการไทเทรตมาคำนวณหาปริมาณวิตามินซีในน้ำส้ม โดยคิดเป็นมิลลิกรัม % (จำนวนมิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) โดยวิธีเทียบบัญญัติไตรยางค์ธรรมดาจากสารละลายวิตามินซีมาตรฐาน

สูตรคำนวณ

วิตามินซีในน้ำส้ม =  $[3(C-B)/(A-B)] * 25$  มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร

A ปริมาตรที่ใช้ในการไทเทรตสารละลายวิตามินซีมาตรฐาน

B ปริมาตรที่ใช้ในการไทเทรตขวดเปรียบเทียบ

C ปริมาตรที่ใช้ในการไทเทรตน้ำส้ม

## การวิเคราะห์หาปริมาณกรด (AOAC, 1990)

### สารเคมีและอุปกรณ์

-น้ำส้มคั้น

-สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐาน 0.1 นอร์มัล

-ฟีนอล์ฟทาลีน

-ปิเปตต์

-บิวเรตต์

-ขวดรูปกรวย

### การเตรียมสารละลายบางชนิดที่ใช้ในการทดลอง

#### 1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐาน 0.1 นอร์มัล

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่นที่ต้มไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จำนวน 890 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ่ายใส่ในพลาสติกที่มีจุก เขย่าให้เข้ากัน ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง หรือรินสารละลายส่วนใสใส่ในขวด ได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1 นอร์มัล แล้วนำมาปรับมาตรฐานตามวิธีหนึ่งวิธีใดต่อไปนี้

1.1 ปิเปตสารละลายมาตรฐานของกรดไฮโดรคลอริก หรือ กรดซัลฟิวริก 0.1 นอร์มัล จำนวน 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในพลาสติกที่มีขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเจือจางด้วยน้ำที่ต้มไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จำนวน 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด นำไปไตเตรทกับด่าง โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เตรียมได้จนมีสีชมพู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 นำโพแทสเซียมไฮโดรเจนพาทาเลท (Potassium hydrogen phthalate) ใส่ในขวดสำหรับชั่งน้ำหนักไปอบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้น ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น

ชั่งโพแทสเซียมไฮโดรเจนพาทาเลท ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 0.6-0.7 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ละลายด้วยน้ำกลั่นที่ต้มไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ประมาณ 75 มิลลิลิตร ไตเตรทด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ คำนวณหา normality จากสูตร

สูตรคำนวณ

$$ml * N = gm / MW * 1 / B * 1000$$

ml	ปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์
N	normality ของ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ต้องการ
MW	น้ำหนักโมเลกุลของ โพแทสเซียมไฮโดรเจนพาทาเลท = 204.32
B	จำนวนสมมูลของโพแทสเซียมไฮโดรเจนพาทาเลท = 1

วิธีการวิเคราะห์

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ในพลาสติกขนาด 125 มิลลิลิตร หยดฟีนอล์ฟทาลีนลง 2-3 หยด นำมาไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนถึงจุดยุติ เมื่อสารละลายในพลาสติกมีสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรท ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง แล้วนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยเพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณกรด

วิธีคำนวณหาปริมาณกรดในรูปกรดซตริก

สูตรคำนวณ

$$\text{ปริมาณกรดในน้ำส้ม} = ml * N * 100 * 64 / S * 1000$$

ml	ปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์
N	normality ของ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ต้องการ
S	ปริมาณของตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข.

### การตรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์

#### การเตรียมอาหาร orange serum agar (OSA)

##### สารเคมี

orange serum	200	มิลลิกรัม
Yeast Extract	3	กรัม
Tryptone	10	กรัม
Dextose	4	กรัม
Dipotassium Phosphate	2.5	กรัม
Agar	17	กรัม

##### วิธีการเตรียม orange serum

1. นำผลส้มมาล้างให้สะอาด แล้วหั่นเป็นสองซีก นำมาคั้นเป็นน้ำส้ม
2. นำน้ำส้มมากรองด้วยผ้าขาวบาง
3. นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 2500 rpm 15 นาที
4. ดูดส่วนใสมาให้ได้ 200 มิลลิลิตร เพื่อนำไปเตรียม Orange Serum Agar

##### วิธีการเตรียมอาหาร

1. นำส่วนอาหารทั้งหมดตามปริมาณที่ได้ระบุดังกล่าว นำไปละลายด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำไปให้ความร้อนเพื่อให้การละลายเกิดได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
2. หลังจากทีละลายหมดก็ทำการเติม Orange Serum ลงไป คนให้เข้ากัน
3. เทใส่ขวดอาหารที่เตรียมไว้ นำไปฆ่าเชื้อโดยใช้เครื่อง Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาทีที่ความดัน 15 lbs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค.

### การตรวจคุณภาพทางด้านกายภาพ

#### ค่าปฏิกริยาสีน้ำตาล (Braddock; et. al., 1991)

นำตัวอย่างน้ำส้ม มากรองด้วยผ้าขาวบาง นำน้ำส้มที่กรองได้มาวัดค่าสีโดยเครื่องวัดสี Colorimeter (Minolta CR-300) ในระบบ  $L^*a^*b^*$  นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าการเกิดสีน้ำตาลในน้ำส้ม (B value) โดยใช้สูตรคำนวณ

$$B \text{ value} = [(a^*_t - a^*_0)^2 + (b^*_t - b^*_0)^2]^{1/2}$$

$a^*_t$  ค่า  $a^*$  ที่วัดได้ในระบบ  $L^*a^*b^*$  ที่เวลาการเก็บรักษา ( $t$  วัน)

$a^*_0$  ค่า  $a^*$  ที่วัดได้ในระบบ  $L^*a^*b^*$  ที่เวลาเริ่มต้น ( $t=0$  วัน)

$b^*_t$  ค่า  $b^*$  ที่วัดได้ในระบบ  $L^*a^*b^*$  ที่เวลาการเก็บรักษา ( $t$  วัน)

$b^*_0$  ค่า  $b^*$  ที่วัดได้ในระบบ  $L^*a^*b^*$  ที่เวลาเริ่มต้น ( $t=0$  วัน)

#### ค่าความคงตัวของความขุ่น (Nienaber and Shellhammer, 2001)

นำตัวอย่างน้ำส้ม 50 มิลลิลิตรมาปั่นเหวี่ยงโดยเครื่อง Centrifuge (Hermle Z383K) ที่ความเร็วรอบ 2500 rpm เป็นเวลา 10 นาทีแล้วนำไปวัดค่า % Transmission ที่ความยาวคลื่น 650 nm โดยเครื่อง spectrophotometer (JENWAY)

ภาคผนวก ง.

ตัวอย่างแบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

ผู้ทดสอบ ..... เพศ ..... วันที่ .....

การทดสอบตัวอย่างน้ำส้ม

ตัวอย่างการทดสอบต่อไปนี้เป็นตัวอย่างน้ำส้มที่ผ่านการลวกผิวส้มที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กรุณาชิมตัวอย่างทดสอบโดยเทียบกับน้ำส้มที่ไม่ผ่านการลวกผิวแล้วให้คะแนนการยอมรับ ดังนี้

- 5 = ยอมรับมากที่สุด
- 4 = ยอมรับมาก
- 3 = ยอมรับปานกลาง
- 2 = ยอมรับน้อย
- 1 = ยอมรับน้อยที่สุด

ตัวอย่างทดสอบ	สี	กลิ่น	รสชาติ	การยอมรับโดยรวม

ข้อเสนอแนะ

.....  
 .....  
 .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก จ.

### รูปเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบ



รูปที่ 4.7 เชื้อยีสต์ที่ตรวจพบในน้ำส้มในอาหาร PDA

รูปที่ 4.8 เชื้อแบคทีเรียที่ตรวจพบในน้ำส้มในอาหาร Orange Serum Agar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้