



15442



T096926

# ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะละกอเชื่อมแห้ง  
(Development of sweet dried papaya)

ปพ.  
๑๔๘๑ก  
๒๕๔๑

โดย

น.ส.ศิริรัตน์ บุญญาศิริ  
นายชัยนุรักษ์ อินทรสิงห์

ตงหนุ.....  
เลขทะเบียน..... 96926  
ให้เสร็จป.ปี..... - 5 JUN 2003

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร  
คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Department of Agricultural Industry  
Faculty of Agricultural Technology

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

King Mongkut's Institute of Technology  
Chaokuntaharn Ladkrabang  
Bangkok 10520 Thailand

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะละกอเชื่อมแห้ง  
(Development of dried papaya)

โดย

นายชัยนุรักษ์ อินทรสิงห์  
นางสาวศิริรัตน์ บุญญาศิริ

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....  
( )

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....  
( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

15442

- 7 ก.ค. 2541

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

ปลง.

389ท

2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะละกอเชื่อมแห้ง  
(Development of dried papaya)



รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศิริรัตน์ บุญญาศิริ และ ชัยนุรักษ์ อินทสิงห์ 2541 : การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะละกอเชื่อมแห้ง  
( Development of sweet dried papaya ) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร  
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.55 หน้า  
อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ยุพร พิษกมฺุร

### บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะละกอเชื่อมแห้ง โดยการศึกษาหาความแก่อ่อนของมะละกอ ที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่ามะละกอที่มีลักษณะห่าม ( มี pH 5.60, สี 5YR7 /8 และ Acidity 0.30 ) ได้รับการยอมรับมากที่สุด เมื่อหั่นมะละกอที่มีขนาด 1 × 1 ซม., 1.5 × 1.5 ซม., 2 × 2 ซม. พบว่าทั้งในวิธีการแช่อิ่มแบบช้า และวิธีการแช่อิ่มแบบเร็ว ขนาดที่ได้รับการยอมรับ คือ ขนาด 1 × 1 ซม. สำหรับความเข้มข้นของน้ำเชื่อมในวิธีการแช่อิ่มแบบช้า พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 60 – 70 Brix ได้รับการยอมรับ เมื่อทำการเก็บผลิตภัณฑ์ให้เป็นระยะเวลา 25 วัน โดยบรรจุในภาชนะบรรจุ และเก็บที่อุณหภูมิต่างกัน คือบรรจุในถุง PE , ขวดแก้วปิดฝาสนิท ที่อุณหภูมิตู้เย็น ผลิตภัณฑ์ยังคงมีสี รสชาติ ลักษณะปรากฏไม่เปลี่ยนแปลง

...ผู้จัดทำ... สิ้นหนิง...  
ศิริรัตน์ บุญญาศิริ  
ลายมือชื่อนักศึกษา

.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

.....  
วันเดือนปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากการให้คำปรึกษา จากอาจารย์ที่ปรึกษา คือ ดร.ยุพร พืชกมฺุทร ที่ได้ให้คำแนะนำ แก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ และดูแลอย่างใกล้ชิด จึงขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง และขอขอบพระคุณอาจารย์ในภาควิชาทุกท่าน ตลอดจนเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ให้คำแนะนำ และอำนวยความสะดวกตลอดการปฏิบัติการปัญหาพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ครอบครัวของคณะวิจัย และคุณสิริพร สังคะสุข ที่คอยให้กำลังใจ และห่วงใย ตลอดมา ขอขอบคุณและเพื่อน ๆ ทุกคน ที่คอยช่วยเหลือ และให้คำแนะนำที่ดี มาโดยตลอด



นางสาวศิริรัตน์ บุญญาศิริ  
นายชัยนุรักษ์ อินทรสิงห์  
มีนาคม 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	ช
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	2
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	19
4. ผลและวิจารณ์การทดลอง	28
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	38
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	41
ภาคผนวก ข	44
ภาคผนวก ค	54
ประวัติผู้เขียน	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของมะละกอดิบ ห้าม และสุก	28
4.2 ผลการวิเคราะห์ความชื้นสุดท้ายของวัตถุดิบในระยะดิบ ห้าม และสุก	28
4.3 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์มะละกอเชื่อมแห้ง เพื่อหาระยะความแก่-อ่อน ของวัตถุดิบที่เหมาะสม	29
4.4 ผลการวิเคราะห์ความชื้นของผลิตภัณฑ์ของวัตถุดิบขนาดต่าง ๆ ในวิธีการแช่อิ่มแบบเร็ว	29
4.5 ผลการวิเคราะห์หาความชื้นของผลิตภัณฑ์ของวัตถุดิบขนาดต่างๆ ในวิธีการแช่อิ่มแบบช้า	30
4.6 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะละกอเชื่อมแห้ง เพื่อหาขนาดที่เหมาะสมของชิ้นวัตถุดิบ ในวิธีการแช่อิ่มแบบช้า	30
4.7 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติจากการทดสอบประสาทประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะละกอเชื่อมแห้ง เพื่อหาขนาดของชิ้นวัตถุดิบที่เหมาะสม ในวิธีการแช่อิ่มแบบเร็ว	31
4.8 ผลการวิเคราะห์หาความชื้นของผลิตภัณฑ์ในระดับความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่ต่างกัน	31
4.9 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติการทดสอบทางประสาทสัมผัสของวิธีการแช่อิ่มทั้ง 2 แบบ	32
4.10 ผลการวิเคราะห์หาความชื้นของผลิตภัณฑ์ในภาชนะบรรจุ และอุณหภูมิที่ต่างกันทั้งก่อนและหลังการเก็บรักษา ในวิธีการแช่อิ่มแบบช้าที่ความเข้มข้น 60-70บริกซ์	32

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
1. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะเนื้อสัมผัสเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีระยะเวลาแก่-อ่อน ที่เหมาะสมนำมาผลิตผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ระยะ คือ มะละกอดิบ ห่าม และสุก	45
2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสีเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีความแก่-อ่อน 3 ระยะที่ต่างกัน	45
3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชอบเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีความแก่-อ่อน 3 ระยะที่ต่างกัน	45
4. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรสชาติเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีความแก่-อ่อน 3 ระยะที่ต่างกัน	46
5. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความความยอมรับรวมเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีความแก่-อ่อน 3 ระยะที่ต่างกัน	46
6. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะเนื้อสัมผัสเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดต่างกัน 3 ขนาด ในวิธีการแช่อิ่มแบบช้า	46
7. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสีเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดต่างกัน 3 ขนาด ในวิธีการแช่อิ่มแบบช้า	47
8. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชอบเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเหมาะสม 3 ขนาด ในวิธีการแช่อิ่มแบบช้า	47
9. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรสชาติเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดต่างกัน 3 ขนาด ในวิธีการแช่อิ่มแบบช้า	47
10. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยอมรับรวม เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดต่างกัน 3 ขนาด ในวิธีการแช่อิ่มแบบช้า	48
11. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะเนื้อสัมผัส เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดต่างกัน 3 ขนาด ในวิธีการแช่อิ่มแบบเร็ว	48
12. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสี เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดต่างกัน 3 ขนาด ในวิธีการแช่อิ่มแบบเร็ว	48
13. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชอบ เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดต่างกัน 3 ขนาด ในวิธีการแช่อิ่มแบบเร็ว	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญญัตราสาร (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
14. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรสชาติ เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดต่างกัน 3 ขนาด ในวิธีการแช่อบแบบเร็ว	49
15. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยอมรับรวม เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดต่างกัน 3 ขนาด ในวิธีการแช่อบแบบเร็ว	49
16. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะเนื้อสัมผัส เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีวิธีการที่ต่างกัน คือ ในวิธีการแช่อบแบบช้า และวิธีการแช่อบแบบเร็ว	50
17. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสี เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีวิธีการที่ต่างกัน คือ ในวิธีการแช่อบแบบช้า และวิธีการแช่อบแบบเร็ว	50
18. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชอบ เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีวิธีการที่ต่างกัน คือ ในวิธีการแช่อบแบบช้า และวิธีการแช่อบแบบเร็ว	50
19. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรสชาติ เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีวิธีการที่แตกต่างกัน คือ ในวิธีการแช่อบแบบช้า และวิธีการแช่อบแบบเร็ว	51
20. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยอมรับรวม เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีวิธีการที่ต่างกัน คือ ในวิธีการแช่อบแบบช้า และวิธีการแช่อบแบบเร็ว	51
21. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่มีระดับความชื้นของน้ำเชื่อมต่างกัน	51
22. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสี ของผลิตภัณฑ์ที่มีระดับความชื้นของน้ำเชื่อมต่างกัน	52
23. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชอบ ของผลิตภัณฑ์ที่มีระดับความชื้นของน้ำเชื่อมต่างกัน	52
24. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรสชาติ ของผลิตภัณฑ์ที่มีระดับความชื้นของน้ำเชื่อมต่างกัน	52
25. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยอมรับรวม ของผลิตภัณฑ์ที่มีระดับความชื้นของน้ำเชื่อมต่างกัน	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	วัตถุดิบที่ใช้	23
2	มะละกอกที่แช่ในน้ำปูนขาว	24
3	ชิ้นมะละกอกขนาด 1x1	25
4	ชิ้นมะละกอกขนาด 1.5x1.5	25
5	ชิ้นมะละกอกขนาด 2x2	26
6	วิธีการแช่อิ่มแบบเร็ว	27
7	วิธีการแช่อิ่มแบบช้า	27
8	ผลิตภัณฑ์มะละกอกเชื่อมแห้งที่ทำจากมะละกอดิบ	34
9	ผลิตภัณฑ์มะละกอกเชื่อมแห้งที่ทำจากมะละกอกห่าม	34
10	ผลิตภัณฑ์มะละกอกเชื่อมแห้งที่ทำจากมะละกอกสุก	35
11	ผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและตู้เย็นในถุง PE	36
12	ผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและตู้เย็นในขวดแก้ว	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

ในปัจจุบันได้มีการนำเอามะละกอสูกมาใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนในการผลิตอาหารมาก โดยเฉพาะการใช้ทดแทนมะเขือเทศ เช่น ในการผลิตใช้เป็นส่วนผสมของซอสมะเขือเทศ ซอสพริก น้ำมะเขือเทศ เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากมะละกอมีราคาถูกตลอดจนมีรส สี กลิ่นและแร่ธาตุต่าง ๆ ไม่ได้แตกต่างไปจากมะเขือเทศเท่าใดนัก จึงทำให้ผู้ผลิตนิยมมาก นอกจากนี้มะละกอสูกยังสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ไม้กระป๋อง น้ำแยม และมะละกอผงได้อีกด้วย

นอกจากผลมะละกอแล้ว ยางมะละกอซึ่งมีสารอินทรีย์ชนิดหนึ่ง เรียกกันว่า “ปาเปน” ( papain ) มีคุณสมบัติในการช่วยย่อยโปรตีนได้สูง คล้ายคลึงกับเอนไซม์เปปซิน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมได้หลายอย่าง เช่น อุตสาหกรรมการผลิตเบียร์และเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมเนื้อ หรือปลากระป๋อง โดยนำไปทำเป็นผงเปียก ทำให้เนื้อเปียก อุตสาหกรรมเวชภัณฑ์ เช่น เป็นยาช่วยระบายอาหาร ยาใส่แผลฆ่าเชื้อต่าง ๆ ใช้แช่หนังสัตว์ในอุตสาหกรรมการฟอกหนัง และขนสัตว์ช่วยให้ขนสัตว์มีความต้านทานต่อการหดตัว ใช้แยกออกจากไหมแท้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมการทำสบู่ ยาสีฟัน เครื่องสำอาง กระดาษ และอุตสาหกรรมหมากฝรั่ง

ส่วนเปลือกมะละกอสามารถนำมาใช้เป็นผลพลอยได้ โดยใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น เป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ หรือสีผสมอาหาร เป็นต้น นอกจากนั้นใบอ่อนยังรับประทานเป็นผักได้ เมล็ดใช้ทำยาบิบบากมดลูก ยาแก้ระคายเคือง หรือถ่ายพยาธิ ยอดหรือลำต้นใช้เป็นอาหารสัตว์ รากและก้านใบยังสามารถใช้เป็นยาขับปัสสาวะ ยาถ่ายพยาธิ ใช้ชักผ้าแทนสบู่ หรือผงซักฟอกได้อีกด้วย

จากประโยชน์ของมะละกอที่กล่าวมาแล้วนั้น พบว่าการปลูกมะละกอเพื่อการส่งออก และเพื่อส่งเสริมการส่งออก และเพื่ออุตสาหกรรมเกษตรแทนที่จะปลูกเป็นพืชสวนครัวอย่างเดียว จึงเป็นที่น่าสนใจ และมีแนวโน้มที่จะนำรายได้เข้าสู่ประเทศในอนาคต ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาวิธีการในการแปรรูปมะละกอสด ให้เป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะช่วยให้การยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น และช่วยเพิ่มชนิดของอาหารที่แปลกใหม่ รวมทั้งเพิ่มราคาของผลผลิตด้วย

คณะวิจัยได้สังเกตเห็นการนำมะละกามาใช้ประโยชน์ จึงทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะละกอเชื่อมแห้งขึ้น ซึ่งอาจเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการแปรรูปมะละกอสด ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่ามากขึ้น และเก็บรักษาได้นานขึ้น

## บทที่ 2 วารสารปริทัศน์

### มะละกอ

มะละกอเป็นพืชผลไม้ที่มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Carica papaya* Linn จัดอยู่ในวงศ์ Caricaceae ถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในทวีปอเมริกากลาง บริเวณประเทศเม็กซิโกตอนใต้และคอสตาริกา ในปี ค.ศ.1513-1525 เมล็ดมะละกอได้แพร่กระจายไปยังปานามา และดาเรียนต่อไปยังซานโดมิงโก และเกาะอินดีสตะวันตก เข้าไปยังฟิลิปปินส์กลางศตวรรษที่ 16 แล้วจึงแพร่เข้าสู่อินโดนีเซียและอินเดียในศตวรรษที่ 18 เข้าสู่แชนซิบาร์ และอูกันดา ในปี ค.ศ. 1874 แล้วแพร่กระจายไปสู่ประเทศแถบร้อนต่าง ๆ ทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทยซึ่งเป็นที่คุ้นเคยกับผลไม้ชนิดนี้เป็นอย่างดี เรียกชื่อตามท้องถิ่น ดังนี้

- ภาคกลาง	เรียกว่า	มะละกอ
- ภาคใต้	เรียกว่า	ลอกอ
ยะลา	เรียกว่า	ก้วยลา
สตูล	เรียกว่า	แดงตัน
ปัตตานี	เรียกว่า	มะเต๊ะ
- ภาคเหนือ	เรียกว่า	มะก้วยเต็ด
แม่ฮ่องสอน	เรียกว่า	สะกวย
- ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	เรียกว่า	บักฮุ้ง
นครพนม	เรียกว่า	หมักหุ้ง
จีน	เรียกว่า	เจี้ยกวย
อเมริกา	เรียกว่า	ปาปายา
อังกฤษ	เรียกว่า	ปาปอ (Papaw) หรือ Tree melon
บราซิล	เรียกว่า	มาเมา
สเปน	เรียกว่า	ฟรูตตา
คิวบา	เรียกว่า	บอมบา

ในสมัยก่อนมะละกอไม่ได้รับความสนใจ มักถูกปล่อยปละละเลย ให้ขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่มะละกอเป็นพืชทนแล้งได้ดี จึงสามารถอยู่รอดได้ ครั้นถึงระยะสงครามมหาเอเชียบูรพา ทหารญี่ปุ่นที่เข้ามาในประเทศไทยนิยมบริโภคกันมาก ทั้งผลดิบและผลสุก จึงทำให้คนไทยตื่นตัว ให้ความสนใจมะละกอกันมากขึ้น ต่อมาหลังจากปี 2490 เริ่มมีนักท่องเที่ยวเข้ามาในประเทศ และได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับความสนใจบริโภคผลไม้เมืองร้อนของไทยกันมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งมะละกอ จึงกลายเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมกว้างขวางอย่างรวดเร็วจนถึงปัจจุบัน และเป็นผลไม้สดรับประทานหลังอาหารไปโดยปริยาย

ผลมะละกอสุกเป็นผลไม้ที่มีรสชาติหวานเย็นอร่อย และมีคุณค่าทางอาหารสูง ประกอบด้วยน้ำ ร้อยละ 88 น้ำตาล ร้อยละ 10 โปรตีน ร้อยละ 0.5 ไขมัน กรด ร้อยละ 0.1 กรด กาก ร้อยละ 0.6 และเยื่อใย ร้อยละ 0.7 นอกจากนี้เนื้อมะละกอสุกยังมีวิตามิน เกือบครึ่งที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายสูงอยู่มาก กล่าวคือ ในมะละกอจำนวน 100 กรัม จะมีวิตามินเอ ถึงประมาณ 2,000-3,000 กรัมหน่วยสากล มีโทอะมิน 15-64 ไมโครกรัม ไบโอฟลาเวิน 28-83 ไมโครกรัม โทอะซิน 0.15-0.76 ไมโครกรัม และกรดแอสคอบิก 33-136 มิลลิกรัม ผลมะละกอสุกมีคุณสมบัติเป็นยาละลายแก้อาการท้องผูกได้ดี โดยส่วนมากจะให้รับประทานสุก เป็นอาหารเช้า ของว่าง หรือเป็นส่วนผสมในสลัดผลไม้ หรืออาจนำมาแปรรูปปรุงรสให้มีรสชาติดียิ่งขึ้น เช่น เป็นเครื่องดื่ม เครื่องปรุง ไอศกรีม

## พันธุ์มะละกอ

ประเทศไทยมีพันธุ์มะละกอที่ปลูกกันเป็นการค้าอยู่มากมายหลายพันธุ์ พบว่ายังมีความผันแปรทางด้านขนาดผล และรูปร่างลักษณะทั้งภายในและภายนอกผล จนแยกไม่ออกว่าเป็นพันธุ์อะไร ตลอดจนการเรียกชื่อพันธุ์ต่าง ๆ ก็มีมากมายทั้งที่เป็นรู้จักกันดีทั้งในประเทศ และชื่อที่รู้จักเรียกกันในเฉพาะท้องถิ่น รวมทั้งมีการตั้งชื่อพันธุ์ใหม่ ๆ มะละกอที่นิยมปลูกกันมากและเป็นที่รู้จักกันทั่วไปมีดังนี้

**1. มะละกอพันธุ์พื้นเมือง** เป็นมะละกอที่ปลูกกันมากสืบทอดเชื้อสายกันมาเรื่อย ๆ โดยไม่มีการคัดเลือกพันธุ์ให้ดีขึ้น คงปล่อยให้มีการผสมพันธุ์กันเองตามธรรมชาติทุกอย่าง ดังนั้นจึงมีลักษณะที่ไม่ค่อยแน่นอน แต่ส่วนใหญ่ผลจะมีลักษณะกลมขนาดเล็ก เนื้อบาง ช่องว่างในผลกว้าง ผลสุกเนื้อจะมีสีออกเหลือง เนื้อค่อนข้างละเอียด จึงไม่ค่อยนิยมบริโภคผลสุกกัน มักจะใช้ประโยชน์จากผลดิบมากกว่า การออกดอกติดผลช้าแต่มีข้อดีตรงที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี ในปัจจุบันกำลังถูกพันธุ์ใหม่ ๆ ที่มีคุณภาพดีกว่าเข้ามาแทนที่เรื่อย ๆ จนจะพบได้บ้างในท้องถิ่นที่ห่างไกลเท่านั้น ส่วนที่ปลูกเป็นการค้านั้นจะหาพันธุ์พื้นเมืองไม่ได้แล้ว

**2. มะละกอพันธุ์แขกดำ** เป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมปลูกกันมากและเป็นที่ต้องการของตลาดปัจจุบัน ลักษณะเป็นมะละกอต้นเดี่ยว มีก้านใบสีเขียว สั้น แข็งแรง ก้านใบส่วนมากจะตั้งตรง ใบหนากว่ามะละกอพันธุ์อื่น ๆ ช่องว่างระหว่างข้อที่ผลมีขนาดปานกลาง ผลขนาดพอเหมาะทั้งส่วนหัวและท้ายผลเกือบมีขนาดเท่ากัน เปลือกหนาสีเขียวเข้ม ผลดิบมีน้ำหนักประมาณ 500-750 กรัมต่อผล เนื้อแน่นแข็งกรอบและมีสีแดง ชาวสวนส่วนใหญ่จะเก็บผลขณะที่ยังอ่อน เพื่อใช้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มะละกอสำหรับบริโภคดิบ ผลสุกมีรสหวาน เมล็ดน้อย ช่องว่างภายในผลแคบมีน้ำหนักประมาณ 1.50 กิโลกรัมต่อผล

**3. มะละกอพันธุ์สายน้ำผึ้ง** ลักษณะเป็นมะละกอต้นเดี่ยว ก้านใบมีสีเขียวอ่อนหรือสีเขียวปนขาว มีขนาดยาวกว่าก้านใบของมะละกอพันธุ์แขกดำ แต่มีความแข็งแรงน้อยกว่า จำนวนแฉกของใบมีน้อยกว่าพันธุ์แขกดำและพันธุ์โกโก้ ผลค่อนข้างโต ลักษณะเป็นทรงบ้าน ขนาดของผลยาวประมาณ 29-50 เซนติเมตร ช่องว่างภายในผลกว้างปานกลาง มีเม็ดประมาณ 350 เมล็ดต่อผล เมื่อผลสุกมีเนื้อสีแดงปนส้มหรือออกเหลืองปนส้ม เนื้อไม่แข็ง หนาประมาณ 2-2.5 เซนติเมตร รสชาติหวานจัด เก็บไว้ไม่ได้นานเพราะเนื้อละเอียด เป็นมะละกอที่เหมาะสมสำหรับใช้บริโภคผลสุก ปัจจุบันมะละกอพันธุ์นี้ไม่ค่อยนิยมปลูกกันมากนัก

**4. มะละกอพันธุ์โกโก้** เป็นที่ต้องการของตลาด ลักษณะส่วนใหญ่คล้ายพันธุ์สายน้ำผึ้ง ต่างกันตรงที่ใบจะมีสีออกม่วง ๆ ส่วนหัวผลเล็กเร็วไปสู่ส่วนท้ายซึ่งใหญ่และใหญ่กว่าส่วนท้ายของผลพันธุ์สายน้ำผึ้ง มีช่องว่างระหว่างพูเป็นเหลี่ยมชัดเจน ช่องว่างภายในผลค่อนข้างกว้าง เมื่อผลสุกเนื้อสีแดงแข็งกรอบกว่าพันธุ์สายน้ำผึ้ง แต่ไม่เท่าพันธุ์แขกดำเหมาะสำหรับบริโภคสุก

**5. มะละกอพันธุ์จำปาตะ** เป็นพันธุ์ที่มีลำต้นอวบ แข็งแรง ออกดอกติดผลช้ากว่าพันธุ์โกโก้และพันธุ์แขกดำ ใบและก้านใบออกสีเขียวอ่อน ผลมีขนาดยาว ผลดิบสีเขียวอ่อน ผลสุกเป็นสีเหลือง เนื้อค่อนข้างบางกว่าพันธุ์อื่น และเนื้อไม่ค่อยแน่น

**6. มะละกอพันธุ์ไซโล** เป็นพันธุ์มะละกอจากต่างประเทศที่นิยมปลูกกันมากและที่เป็นที่ต้องการของตลาดพอสมควร นอกจากยังเป็นมะละกอพันธุ์การค้าของชาวยุโรป ออกดอกติดผลครั้งแรกเมื่ออายุประมาณ 12 - 14 เดือน หลังจากปลูกให้ผลแรกอยู่สูงจากระดับพื้นดินประมาณ 1 - 1.5 เมตร ผลเกิดจากดอกสมบูรณ์เพศ มีลักษณะรูปร่างคล้ายกับผลมะละกอพันธุ์โกโก้ แต่ค่อนข้างกลมกว่าเล็กน้อย ผลมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10 เซนติเมตร ยาวประมาณ 15 เซนติเมตร มีน้ำหนักประมาณ 0.5 กิโลกรัมต่อผล ผลสุกเนื้อสีเหลืองจำปาละเอียดสม่ำเสมอ รสหวานไม่ถึงกับหวานจัดมาก

**7. มะละกอพันธุ์ปากช่อง 1** เป็นพันธุ์ใหม่ล่าสุดที่สถานีวิจัยปากช่อง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ได้ผสมพันธุ์ขึ้นจากการนำเอามะละกอสายพันธุ์ชินไรส์ ไซโล จากประเทศไต้หวันมาทำการปลูกและผสมพันธุ์ตัวเองอยู่ 5 ปีอายุ จนได้สายพันธุ์ที่ค่อนข้างบริสุทธิ์ มีลักษณะดีตามที่ต้องการและตั้งชื่อว่า "มะละกอพันธุ์ปากช่อง 1" มีลักษณะที่ดีเด่น คือ เป็นมะละกอต้นค่อนข้างเตี้ยมาก ๆ ให้ผลผลิตครั้งแรกประมาณ 8 เดือน หลังจากปลูก ผลลักษณะกลมขนาดเล็กสามารถรับประทานคนเดียวหมดผล หรือถ้าผลขนาดกลางก็อาจรับประทานได้ 2 คน มีน้ำหนักประมาณ 250-300 กรัมต่อผล ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ เนื้อแข็งกรอบสีส้ม หนาประมาณ 1.8 เซนติเมตร รสชาติหอมหวาน มีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลค่อนข้างสูง ผลสุกจะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผิวสีเหลืองทั้งผล สามารถเก็บไว้ในอุณหภูมิปกติได้นาน โดยที่มีรสหวานเหมือนเดิมและเนื้อก็ไม่  
 และด้วย นอกจากนี้แล้วชาวสวนยังสามารถที่จะเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ปลูกได้เอง ทั้งยังสามารถเพิ่ม  
 ขนาดของผลให้ใหญ่ขึ้นมีน้ำหนักถึง 600 กรัมต่อผล และคุณสมบัติที่เด่นจากมะละกอพันธุ์อื่น ๆ  
 คือ เป็นพันธุ์ที่ค่อนข้างมีความต้านทานต่อโรคที่สำคัญที่สุดของมะละกอ

### การทำแห้ง

การทำให้อาหารแห้งนับเป็นวิธีการถนอมอาหารแบบหนึ่งซึ่งเป็นวิธีที่ทำได้ง่ายและเป็นวิธี  
 ที่เก่าแก่ที่สุดวิธีหนึ่งที่มีมนุษย์ได้เรียนรู้มาจากธรรมชาติ โดยเริ่มมาจากแถบภูมิภาคที่มีอากาศร้อน  
 แห้ง เช่น แถบทะเลทรายหรือในที่อยู่อาศัยซึ่งมนุษย์ได้อาศัยความร้อนจากแสงแดดมาช่วยทำให้  
 อาหารแห้ง โดยการสังเกตจากพวกธัญพืช เช่น ข้าว ข้าวโพด ซึ่งเป็นพืชที่มีความชื้นปานกลาง ถ้า  
 ทำให้แห้งขึ้นจะสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานปี นอกจากนั้นในบางภูมิภาคจะมีผลผลิตจากการ  
 เกษตร เช่น ผักและผลไม้จำนวนมากในบางฤดูจึงหาวิธีที่จะเก็บรักษาผลผลิตเหล่านั้นไว้ให้สามารถนำมา  
 บริโภคได้ตลอดปี จึงได้มีการนำผลผลิตที่มีมากเกินไปมาตากแห้งโดยการผึ่งแดด ความ  
 ร้อนจากแสงแดดจะทำให้ไนระเหยออกไป จนผลิตภัณฑ์ที่แห้งสามารถเก็บไว้ได้นาน จากผลการ  
 ศึกษาพบว่าปริมาณน้ำหรือความชื้นที่จะสามารถป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากจุลินท  
 ร์ได้ โดยทั่วไปควรจะเหลือความชื้นในอาหารนั้นต่ำกว่า 10 % ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารเป็น  
 สำคัญ

การให้อาหารแห้งนั้นมีวิธีการทำได้หลายวิธี จึงมีชื่อเรียกต่าง ๆ กันตามลักษณะของการอบแห้งนั้น  
 เช่น การตากแห้ง การอบแห้ง การผึ่งแห้ง การทำแห้ง (Drying) และการดึงน้ำออก (Dehydration)  
 เป็นต้นโดยความหมายแล้ว

การทำแห้งหมายถึง การถ่ายเทของเหลว (Liquid) เช่น น้ำ ออกจากของแข็งหรือวัสดุที่ชื้น (Wet  
 solids) ไปยังก๊าซที่ไม่อิ่มตัว (Unsaturated gas) ตัวอย่างเช่น

การตากแห้งอาหารกลางแดด ความร้อนจากแสงแดดจะทำให้ไอน้ำในอาหารระเหยออกไปในอากาศ  
 ลมจะช่วยพัดไอน้ำที่ระเหยออกมาจากผิวหน้าของอาหารทำให้อาหาร แห้งเร็วขึ้น เป็นต้น แต่  
 มักจะเรียกชื่อเป็นอย่างอื่น เช่น hidification เป็นต้น

### กระบวนการผลิตที่มีความสัมพันธ์กับการทำอาหารแห้ง

ในกระบวนการอบแห้งนั้น ไม่ว่าจะวัตถุดิบจะอยู่ในรูปของเหลว ( อาหารเหลว ) หรือของแข็งก็ตามจะ  
 ต้องผ่านกระบวนการอื่น ๆ อันเป็นขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบก่อนการอบแห้ง ทั้งนี้เนื่องจากเครื่อง  
 อบแห้งแต่ละอย่างจะมีความสามารถเฉพาะตัวต้องการวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติและสภาพที่เหมาะสม  
 สมก่อนที่จะนำเข้าเครื่อง โดยทั่วไปแล้วการทำอาหารแห้งจะต้องอาศัยกระบวนการที่สำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลายอย่าง ดังเช่น การระเหยน้ำออกเพื่อทำให้เข้มข้นขึ้น การอุ่นวัตถุดิบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น การตัดแต่งวัตถุดิบให้อยู่ในลักษณะที่เหมาะสม เป็นต้น ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การทำอาหารแห้งนั้นขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบเป็นขั้นแรกที่สำคัญมาก และต้องคำนึงถึงอย่างมาก เพราะการเลือกกระบวนการที่เหมาะสมจะช่วยทำให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งออกมามีคุณภาพดีขึ้นนอกจากนั้นเมื่อได้ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งมาแล้ว จะต้องบรรจุในภาชนะที่เหมาะสมจะต้องสามารถป้องกันความชื้นจากภายนอก โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่มีความชื้นต่ำมาก ๆ เช่น น้ำผลไม้แห้งที่ผลิตจากเครื่องอบแห้งแบบการเกิดฟอง (Foam mat drying) ที่มีความชื้นเพียง 1-2 % ต้องบรรจุในภาชนะที่ป้องกันความชื้นได้เป็นอย่างดี เป็นต้น

### น้ำในอาหาร

ในกระบวนการผลิตอาหารแห้งนั้น องค์ประกอบหลักที่ต้องคำนึงถึงคือ น้ำ ทั้งนี้ น้ำเป็นตัวที่ต้องกำจัดออกจากอาหาร เพื่อให้ได้อาหารแห้ง ซึ่งตามความหมายของอาหารแห้งนั้นกล่าวหาว่าอาหารแห้ง คืออาหารใด ๆ ก็ตามที่มีปริมาณน้ำเหลืออยู่ในตัวของมันต่ำ ๆ ทั่ว ๆ ไปควรจะมีความชื้นหรือความชื้นอยู่ต่ำกว่า 10%

ซึ่งจะทำให้อาหารแห้งนั้นเก็บรักษาไว้ได้นานขึ้น และมีน้ำหนักเบาด้วย

น้ำที่มีอยู่ในอาหารนั้นมีอยู่ได้หลายลักษณะ สามารถแบ่งออกเป็นพวก ได้เป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ

- 1) Bounded water
- 2) Unbounded water

นอกจากนั้นยังมีน้ำอีกกลุ่มหนึ่งที่เรียกว่า น้ำอิสระ (Free water) หรืออาจแบ่งออกตามลักษณะที่อยู่ของน้ำภายในอาหารได้เป็น

- 1) น้ำที่อยู่ภายในเซลล์ (Intracellular water) น้ำที่อยู่ภายนอกเซลล์ (Extracellular water)

ในกระบวนการผลิตอาหารแห้งนั้นจะทำให้เกิดมีการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำภายในอาหาร โดยหลักการแล้วต้องทำให้น้ำที่มีสถานะเป็นของเหลวภายในอาหารเปลี่ยนแปลงสถานะกลายเป็นไอ แล้วระเหยออกไปจากอาหาร โดยการให้ความร้อนแก่อาหารซึ่งจะแตกต่างกันไปแล้วแต่วิธีการอบแห้ง แต่เนื่องอาหารบางชนิดไม่สามารถถูกความร้อนได้เพราะจะทำให้อาหารนั้นสูญเสียคุณลักษณะและคุณภาพที่ดีไป ปัจจุบันจึงได้มีการทำอาหารนั้นไม่ได้รับความร้อน แต่สามารถทำเป็นอาหารแห้งได้ แต่วิธีนี้จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง น้ำที่มีอยู่ภายในอาหารนั้นจะมีสารที่ละลายน้ำได้อยู่มากมาย ทั้งนี้เนื่องจากองค์ประกอบของอาหารมีทั้งวิตามิน เกลือแร่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีนดังนั้นพวกองค์ประกอบที่ละลายได้ในน้ำโดยเฉพาะเกลือแร่จึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของน้ำภายในอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากองค์ประกอบในแต่ละส่วนของอาหารไม่เหมือนกันจึงทำให้น้ำในแต่ละส่วนของอาหารก็ไม่เหมือนกัน อาจมีองค์ประกอบหรือความเข้มข้นไม่เท่ากันนอกจากนั้นสภาวะแวดล้อมของน้ำในอาหารแต่ละส่วนก็แตกต่างกันมากมาย โดยเฉพาะพวกโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่ล้อมรอบน้ำ อันจะเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการระเหยของน้ำออกจากอาหารในระหว่างการอบแห้ง ดังนั้นองค์ประกอบของอาหารหรือองค์ประกอบของน้ำในอาหารจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องศึกษากันอย่างกว้างขวาง

นอกจากองค์ประกอบของน้ำภายในอาหารแล้วปัจจัยอีกอันหนึ่งที่มีความสำคัญ เช่นกัน คือ ส่วนที่ห่อหุ้มอาหารที่อาจจะเป็น เปลือก ผิวน และอื่น ๆ ซึ่งจะมีความสามารถในการให้น้ำระเหยผ่านได้ไม่เท่ากัน ดังนั้นการตัดแต่งและการลดขนาดอาหารจึงเป็นขั้นตอนที่จำเป็นในการเตรียมอาหารก่อนที่จะเข้าอบแห้ง

### การเก็บรักษาอาหารแห้ง

อาหารที่ผลิตได้แล้วนั้นจะต้องเก็บรักษาไว้ในภาชนะบรรจุที่เหมาะสมโดยเฉพาะในแง่ของการป้องกันความชื้น ยิ่งถ้าเป็นอาหารกลุ่มที่ดูดความชื้นได้เร็ว เช่น พวกอาหารแป้งทั้งหลาย ยิ่งต้องมีการพิถีพิถันมากขึ้น

### คุณสมบัติที่สำคัญของภาชนะบรรจุที่จะนำมาใส่อาหารแห้ง คือ

ต้องป้องกันกลิ่นรสไม่ให้สูญหายได้

ต้องป้องกันการเกิดการขึ้นได้

ต้องป้องกันการซึมผ่านของอากาศหรือความชื้นได้

ภาชนะบรรจุที่เหมาะสมของอาหารแห้งแต่ละชนิดจะแตกต่างกันออกไป ดังนั้นปัจจัยที่

สำคัญที่ต้องทราบในการเลือกใช้ภาชนะบรรจุจึงเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง ดังเช่น

การออกแบบ รูปร่างและลักษณะของภาชนะบรรจุ

ต้นทุนของภาชนะบรรจุ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับปริมาณที่ต้องการ

อายุการเก็บของอาหารแห้งว่าสั้นหรือยาวแค่ไหน

ราคาของอาหารแห้งที่จะบรรจุ

ชนิดหรือรูปแบบของภาชนะบรรจุโดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1) Rigid form เป็นภาชนะบรรจุที่ทำด้วยวัสดุของแข็งแรง รักษารูปร่างและป้องกันการกระแทกได้ดี

2) Semirigid form เป็นภาชนะบรรจุที่ทำด้วยวัสดุกึ่งแข็งยืดหยุ่นได้พอประมาณในการรับหรือบรรจุผลิตภัณฑ์

3) Flexible form เป็นภาชนะบรรจุที่สามารถยืดหยุ่นได้ตามรูปร่างของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่นิยมใช้กันแพร่หลายในปัจจุบันอาจกล่าวได้ว่าอยู่ในกลุ่มของ Flexible packaging ซึ่งส่วนใหญ่ทำจากพลาสติก ในประเทศที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีแล้ว การบรรจุอาหารแห้ง มักจะใช้กรรมวิธีถนอมอาหารเป็นเกณฑ์ของการเลือกใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์ ควบคู่กับความเหมาะสมอื่นๆ การบรรจุพวกกาแฟผง นมผง มักบรรจุด้วยกระบวนการสุญญากาศ หรือวิธีอัดก๊าซเฉื่อย เช่น ไนโตรเจน ในอาหารที่บรรจุเพื่อยืดอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ให้ได้ยาวนานที่สุด การใช้วัสดุพลาสติกแผ่นบางไม่เหมาะสมที่จะบรรจุด้วยกระบวนการสุญญากาศหรือการอัดด้วย ก๊าซเฉื่อย จำเป็นต้องเสริมโครงสร้างหีบห่อด้วยกระดาษแข็งหรือโลหะ หรือพลาสติกแข็ง ใน ประเทศอังกฤษนั้นอาหารแห้งจำพวกผง เช่น กาแฟผง นิยมบรรจุใน Foil Laminated, Cellophane

กระป๋องเป็นภาชนะบรรจุอีกอย่างหนึ่งที่นิยมนำมาบรรจุอาหารแห้งพวกที่เป็นผง เช่น ผงกาแฟขนาด 1 ปอนด์ มักจะใช้กระป๋องที่มีลิ้นเปิดกระป๋องในตัว ใช้แรงดึงเบา ๆ ก็เปิดฝาออกได้ นับเป็นการออกแบบที่ดี ไม่ต้องใช้เครื่องมือเปิดกระป๋องแบบเก่าอีกต่อไป ฝาในของกระป๋องมักใช้ High Density PE reclosureg

ปิดผนึกเป็นการรักษาอาหารระหว่างที่ใช้ไม่หมดในคราวเดียว และนิยมบรรจุด้วยสุญญากาศ ขวดแก้วที่ใช้ในการบรรจุอาหารผงและอาหารแห้งนับวันจะลดลง เนื่องจากมีข้อเสียเปรียบในเรื่อง น้ำหนักและการแตกสลาย แต่กาแฟผงพวกที่ละลายทันที (Instant) ที่ยังนิยมบรรจุในขวดแก้วที่มี ฝาเกลียวปิดสนิท ทำให้เก็บกลิ่นรสของกาแฟได้ดี และรอยต่อระหว่างฝาปิดกับขวดแก้วที่มีวัสดุกัน การซึมของอากาศครอบรับอยู่อย่างมิดชิด

ปัจจุบันภาชนะบรรจุที่ทำมาเลียนแบบกระป๋องและขวดแก้วและใช้กันอย่างแพร่หลายคือขวดพลาสติกที่ทำจากพีวีซี ซึ่งมีต้นทุนต่ำกว่า และมีน้ำหนักเบา นอกจากนี้ยังมีภาชนะบรรจุอีกชนิดหนึ่งที่เริ่มมามีบทบาทมากขึ้นคือ กระป๋องเทียม

การออกแบบภาชนะบรรจุต้องคิดถึงเรื่องของความสวยงาม สะดวกในการใช้ มีน้ำหนักเบา ขนส่งง่าย และวัสดุต้องราคาถูก ดังนั้นจึงจะพบเห็นรูปแบบของภาชนะบรรจุแบบใหม่ ๆ อยู่เสมอในท้องตลาด การออกแบบกระป๋องที่ใช้วัสดุราคาถูกและมีน้ำหนักเบาเช่น ทำจาก กระดาษเคลือบด้วยโลหะพวกอลูมิเนียม ฝาปิดนอกเป็นโลหะที่มีหูดึงเปิดฝาได้โดยง่ายปิดฝาใน ด้วยพลาสติก กันกระป๋องทำด้วยโลหะเคลือบสามารถบรรจุด้วยระบบสุญญากาศหรืออัดก๊าซ ไนโตรเจนได้

## หลักการอบแห้ง

### (Principle of Drying)

การอบแห้งอาหารทั่ว ๆ ไป อาศัยหลักการที่ว่าปริมาณน้ำหรือความชื้นที่มีในอาหารสูง ๆ จะทำให้อาหารเน่าเสียได้ง่าย ทั้งเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์และจากปฏิกิริยาทางเคมี ดังนั้นการดึงน้ำออกจากอาหารให้มีความชื้นลดลงจนพอเหมาะแก่อาหารแต่ละชนิดแล้วจะทำให้อาหารนั้นสามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น ทั้งนี้หลักการของการอบแห้งอาหารจะเกี่ยวเนื่องกับจุดประสงค์ของการอบแห้ง ซึ่งในการอบแห้งอาหารทั่ว ๆ ไป จะมีจุดประสงค์หลักอยู่ 2 ประการ คือ

1) เพื่อต้องการลดปริมาณน้ำในอาหารเพื่อป้องกันการเน่าเสียของอาหาร เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ จากผลการศึกษาพบว่าปริมาณความชื้นในอาหารที่จะป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ โดยทั่วไปควรจะดึงน้ำออกจนเหลือต่ำกว่าร้อยละ 10 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารเป็นสำคัญ

2) เพื่อต้องการลดน้ำหนักของอาหาร เพื่อสะดวกต่อการขนส่งจากการขนส่งผลิตภัณฑ์บางชนิดในสภาพของสด จะกินเนื้อที่และการดูแลรักษาลำบาก โดยเฉพาะพวกนมสด ถ้าทำเป็นนมผงจะทำให้น้ำหนักเบาขึ้น การบรรจุขนส่งก็สะดวกและประหยัดในการอบแห้งอาหารทั่ว ๆ ไป พบว่าอาหารแห้งที่ได้มีน้ำหนักลดไปมาก ปริมาณความชื้นที่ลดลงไปหลังจากทำแห้งแล้ว การที่กล่าวว่า อาหารที่ปริมาณน้ำต่ำ ๆ จะเก็บรักษาได้นานกว่านั้น จะสัมพันธ์อยู่กับลักษณะการเกิดการเน่าเสียของอาหาร อาหารส่วนใหญ่จะเน่าเสียเนื่องจากพวกจุลินทรีย์เป็นสำคัญ เนื่องจากจุลินทรีย์มีอยู่ทั่ว ๆ ไป ทั้งในดิน น้ำ และอากาศ ดังนั้นโอกาสที่จุลินทรีย์จะสัมผัสกับอาหารที่มีมากแต่อย่างไรก็ตามจุลินทรีย์ทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นรา แบคทีเรีย ยีสต์ ก็ตามจะมีความสามารถในการดำรงชีพหรือเจริญเติบโตได้ในสภาพแวดล้อมที่มีน้ำในปริมาณที่เหมาะสม

### ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการอบแห้ง

ในการทำแห้งอาหารทั่ว ๆ ไป มีปัจจัยหลายประการที่จะทำให้การอบแห้งนั้นเกิดได้เร็วหรือช้าซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1) ลักษณะธรรมชาติของอาหาร อาหารที่มีลักษณะเป็นรูพรุนมาก ๆ จะมีอัตราการอบแห้งเร็ว นอกจากนั้นพื้นที่ผิวของอาหารก็จะมีผลต่ออัตราการอบแห้งมาก อาหารที่มีพื้นที่ผิวมาก ๆ การอบแห้งก็จะทำได้เร็วขึ้น

2) ขนาดและรูปร่างของอาหาร ส่วนใหญ่จะคำนึงถึงเฉพาะความหนาของอาหาร เนื่องจากอัตราการอบแห้งจะเป็นสัดส่วนผกผันกับความหนาของอาหารยิ่งอาหารหนามากเท่าไรการอบแห้งจะเกิดได้ช้าลง

3) ปริมาณอาหาร อาหารที่ใส่ในเครื่องอบแห้งและการจัดเรียงเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่ง การใส่ปริมาณอาหารมากเกินไปในเครื่องอบแห้งทำได้ไม่ทั่วถึง โดยเฉพาะบริเวณชวงกลาง ๆ น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะระเหยออกได้ไม่ดี ความร้อนเข้าไปไม่ค่อยถึงยิ่งถ้าจัดเรียงตัวกันไม่ดีแล้ว ก็จะทำให้อัตราการอบแห้งเกิดได้ช้ามาก

4) ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วของลม ความชื้นของอากาศเป็นสิ่งสำคัญมาก การระเหยน้ำออกจะทำได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับความชื้นของอากาศและความเร็วลม นอกจากนั้นอุณหภูมิที่ใช้ออบก็เป็นปัจจัยที่สำคัญเช่นกัน

5) ความดัน เกี่ยวเนื่องกับการระเหยของน้ำเนื่องจากในที่ความดันต่ำๆลงมาน้ำก็จะเดือดได้ที่อุณหภูมิต่ำลง ดังนั้นการทำแห้งภายใต้ความดันจะทำให้อัตราการอบแห้งเร็วขึ้น

### การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อในอาหารระหว่างการทำแห้ง

ในการทำแห้งอาหารไม่ว่าจะโดยใช้ความร้อนสูงหรือใช้หลักการระเหิดของผลึกน้ำแข็งก็ตาม ตัวอาหารจะสูญเสียน้ำออกไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอาหารทั้งโครงสร้างลักษณะและโดยเฉพาะเนื้อเยื่อ การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อของอาหารอาจสรุปได้ คือ

1. การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการย้ายที่ของพวกสารที่ละลายได้ (Changes due to migration of soluble constituents) การเปลี่ยนแปลงแบบนี้เนื่องจากน้ำที่มีในเซลล์ของอาหารมักมีพวกของแข็งที่ละลายได้อยู่ด้วยเช่น พวกน้ำตาลเป็นต้น ดังนั้นเมื่อน้ำถูกระเหยออกไปก็จะนำเอาพวกของแข็งที่ละลายได้ตามไปด้วยซึ่งถ้าพิจารณาลักษณะทิศทางการเคลื่อนที่ของน้ำออกจากเซลล์แล้ว พบว่าน้ำจะเคลื่อนที่ออกจากเซลล์แล้ว พบว่าน้ำจะเคลื่อนที่ ออกสู่ภายนอกแบบ Radial movement of water outward พวกของแข็งที่ละลายได้ก็จะเคลื่อนตามน้ำจากภายในเซลล์ไปสู่ผิวเซลล์ทำให้พวกนี้ไปสะสมอยู่ที่บริเวณผิวเซลล์ซึ่งเมื่อเริ่มทำการอบแห้งบริเวณผิวเซลล์ จึงมีความเข้มข้นมากขึ้น เนื่องจากน้ำจะซึมผ่านเยื่อเซลล์ที่เป็นแบบ Semipermeable membrane ได้ใน ขณะเดียวกัน เมื่อที่ผนังเซลล์มีความเข้มข้นมากขึ้น มากกว่าบริเวณภายในเซลล์ทำให้เกิดความแตกต่างของมวล (Mass different) ทำให้เกิดการถ่ายเทมวล (Mass transfer) โดยพวกของแข็งที่ละลายได้และไหลสวนทางกับการไหลของน้ำกลับเข้าไปรวมกันตรงกลางเซลล์ ซึ่งทั้งสองปรากฏการณ์นี้จะเกิดขึ้นพร้อมกันในทิศทางตรงกันข้าม ผลลัพธ์จะขึ้นกับแรงสุทธิของการเคลื่อนที่ (Net movement) ว่าจะเคลื่อนที่ไปทางไหนโดยทั่ว ๆ ไป ลักษณะการรวมตัวของพวกของแข็งที่ละลายได้จะมี 2 แบบ ขึ้นกับลักษณะของอาหาร กล่าวคือ

1.1 ถ้าเป็นอาหารประเภทที่น้ำผ่านเข้าออกได้ง่าย พวกของแข็งที่ละลาย ได้มักจะไปรวมตัวของอาคารอยู่ที่ผิวเซลล์

1.2 ถ้าเป็นอาหารประเภทที่น้ำผ่านเข้าออกได้ยาก พวกของแข็งที่ละลายได้ มักจะไปรวมกันที่ตรงกลางเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การจับตัวเป็นก้อนแข็ง (Case hardening) เป็นลักษณะของ อาหารประเภทที่มีแป้ง และพวกโปรตีนที่ละลายได้ หรือสารที่สามารถเกิดเจล (gel) ได้อยู่สูง ๆ เมื่อทำการอบแห้งไปนาน ๆ ความร้อนจะทำให้ น้ำในเซลล์น้อยลง ทำให้เกิดการจับตัวเป็นก้อนแข็ง เรียกว่า Case hardening ทำให้ตามรูของอาหารน้ำซึมผ่านได้ยากขึ้น ในลักษณะเช่นนี้จะทำให้การทำแห้งอาหารทำได้ไม่ดี คือน้ำจะเหลือในอาหารสูง ถ้าใช้ความร้อนมาก ๆ ก็ยิ่งทำให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจาก ปัญหาอื่น ๆ ตามมา การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อในลักษณะนี้จะเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นกับปัจจัย หลายอย่างเช่น อุณหภูมิที่ใช้ทำแห้ง สภาวะเริ่มแรกของการทำแห้งและองค์ประกอบของอาหารที่ จะทำแห้ง การป้องกันการเกิดการจับตัวเป็นเจลในอาหารขณะทำแห้งอาจทำได้โดยควบคุม อุณหภูมิของการทำไม่ให้อุณหภูมิสูงเกินไป

3. การเปลี่ยนแปลงที่ไม่สามารถกลับได้ (Irreversible changes and loss of ability to dehydrate) เป็นลักษณะการสูญเสียของเซลล์ ซึ่งไม่สามารถนำกลับมาได้โดยเฉพาะ การสูญเสีย วิตามินเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือการสูญเสียของพวกสารที่ระเหยได้ (volatile substance)

4. การหดตัวที่ทำให้โครงสร้างเสียหาย โดยธรรมชาติ เซลล์ในอาหารจะอยู่ในลักษณะของ เซลล์ที่เต่งตึง (Tudor) เสมอ และผนังเซลล์จะมีคุณสมบัติในการยืดหยุ่นได้ ซึ่งลักษณะของผนังเซลล์ จะมีความต้านทานต่อแรงหรือการยืดตัวขนาดหนึ่ง ถ้าเกินความสามารถที่มันจะรับไว้ได้ก็จะทำให้ ผนังเซลล์แตก ทำให้ลักษณะของผนังเซลล์ผิดรูปไป (Deformation) ในลักษณะของการทำแห้งอาหาร เมื่อน้ำถูกระเหยออกไป จะทำให้เกิดช่องว่างขึ้นซึ่งผิวของอาหารจะพยายามเข้าไปแทนที่ช่องว่าง อันนั้น ทำให้ลักษณะเซลล์ของอาหารเกิดการหดตัว การหดตัวของผนังเซลล์ไม่สามารถจะหดเข้าไป เท่าๆกันทุกส่วนของอาหารได้ ทั้งนี้เนื่องจากธรรมชาติของอาหารจะมีเขตหรือส่วนที่ไม่สามารถจะ ถูกอัดเข้าไปได้ เรียกว่า Incompressible part

5. การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความร้อนทำให้เสียหาย (Browning or Heat damage) เป็น การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากความร้อนไปทำให้สารอาหารบางตัวโดยเฉพาะพวกแป้งและน้ำตาล เกิดการเผาไหม้โดยปฏิกิริยาทางเคมี ทำให้ลักษณะของอาหารผิดไป การเปลี่ยนแปลงลักษณะนี้ จะเกิดได้เร็วขึ้น ถ้ายิ่งใช้อุณหภูมิในการทำแห้งสูงๆจากการศึกษาพบว่าเมื่ออบแห้งอาหารจะมี ปริมาณความชื้นประมาณ 15 - 20 % จะเร็วมาก ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงนี้ความเข้มข้นของพวกแป้ง และน้ำตาลมากขึ้น ทำให้ปฏิกิริยาเกิดรวดเร็วขึ้น ในการทำแห้งอาหารโดยทั่วๆไป จะสามารถป้องกัน การเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้ได้โดยการเติมสารเคมี คือใช้ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) ใน ปริมาณประมาณ 200 - 700 ppm. แล้วแต่ประเภทของอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. ผลของการอบแห้งต่อปัจจัยต่างๆของอาหาร

### อิทธิพลของการทำแห้งต่อคุณค่าทางอาหาร

ในขบวนการทำแห้งโดยทั่วไป น้ำในอาหารจะระเหยออกไปหรือความชื้นในอาหารลดลง ดังนั้นปริมาณสารอาหารที่มีอยู่ในอาหารแห้งเมื่อเทียบต่อน้ำหนักแล้ว พบว่า อาหารแห้งจะมีความเข้มข้นของอาหารเพิ่มขึ้น เช่น

1) อิทธิพลของการทำแห้งต่อโปรตีน โดยลักษณะธรรมชาติของโปรตีนแล้ว ถ้าได้รับความร้อนนานๆจะทำให้โปรตีนสูญเสียสภาพธรรมชาติไป(denature) ดังนั้นคุณค่าทางอาหารของโปรตีนจะเหลืออยู่มากหรือน้อยแค่นั้นก็ขึ้นอยู่กับวิธีการทำให้แห้ง กล่าวคือการเลือกอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมสำหรับเครื่องอบแห้งแต่ละประเภท จะช่วยให้คุณค่าของโปรตีนคงอยู่มากขึ้น ถ้าใช้วิธีที่ต้องให้ความร้อนสูง และนานจะทำให้ร่างกายอาจจะใช้ประโยชน์ได้น้อยลง

2) อิทธิพลของการทำแห้งต่อไขมัน ไขมันที่มีในอาหารทั่วไปจะเป็นตัวทำให้อาหารนั้นเหม็นหืน ยิ่งมีไขมันสูงและอุณหภูมิสูง จะทำให้เกิดการเหม็นหืนได้เร็วขึ้น ดังนั้นในการทำแห้งจึงต้องคำนึงถึงการเหม็นหืนของอาหารแห้งที่ได้ยิ่งถ้าเป็นอาหารที่มีไขมันสูง ควรหลีกเลี่ยงวิธีการทำแห้งที่ใช้อุณหภูมิสูง อาจจะใช้ทำแห้งโดยวิธีใช้อุณหภูมิต่ำๆหรือภายใต้สภาพสุญญากาศ หรืออาจจะใช้สารเคมีบางอย่างป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) โดยการให้สารป้องกันการออกซิเดชัน (antioxidant) เช่น BHT (Butylated Hydroxy Toluene) เป็นต้น

3) อิทธิพลของการทำแห้งต่อคาร์โบไฮเดรต แป้งและน้ำตาลในอาหารจะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญเมื่อได้รับความร้อนสูงในช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมคือ การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (Browning) โดยเฉพาะในพวกผลไม้จะเกิดการเปลี่ยนสีในขณะที่ทำให้แห้ง จากปฏิกิริยา enzymatic browning หรือ caramelization ซึ่งจะเกิดจากปฏิกิริยาของพวก reducing sugar กับพวกกรดอินทรีย์ทำให้เปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลจะเกิดขึ้นในอาหารที่มีความชื้นตั้งแต่ 1 - 30 %

เชื้อต่างๆที่มีอยู่ในขวดหรือกระป๋องที่บรรจุอาหารแล้วให้หมดไป การต้มภายใต้ความดันมีความสำคัญมากเพราะความดันภายใต้เครื่องต้มจะช่วยให้อุณหภูมิสูงพอสำหรับการฆ่าเชื้อโรคให้ตายได้ เช่น อุณหภูมิและความดันที่ใส่กันทั่วไปคือ ความดัน 15 ปอนด์ และอุณหภูมิ 250 องศาฟาเรนไฮด์ เวลานาน 15 นาที

## การเก็บรักษาผลไม้ คือ

การรักษาผลไม้ไว้ไม่ให้บูดเสีย ผลไม้จะบูดเสียด้วยเหตุหลายอย่าง เช่น ด้วยการกระทำของพวกจุลินทรีย์และด้วยการกระทำของสารเคมีบางชนิดที่มีอยู่ในสิ่งมีชีวิต คือ เอนไซม์ วัตถุประสงค์ในการเก็บรักษาผลไม้หรืออาหารต่าง ๆ

1. เก็บไว้เพื่อให้มีการบริโภคตลอดเวลา
2. เก็บรักษาอาหารให้อาหารมีสภาพคล้ายของสดอยู่ได้นานโดยไม่เสีย
3. ช่วยในการประหยัดเงิน คือ การเก็บผลไม้ไว้ก็เท่ากับเป็นการเก็บเงินไว้ทางอ้อม
4. ช่วยให้คนมีงานทำมากขึ้นซึ่งเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยให้มีความอยู่ดีกินดี
5. เพื่อช่วยนำอาหารจากที่แห่งหนึ่งไปจำหน่ายในแหล่งที่ขาดอาหารชนิดนั้นๆ
6. คิดทำอาหารชนิดใหม่ๆและรสแปลกๆไว้ขาย
7. เพื่อความสะดวกสำหรับบุคคลซึ่งไม่มีเวลาพอที่จะประกอบอาหาร ได้มีอาหารชนิด

ต่างๆ ไว้บริโภค

วิธีการเก็บรักษาผลไม้หรืออาหารอื่นๆ คือหาวิธีที่ป้องกันมิให้อาหารเป็นที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ จุลินทรีย์ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ซึ่งการแบ่งตามแบบของ professor w , v. cruss ซึ่งแบ่งได้โดยย่อดังนี้

1. การเก็บรักษาไว้ชั่วคราว ได้แก่
  - 1.1 การเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น

การเก็บรักษาด้วยเกลือ น้ำตาล , เครื่องเทศ

การทำความสะดวก

การใช้ความร้อนบางชนิดที่เป็นโทษแก่ร่างกาย ไม่ได้ฆ่าเชื้อทุกชนิด การแช่ยาปฏิชีวนะ เช่น เทอรามัยซิน
2. การเก็บรักษาอาหารไว้เป็นเวลานานเป็นปี ได้แก่

การทำแห้ง คือ การเอาน้ำออกจากอาหารจนกระทั่งปริมาณของแข็งมีปริมาณร้อยละ 70 ความร้อนที่ทำให้อาหารแห้งได้จาก แสงอาทิตย์และจากเครื่องกำเนิดความร้อน ในการทำอาหารตากแห้งนั้นมีปัญหา มาก อาหารอาจเสียไปก่อนที่จะแห้งได้เพราะอากาศย่อมมีส่วนต่างๆที่อาจจะเป็นเหตุให้บูดเสีย ดังนั้นเราจึงต้องทราบว่าการตากอาหารควรตากที่อุณหภูมิเท่าไร เมื่อตากแล้วจะนำไปเก็บไว้ที่ไหนอย่างไรเป็นต้น

การทำเค็ม คือการใส่เกลือแกงลงในอาหารเพื่อให้เกลือช่วยรักษามิให้อาหารเสีย และช่วยให้อาหารมีรสเค็ม เกลือจะทำให้เซลล์พวกจุลินทรีย์เกิดขบวนการ พลัสโมไลซิส คือ ของเหลวซึมออกจากเซลล์ทำให้เซลล์จุลินทรีย์หยุดการเจริญเติบโต ที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือ 20-25 % จะระงับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทุกชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบรรจุขวดหรือกระป๋อง คือการบรรจุผลไม้ อาหารไว้ในขวดหรือกระป๋อง แล้วปิดผนึกไม่ให้อากาศ เชื้อโรคหรือเชื้ออื่นๆเข้าไปอยู่ในนั้นได้ แล้วนำไปต้มฆ่าเชื้อภายใต้ความดันเพื่อฆ่าเชื้อต่างๆที่มีอยู่ในขวดหรือกระป๋องที่บรรจุอาหารแล้วให้หมดไป การต้มภายใต้ความดันมีความสำคัญมากเพราะความดันภายใต้เครื่องต้มจะช่วยให้อุณหภูมิสูงพอสำหรับการฆ่าเชื้อโรคให้ตายได้ เช่น อุณหภูมิและความดันที่ใช้กันทั่วไปคือ ความดัน 15 ปอนด์ และอุณหภูมิ 250 องศาฟาเรนไฮด์ เวลานาน 15 นาที

การแช่แข็ง เป็นการเก็บอาหารโดยใช้อุณหภูมิต่ำ การแช่แข็งอาจแบ่งได้ 2 วิธีคือ

1. การแช่แข็งแบบช้า การแช่แข็งแบบนี้ทำโดยการเก็บอาหารไว้ในห้องเย็นที่รักษาอุณหภูมิตั้งไว้ที่ -12 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่าตลอดการแช่แข็ง วิธีนี้นิยมใช้กับอาหารปริมาณมากเวลาที่ใช้เพื่อให้เกิดการแช่แข็งที่สมบูรณ์จะอยู่ในช่วง 12 - 72 ชั่วโมง

2. การแช่แข็งแบบเร็ว วิธีนี้ทำให้เกิดผนังของน้ำแข็งภายในเซลล์ของเนื้อเยื่อ การแช่แข็งแบบเร็วเมื่อใช้กับปลาและเนื้อ ผลึกน้ำแข็งที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็กทำให้เกิดการฉีกขาดของผนังเซลล์ของเนื้อเยื่อน้อย โปรตีนเกิดการแปรสภาพธรรมชาติน้อย เมื่อนำอาหารมาละลาย ส่วนของเหลวจะถูกดูดกลับคืนไปได้มากวิธีนี้มีข้อดีคือ ใช้เวลาน้อยทำให้โอกาสที่จุลินทรีย์ต่างๆจะเจริญขึ้นในช่วงที่อุณหภูมิจึงของอาหารลดลงไม่มากและการทำให้อาหารเสื่อมเสียมีน้อย

การฆ่าเชื้อโรคในอาหารโดยการใช้แสง เช่น แสงเอกซเรย์ หรือแคโทดเรย์ เป็นต้น สาเหตุที่ทำให้อาหารเสียได้แก่

1. พวกจุลินทรีย์ต่างๆ คือ แบคทีเรีย , ยีสต์ , รา
2. โดยการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและฟิสิกส์
3. โดยการทำให้จากแมลงและสัตว์
4. โดยเอนไซม์ต่างๆการเก็บรักษาอาหารโดยใช้ความเข้มข้นของอาหาร

การทำให้อาหารมีความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายได้ถึงร้อยละ 65 ขึ้นไปจะเก็บรักษาไว้ได้นาน น้ำตาลจะทำให้เกิดขบวนการ พลัสโมไลซิส คือขบวนการที่ของเหลวซึมออกจากเซลล์ของพวกจุลินทรีย์ น้ำตาลร้อยละ 50 จะหยุดการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและยีสต์ น้ำตาลร้อยละ 65-70 จะหยุดการเจริญเติบโตของราและน้ำตาลร้อยละ 70 ขึ้นไปจะหยุดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทุกชนิด

การเก็บรักษาอาหารโดยใช้ความเข้มข้นของน้ำตาล ส่วนมากจะเก็บรักษาอาหารพวกผลไม้ เช่นการทำ Candies glac'e

## การแช่อิ่ม

กรรมวิธีการแช่อิ่มผักและผลไม้ ประกอบด้วยการเพิ่มความหวานของผักผลไม้ที่ละน้อย โดยการเพิ่มความหวานของน้ำเชื่อม แช่ผักหรือผลไม้สลับกันเรื่อยไปจนกระทั่งปริมาณน้ำตาลสูงพอที่จะทำให้เก็บได้โดยไม่เสีย โดยปกติร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก กรรมวิธีการแช่อิ่มจะต้องไม่ทำให้เนื้อผัก ผลไม้เหี่ยวยุบ (ณรงค์และคณะ ,2524 )

## วัตถุดิบที่ใช้

1. น้ำตาลทราย หรือที่เรียกกันตามภาษาวิทยาศาสตร์ว่า ซูโครส เป็นสารที่ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลชนิดอื่นนอกจากน้ำตาลฟรุกโทส การละลายของน้ำตาลทรายนับว่าสูงมาก กล่าวคือ น้ำตาลทราย 2 ส่วนสามารถละลายได้ในน้ำ 1 ส่วนที่อุณหภูมิห้องและการละลายจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ที่อุณหภูมิน้ำเดือดน้ำตาล 5 ส่วน สามารถละลายได้ในน้ำเพียง 1 ส่วน

ในการเตรียมน้ำเชื่อมมักจะต้องต้มให้เดือด ถ้าน้ำเชื่อมอิมตัวมากจะทำให้น้ำตาลทรายตกตะกอนออกมาในรูปของผลึกเมื่ออุณหภูมิลดลง ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการในการผลิตผักและผลไม้แช่อิ่ม ทำให้ไม่สามารถใช้น้ำตาลทรายในการเตรียมน้ำเชื่อมได้มากกว่าร้อยละ 68 ซึ่งยังไม่ถึงจุดที่จะป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ ดังนั้นในการผลิตผักและผลไม้แช่อิ่มจึงจำเป็นต้องมีการป้องกันการตกผลึกของน้ำตาลทราย เพราะต้องใช้น้ำตาลทรายมากถึงร้อยละ 70 การป้องกันนี้อาจทำได้โดยการเติมสารเคมีบางชนิดซึ่งเรียกรวมๆกันว่า ดอกเตอร์ เช่น กรดน้ำส้ม กรดซิตริก หรือกรดมะนาวและกรดทาทาริกจากองุ่นหรือมะขาม เป็นต้น นอกจากนั้นสารเคมีที่ทำหน้าที่คล้ายๆกับกรดเหล่านี้มีอยู่หลายชนิด เช่น ครีมออฟฟาร์ทาร์ น้ำตาลอินเวอร์ทและกลูโคสไซรัปก็สามารถป้องกันการตกผลึกของน้ำตาลทรายได้การใช้กรดเพื่อป้องกันการตกผลึกอาจได้ผลไม่แน่นอนเพราะไม่สามารถควบคุมปริมาณของน้ำตาลอินเวอร์ทที่เกิดขึ้นได้มากนัก การใช้น้ำตาลอินเวอร์ท หรือกลูโคสไซรัปจะได้ผลดีกว่า

น้ำตาลอินเวอร์ท เมื่อนำน้ำตาลทรายมาต้มกับกรดจะแตกตัวให้น้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตส ซึ่งเรียกรวมกันว่า น้ำตาลอินเวอร์ท มีความสำคัญในการแช่อิ่มมาก กล่าวคือสามารถควบคุมหรือป้องกันการตกผลึกของน้ำตาลทรายได้ทั้งนี้เนื่องจากกลูโคสและฟรุคโตสเกิดการตกผลึกได้ช้ากว่าน้ำตาลทรายหรืออีกประการหนึ่งเมื่อน้ำตาลทรายส่วนหนึ่งเปลี่ยนไปเป็นกลูโคสและฟรุคโตสกลูโคสจึงมีปริมาณลดลงไม่สามารถที่จะเกิดผลึกได้ถึงแม้จะมีน้ำตาลทั้งหมดในน้ำเชื่อมเกินร้อยละ 70 ส่วนปริมาณน้ำตาลอินเวอร์ทที่ป้องกันการตกผลึกนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาลอินเวอร์ทจะต้องมีมากด้วย

น้ำตาลอินเวอร์ทมีไซจะทำหน้าที่เพื่อป้องกันการตกผลึกของน้ำตาลทรายเท่านั้น ยังทำหน้าที่ไม่ให้เนื้อผลไม้แช่อิ่มแห้งเกินไปจนกระทั่งแข็งเปราะและยังทำให้ผลไม้แช่อิ่มมีรสหวานเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากฟรุคโตสที่เกิดขึ้นมีความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย ถึงแม้ว่าน้ำตาลจะ

สลายตัวไปบ้างและกลูโคสที่เกิดขึ้นจะมีความหวานน้อยกว่า ในขณะที่ผลไม้แช่อิ่มน้ำตาลอินเวอร์ทจะเกิดขึ้นได้เนื่องจากกรดในผลไม้หรือกรดที่ใส่ลงไป เมื่อใส่น้ำตาลทรายลงไปประกอบกับการใช้ความร้อนซูโครสจะเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลอินเวอร์ทอย่างเพียงพอ

กลูโคสไซรัป เป็นของเหลวประกอบด้วยกลูโคสและเดกตรินผลิตจากแป้งโดยการสลายตัวด้วยกรดหรือเอนไซม์หรือกรดประกอบกับเอนไซม์แต่การที่จะมีส่วนประกอบที่แท้จริงเป็นอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับ เวลา อุณหภูมิ พีเอชและเอนไซม์ที่ใช้ ด้วยเหตุนี้กลูโคสที่มีขายในท้องตลาดจึงมีส่วนประกอบต่างกันหน้าที่ของกลูโคสไซรัป คือป้องกันการตกผลึกของซูโครสและทำให้ผิวของผลไม้แช่อิ่มแห้งกว่าใช้น้ำตาลอินเวอร์ท ปริมาณที่ใช้ผสมกับน้ำตาลทรายอยู่ในอัตราส่วน 1 ต่อ 3 (กลูโคสไซรัป 1 ส่วน น้ำตาลทราย 3 ส่วน) ถึง 1ต่อ1ถ้าใช้มากเกินไปผิวของผลิตภัณฑ์จะเหนอะหนะไม่น่ารับประทาน

2.ผลไม้ ผลไม้ที่ใช้แช่อิ่มมีให้เลือกหลายชนิดซึ่งอาจจะผลไม้สดหรือผลไม้กระป๋องก็ได้ แต่มีบางครั้งที่ใช้ผลไม้ที่เก็บไว้เพื่อการนี้โดยเฉพาะผลไม้ที่อาจแบ่งได้ ดังนี้

2.1 ผลไม้สด ผลไม้สดที่เหมาะสมสำหรับแช่อิ่มควรมีเนื้อแข็งพอสมควรโดยเฉพาะเมื่อผ่านความร้อนแล้วผลไม้พวกนี้ได้แก่ ชมพู เชอรี่ มะกอกไทย มะขาม มะม่วง ลูกพลับ มะตูม สับปะรด ขนุน เป็นต้น ผลไม้เหล่านี้ไม่ควรเก็บไว้จนสุกเกินไปจะทำให้ผลไม้มีเนื้อนิ่มไม่น่ารับประทาน ส่วนผลไม้ที่มีเนื้อค่อนข้างนิ่ม เช่น สตรอเบอร์รี่ อาจนำมาแช่อิ่มได้ถ้าเก็บผลไม้อ่อนที่จะสุกเกินไป

2.2 ผลไม้กระป๋อง การใช้ผลไม้กระป๋องทำให้ผู้ผลิตสามารถทำผลิตภัณฑ์ได้ตลอดปีไม่ขึ้นอยู่กับฤดูกาลและผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพดีไม่แพ้ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากผลไม้สด ผลไม้กระป๋องที่นิยมนำมาแช่อิ่มกันมากคือ สับปะรดกระป๋อง ลูกเชอรี่แช่อิ่ม เป็นต้น

2.3 เปลือกผลไม้ นอกจากจะใช้ผลไม้สดในการแช่อิ่มผลไม้แล้ว เปลือกของผลไม้บางชนิดสามารถนำมาแช่อิ่มได้โดยเฉพาะผลไม้จำพวกส้ม เช่นเปลือกส้มโอ เปลือกส้มเขียว เปลือกมะนาว เป็นต้น เปลือกส้มพวกนี้เมื่อนำมาแช่อิ่มอย่างถูกต้องจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่น รสแปลกดีและน่ารับประทาน

3.น้ำ น้ำเป็นสิ่งจำเป็นในการทำผลไม้แช่อิ่มน้ำธรรมชาติจากแหล่งต่างๆมีคุณสมบัติแตกต่างกันมากโดยเฉพาะสารละลายที่ประปรายทำให้น้ำบางแห่งมีลักษณะกระด้างมีความเป็นกรดสูงมีเหล็กปนอยู่บ้างบางครั้งมีคลอรีนมากจนมีกลิ่นแรง สิ่งเจือปนเหล่านี้มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์มาก น้ำที่มีต่างมากมายจนทำลายกรดที่ใส่ลงไปทำให้ใช้กรดมาก คลอรีนทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นผิดปกติ ส่วนเหล็กทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีดำในผลไม้บางชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งผลไม้ที่มีเปคตินสูงน้ำที่ใช้ถึงแม้จะเป็นน้ำประปาแต่ก็ไม่แน่ใจว่าจะเหมาะสมในการผลิตเสมอไป ฉะนั้นน้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำที่สะอาดและผ่านการต้มแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สารเคมี ประสิทธิภาพของซัลเฟอร์ไดออกไซด์และซัลไฟด์นั้นจะขึ้นกับปริมาณของกรดซัลฟูริกที่เกิดขึ้นเมื่อละลายน้ำและจะต้องอยู่ในรูปที่ไม่แตกตัวด้วย และถ้าปริมาณของกรดซัลฟูริกที่เกิดขึ้นนี้จะไม่ปฏิกิริยากับเอนไซม์ของจุลินทรีย์ถูกยับยั้งหรือทำลายไป ความสามารถในการยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์ของซัลเฟอร์ไดออกไซด์นั้น จากการทดลองพบว่าการยับยั้ง และทำลายแบคทีเรียได้ดีกว่ายีสต์และรา ( ศิวาพร , 2529 ) ปริมาณกรดซัลฟูริกหรือไฮเดียมเมตะไบซัลไฟด์หรือโปแตสเซียมเมตะไบซัลไฟด์ หรือไฮเดียมไบซัลไฟด์ หรือโปแตสเซียมไบซัลไฟด์ หรือซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยคิดคำนวณเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยอนุญาตให้ใช้ในผลไม้แห้ง และผลไม้ได้ในปริมาณสูงสุดไม่เกิน 2500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ( ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 84 )

สารที่ช่วยในการถนอมรักษาลักษณะเนื้อสัมผัสของเซลล์ผักโดยรักษาความดันของน้ำภายในเซลล์ให้คงอยู่เสมอ จะรักษาโดยไม่ให้น้ำภายในเซลล์เกิดการสูญเสียนอกจากเซลล์

ปริมาณแคลเซียมคลอไรด์ หรือ แคลเซียมแลคเตท ความมุ่งหมายในการใช้เพื่อทำให้คงรูปอื่น ๆ อนุญาตให้ใช้ในอาหารกระป๋องจำพวกมะเขือเทศ เกรฟรุท ถั่วลันเตา สตรอเบอร์รี่ให้ได้ปริมาณสูงสุดไม่เกิน 350 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ( ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 84 )

### ลักษณะผลไม้แช่อิ่มที่ต้องแก้ไข

#### 1. ลักษณะเหี่ยวยุบ

##### สาเหตุและการแก้ไข

1. เกิดจากการต้มหรือลวกผลไม้ให้นานเกินไปจนทำให้ผลไม้เน่าและเมื่อนำมาแช่อิ่มเนื้อผลไม้จะหดตัวมากจนเหี่ยวยุบ

การแก้ไข ไม่ควรต้มผลไม้ให้นานเกินไป

2. เกิดจากการใช้น้ำเชื่อมในการแช่อิ่มครั้งแรกเข้มข้นมากเกินไป

การแก้ไข ควรเริ่มต้นแช่อิ่มในน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้น 30%

#### 2. ผลไม้เกิดผลึกน้ำตาล

##### สาเหตุและการแก้ไข

เกิดจากน้ำเชื่อมมีความเข้มข้นสูงตกเป็นผลึกน้ำตาล

การแก้ไข เติมน้ำมะนาว  $\frac{1}{2}$  ช้อนชาจะป้องกันการเกิดการตกผลึก

#### 3. ผลไม้แช่อิ่มขึ้นรา

##### สาเหตุและการแก้ไข

1. เกิดจากผลิตภัณฑ์มีความชื้นมาก การแก้ไข ควรตากหรืออบให้นานขึ้นจนแห้งสนิทก่อนบรรจุในภาชนะที่แห้ง สะอาดปิดสนิท

2.เกิดจากความไม่สะอาดในการประกอบอาหาร หรือภาชนะบรรจุไม่สะอาดหรือไม่แห้ง การแก้ไข ควรลวกหรือต้มภาชนะบรรจุอาหารในน้ำเดือด แล้วผึ่งให้แห้งสนิทก่อนบรรจุอาหาร

#### 4.ผลไม่ผิวเยิ้ม

##### สาเหตุและการแก้ไข

1.เกิดจากภาชนะบรรจุอาหาร มีฝาปิดไม่สนิทหรือเก็บอาหารในที่ชื้นมาก การแก้ไข ควรบรรจุในภาชนะที่มีฝาปิดสนิทและเก็บในที่แห้งมีอากาศถ่ายเทสะดวก

2.เกิดจากการเติมน้ำมะนาวมากเกินไป การแก้ไข ควรลดน้ำมะนาวให้น้อยลง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

#### 3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

##### 3.1.1 วัตถุดิบ

1. มะละกอฟันธุ์แขกดำ
2. น้ำตาลทราย
3. น้ำปูนใส
4. น้ำเปล่า

##### 3.1.2 สารเคมี

1. Buffer pH 4.00 , pH 7.00
2. Standardized Sodium hydroxide ( 0.1 N)
3. phenolphthalein 1 % indicator
4. สารละลายมาตรฐาน NaOH

#### 3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

##### 3.2.1 อุปกรณ์ในการทำผลิตภัณฑ์

1. ตู้อบลมร้อน ( Cabinet dryer)
2. เครื่องปั่นสับ ( Blender )
3. เครื่องชั่งหยาบ
4. รีแฟรกโตมิเตอร์ ( Refractometer )
5. กระจกทองเหลือง
6. เทอร์โมมิเตอร์
7. กะละมัง
8. ทัพพี
9. เต้าแก๊ส
10. หม้ออลูมิเนียม
11. ถาดโลหะ
12. ถ้วยตวง
13. กระบอกตวง
14. ขวดแก้วพร้อมฝา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15.ถุงโพลีเอทิลีน

16.กระบอกลง

17.กระชอน

18.เครื่องปิดผนึก

19.ตู้เย็น

20.เขียง

21.มีด

22.มีดสองคม

### 3.2.2 อุปกรณ์ในการทดสอบประสาทสัมผัส

1.ชุดทดสอบด้วย จานสีขาว และแก้วน้ำ

2.แบบทดสอบ

### 3.2.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ทางเคมี

1.ตู้อบ ( Hot Air Oven )

2.Aluminium can พร้อมฝาปิด

3.Discator

4.Tong

5.เครื่องวัด pH ( pH meter )

6.เครื่องชั่งละเอียด

7.แผ่นสีมาตรฐานมันเซล ( Munsell Book )

8.Burette 50 ml.

9.Beaker 50 ml.

10.Pipette 10 ml.

11.Erlenmeyer flask 250 ml.

12.แท่งแก้วคนสาร

13.ลูกยาง

14.ขวดน้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 ขั้นตอนการทดลอง

1.ศึกษาหาความแก่อ่อนของมะละกอที่เหมาะสม ต่อการผลิตผลิตภัณฑ์มะละกอเชื่อมแห้ง

คัดเลือกเปรียบเทียบการยอมรับของผลิตภัณฑ์มะละกอเชื่อมแห้ง ระหว่างมะละกอดิบห่าม และสุก โดยผลของลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ภายหลังการผลิต การวิเคราะห์ทางเคมี ผลการตรวจสอบทางกายภาพ และทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสตามวิธีการ

2.ศึกษาหาขนาดขึ้นมะละกอที่เหมาะสม แบ่งออกเป็น 3 ขนาด คือ

1. ขึ้นมะละกอที่มีขนาด 1 X1 เซนติเมตร

2. ขึ้นมะละกอที่มีขนาด 1.5 X1.5 เซนติเมตร

3. ขึ้นมะละกอที่มีขนาด 2 X2 เซนติเมตร

ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส

3.ศึกษาถึงวิธีการเชื่อมทั้ง 2 แบบ คือ วิธีการเชื่อมแบบช้า และวิธีการเชื่อมแบบเร็วที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส

4.ศึกษาระดับความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่ได้รับการยอมรับ ในวิธีการเชื่อมแบบช้า จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส

5.ศึกษาการเก็บรักษาสลิตภัณฑ์ โดยบรรจุในภาชนะ และเก็บที่อุณหภูมิต่างกัน คือ

1.บรรจุในขวดแก้วปิดฝาสนิท ทั้ง 2 วิธีการนำไปเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง

2.บรรจุในขวดแก้วปิดฝาสนิท ทั้ง 2 วิธีการนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็น

3.บรรจุในถุงโพลีเอทิลีน ( PE ) ทั้ง 2 วิธีการนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

4.บรรจุในถุงโพลีเอทิลีน ( PE ) ทั้ง 2 วิธีการนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็น

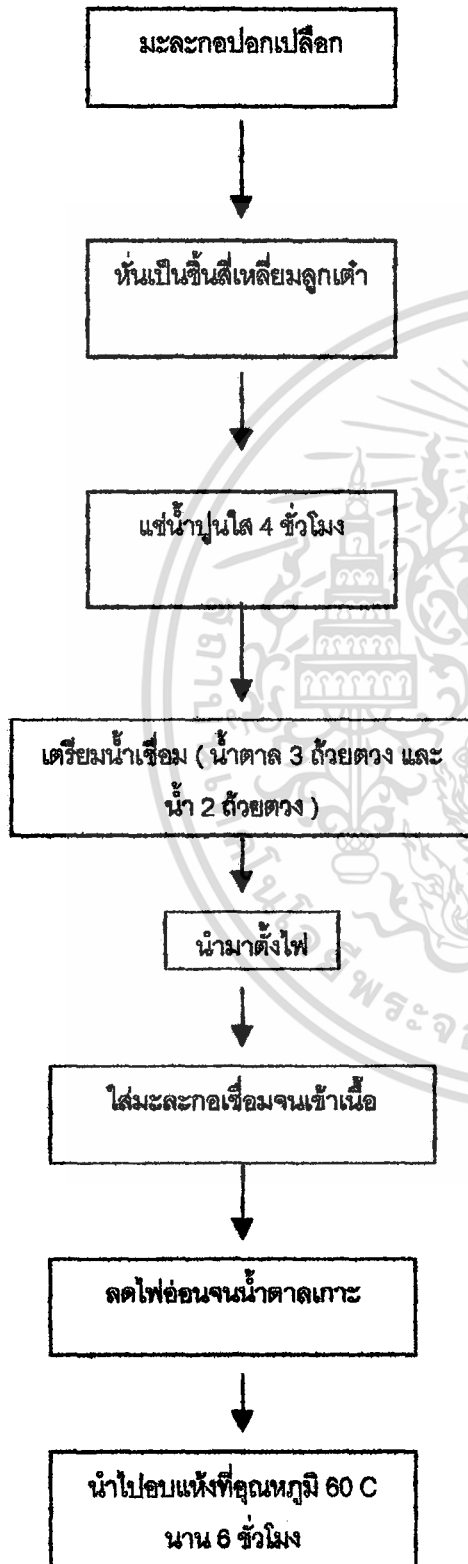
เปรียบเทียบลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ของผลิตภัณฑ์ ภายหลังการเก็บรักษาเป็น

เวลา 25 วัน

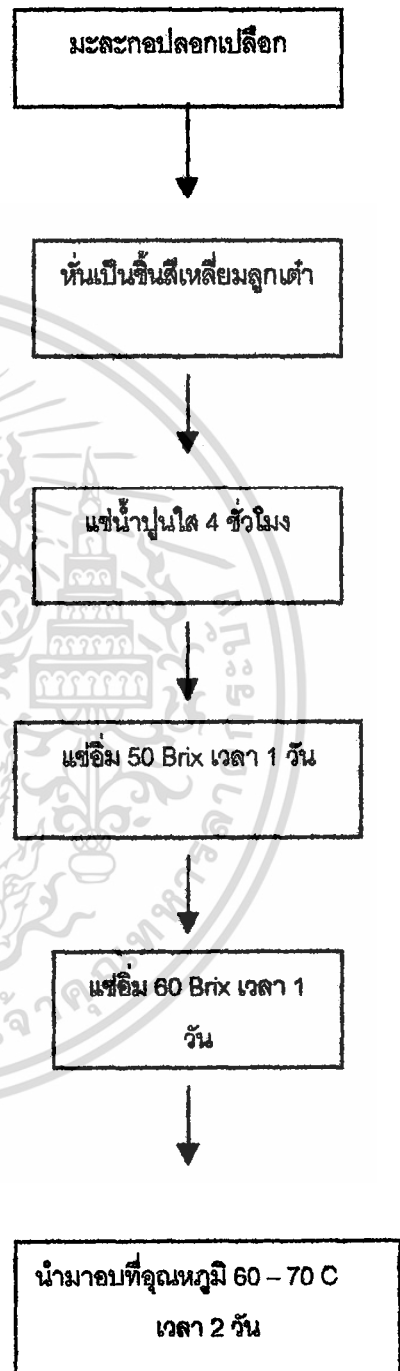
การตรวจสอบทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบ 10 คน ให้คะแนนความชอบ โดยใช้หลักการ Scoring Test.

## ขั้นตอนและกรรมวิธีการ

รูปที่ 3.3.1 การเตรียมแบบเร็ว



รูปที่ 3.3.2 การเตรียมแบบช้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



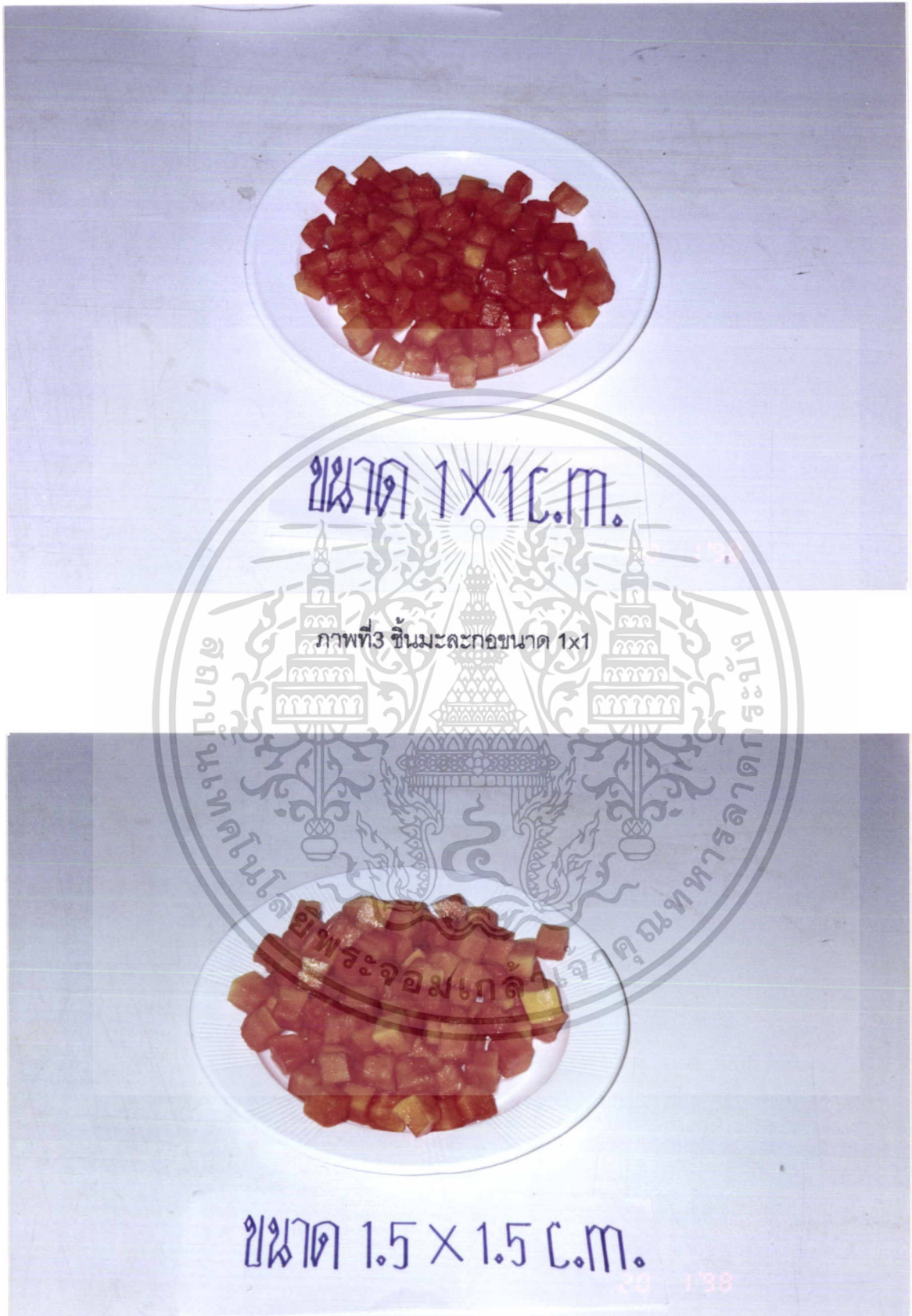
ภาพที่ 1 วัตถุดิบที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 มะละกอบที่แช่น้ำปูนใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 ขนมมะละกอขนาด 1.5x1.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 ชั้นมะละกอนขนาด 2x2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 วิธีการแช่อิ่มแบบเร็ว



ภาพที่ 7 วิธีการแช่อิ่มแบบช้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

#### 4.1 ระยะเวลาแก่อ่อนของมะละกอ

วัตถุดิบที่นำมาใช้ผลิตผลิตภัณฑ์นั้น มีระยะเวลาแก่อ่อนที่แตกต่างกัน มีคุณสมบัติแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 : ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของมะละกอดิบ ห่าม และสุก

คุณสมบัติของวัตถุดิบ	มะละกอดิบ	มะละกอห่าม	มะละกอสุก
สี	5Y8 /4	5YR7 /8	5YR7 /10
pH	6.09	5.60	5.75
Acidity	0.15	0.30	0.46

จากตารางที่ 4.1 พบว่าสี ของมะละกอดิบจะให้สี 5Y8 /4 ซึ่งแสดงถึงสีเหลืองโทนสี 5 มีค่า Value เป็น 8 และ Chroma เป็น 4 สีที่ได้จะมีสีเหลืองอ่อน ส่วนมะละกอห่ามจะให้สี 5YR7 /8 ซึ่งแสดงถึงสีแดงปนเหลือง โทนสี 5 มีค่า Value เป็น 7 และ Chroma เป็น 8 คือจะเป็นสีส้มอ่อน ส่วนมะละกอสุกจะมีค่า Chroma เป็น 10 ซึ่งจะมีสีเข้มมากกว่า คือ มีสีส้มแก่ เมื่อนำมะละกอทั้งสามระยะไปทำการอบแห้ง งวิธีการของรูป 3.1 และนำไปหาความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ ได้ผลดังแสดงตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์หาความชื้นสุดท้ายของวัตถุดิบในระยะดิบ ห่าม และสุก หลังจากนำมาผลิตผลิตภัณฑ์

ระยะของวัตถุดิบ	ความชื้นหลังนำมาผลิตผลิตภัณฑ์
มะละกอดิบ	10.32 %
มะละกอห่าม	13.00 %
มะละกอสุก	15.26 %

#### ลักษณะปรากฏหลังผลิตผลิตภัณฑ์

สี สีของมะละกอดิบจะมีสีออกเหลืองซีด สีของมะละกอห่ามจะมีสีแดง-ส้ม ส่วนสีของมะละกอสุกมีสีแดงเข้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3: ผลการเปรียบเทียบทางสถิติจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์มะละกอเชื่อมแห้ง เพื่อหาระยะความแก่-อ่อน ของวัตถุดิบที่เหมาะสม

ระยะของวัตถุดิบ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	สี	ความชอบ	รสชาติ	ความยอมรับรวม
มะละกอดิบ	3.1 <sup>a</sup>	3.6 <sup>b</sup>	3.8 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	3.5 <sup>a</sup>
มะละกอห่าม	3.6 <sup>a</sup>	6.9 <sup>a</sup>	4.9 <sup>a</sup>	5.4 <sup>a</sup>	4.7 <sup>a</sup>
มะละกอสุก	3.6 <sup>a</sup>	6.7 <sup>a</sup>	4.8 <sup>a</sup>	5.8 <sup>a</sup>	4.3 <sup>a</sup>

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ในระยะของวัตถุดิบห่ามและสุก ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด

สีของผลิตภัณฑ์ ในระยะของวัตถุดิบห่าม ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างจากมะละกอดิบและมะละกอสุก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ความชอบของผลิตภัณฑ์ มะละกอห่ามได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด

รสชาติของผลิตภัณฑ์ มะละกอสุกได้คะแนนความชอบมากที่สุด

ความยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ ระยะของมะละกอห่ามได้คะแนนความยอมรับรวมสูงที่สุด

เนื่องจากผลิตภัณฑ์มะละกอเชื่อมแห้ง ในระยะของมะละกอห่าม ได้รับคะแนนความยอมรับรวมสูงกว่า มะละกอในระยะดิบและสุก เพราะฉะนั้นจึงได้นำมะละกอที่อยู่ในระยะห่าม มาทำการผลิตผลิตภัณฑ์ เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้ชิมมากยิ่งขึ้น

**การหาขนาดขึ้นมะละกอที่เหมาะสม**

ตารางที่ 4.4 : ผลการวิเคราะห์ความขึ้นของผลิตภัณฑ์ของวัตถุดิบขนาดต่าง ๆ ในวิธีการแช่ต้มแบบเร็ว

ขนาดของขึ้นวัตถุดิบ	ความขึ้น
1 × 1 เซนติเมตร	14.2 %
1.5 × 1.5 เซนติเมตร	16.6 %
2 × 2 เซนติเมตร	21.5 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 : ผลการวิเคราะห์หาความชื้นของผลิตภัณฑ์ของวัตถุบิขนาดต่าง ๆ ในวิธีการแช่อบแบบซ้ำ

ขนาดของชิ้นวัตถุบิ	ความชื้น
1 × 1 เซนติเมตร	9.09 %
1.5 × 1.5 เซนติเมตร	10.11 %
2 × 2 เซนติเมตร	11.94 %

### ลักษณะปรากฏ

สี ผลิตภัณฑ์ทุกชิ้น ทุกขนาดไม่มีความแตกต่างในด้านสี จะมีสีแดงปนส้ม

เนื้อสัมผัส ชิ้นผลิตภัณฑ์ขนาด 1 × 1 เซนติเมตร มีลักษณะเนื้อสัมผัสแน่น ไม่แข็ง มีความยืดหยุ่นภายในชิ้นผลิตภัณฑ์ มีลักษณะที่ใกล้เคียงขนาด 1.5 × 1.5 เซนติเมตร มาก ส่วนขนาด 2 × 2 เซนติเมตร มีลักษณะนิ่มมากกว่าทั้ง 2 ขนาด

ตารางที่ 4.6 : ผลการเปรียบเทียบทางสถิติจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะละกอเชื่อมแห้ง เพื่อหาขนาดที่เหมาะสมของชิ้นวัตถุบิ ในวิธีการแช่อบแบบซ้ำ

ขนาดของวัตถุบิ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	สี	ความชอบ	รสชาติ	ความยอมรับรวม
1×1 เซนติเมตร	6.8 <sup>a</sup>	7.8 <sup>a</sup>	6.9 <sup>a</sup>	6.9 <sup>a</sup>	7.2 <sup>a</sup>
1.5×1.5 เซนติเมตร	4.2 <sup>c</sup>	6.9 <sup>a</sup>	5.2 <sup>b</sup>	5.7 <sup>a</sup>	5.3 <sup>b</sup>
2 × 2 เซนติเมตร	6.2 <sup>b</sup>	7.3 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>	6.6 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ขนาดของวัตถุบิ 1 × 1 เซนติเมตร มีคะแนนความชอบมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างจากขนาดอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สีของผลิตภัณฑ์ ขนาดของวัตถุบิ 1 × 1 เซนติเมตร ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด

ความชอบ ขนาดของวัตถุบิ 1 × 1 เซนติเมตร ได้รับคะแนนมากที่สุด โดยมีความแตกต่างจากขนาดอื่น ขนาดของวัตถุบิ 1.5 × 1.5 เซนติเมตร ได้รับคะแนนความชอบต่ำที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รสชาติของผลิตภัณฑ์ ขนาด 1 × 1 เซนติเมตร ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด

ความยอมรับรวม พบว่าขนาดของวัตถุดิบ 1 × 1 เซนติเมตร ได้รับคะแนนการยอมรับรวมมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างจากขนาดอื่นอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.7 : ผลการเปรียบเทียบทางสถิติจากการทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะละกอเชื่อมแห้ง เพื่อหาขนาดของชิ้นวัตถุดิบที่เหมาะสม ในวิธีการแช่อิ่มแบบเร็ว

ขนาดของวัตถุดิบ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	สี	ความชอบ	รสชาติ	ความยอมรับรวม
1 × 1 เซนติเมตร	6.0 <sup>a</sup>	6.1 <sup>a</sup>	6.2 <sup>a</sup>	6.2 <sup>b</sup>	6.2 <sup>a</sup>
1.5 × 1.5 เซนติเมตร	5.0 <sup>a</sup>	4.7 <sup>a</sup>	5.7 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>	5.6 <sup>a</sup>
2 × 2 เซนติเมตร	4.7 <sup>b</sup>	5.7 <sup>a</sup>	5.4 <sup>a</sup>	6.1 <sup>a</sup>	5.1 <sup>b</sup>

จากตารางที่ 4.7 พบว่าลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ขนาดของวัตถุดิบ 1 × 1 เซนติเมตร ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างจากขนาดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สีของผลิตภัณฑ์ ขนาด 1 × 1 เซนติเมตร ได้คะแนนความชอบมากที่สุด

ความชอบพบว่า ผลิตภัณฑ์ขนาด 1 × 1 เซนติเมตร ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด

รสชาติ พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนาด 1.5 × 1.5 เซนติเมตร ได้รับคะแนนความชอบสูงกว่าขนาดอื่น

ความยอมรับรวม พบว่าขนาด 1 × 1 เซนติเมตร ได้รับการยอมรับมากที่สุด

การปรับความเข้มข้นของน้ำเชื่อมในวิธีการแช่อิ่มแบบช้า

ตารางที่ 4.8 : ผลการวิเคราะห์หาความชื้นของผลิตภัณฑ์ในระดับความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่ต่างกัน

ความเข้มข้นของน้ำเชื่อม ( ปริกซ์ )	ความชื้น
50 - 60	14.2 %
60 - 70	16.7 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ลักษณะปรากฏ

สี ผลิตรักณ์ที่มีความเข้มข้นของน้ำเชื่อม 50 - 60 ปริกซ์ มีสีแดงซีด ส่วนที่มีความเข้มข้น 60 - 70 ปริกซ์ มีสีแดงเข้ม

เนื้อสัมผัส ที่ความเข้มข้น 50 - 60 ปริกซ์ ผลิตรักณ์มีเนื้อสัมผัสที่นุ่ม ผิวภายนอกแห้ง ส่วนที่มีความเข้มข้น 60 - 70 ปริกซ์ เนื้อของผลิตรักณ์มีลักษณะเหนียว ผิวภายนอกชื้นมีน้ำตาลเกาะ อยู่ภายนอกผิวผลิตรักณ์

ตารางที่ 4.9 : ผลการเปรียบเทียบทางสถิติการทดสอบทางประสาทสัมผัสของวิธีการแช่อิ่ม ทั้ง 2 แบบ

วิธีการแช่อิ่ม	ลักษณะเนื้อสัมผัส	สี	ความชอบ	รสชาติ	ความยอมรับรวม
แบบช้า	7.2 <sup>a</sup>	6.8 <sup>a</sup>	6.9 <sup>a</sup>	7.8 <sup>a</sup>	6.9 <sup>a</sup>
แบบเร็ว	6.2 <sup>b</sup>	6.9 <sup>a</sup>	6.2 <sup>a</sup>	6.1 <sup>a</sup>	6.0 <sup>b</sup>

จากตารางที่ 4.9 พบว่าลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตรักณ์ในวิธีการแช่อิ่มแบบช้า ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างจากผลิตรักณ์ที่ใช้วิธีการแช่อิ่มแบบเร็ว อย่างมีนัยสำคัญ

สีของผลิตรักณ์ วิธีการแช่อิ่มแบบเร็วได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ความชอบ พบว่าวิธีการแช่อิ่มแบบช้า ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด

รสชาติของผลิตรักณ์ ในวิธีการแช่อิ่มแบบช้า ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด

วิธีการแช่อิ่มแบบช้าได้รับความยอมรับรวมมากกว่า วิธีการแบบเร็ว ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.10 : ผลการวิเคราะห์หาความชื้นของผลิตรักณ์ในภาชนะบรรจุ และอุณหภูมิที่ต่างกัน ทั้งก่อนและหลังการเก็บรักษา ( เวลา 25 วัน ) ในวิธีการแช่อิ่มแบบช้าที่ความเข้มข้น 60 - 70 ปริกซ์

สถานที่เก็บ	ถุง PE		ขวดแก้ว	
	ความชื้นก่อนเก็บ	ความชื้นหลังเก็บ	ความชื้นก่อนเก็บ	ความชื้นหลังเก็บ
ตู้เย็น	16.7 %	17.7 %	16.7 %	16.9 %
ห้อง	16.7 %	25 %	16.7 %	18.5 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ลักษณะปรากฏหลังการเก็บรักษา

### 1. การเก็บในอุณหภูมิต่ำ

พบว่าสีของผลิตภัณฑ์ในถุง PE ( โพลีเอทิลีน ) และในขวดแก้วที่ปิดสนิท ไม่พบการเปลี่ยนแปลงจากสีเดิมที่ทำการเก็บรักษา คือ มีสีแดงสด ลักษณะเนื้อสัมผัสมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย มีความเหนียวเพิ่มมากขึ้น รสชาติยังคงหวานอยู่เหมือนเดิม ความชื้นในถุง PE เพิ่มขึ้นเล็กน้อย จาก 16.7 % เป็น 17.7 % ส่วนความชื้นภายในขวดแก้ว มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

### 2. การเก็บที่อุณหภูมิห้อง

พบว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง PE มีสีที่เข้มขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุภายในขวดแก้วไม่มีการเปลี่ยนแปลง ลักษณะเนื้อสัมผัสนิ่มขึ้น ความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง PE ,พบว่ามีความชื้นเพิ่มมากขึ้น คือ จากความชื้น 16.7 % เป็น 25 % ส่วนในขวดแก้วมีการเปลี่ยนแปลงโดยมีความชื้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อย จากความชื้นที่ 16.7 % เป็น 18.5 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 ผลิตภัณฑ์มะละกอเชื่อมแห้งที่ทำจากมะละกอดิบ



ภาพที่ 9 ผลิตภัณฑ์มะละกอเชื่อมแห้งที่ทำจากมะละกอห่าม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 ผลิตภัณฑ์มะละกอเชื่อมแห้งที่ทำจากมะละกอสุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 ผลิตรภัณฑ์ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็นในถุง PE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 ผลิตรกษณ์ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็นในขวดแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

#### 5.1สรุปผลการทดลอง

##### 5.1.1 ผลการหาระยะความแก่อ่อนของวัตถุดิบ

จากการทดลองศึกษาพบว่าเมื่อเปรียบเทียบมะละกอกที่มีระยะความแก่-อ่อนต่างกัน คือ ดิบ ,ห่าม ,และสุกนำมาทำผลิตภัณฑ์ พบว่าระยะของมะละกอกที่ห่ามที่มีค่าสี 5YR7/8 (สีแดง) ค่า pH 5.60 และค่าAcidity 0.30 เหมาะสมที่จะนำมาทำผลิตภัณฑ์มากที่สุด เนื่องจากมีคะแนนเฉลี่ยผลการชิมในด้านเนื้อสัมผัส สี รสชาติ ความชอบ และการยอมรับรวมสูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ

##### 5.1.2 ผลการหาขนาดของชิ้นที่เหมาะสม

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า มะละกอกชิ้นขนาด 1x1 เซนติเมตร ของการแช่อบแบบเร็วและแบบช้าซึ่งมีความชื้นสุดท้ายหลังจากนำไปทำผลิตภัณฑ์ 14.2 และ 9.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะให้เนื้อสัมผัส สี รสชาติ การยอมรับรวมจากผู้บริโภคมากที่สุด

##### 5.1.3 ผลของกรรมวิธีการแช่อบที่ต่างกัน

จากการศึกษาพบว่าผลในด้านเนื้อสัมผัส สี รสชาติ และการยอมรับรวมของกรรมวิธีการแช่อบแบบเร็วกับกรรมวิธีการแช่อบแบบช้าพบว่ากรรมวิธีการแช่อบแบบช้าเป็นกรรมวิธีที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด

##### 5.1.4 ผลของการปรับระดับความเข้มข้นของน้ำเชื่อม

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า การแช่อบแบบช้าที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเชื่อม 60-70 บริกซ์ จะให้ความหวานของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุด ซึ่งทำให้ผลคะแนนการชิมสูง

##### 5.1.5 ผลการเก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีน และขวดแก้ว ณ อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น

จากผลการหาความชื้นของผลิตภัณฑ์มะละกอกเชื่อมแห้งหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 25 วันพบว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บในถุง PE และขวดแก้ว ณ อุณหภูมิตู้เย็นความชื้นของผลิตภัณฑ์จะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม คือ ในถุงPEก่อนเก็บความชื้นเท่ากับ 16.7%หลังเก็บเท่ากับ 17.7% และในขวดแก้วก่อนเก็บความชื้นเท่ากับ 16.7%หลังเก็บเท่ากับ 16.9% และจากการสังเกตด้วยสายตาพบว่าไม่มีการเปลี่ยนสี และเนื้อสัมผัสมากนัก

## ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองศึกษาพบว่าคะแนนเฉลี่ยการชิมทางด้านเนื้อสัมผัสยังอยู่ในช่วงที่ไม่ดี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระดับความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่ใช้สูงเกินไป และระยะเวลาในการอบแห้งของผลิตภัณฑ์น้อยเกินไป ซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะมีน้ำเชื่อมเยิ้มที่บริเวณรอบๆ ขั้วของผลิตภัณฑ์

หากมีผู้สนใจต้องการศึกษาเรื่องนี้ต่อ ควรมีการปรับระดับความเข้มข้นของน้ำเชื่อมลงมาให้ได้อยู่ในระดับที่เหมาะสม คือประมาณ 50-65 บริกซ์ และควรมีการเปลี่ยนค่าตัวแปรคือ อุณหภูมิ และเวลาในการอบแห้ง เพราะในการศึกษาครั้งนี้ไม่มีการเปลี่ยนค่าตัวแปรค่าดังกล่าว เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านเวลา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบรวม ทั้งการปรับความเข้มข้นของน้ำเชื่อม อาจทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และรสชาติดีขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. เอกสารประกอบการสอนวิชาผักผลไม้. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร  
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,  
กรุงเทพฯ. 311 หน้า.
- กลุ่มรักเกษตร. 2531. มะละกอล. สหมิตรออฟเซต. กรุงเทพฯ. 79 หน้า.
- ประชา บุญญสิริกุล และ อรวินท์ ไทรกี. 2519. อาหาร. สมาคมคหเศรษฐศาสตร์แห่งประเทศไทย  
ไทย. กรุงเทพฯ. 324 หน้า.
- ณรงค์ และ คณะ. 2524. ตำราแช่อิ่ม. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ธนวรรณ บุญปั้น. 2537. แนวเกษตร. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร.  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- นฤตม บุญหลง. 2532 การควบคุมคุณภาพอุตสาหกรรมเกษตร. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์  
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 252 หน้า.
- สมบัติ ขอทวีวัฒนา. 2529. กรรมวิธีการอบแห้ง. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรม  
เกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 252 หน้า.
- ศักดิ์สิทธิ์ ศรีวิชัย. 2538. คู่มือการปลูกมะละกอล. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 112  
หน้า.
- Cruss W.V. , 1948. Commercial Fruit and Vegetable Products. P. 24 – 27, 420 – 424.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

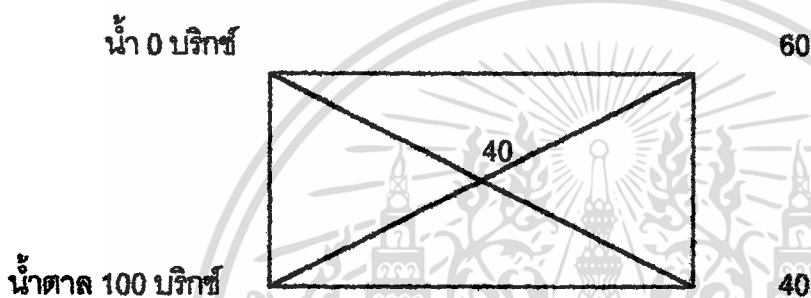
## ภาคผนวก ก.

## วิธีตรวจสอบและวิเคราะห์ทางเคมี

## 1. การเตรียมน้ำเชื่อม

การเตรียมน้ำเชื่อมใช้วิธี Pearson's square โดยการสร้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เขียนเปอร์เซ็นต์น้ำตาลที่ต้องการตรงกลางของรูปสี่เหลี่ยม มุมซ้ายทั้งสองเขียนเปอร์เซ็นต์น้ำตาลที่จะนำมาปรับให้ได้มาตรฐานดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง ถ้าต้องการเตรียมน้ำเชื่อม 50 ปริกซ์ จำนวน 2 กิโลกรัม



น้ำ 50 กิโลกรัม ใช้น้ำตาล 50 กิโลกรัม

น้ำ 1 กิโลกรัม ใช้น้ำตาล  $(50)2 = 2$  กิโลกรัม

50

การเพิ่มความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำเชื่อม ทำโดยชั่งน้ำหนักทั้งหมดวัดความหวานแล้วนำมาคำนวณหาปริมาณน้ำตาลที่ต้องเติมโดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{ปริมาณน้ำตาลที่ต้องการ} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำเชื่อม} \times \text{ปริกซ์ที่เพิ่มขึ้น}}{100 - \text{ปริกซ์ของน้ำเชื่อมที่ต้องการ}}$$

## 2. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

อุปกรณ์

1. ตู้อบ ( hot Air Oven )

2. Discator

3. Aluminium can

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.Tong

5.เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1.อบภาชนะที่จะใส่ตัวอย่างที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

2.เมื่อครบกำหนดเปิดภาชนะและทำให้เย็น โดยใส่ใน Discator นาน 30 นาที ก่อนนำไปชั่ง ชั่งน้ำหนัก Aluminium can พร้อมฝา ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน

3.ใส่ตัวอย่างอาหาร 2 - 5 กรัมในภาชนะแล้วชั่งทันที (เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นของตัวอย่างขณะชั่งน้ำหนักควรปิดฝาภาชนะด้วย)

4.นำไปอบในตู้ที่ อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง

5.ปิดฝาภาชนะก่อนนำเข้าทำให้เย็นใน Desicator แล้วชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

$$\frac{\text{น้ำหนักที่หายไป} \times 100}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}}$$

## 3.การวิเคราะห์หาปริมาณกรด

สารเคมีที่ใช้

1. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล
2. ฟีนอล์ฟทาลีน อินดิเคเตอร์ 1 %

อุปกรณ์

1. เครื่องปั่น
2. กรวยกรอง
3. กระดาษกรอง
4. ปิเปต
5. บิวเรต
6. ขวดรูปชมพู่

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างมา 25 กรัม ผสมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ใส่ในเครื่องปั่น ตีให้เข้ากันประมาณ 3 นาที
2. กรองผ่านกระดาษกรอง
3. ใส่ Volumetric flask ขนาด 250 มิลลิลิตร ปรับด้วยน้ำกลั่นจนครบ 250 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ดูดตัวอย่างมา 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่
5. หยดฟีนอล์ฟทาลีน 1 หยด
6. ไตรเตรทกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล จนได้สีบานเย็นแล้วจดค่าโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไป

### การคำนวณ

เปอร์เซ็นต์กรด =  $N \text{ NaOH} \times \text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times \text{titre [ml]} \times \frac{15}{100} \times 4$

100



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.  
การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบการชิมประเมินประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะละกอเชื่อมแห้ง  
ใบรายงานการทดสอบ

ผลิตภัณฑ์ มะละกอเชื่อมแห้ง

ผู้ตัดสิน..... อายุ.....ปี

วันที่..... เวลา.....

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ และให้คะแนนตามลำดับคะแนนความชอบตัวอย่างที่เสนอให้  
กรุณาเว้นปากระหว่างอาหารตัวอย่าง  
กำหนดให้

	ระดับคะแนน		ระดับคะแนน
9	ชอบมากที่สุด	4	ไม่ชอบเล็กน้อย
8	ชอบมาก	3	ไม่ชอบปานกลาง
7	ชอบปานกลาง	2	ไม่ชอบมาก
6	ชอบน้อยที่สุด	1	ไม่ชอบมากที่สุด
5	เฉย ๆ		

ตัวอย่าง	ลักษณะเนื้อ สัมผัส (Texture)	สี (color)	ความชอบ (Acceptance)	รสชาติ (Flavor)	การยอมรับ รวม (Overall)

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 1 :** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะเนื้อสัมผัสเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มี ระยะเวลาแก่-อ่อน ที่เหมาะสมนำมาผลิตผลิตภัณฑ์ ทั้ง 3 ระยะเวลา คือ มะละกอดิบ ห่าม และสุก

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F Value
Treatment	2	1.67	0.835	0.75 <sup>ns</sup>
Block	9	71.70	7.69	7.17 <sup>**</sup>
Error	18	20	1.11	
Total	29			

**ตารางภาคผนวกที่ 2 :** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสีเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีความแก่-อ่อน 3 ระยะเวลาที่ต่างกัน

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F Value
Treatment	2	91.27	45.63	21.6 <sup>**</sup>
Block	9	43.34	4.8	2.27 <sup>**</sup>
Error	18	38.064	2.11	
Total	29	172.67		

**ตารางภาคผนวกที่ 3 :** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชอบเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีความแก่-อ่อน 3 ระยะเวลาที่ต่างกัน

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F Value
Treatment	2	7.4	3.7	1.38 <sup>ns</sup>
Block	9	76.16	8.46	3.16 <sup>**</sup>
Error	18	48.14	2.11	
Total	29	131.7		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 4 :** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรสชาติเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ ที่มีความแก่-อ่อน 3 ระยะที่ต่างกัน

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F Value
Treatment	2	8.87	4.44	1.47 <sup>ns</sup>
Block	9	76.03	8.44	2.79 <sup>*</sup>
Error	18	54.47	3.02	
Total	29	139.37		

**ตารางภาคผนวกที่ 5 :** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความความยอมรับรวมเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ ที่มีความแก่-อ่อน 3 ระยะที่ต่างกัน

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F Value
Treatment	2	8.3	4.15	1.82 <sup>ns</sup>
Block	9	85.6	9.5	4.18 <sup>**</sup>
Error	18	41	2.27	
Total	29	135		

**ตารางภาคผนวกที่ 6 :** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะเนื้อสัมผัสเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ ที่มีขนาดต่างกัน 3 ขนาด ในวิธีการแช่จิ้มแบบซ้ำ

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F value
Treatment	2	37.07	18.53	210.56 <sup>**</sup>
Block	9	79.20	7.8	88.63 <sup>**</sup>
Error	18	1.596	0.088	
Total	29	117.87		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 7 :** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสีเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ ที่มีขนาดต่างกัน 3 ขนาด ในวิธีการแช่อบแบบซ้ำ

Source	D.F	Anova SS	Mean Square	F value
Treatment	2	4.07	2.035	1.5 <sup>ns</sup>
Block	9	41.34	4.59	3.5 <sup>*</sup>
Error	18	23.26	1.29	
Total	29	68.67		

**ตารางภาคผนวกที่ 8 :** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชอบเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ ที่มีขนาดเหมาะสม 3 ขนาด ในวิธีการแช่อบแบบซ้ำ

Source	D.F	Anova SS	Mean Square	F value
Treatment	2	13.07	6.53	2.58 <sup>ns</sup>
Block	9	75.503	8.38	3.312 <sup>*</sup>
Error	18	45.59	2.53	
Total	29	134.17		

**ตารางภาคผนวกที่ 9 :** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรสชาติเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ ที่มีขนาดต่างกัน 3 ขนาด ในวิธีการแช่อบแบบซ้ำ

Source	D.F.	Nova SS	Mean Square	F Value
Treatment	2	7.8	3.9	0.68 <sup>ns</sup>
Block	9	71.2	7.91	1.39 <sup>ns</sup>
Error	18	102.2	5.67	
Total	29			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 10 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยอมรับรวม เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดต่างกัน 3 ขนาด ในวิธีการแช่อบแบบช้า**

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F Value
Treatment	2	18.2	9.1	3.5 <sup>*</sup>
Block	9	56.63	6.6	2.55 <sup>y</sup>
Error	18	46.47	2.58	
Total	29	124.3		

**ตารางภาคผนวกที่ 11 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะเนื้อสัมผัส เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดต่างกัน 3 ขนาด ในวิธีการแช่อบแบบเร็ว**

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F Value
Treatment	2	0.5	0.25	0.21 <sup>ns</sup>
Block	9	61	6.77	5.6 <sup>ns</sup>
Error	18	21.5	1.19	
Total	29	83		

**ตารางภาคผนวกที่ 12 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสี เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดต่างกัน 3 ขนาด ในวิธีการแช่อบแบบเร็ว**

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F Value
Treatment	2	10.2	5.1	1.12 <sup>ns</sup>
Block	9	43.5	4.83	1.06 <sup>ns</sup>
Error	18	81.6	4.53	
Total	29			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 13 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชอบ เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดต่างกัน 3 ขนาด ในวิธีการแช่อบแบบเร็ว**

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F Value
Treatment	2	3.3	1.65	0.932 <sup>ns</sup>
Block	9	40.06	4.45	2.51 <sup>*</sup>
Error	18	32.30	1.77	
Total	29			

**ตารางภาคผนวกที่ 14 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรสชาติ เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดต่างกัน 3 ขนาด ในวิธีการแช่อบแบบเร็ว**

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F Value
Treatment	2	0.2	0.1	0.065 <sup>ns</sup>
Block	9	30.13	3.34	2.19 <sup>ns</sup>
Error	18	27.46	1.52	
Total	29			

**ตารางภาคผนวกที่ 15 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยอมรับรวม เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดต่างกัน 3 ขนาด ในวิธีการแช่อบแบบเร็ว**

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F Value
Treatment	2	6.067	3.03	1.95 <sup>ns</sup>
Block	9	62.967	6.99	1.45 <sup>**</sup>
Error	18	27.93	1.55	
Total	29	96.967		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 16 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะเนื้อสัมผัส เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีวิธีการที่ต่างกัน คือ ในวิธีการหมักแบบช้า และวิธีการหมักแบบเร็ว

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F Value
Treatment	1	5	5	1.22 <sup>ns</sup>
Block	9	14.2	1.57	0.38 <sup>ns</sup>
Error	9	37	4.11	
Total	19	56.2		

ตารางภาคผนวกที่ 17 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสี เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีวิธีการที่ต่างกัน คือ ในวิธีการหมักแบบช้า และวิธีการหมักแบบเร็ว

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F Value
Treatment	1	0.45	0.45	0.03 <sup>ns</sup>
Block	9	22.05	2.45	0.19 <sup>ns</sup>
Error	9	116.05	12.89	
Total	19	138.55		

ตารางภาคผนวกที่ 18 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชอบ เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีวิธีการที่ต่างกัน คือ ในวิธีการหมักแบบช้า และวิธีการหมักแบบเร็ว

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F Value
Treatment	1	2.45	2.45	0.25 <sup>ns</sup>
Block	9	13.45	1.49	0.15 <sup>ns</sup>
Error	9	90.05	10.00	
Total	19	105.95		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 19 :** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรสชาติ เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีวิธีการที่แตกต่างกัน คือ ในวิธีการเชื่อมแบบช้า และวิธีการเชื่อมแบบเร็ว

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F Value
Treatment	1	14.35	14.35	2.80 <sup>ns</sup>
Block	9	30.45	3.38	0.66 <sup>ns</sup>
Error	9	46.15	5.12	
Total	19	90.95		

**ตารางภาคผนวกที่ 20 :** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยอมรับรวม เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีวิธีการที่ต่างกัน คือ ในวิธีการเชื่อมแบบช้า และวิธีการเชื่อมแบบเร็ว

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F Value
Treatment	1	4.05	4.05	2.52 <sup>ns</sup>
Block	9	32.45	3.61	2.24 <sup>ns</sup>
Error	9	14.45	1.61	
Total	19	50.95		

**ตารางภาคผนวกที่ 21 :** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่มีระดับความเข้มข้นน้ำเชื่อมต่างกัน

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F Value
Treatment	1	24.2	24.2	10 <sup>*</sup>
Block	9	25	2.77	1.144 <sup>ns</sup>
Error	9	21.8	2.42	
Total	19	71		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 22 :** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสี ของผลิตภัณฑ์ที่มีระดับความเข้มข้นน้ำเชื่อมต่างกัน

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F Value
Treatment	1	1.25	1.25	0.55 <sup>ns</sup>
Block	9	135.05	15.00	6.66 <sup>**</sup>
Error	9	20.25	2.25	
Total	19	156.55		

**ตารางภาคผนวกที่ 23 :** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชอบ ของผลิตภัณฑ์ที่มีระดับความเข้มข้นน้ำเชื่อมต่างกัน

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F Value
Treatment	1	20	20	10.638 <sup>**</sup>
Block	9	38.8	4.311	2.29 <sup>ns</sup>
Error	9	17	1.88	
Total	19	75.8		

**ตารางภาคผนวกที่ 24 :** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรสชาติ ของผลิตภัณฑ์ที่มีระดับความเข้มข้นน้ำเชื่อมต่างกัน

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F Value
Treatment	1	0.2	0.2	0.312 <sup>ns</sup>
Block	9	33.2	3.86	5.75 <sup>**</sup>
Error	9	5.8	0.64	
Total	19	39.2		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 25 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยอมรับรวม ของผลิตภัณฑ์ที่มีระดับความเข้มข้นของน้ำเชื่อมต่างกัน

Source	D.F.	Anova SS	Mean Square	F Value
Treatment	1	8.45	8.45	5.827 <sup>**</sup>
Block	9	35.05	3.89	2.86 <sup>ns</sup>
Error	9	13.05	1.45	
Total	19	56.55		

- <sup>ns</sup> หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- \* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05
- \*\* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค.

### ลักษณะผลไม้แช่อิ่มที่ต้องแก้ไข

#### 1. ลักษณะเหี่ยวยุบ

##### สาเหตุและการแก้ไข

1. เกิดจากการต้มหรือลวกผลไม้ให้นานเกินไปจนทำให้ผลไม้นิ่มและเมื่อนำมาแช่อิ่ม เนื้อผลไม้จะหดตัวมากจนเหี่ยวยุบ

การแก้ไข ไม่ควรต้มผลไม้ให้นานเกินไป

2. เกิดจากการใช้น้ำเชื่อมในการแช่อิ่มครั้งแรกเข้มข้นมากเกินไป

การแก้ไข ควรเริ่มต้นแช่อิ่มในน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้น 30%

3. ผลไม้เกิดผลึกน้ำตาล

##### สาเหตุและการแก้ไข

เกิดจากน้ำเชื่อมมีความเข้มข้นสูงตกเป็นผลึกน้ำตาล

การแก้ไข เติมน้ำมะนาว  $\frac{1}{2}$  ช้อนชาจะป้องกันการเกิดการตกผลึก

4. ผลไม้แช่อิ่มขึ้นรา

##### สาเหตุและการแก้ไข

4.1. เกิดจากผลิตภัณฑ์มีความชื้นมาก การแก้ไข ควรตากหรืออบให้แห้งขึ้นจนแห้งสนิทก่อนบรรจุในภาชนะที่แห้ง สะอาด ปิดสนิท

4.2. เกิดจากความไม่สะอาดในการประกอบอาหาร หรือภาชนะบรรจุไม่สะอาด หรือไม่แห้ง การแก้ไข ควรลวกหรือต้มภาชนะบรรจุอาหารในน้ำเดือด แล้วผึ่งให้แห้งสนิทก่อนบรรจุอาหาร

5. ผลไม้มีผิวเยิ้ม

##### สาเหตุและการแก้ไข

5.1. เกิดจากภาชนะบรรจุอาหาร มีฝาปิดไม่สนิทหรือเก็บอาหารในที่ชื้นมาก การแก้ไข ควรบรรจุในภาชนะที่มีฝาปิดสนิทและเก็บในที่แห้งมีอากาศถ่ายเทสะดวก

5.2. เกิดจากการเติมน้ำมะนาวมากเกินไป การแก้ไข ควรลดน้ำมะนาวให้น้อยลง

## ประวัติผู้เขียน

นางสาวศิริรัตน์ บุญญาศิริ เกิดวันเสาร์ที่ 5 กรกฎาคม พ.ศ. 2518 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ปี พ.ศ. 2537 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะคหกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ พุ่งมหาเมฆ ปี พ.ศ.2539 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ.2541

นายชัยนุรักษ์ อินทรสิงห์ เกิดวันที่ 31 มกราคม พ.ศ.2517 จังหวัดสมุทรสงคราม สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนศรีรัตนสมุทร จังหวัดสมุทรสงคราม ปี พ.ศ. 2536 สำเร็จการศึกษาระดับอนุปริญญา สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรและอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏเพชรบุรี ปี พ.ศ.2538 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ.2541



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้