สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษากรรมวิธีการผลิตสับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋องในน้ำเชื่อมที่ทดแทนซูโครสด้วยซอร์บิทอล

นางสาวจิราภรณ์ เตชะสหะพัฒนา
นางสาวสุวิมล เลาหะคุณากร

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 39890
วัน, เดือน, ปี 11 ก.ค. 2544
b.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Study on Processing of Canned Sliced Pineapple in Heavy Syrup Substituted Sucrose with Sorbitol

Miss Jiraporn Taechasahatpattana

Miss Suwimol Laohakunakorn

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the

Requirement for the Degree of Bachelor of Science

Department of Applied Biology

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานพิเศษ การศึกษากรรมวิธีการผลิตสับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋องในน้ำเชื่อมที่ทดแทนซูโครสด้วยซอร์บิทอล

นักศึกษา นางสาวจิราภรณ์ เตชะสหะพัฒนา

นางสาวสุวิมล เลาหะคุณากร

ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ลินจง สุขลำภู

ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับโครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

(ผศ.ดร.นวลพรรณ ณ ระนอง) หัวหน้าภาควิชาชีววิทยาประยุกต์

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ

(รศ. สุขใจ ชูจันทร์) ประธานกรรมการ

(อาจารย์ลินจง สุขลำภู) กรรมการ

(ผศ. วันชัย สุทธินุ่น) กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การศึกษากรรมวิธีการผลิตสับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋องในน้ำเชื่อมที่ทดแทนซูโครสด้วยซอร์บิทอล
นักศึกษา	นางสาวจิราภรณ์ เตชะสหะพัฒนา นางสาวสุวิมล เลาหะคุณากร
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ลินจง สุขลำภู
ภาควิชา	ชีววิทยาประยุกต์
ปีการศึกษา	2543

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษากรรมวิธีการผลิตสับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋องในน้ำเชื่อมที่ทดแทนซูโครสด้วยซอร์บิทอลโดยแปรผันอัตราส่วนของซูโครสต่อซอร์บิทอลเป็น 100:0 70:30 50:50 30:70 และ 0:100 โดยปริมาตรตามลำดับ จากการศึกษาคุณภาพด้านเคมีพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 3.42 – 3.64 และระดับความหวานสุดท้ายเป็น 18 องศาบริกซ์ จากการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราส่วนของซูโครสต่อซอร์บิทอล 30:70 มากที่สุด และเมื่อนำอัตราส่วนดังกล่าวมาทำการแปรผันระดับความหวานสุดท้ายที่เหมาะสม ได้แก่ 18 22 และ 26 องศาบริกซ์ ตามลำดับ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีระดับความหวานสุดท้ายเป็น 22 องศาบริกซ์ ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด จากการที่ผลิตภัณฑ์มีรสชาติดีทั้งด้านความหวาน ความเปรี้ยว ผลการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องตลอดระยะเวลา 2 เดือนพบว่า ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้น เล็กน้อยในขณะเดียวกันระดับความหวานมีแนวโน้มลดลง และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสผู้ทดสอบให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์ลดลงเมื่อการเก็บรักษาเริ่มเข้าสู่เดือนที่ 2 และตรวจไม่พบการปนเปื้อนของยีสต์ รา และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Study on Processing of Canned Slice Pineapple in Heavy Syrup Substituted Sucrose with Sorbitol
Name	Miss Jiraporn Taechasahatpattana Miss Suwimol Laohakunakorn
Special Project Advisor	Linchong Suklampoo
Department	Applied Biology
Academic Year	2000

Abstract

The investigation on partial substituted sucrose with sorbitol in canned sliced pineapple production by varing the ratio of sucrose and sorbitol at 100:0 70:30 50:50 30:70 0:100 (v/v) respectively. The results showed that the products had pH range from 3.42 - 3.64 and cut out brix was 18° brix . The results from sensory evalulation showed that canned choice sliced pineapple prepared from sucrose and sorbitol at the ratio of 30:70 got the highest acceptability score.Therefore, further studying of this ratio was done by varing cut out brix of syrup at 18, 22 and 26° brix respectively and sensory evalulation showed that the canned choice sliced pineapple with cut out brix at 22° brix had more acceptance by panelists in term of sweetness and sourness.The result Shelf – life study of product stored at 37° C for 2 months showed that increased in pH while cut out brix had decreased. The sensory evaluation showed that the acceptable scores were decreased at the last month storage as well as no founds in microbial determination during storage time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้จะสำเร็จลุล่วงได้ก็เนื่องมาจากบุคคลหลายท่านที่ให้ความช่วยเหลือคือ อาจารย์ลินจง สุขลำภู ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ รศ. สุขใจ ชูจันทร์ และผศ. วันชัย สุทธินุ่น ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษร่วม ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการแนะแนวการศึกษา ค้นคว้า ตลอดจนตรวจทานและแก้ไขข้อผิดพลาด ผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

นอกจากนี้ บริษัทไทยวาแอลจีเคมิคอล จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องสารละลายซอร์บิทอล และเพื่อนๆอีกหลายท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทดสอบด้านประสาทสัมผัส

ผู้จัดทำจึงใคร่ขอถือโอกาสนี้ขอบพระคุณทุกท่านทั้งที่ได้กล่าวนามมาและไม่ได้กล่าวนามไว้ หากวิทยานิพนธ์นี้มีสิ่งใดที่ขาดตกบกพร่อง ผู้จัดทำขอน้อมรับไว้ทั้งหมด ส่วนคุณความดีที่ปรากฏในโครงงานพิเศษฉบับนี้ ขอยกให้เป็นคุณความดีของผู้ที่ส่วนช่วยเหลือในการทำให้โครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นางสาว จิราภรณ์ เตชะสหะพัฒนา
นางสาว สุวิมล เลาหะคุณากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อพิเศษภาษาไทย	ก
บทคัดย่อพิเศษภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
- วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ	2
- ขอบเขตของโครงงานพิเศษ	2
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	31
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	35
4.1 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสับปะรด	35
4.2 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารให้ความหวานซอร์บิทอลทดแทนซูโครสในการเตรียมน้ำเชื่อมเพื่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์สับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋อง	36
4.3 การศึกษาระดับความหวานสุดท้ายของน้ำเชื่อมที่เหมาะสมในการผลิตสับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋อง	39
4.4 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์สับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋อง	40
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	43
เอกสารอ้างอิง	44
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	46
ภาคผนวก ข	48
ภาคผนวก ค	51
ภาคผนวก ง	54
ภาคผนวก จ	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. ความแตกต่างของปริมาณกรดในผลสับปะรดที่ปลูกในฤดูกาลที่แตกต่างกัน	5
2. ปริมาณสารอาหารที่พบในสับปะรดในส่วนที่กินได้ 100 กรัม	5
3. ปริมาณวิตามินที่พบในผลสับปะรด	6
4. ปริมาณน้ำตาลที่พบในผลสับปะรด	6
5. ขนาดกระป๋องที่นิยมใช้กันทั่วไป	16
6. องค์ประกอบทางเคมีของสับปะรด	35
7. คุณภาพทางด้านกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์สับปะรดที่มีการทดแทนซูโครสด้วยซอร์บิทอล	36
8. ผลการทดสอบการยอมรับของการแปรผันอัตราส่วนของน้ำตาซูโครสต่อซอร์บิทอลในการผลิตสับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋อง	38
9. คุณภาพทางด้านกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์สับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋องที่แปรผันระดับความหวานสุดท้าย	39
10. ผลการทดสอบการยอมรับของการแปรผันระดับความหวานในการผลิตสับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋อง	40
11. ลักษณะทางด้านกายภาพและทางเคมีของสับปะรดบรรจุกระป๋องที่เก็บไว้เป็นระยะเวลาต่าง ๆ	41
12. ผลการทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์สับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋องเก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่าง ๆ	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.	กรรมวิธีการผลิตผลไม้กระป๋อง	8
2.	ส่วนต่างๆของเครื่องปิดผนึกฝากระป๋อง	17
3.	ลักษณะตะเข็บกระป๋องเมื่อตัดขวาง	18
4.	โครงสร้างของเอททิลลีนไกลคอล (ethylene glycol)	21
5.	พันธะไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลหรือสารให้ความหวานกับหน่วยรับรส	22
6.	ลักษณะ glycophore ของ glycol	22
7.	การระบุถึงAH,B ของ glycophore ในสารประกอบที่ให้รสหวานซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับน้ำตาล	23
8.	หลักในการผลิตซอร์บิทอล	26
9.	กระบวนการเผาผลาญของซอร์บิทอลในร่างกาย	28
10.	ผลิตภัณฑ์สับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋องที่ทดแทนซูโครสด้วยซอร์บิทอล	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันนี้ในแต่ละปีประเทศไทยมีผลิตผลทางการเกษตรมากมายจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการเพาะปลูกที่เหมาะสม บางพื้นที่มีการเพาะปลูกพืชชนิดเดียวกันมากเกินความสามารถในการรองรับของตลาดทำให้เกิดภาวะผลผลิตล้นตลาด ราคาพืชผลจึงตกต่ำ การแปรรูปผลผลิตเกษตรเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยบรรเทาปัญหานี้ได้ เนื่องจากจะทำให้สามารถเก็บรักษาผลผลิตได้ในระยะเวลานานกว่าทำให้เก็บผลผลิตไว้บริโภคได้ตลอดปีและยังช่วยพัฒนาเศรษฐกิจในประเทศก่อให้เกิดการจ้างงานขึ้น ตัวอย่างเช่น แรงงานในการเพาะปลูก แรงงานในการแปรรูปอาหาร การผลิตภาชนะบรรจุ และผลิตฉลากกำกับอาหาร เป็นต้น ข้อดีของการผลิตอาหารบรรจุกระป๋องคือทำให้มีอายุการเก็บรักษานาน แต่ละครั้งสามารถผลิตได้ในปริมาณมากและขนส่งสะดวก ผลไม้กระป๋องที่ผลิตจากประเทศไทยเป็นที่ชื่นชอบของชาวต่างประเทศสามารถทำรายได้เข้าสู่ประเทศในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก กว่าร้อยละ 90 ของสับปะรดในประเทศถูกส่งออกไปขายยังตลาดโลกมีเพียงร้อยละ 10 เท่านั้นที่บริโภคภายในประเทศ ทำให้สามารถนำเงินตราต่างประเทศเข้าประเทศไทยจำนวนมากในแต่ละปี คณะผู้จัดทำจึงมีความสนใจในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป โดยเลือกใช้สับปะรดเพราะสับปะรดช่วยในการย่อยอาหารประเภทโปรตีน ลดอาการแน่นอึดอัดท้อง ป้องกันโรคเลือดออกตามไรฟัน ลดอาการอักเสบและอาการบวมในการใช้ยาปฏิชีวนะได้โดยนำมาแปรรูปให้เป็นผลไม้บรรจุกระป๋องเนื่องจากเป็นที่นิยมรับประทานทั้งเด็กและผู้ใหญ่ แต่เนื่องจากผลไม้กระป๋องโดยทั่วไปจะใช้น้ำตาลซูโครสในการทำ น้ำเชื่อมที่มีปริมาณสูง ซึ่งอาจมีผลทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและจะมีผลกระทบต่อผู้บริโภคที่เป็นโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ ดังนั้น คณะผู้จัดทำจึงได้เลือกสารให้ความหวานทดแทนซูโครสโดยเลือกซอร์บิทอลซึ่งมีความหวานเพียงร้อยละ 50 ของซูโครสและให้พลังงานประมาณ 3 กิโลแคลอรีต่อกรัม และมีการดูดซึมบริเวณย่อยอาหารช้ากว่าซูโครสทำให้ปริมาณน้ำตาลในเส้นเลือด ไม่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว (Anon, 1979) นอกจากนี้ซอร์บิทอลยังมีคุณสมบัติช่วยป้องกันการหมักหมมของเศษอาหารภายในปากโดยจะเปลี่ยนให้เป็นกรดอ่อนๆ ดังนั้นซอร์บิทอลจึงสามารถป้องกันฟันผุได้ ดังนั้น คาดว่าผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ต้องการลดการบริโภคน้ำตาล อีกทั้งผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

1. เพื่อศึกษากรรมวิธีการผลิตสับปะรดบรรจุกระป๋องที่เหมาะสมสำหรับผู้ที่ต้องการลดการบริโภคน้ำตาล
2. เพื่อศึกษาการยอมรับในผลิตภัณฑ์สับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋องที่ใช้สารให้ความหวานซอร์บิทอลทดแทนซูโครส
3. คัดเลือกอัตราส่วนของสารให้ความหวานที่เป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภคเพื่อศึกษาระดับความหวานสุดท้าย (cut out brix) ที่เหมาะสม
4. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสับปะรดบรรจุกระป๋องตลอดระยะเวลาการเก็บเป็นเวลา 2 เดือน

2. ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

ศึกษากรรมวิธีการแปรรูปสับปะรดบรรจุกระป๋องโดยศึกษาอัตราส่วนของสารละลายซอร์บิทอล ที่ทดแทนซูโครสที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์สับปะรดบรรจุกระป๋องสำหรับผู้ที่ต้องการลดการบริโภคน้ำตาล นอกจากนี้ยังศึกษาระดับความหวานสุดท้ายของน้ำเชื่อมที่เหมาะสม รวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้โดยทำการประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 2 เดือน

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์สับปะรดบรรจุกระป๋องที่ใช้สารให้ความหวานซอร์บิทอล ทดแทนซูโครส ซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่ต้องการลดการบริโภคน้ำตาล
2. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผลไม้บรรจุกระป๋องได้ต่อไป
3. เป็นทางเลือกของการแปรรูปวัตถุดิบท้องถิ่นที่มีราคาต่ำให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น และช่วยยืดอายุให้สามารถเก็บไว้รับประทานได้เป็นเวลานาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

1. สับปะรด (จารุพันธ์, 2526)

สับปะรดเป็นพืชที่ปลูกง่าย การบำรุงรักษาไม่ยากนัก และขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิด แต่ดินที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูกสับปะรดคือ ดินร่วนปนทราย น้ำไม่ขัง และค่อนข้างเป็นกรด สามารถปลูกได้ทุกฤดูกาล ทนแล้งได้ดี ชอบอากาศร้อนชุ่มชื้น ปลูกครั้งเดียวเก็บผลได้ถึง 3 ปี ระยะเวลาปลูก 10 เดือน จึงจะออกผล ปลูกครั้งหนึ่งสามารถเก็บเกี่ยวผลได้ 2-3 ครั้ง โดยครั้งแรกเรียกว่า สับปะรดปลูก ซึ่งจะให้ผลสูงสุดประมาณร้อยละ 70 ของจำนวนต้น ครั้งต่อมาเรียกว่า "สับปะรดตอ 1" และ "สับปะรดตอ 2" ซึ่งจะให้ผลผลิตน้อยลง คือประมาณร้อยละ 55 และ 40 ของจำนวนต้น

สับปะรดเป็นผลไม้ประเภท nonclimateric คือต้องสุกจึงจะรับประทานได้ มีรสหวานอมเปรี้ยวและมีกลิ่นหอมจึงเป็นที่นิยมของคนทั่วไป เมื่อผลเริ่มสุกกาบหุ้มตาซึ่งเคยชี้ออกจะแผ่เป็นแผ่นราบ ตาจะมีรูตรงกลาง มีลูกตา ลูกตาจะโตขึ้นมาก ผลจะมีความหนาแน่นน้อยลง ผลใหญ่ขึ้นจะเริ่มมีกลิ่น

สับปะรดซึ่งปลูกเป็นการค้าทั่วโลกสามารถแบ่งได้ 5 กลุ่มได้แก่ กลุ่ม Cayenne กลุ่ม Queen กลุ่ม Spanish กลุ่ม Abacaxis และกลุ่ม Maipure ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละกลุ่มดังต่อไปนี้

สับปะรดที่เหมาะแก่การส่งเข้าโรงงานบรรจุกระป๋องและตลาดผลไม้สดนิยมกันโดยทั่วไป คือสับปะรดในกลุ่ม Cayenne สับปะรดในกลุ่มนี้อาจแบ่งแยกเป็นพันธุ์ย่อย (sub-varieties) ออกไปได้อีกตาม ท้องถิ่นที่ผลิตเป็นการค้า ในประเทศไทยนอกจากมีพันธุ์ปัตตาเวียแล้วยังมีพันธุ์นางแลหรือพันธุ์น้ำผึ้งซึ่งปลูกที่จังหวัดเชียงราย สับปะรดจากเกาะอะซอรัส (Azores) ที่เรียกว่าพันธุ์เซ็นท์ไมเคิล (St. Michael pineapple) ก็จัดเป็นสายพันธุ์หนึ่งของกลุ่มนี้เช่นกัน ในไอวอรี่ โคสต์ และมาร์ตินิก ก็มีพันธุ์ ซึ่งมีผลใหญ่แต่จุกเล็กกว่า พันธุ์ที่ปลูกในแอฟริกาใต้และคีนยา

สับปะรดในกลุ่มควีน (Queen) นี้มีผลค่อนข้างเล็กประมาณ 0.7 กก. แต่มีรสหวาน เนื้อละเอียด สับปะรดกลุ่มนี้ในเอเชียได้แก่ พันธุ์ภูเก็ตหรือสิงคโปร์ ซึ่งพบว่ามีขายตั้งแต่ฟิลิปปินส์ ไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย สับปะรดจำพวก Queen นี้ใช้ปลูกเพื่อรับประทานผลสดได้ดี ส่งไปจำหน่ายต่างประเทศได้ดีเนื่องจากผลเล็ก ราคาย่อมเยาว์ และตลาดขายปลีกนิยมกันมากกว่า จำหน่ายคล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สับปะรดพันธุ์ภูเก็ตในประเทศไทยมีfiber น้อย กรอบ สีจัด รสหวานแหลม กลิ่นหอมแรง แต่มีข้อเสียที่ตาลึก เปลือกหนา และมีหนามที่ขอบใบมาก

สับปะรดในกลุ่ม Spanish ส่วนใหญ่ปลูกกันในแถบทะเลแคริบเบียนและแม็กซิโก กล่าวกันว่า คุณภาพของผลไม่ค่อยดีนัก เช่น กากใยสูง รสชาติไม่เป็นที่นิยมกันของตลาดหากจะเทียบกับกลุ่ม Cayenne ในประเทศไทยและประเทศอื่นๆในกลุ่มอาเซียนคงมีพันธุ์ที่คล้ายคลึงกันเช่นดังพันธุ์อินทรชิตและพันธุ์ขาวเท่านั้น

สับปะรดในกลุ่ม Abacaxis หรือเพอนามบูโก (Pernambuco) ที่ปลูกกันมากในบราซิล รูปร่างของผลเป็นแบบทรงกระบอกยาว เนื้อในผลสีขาว-เหลืองอ่อน ฉ่ำน้ำและนุ่มนวล อย่างไรก็ตามแม้ว่าเปอร์เซ็นต์กรดจะต่ำกว่ากลุ่ม Cayenne แต่รสชาติโดยทั่วไปก็นับว่าดี ผลมีแกนเล็กคล้ายพันธุ์ควีนที่ปลูกในแอฟริกาใต้

ในประเทศไทยมีการปลูกสับปะรดมาตั้งแต่ในสมัยโบราณ สันนิษฐานว่าชาวโปรตุเกสเป็นชาติแรกที่นำเอาสับปะรดเข้ามาเผยแพร่ยังกรุงศรีอยุธยาในตอนต้นศตวรรษที่ 16 ซึ่งก็น่าจะเป็นไปได้ที่ในแผ่นดินของสมเด็จพระนารายณ์มหาราชนี้เองที่เริ่มมีการปลูกสับปะรดกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย สับปะรดที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นผลไม้บรรจุกระป๋องในประเทศไทยคือ พันธุ์ปัตตาเวีย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย (Smooth Cayenne ; Sarawak ; Kew) เริ่มแพร่หลายในประเทศและได้รับความนิยมในนามของสับปะรดศรีราชา เนื่องจากบาทหลวงผู้หนึ่งได้นำพันธุ์มาจากประเทศอินเดียและปลูกทดลองในไร่ของโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา จังหวัดชลบุรี ซึ่งต่อมาก็ปรากฏว่าสับปะรดที่ได้จากบริเวณนี้ มีรสหวานฉ่ำผิดไปจากสับปะรดพันธุ์อื่นๆที่ปลูกก่อนหน้านี้ จึงเรียกกันว่า สับปะรดศรีราชา หรือ สับปะรด กัลกัตตา ในส่วนที่เรียกว่าสับปะรดปัตตาเวียเนื่องจากชาวมลายูนำพันธุ์สับปะรดนี้มาจากประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งต่อมาก็ปลูกกันแพร่หลายทั่วไปในเขตอำเภอปราณบุรีจนมีผู้รู้จักกันดียิ่งขึ้นในนามของสับปะรดปราณบุรี

สับประรดนี้เป็นพันธุ์เดียวที่มีผู้ปลูกกันเพื่อส่งโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง แหล่งที่ปลูกกันมากก็ได้แก่ จ. ประจวบคีรีขันธ์ จ. ชลบุรี จ. เพชรบุรีและ จ.ลำปาง เป็นต้น นอกจากนี้ก็มีผู้ปลูกกันทั่วๆไปเพื่อขายผลสด ซึ่งก็ได้รับความนิยมแพร่หลายเนื่องจากมีรสหวานฉ่ำ สับปะรดนี้มีใบสีเขียวเข้ม ผิวใบด้านบนเป็นมันเงา ขอบใบเรียบ กลางใบมีสีแดงอมน้ำตาล ปลายใบมีหนามเล็กน้อยหรืออาจมีหนามที่ขอบใบด้วย ช่อดอกมีดอกย่อยโดยเฉลี่ยประมาณ 150 ดอก กลีบดอกสีม่วงอมน้ำเงิน ผลมีขนาดและรูปทรงแตกต่างกันไป หากผลมีขนาดใหญ่มากจะมีรูปทรงโคนใหญ่ปลายเรียว แต่ผลเล็กมักมีทรงกลมป้อมหรืออาจเป็นทรงกระบอก เปลือกผลสีเขียวปนดำเมื่อแก่ หรืออาจมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีเหลืองอมส้มเมื่อแก่จัด ตาตื้น เนื้อในของผลสีเหลืองอ่อนหรือเข้ม ในฤดูร้อน ฤดูกาลมีส่วนเกี่ยวข้องอย่างมากกับรสชาติและคุณค่าของผลสับปะรด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความแตกต่างของปริมาณกรดในผลสับปะรดที่ปลูกในฤดูกาลที่แตกต่างกัน

ชนิดของกรด	%ในฤดูฝน	%ในฤดูร้อน
กรดซิตริก	0.46	0.39
กรดมาลิก	0.24	0.26
กรดแอสคอบิก	0.04	0.04

ที่มา : กนกมณฑล (2526)

สับปะรดมีคุณค่าทางอาหารในปริมาณสูงประกอบด้วย วิตามินได้แก่ วิตามิน A, B_1, B_2, ไนอาซิน วิตามินซี ฯลฯ แร่ธาตุต่างๆเช่น แคลเซียม , ฟอสฟอรัส , เหล็ก และยังมีเส้นใยที่มีประโยชน์ โดยปริมาณที่พบในสับปะรดส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 2 3 และ 4

ตารางที่2 ปริมาณสารอาหารที่พบในสับปะรดในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

องค์ประกอบในผล	ปริมาณที่พบ
น้ำ (Moisture)	84.9 g.
แคลอรี (Calory)	54 unit
ไขมัน (Fat)	0.3 g.
โคเลสเตอรอล (Cholesteral)	14 g.
กากใย (Fiber)	0.5 g.
แคลเซียม (Ca)	22 mg.
ฟอสฟอรัส (P)	8 mg.
เหล็ก (Fe)	0.4 mg.

ที่มา : อดีตคณะอนุกรรมการสาขาโภชนาการ (2517)

ตารางที่ 3 ปริมาณวิตามินที่พบในผลสับปะรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ปริมาณวิตามินที่พบในผลสับปะรด

ชนิดของวิตามิน	ปริมาณที่พบ (ต่อ 150กรัม)
Vitamin A	100 IU
Vitamin C	27 mg.
Folic acid	6 μg
Niacin	360 μg
Riboflavin	80 μg
Thiamin	150 μg
Vitamin B_6	100 μg

ที่มา: กนกมณฑล (2526)

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณน้ำตาลที่พบในผลสับปะรด

ชนิดน้ำตาล	ปริมาณที่พบ (เปอร์เซ็นต์)
ซูโครส	5.9 – 12
ฟรุกโตส	0.6 - 2.9
กลูโคส	1 – 3

ที่มา: กนกมณฑล (2526)

สับปะรดที่ใช้บรรจุกระป๋องนั้นควรมีเส้นใยมากพอควรเพื่อความแข็งของเนื้อ อาจมีรูปร่างยาวเป็นทรงกระบอกเพื่อเหมาะสำหรับการตัดเปลือกออกด้วยเครื่องมือ จึงต้องมีการคัดขนาดเพื่อที่จะสะดวกในการแปรรูปมากที่สุดสับปะรดที่ขายเพื่อบริโภคสดโดยทั่วไป แบ่งได้ 3 ขนาดคือ ขนาดเล็กจะมีน้ำหนักต่ำกว่า 1.5 กิโลกรัม ขนาดกลางจะมีน้ำหนักตั้งแต่ 1.5 กิโลกรัม ถึง 2 กิโลกรัม และขนาดใหญ่จะมีน้ำหนักตั้งแต่ 2 กิโลกรัมขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับขนาดของสับปะรดที่เหมาะแก่การส่งเข้าโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อแปรรูปสามารถแบ่งได้ 4 ขนาดคือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ½ นิ้ว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 ½ นิ้ว และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 ½ นิ้วขึ้นไป

ขนาดของสับปะรดที่เหมาะสำหรับโรงงานสับปะรดกระป๋องมากที่สุดคือขนาด 4 นิ้ว ถึง 5½ นิ้ว ซึ่งจะมีเนื้อสับปะรดที่ติดไปกับเปลือกน้อยที่สุด และยังมีแกนที่เล็กด้วย สำหรับผลที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลเกิน 6 ½ นิ้ว ต้องใช้คนงานปอกเปลือกออกก่อน ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ไม่เหมาะที่จะนำไปทำสับปะรดกระป๋อง แต่เหมาะสำหรับที่จะจำหน่ายเพื่อรับประทานผลสด สำหรับผลของสับปะรดที่คัดนั้นจะต้องมีลักษณะคือ เนื้อผลต้องแน่น ผิวเปลือกนอกมีตาเรียบสมบูรณ์เป็นมัน ไม่มีรอยแตกหรือช้ำ ไม่มีร่องรอย ของโรคและแมลงรบกวน ผิวของสับปะรดจะต้องไม่ถูกแดดเผา จุกจะต้องติดอยู่กับผล และมีความแก่พอดี (ธงชัย, 2530)

ผลิตภัณฑ์ของสับปะรดกระป๋องที่ได้จากการแปรรูปมีหลายชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ซื้อและขีดความสามารถการผลิตของโรงงาน รูปแบบของผลิตภัณฑ์สามารถแยกได้ดังนี้ (ปรีชา, 2535)

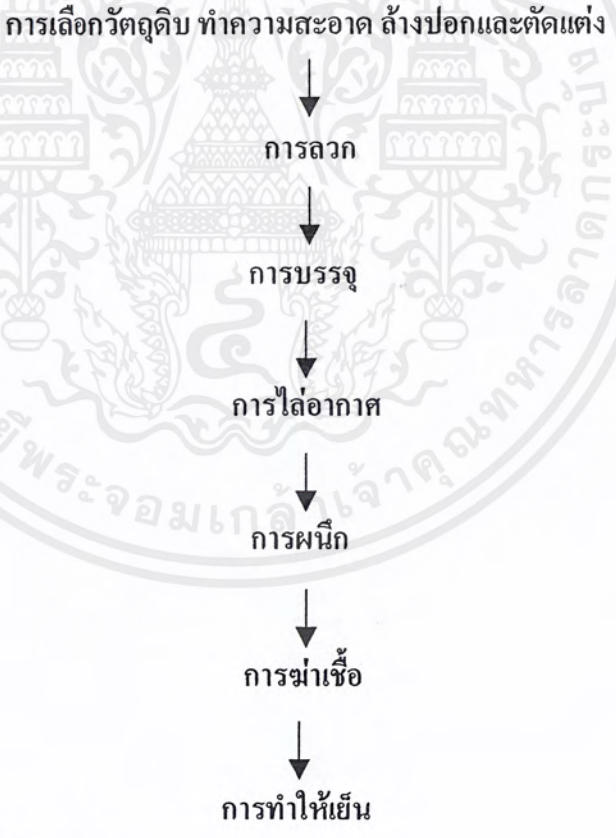
1. สับปะรดทั้งผล เป็นสับปะรดที่ปอกเปลือกและคว้านแกนออกแล้วเป็นรูปทรงกระบอก
2. สับปะรดเต็มแว่นหรือวงแหวน สับปะรดที่เป็นแว่นบาง วงกลม ได้จากการหั่นสับปะรดทั้งผลเป็นชิ้นหนาเท่าๆกันส่วนใหญ่จะหนาประมาณ 1-1.5 เซ็นติเมตร
3. สับปะรดครึ่งแว่น เป็นสับปะรดที่ตัดจากสับปะรดเต็มแว่นออกเป็นครึ่งแว่น
4. สับปะรดเสี้ยวแว่น สับปะรดที่ตัดจากสับปะรดแว่นออกเป็นสี่เสี้ยวเท่าๆกัน หรือตัดจากสับปะรดครึ่งแว่นออกเป็นสองเสี้ยวเท่าๆกัน
5. สับปะรดแว่นหัก สับปะรดที่มีส่วนโค้ง ขนาด /รูปร่างไม่เสมอกัน
6. สับปะรดชิ้นใหญ่ ชิ้นสับปะรดสั้นหนาที่ตัดจากสับปะรดแว่นหนา
7. สับปะรดชิ้นยาว ชิ้นสับปะรดที่ตัดตามแนวแกน
8. สับปะรดชิ้นลิ่ม สับปะรดที่ตัดจากแว่นบางรูปร่างคล้ายลิ่ม
9. สับปะรดลูกเต๋า สับปะรดที่มีลักษณะคล้ายลูกบาศก์
10. สับปะรดชิ้นคละ สับปะรดที่มีขนาดชิ้นไม่สม่ำเสมอ
11. สับปะรดชิ้นเศษสับปะรดที่ทำชิ้นจากเศษเนื้อสับปะรดที่เหลือจากสับปะรดลูกเต๋า
12. สับปะรดชิ้นย่อย สับปะรดที่ขูดหรือซอยเป็นชิ้นเล็กๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การผลิตสับปะรดบรรจุกระป๋อง

การผลิตอาหารกระป๋อง (canning) เป็นวิธีการถนอมอาหารแบบสเตอริไรซ์วิธีหนึ่ง ซึ่งค้นพบโดย นิโคลัส แอพเพิร์ต (Nicholus Appert) ชาวฝรั่งเศส ในปี พ.ศ. 2338 โดยเขาได้บรรจุอาหารลงในขวดแก้วปากกว้างปิดฝาด้วยจุกไม้ก๊อกให้แน่น แล้วนำไปต้มในน้ำเดือดและทำให้เย็นหลายครั้งสลับกัน พบว่า สามารถเก็บรักษาอาหารได้เป็นเวลานานโดยไม่เสีย ต่อมาในปี พ.ศ. 2353 ปีเตอร์ ดูแรนด์ (Peter Durand) ชาวอังกฤษ ได้ริเริ่มการใช้กระป๋องเหล็กฉาบดีบุกขึ้นเป็นครั้งแรก ทำให้มีการผลิตกระป๋องโลหะนี้แทนขวดแก้วมากขึ้น เนื่องจากกระป๋องโลหะมีราคาถูกและไม่แตกง่ายเหมือนขวดแก้ว

2.1 กรรมวิธีการผลิตผลไม้กระป๋อง ผลไม้กระป๋องมีขั้นตอนการผลิต 7 ขั้นตอน ได้แก่ การเลือกวัตถุดิบ ทำความสะอาด ล้างปอกและตัดแต่ง การลวก การบรรจุ การไล่อากาศ การผนึก การฆ่าเชื้อ และการทำให้เย็น ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรรมวิธีการผลิตผลไม้กระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 *การเลือกวัตถุดิบ ทำความสะอาด ล้าง ปอก และตัดแต่ง* ขั้นตอนนี้จะมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ ผลไม้ที่จะนำมาบรรจุกระป๋องต้องเป็นผลไม้ที่มีคุณภาพดี หลังจากนั้นต้องนำมาทำความสะอาดวัตถุดิบเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกหรือสิ่งแปลกปลอมออกไป แล้วทำการคัดขนาดและความแก่อ่อนเพื่อความสม่ำเสมอของคุณภาพผลิตภัณฑ์ จากนั้นจึงทำการตบแต่งแยกส่วนไม่ต้องการออกไปเพื่อเตรียมเป็นวัตถุดิบสำหรับกรรมวิธีการผลิตในขั้นตอนต่อไป

2.1.1.1 การเลือกวัตถุดิบ ผลไม้ที่จะนำมาบรรจุกระป๋องต้องมีลักษณะสวยงาม คุณภาพดีและมีคุณค่าทางโภชนาการ วัตถุดิบดังกล่าวนี้จึงต้องเกี่ยวข้องกับขั้นตอนการผลิตทางการเกษตรโดยจะต้องมีการคัดเลือกพันธุ์พืชที่เหมาะสมและการเก็บเกี่ยวจะต้องอยู่ในระยะที่สุกพอดี ผลไม้ที่นำมาบรรจุกระป๋องจะต้องคัดขนาด สีและความสุก ผลไม้ที่สุกเกินไปหรือมีตำหนิหรือเน่าเสียจะต้องเลือกทิ้งไป ลักษณะของผลไม้ที่ดีสำหรับการ นำมาบรรจุกระป๋องจะต้องสด สุกเต็มที่และเนื้อแน่น ดังนั้น แหล่งวัตถุดิบจึงต้องอยู่ใกล้กับโรงงานเพื่อให้ ไม่เกิดการสูญเสียในระหว่างการขนส่งมายังโรงงานอุตสาหกรรม

การกำหนดคุณภาพของวัตถุดิบเป็นสิ่งจำเป็นอีกประการหนึ่งในการผลิตอาหารกระป๋อง เช่น การทำสับปะรดกระป๋องจำเป็นต้องกำหนดคุณภาพของวัตถุดิบ ดังนี้

1) น้ำหนักของสับปะรดทั้งผลควรอยู่ระหว่าง 2,100 – 2,400 กรัม

2) ขนาดของสับปะรด ได้แก่ เส้นผ่าศูนย์กลางควรอยู่ในช่วงระหว่าง 14– 15 เซ็นติเมตร

3) น้ำตาลในเนื้อสับปะรด ซึ่งกำหนดเป็นสัดส่วนของ $^{\circ}$brix/acid ratio จะต้องมากกว่า 20 และปริมาณของน้ำตาลในเนื้อสับปะรดกระป๋องจะต้องทำจากสับปะรดที่ตรวจดูแล้วว่าอยู่ในสภาพที่ดีไม่มีตำหนิและมีความสุกพอเหมาะ

ในโรงงานอุตสาหกรรมจะต้องมีขั้นตอนของการตรวจสอบและคัดเลือกคุณภาพของวัตถุดิบก่อนที่จะนำเข้าสู่กระบวนการผลิตเสมอ การตรวจสอบนี้ก็เพื่อความแน่ใจว่าวัตถุดิบตรงตามความต้องการลักษณะของสับปะรดที่ทางโรงงานไม่สามารถรับซื้อจากเกษตรกรได้ มีดังนี้ (ปรีชา, 2535)

1) สับปะรดดิบ เมื่อนำสับปะรดดิบมาบรรจุกระป๋อง สับปะรดจะมีสีขาว รสชาติจืดไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค สับปะรดดิบยังมีสารไนเตรทมาก ซึ่งสารนี้จะกัดกร่อนดีบุกที่เคลือบกระป๋อง ทำให้กระป๋องดำ ซึ่งเป็นปัญหามากต่อผู้ผลิต

2) สับปะรดเน่า สับปะรดเน่าหรือเริ่มเน่าจะมีกลิ่นและรสชาติผิดไป และจะไปช่วยเร่งปฏิกิริยาให้น้ำสับปะรดปกติเกิดการเน่าเสียได้เร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) สับปะรดช้ำ สับปะรดที่บรรจุกระป๋องจะไม่ใช้สับปะรดที่มีรอยช้ำหรือลักษณะช้ำที่มองเห็นเพราะเมื่อผ่านขั้นตอนการผลิตแล้วเนื้อจะเละไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

4) สับปะรดแดดเผา ทางโรงงานจะรับสับปะรดที่โดนแดดเผาชนิดไม่รุนแรง เพราะมีบางส่วนของลูกที่ไม่ถูกแดดเผาสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ โดยจะนำมาบรรจุอยู่ในรูปของสับปะรดชิ้น แต่ถ้าเป็นสี น้ำตาล-ดำ หรือมีกลิ่นทางโรงงานจะต้องทิ้งเท่านั้น ส่วนแดดเผาชนิดรุนแรงทางโรงงานไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เลย

5) สับปะรดมีสารไนเตรท สับปะรดที่มีสารไนเตรทตกค้างเกินกำหนดจะไม่สามารถนำมาบรรจุกระป๋องได้เพราะสารไนเตรทที่มากับเนื้อสับปะรดนี้จะทำปฏิกิริยากับกระป๋องทำให้กระป๋องมีสีดำ เกิดการ กัดกร่อนของกระป๋อง อายุการเก็บสั้นลง

6) สับปะรดที่มีน้ำมัน / จาระบี / สี ทางโรงงานจะไม่รับซื้อ เนื่องจากสารเหล่านี้จะทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์ผิดไปและเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

7) สับปะรดมีบาดแผล / หนูเจาะ สับปะรดเหล่านี้มีโอกาสที่จะปนเปื้อนสิ่งสกปรกหรือเน่าได้ ถ้าไม่เข้าสู่กระบวนการผลิตทันที ส่วนรอยหนูเจาะนั้นมีโอกาสที่จะปนเปื้อนเชื้อโรคหรือขนหนูเป็นการยาก ที่ทางโรงงานจะตรวจสอบได้

8) สับปะรดมีขั้ว หรือจุกติด เนื่องจากขั้ว-จุกที่ติดมากับสับปะรดมีผลต่อการทำงานของเครื่องปอกเปลือก เครื่องไม่สามารถจะตัดจุก-ขั้วได้ และเครื่องดังกล่าวอาจเสียหายและลูกที่ผ่านการปอกเปลือกออกมาจะเบี้ยวไม่สามารถทำเป็นแว่นบรรจุกระป๋องได้

9) ลักษณะอื่นๆ เช่น ลูกเล็กไม่ได้มาตรฐาน สับปะรดแช่น้ำเนื่องจากความผิดปกติของกลิ่นจะไม่สามารถนำมาบรรจุกระป๋องได้ หรือผลมีวัสดุแข็งติดมาด้วยเช่น ตะปู ทำให้เครื่องปอกเปลือกเสียหาย

2.1.1.2 การทำความสะอาด มีวัตถุประสงค์คือ เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์สะอาด น่ารับประทานและเพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ติดอยู่ที่ผิวเปลือกของผลไม้ออกให้น้อยลง โดยการแยกสิ่งสกปรก เศษหิน กรวด ทราย และสิ่งเจือปนที่ไม่ต้องการอื่นๆออกจากวัตถุดิบ วิธีการที่ใช้มี 2 แบบคือ

1) การทำความสะอาดแบบแห้ง มีวิธีการทำความสะอาด 2 วิธีคือ การร่อนด้วยตะแกรงและการใช้ลมเป่า นิยมใช้กับผักผลไม้ขนาดเล็กและไม่ต้องการให้สัมผัสกับน้ำ

2) การทำความสะอาดแบบเปียก วิธีที่นิยมคือ การแช่น้ำ การนำลงกวนในถังน้ำ และการฉีดน้ำ อาจมีการเติมสารลดแรงตึงผิว หรือสารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ลงไปด้วย

ผักผลไม้ที่จะต้องปอกเปลือกอย่างเช่น สับปะรด จะมีการทำความสะอาดที่ไม่พิถีพิถันมากนัก และนิยมทำความสะอาดอีกครั้งหลังการปอกเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.3 การล้างวัตถุดิบ โดยทั่วไปผลไม้ก่อนการแปรรูปจะถูกนำมาจุ่มน้ำ หลังจากจุ่มน้ำแล้ว ก็จะถูกนำไปล้างโดยวิธีการกวนและเขย่าในน้ำ หรือโดยการฉีดด้วยน้ำอีกครั้งหนึ่ง การจุ่มน้ำ ที่กระทำใน ครั้งแรกนั้นจะช่วยให้สิ่งสกปรกต่างๆหลุดไปบ้างและที่ติดอยู่แน่นก็จะอ่อนตัวลง และ หลุดออกได้โดยง่ายเมื่อถูกเขย่าหรือฉีดด้วยน้ำอีกครั้งหนึ่ง

2.1.1.4 การปอกเปลือกและตัดแต่ง หลังจากล้างผลไม้จนสะอาดแล้ว ก็จะนำมาตัดแต่งปอกเอาส่วนที่ไม่ต้องการออก เช่น แกะเอาลำต้น เปลือก ไส้กลางซึ่งแข็งออก การปอกเปลือกที่นิยมใช้ได้แก่ การใช้เครื่องมือธรรมดา การใช้ด่าง การใช้ความร้อน การใช้วิธีแช่เย็นเยือกแข็ง การใช้เปลวไฟและการใช้เครื่องปอกผิว

1) การใช้เครื่องมือง่ายๆ เช่น มีด โดยใช้แรงงานคนในการปอก นิยมใช้ในที่ที่มีแรงงานถูก มีการตัด ตกแต่งร่วมด้วย

2) การใช้ด่าง ใช้สำหรับผลไม้ต่างๆเช่น ฝรั่ง ลูกพีช ฝรั่งกลีบส้ม เป็นต้น ผลไม้ที่ต้องการจะปอกเปลือกนำมาใส่ตะกร้าลวดหรือถุงผ้าแล้วจุ่มลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น ร้อยละ 1-2 ที่กำลังเดือด ความเข้มข้นของด่างที่ใช้นี้จะขึ้นอยู่กับธรรมชาติและความสุกของผลไม้ ระยะเวลาในการจุ่มประมาณ 15 – 30 วินาที ด่างที่เหลือที่อยู่ในผลไม้กำจัดออกโดยใช้สารละลายของกรดมะนาวความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ต่อจากนั้นล้างผลไม้ด้วยน้ำหลายๆครั้ง แล้วทำให้สะเด็ดน้ำบนตะแกรงเหล็กสแตนเลส

3) การใช้ความร้อน ใช้สำหรับผลไม้พวกมะเขือเทศและลูกพีช ผลไม้จะถูกนำมาใส่ในตะกร้าลวดหรือถุงผ้าแล้วจุ่มลงในน้ำที่กำลังเดือดเป็นเวลา 1- 3 นาที ซึ่งจะทำให้ผิวของผลไม้นิ่ม แล้วจึงจุ่มในน้ำเย็นเพื่อทำให้เปลือกหดตัว ง่ายที่จะลอกเอาเปลือกออกได้ง่าย

4) การใช้วิธีแช่เย็นเยือกแข็ง เป็นการทำให้ผิวของผลไม้เย็นจนถึงอุณหภูมิเยือกแข็ง เช่น มะเขือเทศแช่แข็งก็จะทำให้ลอกเอาเปลือกออกได้ง่าย

5) การใช้เปลวไฟ เป็นการใช้เปลวไฟเผาให้เปลือกไหม้ไฟ ก็จะทำให้แยกเอาเปลือกออกได้ง่าย

6) การใช้เครื่องปอกผิว เครื่องจักรที่ใช้มักออกแบบมาเฉพาะสำหรับวัตถุดิบแต่ละชนิด เช่น เครื่อง ginaca จะถูกออกแบบมาสำหรับการปอกเปลือกสับปะรด ขณะทำงานเครื่องจะปอกเปลือกและเจาะแกนออกไปพร้อมกัน

เมื่อปอกเปลือกและตัดแต่งผลไม้เสร็จแล้วก็นำมาล้างน้ำให้สะอาด ผลไม้มักจะเปลี่ยนสีอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยเฉพาะเมื่อใช้มีดหรือภาชนะที่ไม่เหมาะสม เช่น ทำด้วยเหล็กหรือทองแดง ดังนั้น จึงควรแช่ผักและผลไม้ในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 2 หรือสารละลายกรดมะนาวเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละ 0.1 – 0.5 ปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับเวลาและอุณหภูมิและความเข้มข้นของสารละลาย แล้วล้างน้ำให้สะอาดก่อนที่จะดำเนินการขั้นต่อไป

จากการศึกษาทดลองใช้กรดในอาหารชนิดต่างๆ พบว่ากรดมีประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมอาหารหลายประการ เพราะกรดที่เติมลงไปในอาหารนั้น นอกจากช่วยเพิ่มปริมาณกรดแล้ว ยังช่วยเพิ่มกลิ่นรสอาหาร ช่วยควบคุมความเป็นกรด-ด่าง ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และการงอกของสปอร์ ช่วยเสริมประสิทธิภาพของวัตถุกันหืนและช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อของผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เป็นต้น

การใช้กรดช่วยเพิ่มกลิ่นและรสในอาหาร การเติมกรดในอาหาร พบว่าจะเป็นการช่วยเพิ่มกลิ่นรสให้อาหาร การที่กรดที่เติมลงไปในอาหารสามารถช่วยเพิ่มกลิ่นและรสของอาหารได้นั้น เนื่องจากกรดที่เติมลงไปนี้จะไปมีผลต่อปุ่มประสาทรับความรู้สึก ทำให้ผู้บริโภครู้สึกได้ถึงกลิ่นและรสของกรดที่เติมลงไป กรดที่ใช้ในอาหารส่วนใหญ่จะให้รสเปรี้ยว

ความรู้สึกให้รสเปรี้ยวสำหรับกรดแก่ จะเกิดขึ้นที่ช่วงความเป็นกรด-ด่าง 3.4-3.5 ในขณะที่กรดอ่อนซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ จะรู้สึกได้ที่ช่วงความเป็นกรด-ด่าง 3.7-4.1

การใช้กรดช่วยถนอมอาหารหรือยืดอายุการเก็บของอาหาร กรดที่ใช้ในอาหารนั้นนอกจากจะช่วยเพิ่มกลิ่นและรสให้กับอาหารแล้วยังช่วยยืดอายุในการเก็บอาหารด้วย กรดที่เติมลงไปจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของวัตถุกันเสียหรือการทำผลไม้หรือผักกระป๋องนั้น กรดที่ใส่ลงไปในอาหารจะช่วยลดอุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ นอกจากนี้ยังพบว่ากรดที่ใช้ในอาหารยังสามารถช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลด้วย ซึ่งจะช่วยให้ผลไม้และผักมีกลิ่นรส สี และลักษณะเนื้อใกล้เคียงธรรมชาติมากขึ้น

ปกติการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในอาหารซึ่งมีความเป็นกรดสูงจะทำได้ง่ายกว่าในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารลดลง ในบางกรณีที่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้อุณหภูมิต่ำ ในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารบางชนิด ตัวอย่างเช่น อาหารประเภทผักและผลไม้นั้น ถ้าหากใช้อุณหภูมิในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์สูงเกินไป นอกจากจะทำให้สี กลิ่น รส และลักษณะเนื้อของผักและผลไม้เสียไปแล้ว ยังทำให้คุณค่าทางอาหารเสียไปด้วย

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหารนั้น บางครั้งไม่เพียงแต่จะมีเซลล์ของจุลินทรีย์ปนเปื้อนมาเท่านั้นแต่มักจะมีสปอร์ และสปอร์ของจุลินทรีย์นั้นส่วนใหญ่จะเป็นประเภทที่ต้านทานความร้อนได้ ฉะนั้นในระหว่างที่มีการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารด้วยความร้อนนั้น จะมีสปอร์เพียงบางส่วนเท่านั้นที่มีการถูกทำลายส่วนที่เหลือนั้นอาจจะสามารถเจริญเติบโตได้ในระหว่างการเก็บรักษาอาหารนั้นเพื่อรอการจำหน่ายหรือบริโภคถ้าหากมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม แต่ถ้าในอาหารนั้นมีกรดอยู่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณที่สูงพอ สปอร์ที่ปนเปื้อนมาด้วยจะไม่สามารถงอกได้ ฉะนั้นจะเห็นได้ว่า กรดที่ใส่ลงไปในอาหารจะมีความสำคัญอย่างยิ่งในการช่วยทำลายเชื้อจุลินทรีย์และป้องกันการงอกของสปอร์ ซึ่งเท่ากับเป็นการช่วยยืดอายุการเก็บของอาหาร

ปกติแล้วความเป็นกรด-ด่าง 5.0 จะเป็นความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้ในการผลิตผลไม้และผักกระป๋อง แต่จากการทดลอง พบว่า *Clostridium botulinum* ซึ่งเป็นเชื้อที่สามารถสร้างสารพิษที่มีอันตรายมากนั้น สามารถเจริญได้ใน pimetos กระป๋อ ,ซึ่งมีความเป็นกรด-ด่าง 4.7-4.8 ฉะนั้นจึงมีการแนะนำให้ใช้ความเป็นกรดด่าง 4.5 เป็นมาตรฐานในการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทผักกระป๋อง ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค

กรดซิตริกเป็นกรดประเภท tricarboxylic ที่มีการใช้ในอาหารมานานกว่า 100 ปีแล้ว และมีการใช้มากกว่ากรดชนิดอื่นๆ ด้วย โดยมีการใช้ถึง 60 % ของกรดทั้งหมด นอกจากนี้ยังมีการใช้กรดซิตริกเป็นมาตรฐานเปรียบเทียบในการศึกษาผลของกรดชนิดต่างๆ ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ กรดซิตริกมีส่วนคล้ายกรดมาลิก คือพบมากในธรรมชาติ ในผลไม้ประเภทส้มและมะนาว และเป็นกรดที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับวงจรการหายใจที่มีประสิทธิภาพสูง กรดซิตริกและเกลือของกรดซิตริกนั้นนิยมใส่ในอาหารประเภทน้ำผลไม้และน้ำหวานชนิดต่างๆทั้งนี้ชนิดที่อัดคาณบอนไดออกไซด์และไม่อัดคาร์บอนไดออกไซด์ เครื่องดื่มประเภทที่มีแอลกอฮอล์ทั้งนี้เพื่อช่วยปรับปรุงกลิ่นรสและความเป็นกรดด่างให้พอเหมาะ เป็นวัตถุกันเสีย และจะช่วยทำปฏิกิริยากับโลหะที่อาจปนเปื้อนมาในวัตถุดิบ เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนขึ้น ทำให้สีและกลิ่นรสของเครื่องดื่มคงตัว การใช้กรดซิตริกในเครื่องดื่มประเภทที่อัดคาร์บอนไดออกไซด์นั้น กรดชนิดนี้จะช่วยเน้นกลิ่นรสของเครื่องดื่มให้ปรากฏชัดยิ่งขึ้น

ในผลิตภัณฑ์ผักหรือผลไม้หรือผลิตภัณฑ์ผักหรือผลไม้เยือกแข็ง กรดซิตริกที่เติมนอกจากจะไปช่วยปรับความเป็นกรดด่างแล้วยังไปช่วยรวมตัวกับโลหะที่ปนเปื้อนมาเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนขึ้นทำให้กรดแอสคอร์บิกที่มีอยู่ตามธรรมชาติในผักหรือผลไม้นั้นคงตัวขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อเนื่องไปถึงความคงตัวของสีและกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เพราะกรดแอสคอร์บิกจัดเป็นวัตถุกันหืนตามธรรมชาติและกรดซิตริกที่เติมลงไปนี้ยังไปช่วยทำปฏิกิริยากับด่างที่อาจจะหลงเหลือมาจากขั้นตอนการปอกเปลือกด้วย ซึ่งด่างที่อาจจะเหลือมานี้จะไปช่วยทำให้กรดแอสคอร์บิกสลายตัวไป การเตรียมกรดซิตริกทางการค้า อาจเตรียมได้โดยการหมักน้ำตาล หรือแป้งชนิดต่างๆ โดยราพวก *Aspergillus niger* หรืออาจเตรียมได้จากผลไม้ประเภท citrus (ศิวาพร, 2535)

ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารประเภทผักและผลไม้นั้น มักจะพบว่าหลังแปรรูปแล้วลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนไปในลักษณะที่เลวลง เช่น นิ่มเละ หรือแตก เป็นต้น จึงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการศึกษาค้นคว้าหาสารต่างๆ ที่จะช่วยให้ลักษณะเนื้อสัมผัสคงตัวหรือคงรูป สำหรับการพยายามแก้ไขปัญหาต่างๆ เกี่ยวกับลักษณะเนื้อสัมผัสที่มีการเปลี่ยนแปลงหลังการแปรรูปนั้นได้มีการทำมาตั้งแต่สมัยโบราณแล้ว ดังจะสังเกตได้ว่าแม่บ้านสมัยโบราณของไทยรู้จักใช้ปูนขาว ปูนแดง หรือสารส้ม เป็นต้น ในการช่วยให้ผลไม้แช่อิ่ม ผลไม้เชื่อม และผลไม้ดองต่างๆมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น ส่วนในการศึกษาทดลองที่ได้มีการทำการค้นคว้าวิจัยกันต่อมา พบว่าเกลือแคลเซียมจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับความคงตัวของเนื้อเยื่อผักผลไม้ โดยไปทำปฏิกิริยากับ pectic substanceในผักผลไม้ทำให้โครงสร้างของเซลล์ผักผลไม้แข็งแรงขึ้นทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะเนื้อสัมผัสผักผลไม้ในระหว่างการแปรรูปลดลง

สำหรับแคลเซียมชนิดอื่นๆ ที่ได้มีการนำมาใช้กันได้แก่ โมโนแคลเซียมฟอสเฟต, แคลเซียมซัลเฟต, แคลเซียมกูลโคเนต, แคลเซียมคาร์บอเนต, แคลเซียมซิเตรต, แคลเซียมไบซัลเฟต,โมโนเบสิกและแคลเซียมแลคเตรต เป็นต้น

2.1.2 *การลวกน้ำร้อน (blanching)* หมายถึง การนำผลไม้จุ่มในน้ำเดือดหรือไอน้ำในระยะเวลาสั้นๆ ประมาณ 2 - 5 นาทีที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส หรือใกล้จุดเดือดของน้ำ จากนั้นก็ทำให้เย็นโดยการจุ่มในน้ำเย็นเพื่อทำให้ผลไม้เย็นจนกระทั่งสามารถใช้มือหยิบบรรจุในภาชนะเช่น กระป๋องหรือขวดได้ ในกรณีของการทำผักกระป๋อง อาจใช้สารละลายของโซเดียมไบคาร์บอเนตเพื่อทำให้ผักมีสีเขียวสดขึ้นหรืออาจใช้สารละลายของกรดมะนาวในการลวก ก็จะทำให้สีของผัก เช่นข้าวโพดฝักอ่อน หน่อไม้ ฯลฯ ดีขึ้น การลวกมีหลายวิธีทั้งการจุ่มวัตถุดิบลงในน้ำเดือดหรือการนึ่งด้วยไอน้ำ ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารจะมีเครื่องมือเฉพาะ เรียกว่า blancher ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิและเวลาได้อย่างเหมาะสม การลวกน้ำร้อนมีจุดประสงค์เพื่อ

1) ทำลายเอนไซม์ในวัตถุดิบซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีและกลิ่น
2) กำจัดอากาศจากผิวหน้าของวัตถุดิบ
3) ให้วัตถุดิบหดตัวและนิ่ม สะดวกในการบรรจุ
4) ลดปริมาณจุลินทรีย์

2.1.3 *การบรรจุ (filling)* เป็นขั้นตอนการนำวัตถุดิบบรรจุลงในภาชนะบรรจุที่ทำจากขวดแก้วหรือกระป๋องโลหะที่ล้างน้ำสะอาดแล้วนำมาอบไอน้ำประมาณ 15 นาทีแล้วทำให้สะเด็ดน้ำ โดยจะบรรจุส่วนที่เป็นของแข็งลงไปก่อนแล้วจึงบรรจุส่วนที่เป็นของเหลว การบรรจุผลไม้กระป๋องจะไม่บรรจุเต็ม แต่จะเหลือที่ว่างส่วนหนึ่งไว้เรียกว่า headspace โดยทั่วไปจะบรรจุโดยเหลือช่องว่างเป็นระยะ 1/4 ถึง 5/16 นิ้ว เมื่อวัดจากจุดต่ำสุดของฝาถึงระดับที่มีอาหาร ปริมาตรของ headspace จะต้องถูกควบคุมให้ถูกต้อง เพราะจะมีผลต่อผลิตภัณฑ์ระหว่างการให้ความร้อนและเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าปริมาตรของ headspace น้อยเกินไป กระป๋องอาจบวม เนื่องจากมีช่องว่างซึ่งรองรับก๊าซที่อาจเกิดขึ้นน้อยเกินไป ถ้ามี headspace มากเกินไป กระป๋องอาจจะยุบหรือบุบ การบรรจุโดยมีปริมาตรของ headspace มากเกินไปจะทำให้น้ำหนักสุทธิของอาหารน้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

ก่อนการการบรรจุจะต้องมีการเตรียมของเหลวที่ใช้บรรจุพร้อมผลไม้ ของเหลวที่ใช้นั้นอาจเป็นน้ำเชื่อมหรือน้ำผลไม้ ของเหลวที่เติมจะช่วยในการถ่ายเทความร้อนภายในกระป๋องช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดเวลาที่ใช้ฆ่าเชื้อลง ในการเตรียมของเหลวจะต้องคำนึงถึงระดับความหวาน สุดท้าย (Cut-out Brix) ของน้ำเชื่อมด้วย โดยจะเตรียมน้ำเชื่อมให้มีความหวาน 25 $^{\circ}$brix ซึ่งวัดโดย refractometer นำมาต้มและกรอง แล้วจึงเติมกรดซิตริก 0.18 – 0.2 % เพื่อให้ได้พีเอชประมาณ 3.5 ของเหลวที่บรรจุในกระป๋องหรือน้ำเชื่อมจะต้องร้อนโดยมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 80 องศาเซลเซียส เพื่อช่วยให้การไล่อากาศในขั้นตอนต่อไปทำได้ง่ายขึ้น ใช้เวลาน้อยลงและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ภาชนะที่ใช้บรรจุอาหาร จัดเป็น Sanitary Can ที่เป็น Open Top แบ่งเป็น

1) กระป๋องโลหะ
2) กระป๋องพลาสติก
3) กระป๋อง Composite

ภาชนะที่ใช้บรรจุอาหารในปัจจุบันกระป๋องโลหะเป็นที่นิยมใช้กันมาก โดยวัสดุใช้ผลิตกระป๋องโลหะมีหลายชนิด คือ

1) Tinplate กระป๋องชนิดนี้เป็นเหล็กเคลือบดีบุก อาจเคลือบด้วยวิธีจุ่มในอ่างดีบุก (Hot Dipping) หรือฉาบด้วยไฟฟ้า (Electrolytic Plating) โดยจะมีชนิดเคลือบแลกเกอร์ (Lacquered)และไม่เคลือบ (plain can)

2) Tin Free Steel ปัจจุบันเป็นเหล็กเคลือบโครเมียม จะมีการเคลือบแลกเกอร์เสมอทั้งนอกและในกระป๋อง

3) Aluminium กระป๋องชนิดนี้จะมีการเคลือบแลกเกอร์เสมอ

แลกเกอร์ที่ใช้กับอาหารแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1) Sulphur resistant lacquer ได้จากโปรตีนจำพวกเมทไธโอนีนและซีสเทอีน

2) Acid resistant lacquer เป็นแลกเกอร์ชนิดทนกรดใช้กับผลไม้กระป๋อง,ผักกาดดองกระป๋อง

3) General purpose lacquer สามารถป้องกันได้ทั้งกรดและด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาชนะที่ใช้บรรจุอาหารกระป๋องในปัจจุบันจะนิยมใช้เป็นโลหะ โดยมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันซึ่งใช้สัญลักษณ์ตัวเลข 3 หลักระบุขนาดกระป๋อง คือ เส้นผ่าศูนย์กลางและความสูง ตัวอย่างเช่น กระป๋องขนาด 307 x 409 จะหมายถึง กระป๋องที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 37/16 นิ้วและสูง 49/16 นิ้ว ขนาดกระป๋องที่ใช้กันทั่วไปดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ขนาดกระป๋องที่นิยมใช้กันทั่วไป

ชื่อกระป๋อง	ขนาด	ความจุของน้ำที่ 20 °ซ (ออนซ์)
เบอร์ 1	200 x 400	10.94
เบอร์ 2	307 x 409	20.55
เบอร์ 2 ½	401 x 411	29.79
เบอร์ 3	404 x 414	35.08
เบอร์ 10	603 x 700	109.43

ที่มา: อดีตคณะอนุกรรมการสาขาโภชนาการศาสตร์ (2517)

2.1.4 *การไล่อากาศ (exhausting)* การไล่อากาศออกจากกระป๋องต้องทำก่อนการผนึกฝากระป๋อง เพื่อเป็นการทำให้เกิดสุญญากาศในกระป๋อง เป็นการลดการเปลี่ยนแปลงของสีอาหารเนื่องมาจากการทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ลดปฏิกิริยาของอาหารกับภาชนะบรรจุและลดการสูญเสียวิตามิน และช่วยลดความดันซึ่งเกิดจากการขยายตัวของอากาศซึ่งจะทำให้ภาชนะบวมหรือแตกได้ภายหลังการฆ่าเชื้อและเก็บไว้ ในอุตสาหกรรมอาหารใช้วิธีฉีดไอน้ำเข้าไปในกระป๋องจนทำให้อุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางกระป๋องหรือที่เรียกว่าจุด cold spotไม่ต่ำกว่า 74 องศาเซลเซียส ขั้นตอนการไล่อากาศในภาชนะบรรจุมีวัตถุประสงค์ต่อไปนี้คือ

1) ลดแรงดันภายในภาชนะบรรจุ ป้องกันการแตกตรงตะเข็บของภาชนะบรรจุในระหว่างการฆ่าเชื้อเพราะถ้ามีอากาศจะทำให้เกิดแรงดันสูงมาก

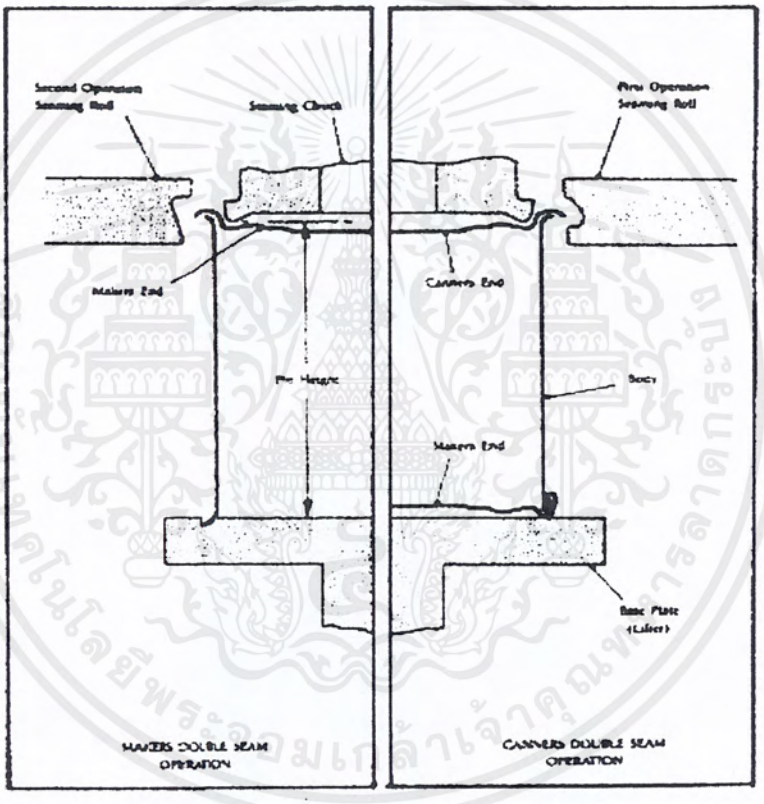
2) รักษาคุณภาพของอาหารเพราะไม่มีออกซิเจนในกระป๋องทำให้คุณภาพอาหารไม่ เปลี่ยนแปลง ป้องกันการบวมของกระป๋องเมื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงหรือในที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลมากๆ

3) ช่วยให้เก็บอาหารกระป๋องได้นานๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.1.5 *การปิดผนึก (sealing)* เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการผลิตอาหารกระป๋อง ตะเข็บเกิดจากการปิดผนึก 2 ขั้นตอน ลักษณะและความแน่นของตะเข็บจะต้องเหมาะสม ตะเข็บที่มีลักษณะไม่ดีจะรั่วทำให้อากาศภายนอก หรือน้ำที่ใช้หล่อเย็นปนเปื้อนเข้าไปภายในทำให้มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทำให้อาหารเสียได้ การผนึกฝาจะทำโดยใช้เครื่องผนึก ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่างๆที่สำคัญคือ ส่วนรองฐานกระป๋อง (base plate)ส่วนยึดฝา (seaming chuck) ลูกกลิ้งรีดตะเข็บชุดที่หนึ่ง (first operation seaming roll) และลูกกลิ้งรีดตะเข็บ ชุดที่สอง (second operation seaming roll) ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงส่วนต่างๆของเครื่องปิดผนึกฝากระป๋อง

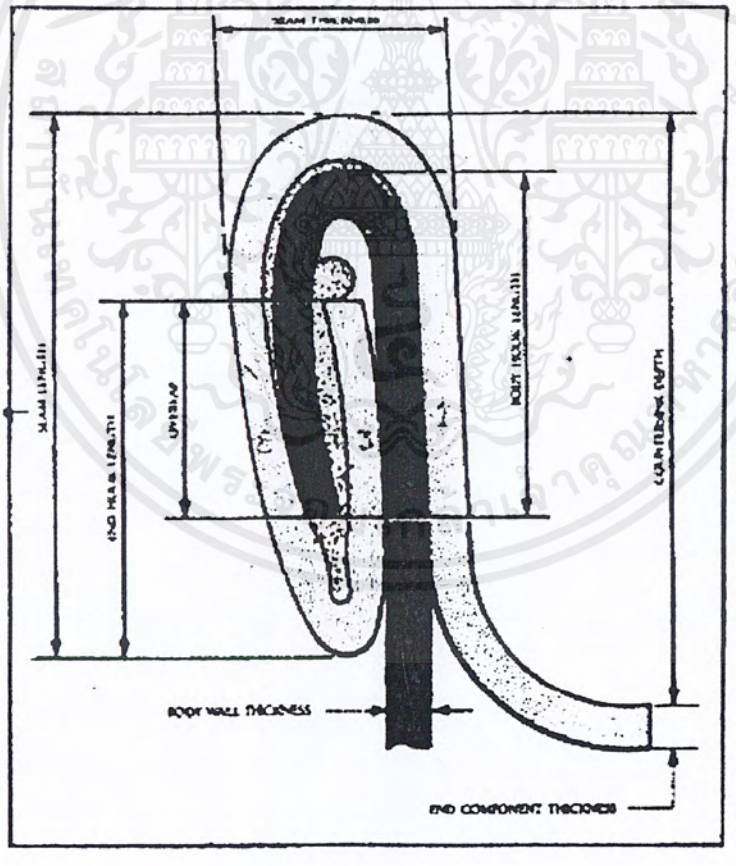
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
39890

การปิดผนึกมี 2 ขั้นตอนดังนี้

1) Interloging Curl ของส่วนฝาจะม้วนเข้าไปอยู่ใต้ปากกระป๋องที่บานออก (Flange) ในลักษณะที่ขนานกันโดยการทำงานของ First operation roll

2) Ironing รีดให้ตะเข็บมีความหนาน้อยลง เกิดความร้อนก่อให้น้ำยายาง (Compound) หลอมละลายอุดช่องว่าง เกิดสภาพ airtight หรือ Hermetical Seamโดยการทำงานของ Second operation Roll

สำหรับกระป๋องโลหะจะมีการยึดกันระหว่างฝาและขอบกระป๋องการผนึกเป็นแบบตะเข็บคู่ (double seam) ถ้าเป็นขวดแก้วจะใช้ฝาเคลือบดีบุกแบบหมุนเกลียวหรือตะเข็บงอ การปิดผนึกนี้ต้องทำอย่างระมัดระวังเพื่อป้องกันการรั่วของภาชนะบรรจุ และเมื่อกระป๋องผ่านการปิดผนึกอย่างสมบูรณ์ ตะเข็บที่เหมาะสมควรมีลักษณะดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงลักษณะตะเข็บกระป๋องเมื่อตัดขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 *การฆ่าเชื้อ (process)* หมายถึง การใช้ความร้อนทำลายจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารซึ่งบรรจุอยู่ภายในภาชนะปิดสนิท ปริมาณความร้อนมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ ซึ่งจะแตกต่างกันตามชนิดของอาหาร นอกจากนี้ยังขึ้นกับชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ในอาหาร รูปร่าง ขนาดของภาชนะบรรจุ การฆ่าเชื้อในอาหารกระป๋องนี้จะต้องใช้ปริมาณความร้อนที่เพียงพอต่อการทำลายสปอร์ของ *Clostridium botulinum* เพราะว่าเชื้อ *Clostridium botulinum* เป็นสิ่งที่เราจะต้องให้ความสำคัญอย่างมากที่สุดในการผลิตอาหารกระป๋อง โดยเฉพาะอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำเนื่องจาก *Clostridium botulinum* เป็นแบคทีเรียที่เจริญได้ในอุณหภูมิปกติ และไม่ต้องการอากาศในการเจริญเติบโตและสร้างสารพิษ พบว่ามีอยู่ 6 สายพันธุ์คือ A B C D E และ F ชนิดที่เป็นอันตรายในคนคือ A B E และ F แม้ว่าเซลล์ของ *Clostridium botulinum* จะถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิไม่สูงนัก ประมาณ 82.2 - 93.3 องศาเซลเซียส แต่สปอร์และสารพิษในสปอร์ค่อนข้างทนความร้อนสูงจึงเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ถ้าใช้ความร้อนฆ่าเชื้ออาหารไม่เพียงพอ เพราะปริมาณสารพิษเพียงเล็กน้อยประมาณหนึ่งในล้านส่วนสามารถทำให้ถึงแก่ความตายได้ พบว่าสปอร์ของ *Clostridium botulinum* ชนิด A ทนความร้อนสูงมาก ณ อุณหภูมิน้ำเดือดจะอยู่ได้นานถึง 4 ชั่วโมง ในอุตสาหกรรมอาหาร การทดสอบว่าปริมาณความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้ออาหารเพียงพอหรือไม่นั้นจะใช้เชื้อ P.A. 3679 เป็นตัวทำสอบเพราะสปอร์มีคุณสมบัติทนความร้อนได้ดีเช่นเดียวกับสปอร์ของ *Clostridium botulinum* แต่ไม่สร้างสารพิษและสะดวกในการนำมาใช้งาน นอกจากนี้ ยังตรวจสอบการเสื่อมเสียจากเชื้อนี้ได้ง่ายเพราะมีก๊าซเกิดขึ้น มีผู้ศึกษาสภาวะที่ใช้ทำลายสปอร์ของเชื้อ *Clostridium botulinum* ที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆกัน พบว่าสปอร์ของเชื้อนี้ถูกทำลายได้ที่

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)
100	360
105	120
110	36
115	12
120	4

ดังนั้นในการฆ่าเชื้ออาหารกระป๋องจึงถือเอาอุณหภูมิและเวลาที่ทำให้สามารถทำลายสปอร์ของ*Clostridium botulinum* เป็นหลัก ถ้าอาหารปลอดภัยจากสปอร์และสารพิษของเชื้อนี้ก็จะปลอดภัยจากเชื้อชนิดอื่นด้วย พบว่าที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที สามารถทำลายสปอร์ของ *Clostridium botulinum* ได้ แต่อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ฆ่าเชื้อนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารที่เป็นกรดสูงจะใช้ความร้อนในการทำลายเชื้อน้อยกว่าอาหารที่เป็นกรดต่ำ ผลไม้ประเภทที่มีความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกับ 4 หรือสูงกว่า 4.5 เช่น กล้วย ขนุน มะละกอ หรือมะม่วงบางพันธุ์จะต้องเติมกรดมะนาวลงไปในน้ำเชื่อมที่ใช้บรรจุเพื่อดึงความเป็นกรด-ด่างลงมาให้ต่ำกว่า 4.5 จึงจะฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสได้ แต่ถ้าไม่ใช้วิธีลดความเป็นกรด-ด่างให้ต่ำลงมากกว่า 4.5 ก็ต้องใช้หม้ออัดความดันโดยใช้อุณหภูมิ 115 – 120 องศาเซลเซียส หรือความดัน 10 – 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีตลอดจนรสชาติก็จะเสียไปด้วย ดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมจึงนิยมเติมกรดลงในอาหารบางชนิดเพื่อลดปริมาณความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อลง

2.1.7 *การทำให้เย็น (Cooling)* มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันการสูญเสียคุณภาพของอาหาร เนื่องจากความร้อนส่วนเกิน ภายหลังจากได้รับความร้อนจนครบเวลาแล้วโดยใช้ retort หรือ atmospheric cooker แล้ว จะต้องทำให้อาหารกระป๋องเย็นลงอย่างรวดเร็วเพื่อมิให้อาหารกระป๋องเละและเสื่อมเสียรสชาติอันเนื่องจากได้รับความร้อนนานเกินไป (over cooking) นอกจากนี้ยังเป็นการช็อก (shock) เชื้อแบคทีเรียพวกทนร้อน (thermophilic anaerobe) ให้ตาย

อาหารกระป๋องที่ยกออกมาจากหม้ออัดความดัน (retort) จะถูกจุ่มในน้ำเย็นที่ถ่ายเทได้จนกระทั่งอุณหภูมิของอาหารกระป๋องเย็นลงที่ 40 – 45 องศาเซลเซียส จึงยกกระป๋องออกมาที่อุณหภูมินี้ยังมีความร้อนเหลืออยู่พอที่จะทำให้ผิวนอกของกระป๋องแห้งสนิทปราศจากหยดน้ำที่เกาะอยู่บนกระป๋องเพื่อป้องกันการเกิดสนิมบนกระป๋องขณะเก็บรักษา

3. สารให้ความหวาน (กล้าณรงค์ ,2542)

การที่สารใดสารหนึ่งจะให้ความหวาน(หรือรสต่างๆ) ได้นั้น คุณสมบัติทางฟิสิกส์อย่างแรกคือ ต้องละลายได้ และระหว่างที่ละลายได้นั้นจะเกิดมีโครงสร้างทางเคมีเฉพาะที่เป็นตัวกำหนดรสได้

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

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

ทฤษฎีที่สำคัญต่อมาคือ ทฤษฎีของ Tsuzuki (1948) ที่พบว่าการแทนที่ใน benzene ring ในตำแหน่งต่างๆกัน จะทำให้สารมีรสแตกต่างกัน ดังตัวอย่างของ phrnylurea พบว่า

- ในการแทนที่ที่ *ortho-* จะไม่ให้รส

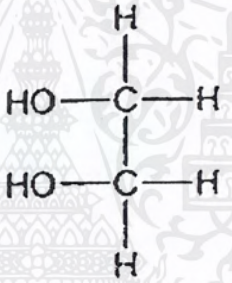
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในการแทนที่ที่ *meta-* จะเกิดรสขม
- ในการแทนที่ที่ *para-* เกิดรสหวาน

สรุปแล้วทฤษฎีต่างๆสามารถกำหนดได้ว่า การให้ความหวานของสารต่างๆเกิดได้จากสาเหตุดังนี้

1. พันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bond , H)

เมื่อระบุโครงสร้างของเอททิลลีนไกลคอล(ethylene glycol) ดังรูปที่ 4 ซึ่งเป็นสารให้ความหวานที่มีขนาดเล็กที่สุดในรูปของ glycol conformation จะพบว่ามีหมู่ไฮดรอกซิล(hydroxyl group , หมู่OH) ที่อยู่ใกล้เคียงกันและมีระยะห่างที่เหมาะสมจะเกิดพันธะไฮโดรเจนขึ้น ซึ่งเราอาจเรียกว่าเป็นระยะพันธะแบบ AH และ B ก็ได้ โดยที่ AH จะเป็น proton donor หรือตำแหน่งที่ให้โปรตอน และ B เป็น proton acceptor หรือตำแหน่งที่รับโปรตอน

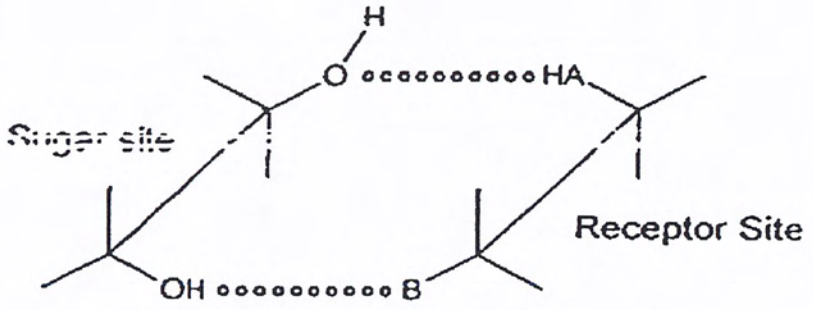


รูปที่ 4 โครงสร้างของเอททิลลีนไกลคอล (etylene glycol)
ที่มา : กล้าณรงค์ (2542)

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

การที่เราจะรับรู้รสหวานได้ก็ต่อเมื่อพันธะ H นั้นเกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลหรือสารให้ความหวานกับหน่วยรับรสซึ่งสามารถเขียนเป็นแผนจำลองได้ดังรูปที่ 5 ซึ่งจะมีลักษณะสวนทางกลับ (antiparallel)

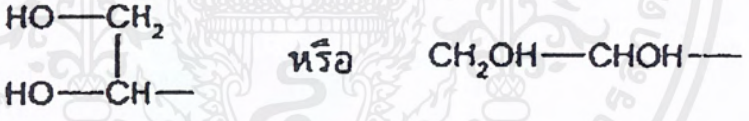
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 พันธะไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลหรือสารให้ความหวานกับหน่วยรับรส
ที่มา : กล้าณรงค์ (2542)

2. Glycopore

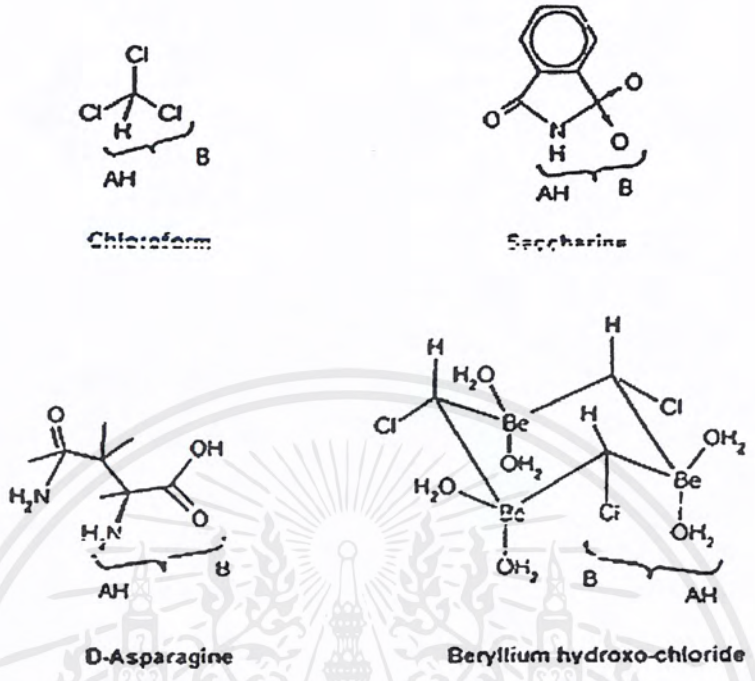
หน่วยให้รสหวานที่ประกอบด้วยหมู่ OH ที่ใกล้เคียงและอยู่ทางซ้ายมือ (gauche hydroxyl group) ดูรูปที่ 6 ประกอบ ซึ่งโครงสร้างทางเคมีนี้ไปกำหนดสภาพทาง stereochemistry ของ receptor site จากการทดลองพบว่าสารประกอบทุกชนิดที่มีรสหวานจะต้องมี glycophore คล้ายกัน



รูปที่ 6 ลักษณะ glycophore ของ glycol
ที่มา : กล้าณรงค์ (2542)

นอกจากในน้ำตาลแล้ว ยังพบ glycophore ในสารให้ความหวานอื่นๆ อีก เช่น แอสพาแทม (aspartam) ซึ่งเป็นสารประกอบ L-aspartyl-L-phenylalanine methyl ester และ dihydrochalcones โดยจะให้ glycophore ที่พบในสารประกอบที่มีรสหวานอื่นๆ เป็น AH , B ของ glycophore ดังรูปที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 การระบุถึงAH,B ของ glycophore ในสารประกอบที่ให้รสหวานซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับน้ำตาล
ที่มา: กล้าณรงค์ (2542)

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

สารให้ความหวานพลังงานต่ำ ให้พลังงานต่ำเนื่องจากส่วนใหญ่จะไม่ผ่านกระบวนการเมทาบอลิซึมในร่างกายและไม่ให้พลังงานออกมา สำหรับสารให้ความหวานพลังงานต่ำที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ เช่น แอสพาแทม (aspartame) ซึ่งใช้ปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้นก็ให้ความหวาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทียบเท่ากับซูโครสจึงไม่ทำให้เกิดพลังงาน สารให้ความหวานพลังงานต่ำจะมีความหวานตั้งแต่ 30 – 2,000 เท่าของซูโครส สารให้ความหวานพลังงานต่ำมักถูกเรียกว่าสารให้ความหวานความเข้มข้นสูง (intense sweeteners)หรือสารให้ความหวานที่มีความเข้มข้นสูงมาก (high intensity sweeteners) หรือสารให้ความหวานความหวานสูง (high potency sweeteners) สารให้ความหวานไม่ให้คุณค่าทางโภชนาการ (nonnutritive sweeteners) และสารให้ความหวานเทียม (artificial sweeteners) มักจะเกิดความสับสนในความหมายของความเข้มข้นสูง (intense) และความเข้มข้นสูงมาก (high intensity) เพราะสารให้ความหวานพลังงานต่ำบางชนิดมีความหวานน้อยกว่าซูโครสแต่ให้ประสิทธิภาพมากกว่าซูโครสจึงใช้ปริมาณน้อยกว่าซูโครส

ตั้งแต่มีการค้นพบสารให้ความหวานพลังงานต่ำชนิดแรกในปี ค.ศ. 1878 จำนวนสารให้ความหวานและปริมาณการบริโภคสารให้ความหวานก็มีมากขึ้นด้วย ข้อมูลของสารให้ความหวานชนิดต่างๆก็มีมากขึ้นซึ่งข้อดีข้อเสียในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ แตกต่างกันออกไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์ จึงมีความจำเป็นที่ต้องทราบถึงลักษณะเฉพาะตัว คุณสมบัติและการประยุกต์ใช้ในเทคโนโลยีของสารให้ความหวานแต่ละชนิด ไม่มีสารให้ความหวานตัวใดที่จะเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ทุกชนิดรวมทั้งซูโครส เราสามารถเลือกใช้ได้หลากหลายตามคุณสมบัติของมันอาจใช้เพียงตัวเดียวหรือใช้ร่วมกับสารให้ความหวานชนิดอื่นเพื่อให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์มากที่สุด

3.1 ประเภทของสารให้ความหวาน สารให้ความหวานโดยทั่วไปแล้วแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1) สารให้ความหวานที่ให้คุณค่าทางโภชนาการ (Nutritive sweeteners) คือ สารให้ความหวาน ซึ่งให้พลังงานโดยผ่านกระบวนการเมทาบอลิซึมของร่างกาย สารให้ความหวานพวกนี้ได้แก่ น้ำตาล กากน้ำตาล น้ำผึ้ง น้ำตาลแอลกอฮอล์ เป็นต้น สารให้ความหวานพวกนี้จะให้พลังงานต่อกรัมเท่ากับซูโครส ซึ่งในกรณีนี้แอสพาแทมก็จัดเป็นสารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการเช่นกันเนื่องจากให้พลังงานต่อกรัมเท่ากับซูโครส แต่เนื่องจากแอสพาแทมมีความหวานมากกว่าซูโครสถึง 200 เท่าจึงใช้ปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 สารให้ความหวานพลังงานต่ำที่สำคัญ

สำหรับทศวรรษนี้ ผลิตภัณฑ์ที่มีพลังงานต่ำส่วนมากขึ้นอยู่กับแซคคาริน ซึ่งเป็นสารให้ความหวานชนิดเก่าที่สุดที่ให้พลังงานต่ำ มีการพัฒนาและถูกนำมาใช้ในเทคโนโลยีการอาหารเป็นจำนวนมาก สำหรับสารให้ความหวานพลังงานต่ำที่ใช้ เช่น แซคคาริน (sacchcrin) แอสพาแทม (aspartame) อะซิซัลเฟม-โพแทสเซียม (acesulfame-K) ไซคลาเมท (cyclamate) ซูคาโลส (sucralose) ออลิเทม (alitame) เป็นต้น

มีข้อพิจารณาเกี่ยวกับการใช้สารให้ความหวานพลังงานต่ำ ได้แก่ ความปลอดภัยและการรับรองสถานะ ความสัมพันธ์ของความหวาน คุณภาพของรสชาติ ความคงตัวและราคา ราคามีหลายราคาซึ่งขึ้นอยู่กับการแข่งขัน และกระบวนการผลิตในอุดมคติ สารให้ความหวานพลังงานต่ำควรที่จะมีคุณสมบัติที่คล้ายซูโครส เช่น รสชาติ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ความคงตัวทั้งในสภาวะกรดและเบสในช่วงอุณหภูมิกว้างและในระยะเวลานาน อย่างไรก็ตาม ไม่มีความสมบูรณ์ของสารให้ความหวานพลังงานต่ำ ซึ่งแต่ละชนิดจะมีประโยชน์และข้อจำกัดในการใช้

ความปลอดภัยของสารให้ความหวานพลังงานต่ำเป็นสิ่งแรกที่จะต้องคำนึงถึง ระหว่างงานวิจัยและการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิตสารให้ความหวานพลังงานต่ำเพื่อออกสู่ตลาด การอนุญาตใช้ต่างกันจากประเทศหนึ่งไปสู่อีกประเทศหนึ่ง

3.3 ประโยชน์ของสารให้ความหวานพลังงานต่ำ

1) ใช้ทดแทนน้ำตาลในอาหารของผู้ป่วยโรคเบาหวานทำให้การหลั่งอินซูลินเป็นปกติ
2) ไม่ก่อให้เกิดปัญหาฟันผุเนื่องจากจุลินทรีย์ที่ผิวฟันไม่สามารถย่อยให้เกิดกรดได้
3) ใช้เป็นส่วนผสมของอาหารบางจำพวก ช่วยให้น้ำตาลไม่เกิดการตกผลึก
4) ใช้เป็นประโยชน์ด้านการจำกัดการบริโภคน้ำตาลในผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก

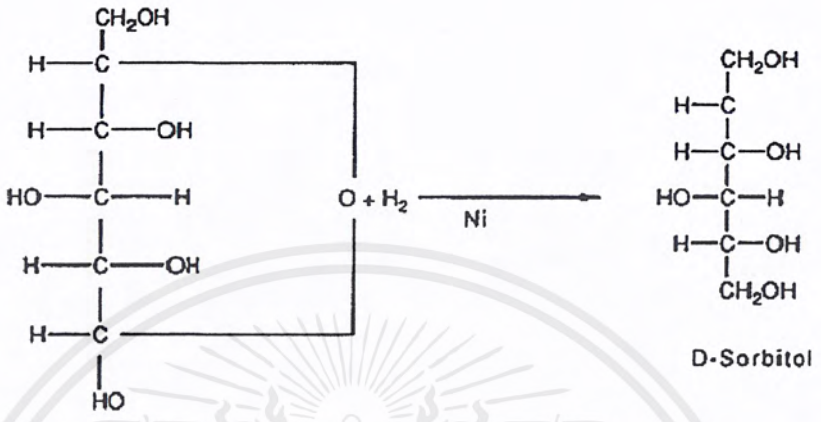
3.4 ซอร์บิทอล (Sorbitol)

3.4.1 ประวัติ และการผลิต (Billiaux และคณะ, 1997)

ซอร์บิทอลเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ถูกแยกได้ครั้งแรกจากผลไม้ตระกูลเบอร์รี่ในปี ค.ศ. 1872 โดย Joseph Boussingault ในธรรมชาติจะอยู่ในผลไม้หลายชนิด บางครั้งจะพบในระดับความเข้มข้นสูง ในผลไม้จะพบซอร์บิทอลในแอปเปิล (apples) ,ลูกแพร์ (pears),พลัม (plums) ,พีช (peaches) และแอปริคอท (apricots) โดยเฉพาะในเชอร์รี่และลูกแพร์และในเครื่องดื่มที่ได้จากการหมักอย่างเช่น ไซเดอร์ (พบประมาณ 5-6 กรัม/ลิตร) และยังพบว่าซอร์บิทอลสามารถถูกสังเคราะห์และถูกเผาผลาญได้ในร่ายกายมนุษย์และสัตว์ กระบวนการที่ใช้ในการผลิตซอร์บิทอลส่วนใหญ่เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกิดกระบวนการไฮโดรจีเนชันของกลูโคสซึ่งเป็นอนุพันธ์ของแป้งหรือจากน้ำตาลอินเวิร์ต (ดังรูปที่ 8)



รูปที่8 หลักในการผลิตซอร์บิทอล

ที่มา : Billaux และคณะ (1997)

กลูโคสจะจับกับไฮโดรเจนภายใต้ความดันโดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นนิเกิล (Ni) และอุณหภูมิที่ใช้คือ 120 องศาเซลเซียส ผลจากกระบวนการไฮโดรจีเนชั่นจะได้สารผสมของซอร์บิทอล 70 เปอร์เซ็นต์และแมนนิทอล 30 เปอร์เซ็นต์ วิธีการผลิตอื่นๆจะมีพื้นฐานจากความสามารถในการผลิตของยีสต์บางชนิดในการผลิตซอร์บิทอลโดยการสังเคราะห์ทางชีวภาพ ตัวอย่างเช่น การผลิตจากเชื้อ *Candida boidinii* จากกลูโคส (Tani and Vogosuvanlert,1987) หรือใช้เชื้อ *Zymomonas mobilis* ผลิตซอร์บิทอลจากซูโครส (Viikari, 1984)

3.4.2 คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพ

ซอร์บิทอลเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์มีจำนวนคาร์บอน 6 อะตอม ซอร์บิทอลจะมีโครงร่างคล้ายกลูโคส โดยมีคุณสมบัติทางเคมีที่สำคัญดังนี้

- ซอร์บิทอลมีน้ำหนักโมเลกุล 182
- สารละลายซอร์บิทอล 70 เปอร์เซ็นต์ มีความหนาแน่น 1.2879
- มีจุดหลอมเหลว 93 – 112 องศาเซลเซียส
- ความสามารถในการละลายน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส 72 กรัมต่อน้ำ 100 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

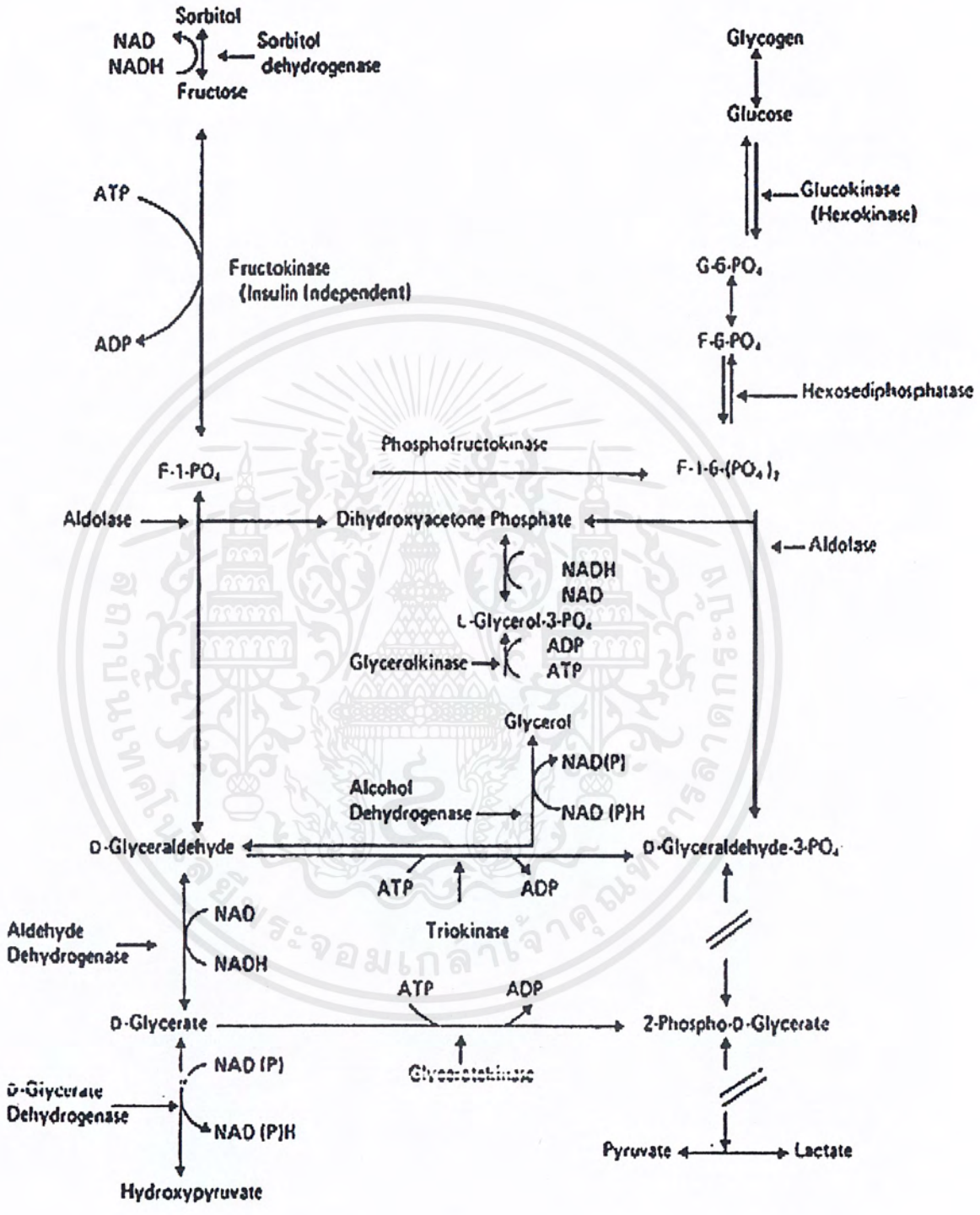
3.4.3 การดูดซึมและการเผาผลาญ (Bäer, 1991)

ซอร์บิทอลถูกดูดซึมโดยลำไส้เล็กได้ช้ากว่าซูโครสและกลูโคส เนื่องจากขาดระบบการขนส่งที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นการดูดซึมจะเกิดเฉพาะกรณีของการกระจายตัวในระหว่างที่มีความแตกต่างของความเข้มข้น ในส่วนของการดูดซึมซอร์บิทอลจะมีปริมาณ 15 – 20 % ของปริมาณที่เข้าสู่ร่างกายและย่อยสลายอย่างมีประสิทธิภาพภายในตับ ซอร์บิทอลจะถูกดึงหมู่ไฮโดรเจนโดยเอนไซม์ซอร์บิทอลดีไฮโดรจีเนส (Sorbital dehydrogenase)ให้เป็นฟรุกโตส (fructose) ซึ่งจะเข้าสู่วิถีของการเผาผลาญฟรุกโตสต่อไป

ส่วนของซอร์บิทอลที่ถูกดูดซึมในตับจะถูกเปลี่ยนรูปเป็นไกลโคเจน (glycogen) , กลูโคส (glucose),กรดแลคติก (lactic acid), กรดไขมัน (fatty acid) และไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) หรืออาจถูกออกซิไดส์อย่างสมบูรณ์ได้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยผ่านวัฏจักรของกรดไตรคาร์บอกซิลิก(tricarboxylic cycle) เนื่องจากอัตราการเผาผลาญในตับดีกว่าการนำไปใช้ของลำไส้เล็กมาก ดังนั้นระดับความเข้มข้นของซอร์บิทอลในเลือดและเนื้อเยื่อจึงมีปริมาณเล็กน้อยตลอดเวลา

ในส่วนของซอร์บิทอลที่ไม่ถูกดูดซึมจะเกิดการหมักโดยจุลินทรีย์ในลำไส้ (gut flora) ได้เป็นเกลือ อะซิเตตของกรดไขมัน (fatty acid acetate),โพรพิโอเนต (propionate) และบิวไทเรต (butyrate) ผลผลิตสุดท้ายของการหมักนี้ส่วนใหญ่จะถูกดูดซึมทั้งหมด และจะถูกเผาผลาญในร่ายกายผ่านกระบวนการย่อยสลายตามปกติ โดยมีข้อยกเว้นการใช้กลูโคสและไกลโคเจนซึ่งอาจจะมาจากการสร้างจากบางส่วนของซอร์บิทอล การเปลี่ยนแปลงหลักทั้งหมดและการล้มเหลวของกระบวนการสำหรับซอร์บิทอลนี้ไม่ขึ้นกับการเกิดอินซูลิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 กระบวนการเผาผลาญของซอร์บิทอลในร่างกาย

ที่มา : Shirley และ Margy (1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 ประโยชน์ของซอร์บิทอล

1) ใช้ในอุตสาหกรรมผลไม้กระป๋องแทนน้ำตาลเทียม เช่น แซคคารีน ซึ่งเชื่อกันว่าเป็นพวกที่ทำให้เกิดมะเร็ง

2) ใช้เป็นส่วนผสมของยาสีฟันจะช่วยป้องกันการหมักหมมของเศษอาหารภายในปาก โดยจะเปลี่ยนให้เป็นกรดอ่อนๆ ดังนั้นซอร์บิทอลจึงสามารถป้องกันฟันผุได้

3) ใช้ซอร์บิทอลในเครื่องดื่มที่ต้องการพลังงานต่ำโดยจะใช้ร่วมกับสารให้ความหวานตัวอื่นๆ เช่นโซเดียม-ไซโคลเฮกซิลซัลฟาเมต

4) ใช้ในอุตสาหกรรมลูกกวาด โดยจะใช้เป็นสารรักษาความชื้นและทำให้อ่อนนุ่ม นอกจากนี้ยังใช้กับพวก พีนัท บัตเตอร์, ชอคโกแลต เพื่อลดความแห้งของผลิตภัณฑ์

3.4.5 การนำไปใช้กับผู้ป่วยโรคเบาหวาน (Bäer , 1991)

การศึกษาถึงการนำซอร์บิทอลไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ซึ่งพบว่าการสะสมซอร์บิทอลในเลนส์ตาทำให้เกิดการพัฒนาของต้อกระจกในหนูทดลองที่เป็นโรคเบาหวานจากการพิจารณาถึงผลการทดลองดังกล่าวสามารถตั้งข้อสันนิษฐานว่า ซอร์บิทอลที่เข้าสู่ร่างกายอาจไปสนับสนุนการเกิดความผิดปกติของตา อย่างไรก็ดี สันนิษฐานเหล่านี้ไม่สามารถพิสูจน์ข้อเท็จจริงได้ถ้ากลไกที่นำไปสู่การสะสมซอร์บิทอลอยู่ในรูปการรายงาน ข้อเท็จจริงคือความเข้มข้นของกูลโคสในเส้นเลือดที่เพิ่มขึ้นในคนหรือสัตว์ที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานในการทดลองมีสาเหตุหลักมาจากความเข้มข้นของซอร์บิทอลที่ได้สูงขึ้นโดยกลูโคสจะเข้าสู่เซลล์เลนส์อย่างรวดเร็วและเปลี่ยนแปลงเป็นซอร์บิทอลโดยการทำงานของเอนไซม์อัลโดสรี-ดัคเทส เนื่องจากในทางปฏิบัติเซลล์จะไม่ยอมให้ซอร์บิทอลผ่านไปได้จึงทำให้เกิดการสะสมขึ้นและเป็นปัจจัยหลักที่นำสู่การเกิดต้อกระจก แต่เนื่องจากความสามารถของการไม่ยอมให้ซอร์บิทอลผ่านเข้าออกนี้ และจากการที่ระดับของซอร์บิทอลในเส้นเลือดซึ่งต่ำมากๆ จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าซอร์บิทอลจากภายนอกจะสนับสนุนกระบวนการดังกล่าว ในความเป็นจริง การทดลองกับหนูที่เป็นโรคเบาหวานพิสูจน์ให้เห็นว่าการประกอบอาหารโดยใช้ซอร์บิทอลไม่มีผลต่อระดับซอร์บิทอลที่พบในเลนส์ตา เหตุผลดังกล่าวนี้ได้รับการยืนยันโดยการศึกษาการป้อนให้แก่หนูและสุนัขเป็นประจำซึ่งพบว่า ไม่มีผลของซอร์บิทอลในการเกิดต้อกระจก ดังนั้นไม่มีข้อพิสูจน์ใดๆ ที่แสดงให้เห็นว่าการได้รับซอร์บิทอลด้วยการบริโภคจะก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับตาในผู้ป่วยโรคเบาหวาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 ระดับการยอมรับ

ในระดับประเทศซอร์บิทอลได้รับการยอมรับให้เป็นแหล่งให้ความหวานที่สำคัญซึ่งมีการใช้กันแทบทุกประเทศมานานหลายสิบปี ซอร์บิทอลได้รับอนุมัติให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย (GRAS, Generally Recognized As Safe) โดย U.S. Food and Drug Administrationและอนุญาตให้ใช้ในประเทศแถบยุโรปและอีกหลายประเทศทั่วโลกรวมทั้งออสเตรเลีย แคนาดา และญี่ปุ่น

4. การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋อง

4.1 มาตรฐานสับปะรดกระป๋อง (Standard for Canned Pineapple) (พัฒน์, 2537)

คำจำกัดความของสับปะรดกระป๋อง หมายถึงผลิตภัณฑ์ที่ทำจากสับปะรด ซึ่งหล่ออยู่ในสารที่ใช้บรรจุ อาจมีสารเจือปนและส่วนประกอบอื่น ผสมอยู่ด้วยในปริมาณไม่มากนัก รวมบรรจุอยู่ในกระป๋อง ต้องผ่านกรรมวิธีใช้ความร้อนเพื่อทำลายจุลินทรีย์สับปะรดบรรจุกระป๋องมีหลายชนิด คือ บรรจุทั้งผล เป็นแว่น วงแหวน ครึ่งแว่น เสี้ยวแว่น แว่นหัก ชิ้นใหญ่ ชิ้นยาว ชิ้นคละ ชิ้นเศษ ชิ้นย่อย ลิ่มและรูปลูกเต๋า เป็นต้น สับปะรดทุกชนิดต้องมีคุณภาพมาตรฐานดังนี้

1) เนื้อสับปะรดต้องไม่อ่อน งอม แกร็นหรือห่าม แกนสับปะรดที่ติดอยู่กับเนื้อสับปะรดต้องไม่มากกว่าร้อยละ 7 ของน้ำหนักเนื้อสับปะรด

2) ขนาดของผล แว่น ชิ้น ลิ่ม หรือลูกเต๋า ต้องได้มาตรฐาน มีความสม่ำเสมอ

3) สารเจือปน อนุญาตให้ใช้ น้ำมันมินต์ และสารปรุงกลิ่นที่ได้จากผลไม้ในปริมาณที่ไม่กำหนด

4) สารกันการเกิดฟองได้แก่ ไดเมทิลโพลิซิโลเซน ต้องไม่เกิน 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

5) ปริมาณดีบุก ต้องไม่เกิน 250 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

6) สารเพิ่มความเป็นกรด ได้แก่ กรดซิตริกในปริมาณไม่กำหนด

7) ปริมาตรสุทธิ ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของความจุของกระป๋อง

8) น้ำหนักเนื้อสับปะรดในแต่ละกระป๋อง ต้องไม่น้อยกว่า เกณฑ์ ดังนี้

ชนิดและแบบของการบรรจุ	น้ำหนักเนื้อสับปะรด (ร้อยละของความจุของกระป๋อง)
ทุกชนิด นอกจากสับปะรดทั้งผลและสับปะรดชิ้นเศษ	58
สับปะรดชิ้นเศษ และสับปะรดชิ้นย่อยบรรจุแบบปกติ	63
สับปะรดชิ้นเศษ และสับปะรดชิ้นย่อยบรรจุแบบแน่น	73
สับปะรดชิ้นเศษ และสับปะรดชิ้นย่อยบรรจุแบบอัด	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3
วิธีดำเนินงานวิจัย

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. hand refractometer 0 – 32 °brix, 28 – 62 °brix (N.O.W.)
2. เครื่องวัดพีเอช (CyberScan 2000, RS 232)
3. เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง (METTLER TOLEDO AG 204 ,)
4. เครื่องปิดกระป๋อง
5. เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (TOMY, SS 325)
6. เครื่องวัดสี (MinoltaCR-300)

2. สารเคมี

1. กรดซิตริก (food grade)
2. แคลเซียมคลอไรด์
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล
4. ฟีนอลฟทาลีน
5. อาหาร potato dextose agar
6. อาหาร plate count agar (oxoid)
7. อาหาร laury tryptose broth

3. วัตถุดิบ

1. สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียหรือศรีราชา
2. ซูโครส
3. สารละลาย ซอร์บิทอล 70 เปอร์เซ็นต์ (supersol NG,ThaiWha LG Chemicle Co.,LTD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วิธีดำเนินการทดลอง

4.1 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสับปะรด

โดยทำการคัดเลือกสับปะรดที่มีน้ำหนักทั้งผลอยู่ระหว่าง 1,600 - 1,800 กรัม ขนาดของสับปะรดมี เส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 12 - 14 เซนติเมตร มีสีและความสุกที่พอเหมาะ มาตรวจสอบทางด้านเคมี คือ

1) วัดปริมาณความเป็นกรดด่างโดยใช้ pH meter
2) วัดปริมาณของแข็งทั้งหมดโดยใช้ hand refractometer
3) วัดปริมาณกรด (% acidity) ในรูปกรดซิตริก(AOAC,1990)
4) วัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (total reducing sugars)
5) วัดปริมาณความชื้น (total moisture) (AOAC,1990)

4.2 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารให้ความหวานซอร์บิทอลทดแทนซูโครสในการเตรียมน้ำเชื่อมที่มีระดับความหวานสุดท้าย ประมาณ 18 °brix

โดยศึกษาอัตราส่วนของซูโครสและซอร์บิทอลต่าง ๆ กัน คือ 100 : 0 70 : 30 50 : 50 30 : 70 และ 0 : 100 ตามลำดับซึ่งกรรมวิธีการผลิตมีดังนี้

4.2.1 <u>การเตรียมผลไม้</u> สับปะรดปอกเปลือก เอาแกนกลางออก หั่นเป็นชิ้นหนาประมาณ 1 ซม. นำไปแช่ในสารละลายที่มีเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.8 % เป็นเวลา 30 นาที ช้อนขึ้น ล้างน้ำให้สะอาด

1) เตรียมน้ำเชื่อมและสารละลายซอร์บิทอลเพื่อให้มีระดับความหวานสุดท้าย 18 ° brix โดยทำการเติมกรดซิตริก เพื่อให้ได้ pH ประมาณ 3.0
2) ทำการผสมน้ำเชื่อมและซอร์บิทอลให้ได้อัตราส่วนตามที่กำหนดไว้

4.2.2 <u>การบรรจุกระป๋อง</u>

1) ทำความสะอาดกระป๋องขนาด 307 x 409 และผึ่งให้แห้ง
2) นำสับปะรดที่เตรียมไว้มาบรรจุให้มีน้ำหนักเนื้อ 340 กรัม
3) เติมน้ำเชื่อมอุณหภูมิ 85 °C ลงไปให้มีช่องว่างเหนือระดับอาหาร 14 มม.
4) ปิดฝากระป๋อง แล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 15 นาที แล้วนำ มาทำให้เย็นทันที
5) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเก็บไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ แล้วนำมาตรวจสอบคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 <u>การตรวจสอบคุณภาพ</u>

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพดังนี้

4.2.3.1 ทางด้านกายภาพ ได้แก่

1) Gross weight
2) Net weight
3) Drain weight
4) Vacuum
5) Headspace
6) วัดคุณภาพด้านสี

4.2.3.2 ทางด้านเคมี ได้แก่

1) pH
2) Total solid ($^{\circ}$brix)
3) Titrable acidity
4) Reducing sugar

4.2.3.3 ทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส แบบ five point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทำการประเมินคุณภาพทางด้านความหวาน ความเปรี้ยว เนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวม วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design ผลที่ได้นำไปวิเคราะห์โดยใช้ ANOVA และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของทรีตเมนต์ด้วย Duncan's new multiple range test

4.3 การศึกษาหาระดับความหวานสุดท้ายของน้ำเชื่อมที่เหมาะสม

4.3.1 เตรียมวัตถุดิบ ทำเช่นเดียวกับหัวข้อ 4.2.1

4.3.2เตรียมน้ำเชื่อมที่มีอัตราส่วนซูโครสต่อซอร์บิทอลที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดจากหัวข้อ 4.2 มาศึกษาระดับความหวานของน้ำเชื่อมเพื่อให้มีระดับความหวานสุดท้ายเท่ากับ 18 $^{\circ}$brix 22 $^{\circ}$brix และ 26 $^{\circ}$brix ตามลำดับ

4.3.3 ทำการบรรจุ ปิดฝา และฆ่าเชื้อตามขั้นตอนที่ได้กล่าวไปแล้ว เก็บไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ แล้วนำมาตรวจสอบคุณภาพเช่นเดียวกับหัวข้อ 4.2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดจากขั้นตอนที่ 4.3 มาทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยทำการตรวจวิเคราะห์ทุกๆ 2 สัปดาห์เป็นเวลา 2 เดือน ดังนี้

4.4.1 คุณภาพด้านกายภาพเช่นเดียวกับหัวข้อ 4.2.3.1

4.4.2 คุณภาพด้านเคมี

- pH
- Total solid (^{o}brix)
- Titrable acidity

4.4.3 คุณภาพด้านจุลินทรีย์(AOAC,1990)

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด
- ยีสต์ รา
- ปริมาณ Coliform bacteria

4.4.4 การทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสเช่นเดียวกับหัวข้อ 4.2.3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของสับปะรด

สับปะรดที่นำมาศึกษาเป็นสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียโดยทำการคัดเลือกผลที่มีขนาดและสีที่เหมาะสม คือมีสีเขียวอมเหลืองเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีเนื้อสัมผัสที่ดีไม่เละหรือยุ่ยเมื่อผ่านกระบวนการผลิตและเก็บรักษา ลักษณะของตาสับปะรดห่างสม่ำเสมอ น้ำหนักทั้งผลอยู่ระหว่าง 1,600 - 1,800 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 12-14 เซนติเมตร ขนาดของสับปะรดที่เหมาะสมจะทำให้ได้ชิ้นสับปะรดที่มีคุณภาพ ไม่เป็นสับปะรดเนื้อแกนคือมีส่วนของแกนสับปะรดมากในกรณีที่ผลมีขนาดใหญ่ และไม่มีเปลือกหรือตาติดมากับเนื้อสับปะรดในกรณีที่ผลมีขนาดเล็ก สับปะรดอยู่ในสภาพดีไม่มีตำหนิ และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้ผลดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของสับปะรด

คุณลักษณะทางเคมี	
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	3.49-3.62
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ($^{\circ}$brix)	12.80-13.10
ความชื้น (ร้อยละ)	85.98-86.88
ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก (ร้อยละ)	4.30-7.30
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร)	29.61-34.22

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสับปะรด พบว่า ความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย 3.49 –3.62 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าประมาณ 12.80 –13.10 $^{\circ}$brix สับปะรดมีความชื้นร้อยละ 85.98 – 86.88 ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริกร้อยละ 4.30-7.30 และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์คิดเป็น 29.61-34.22 มิลลิกรัม/ลิตร เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของสับปะรดจะมีผลในการเตรียมความหวานของน้ำเชื่อมและการควบคุมคุณภาพ กล่าวคือ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอในทุกๆ ขั้นตอนของการศึกษา เช่น เกิดการเปลี่ยนสีของอาหารกระป๋องที่เกิดจากน้ำตาลรีดิวซ์ ได้แก่ ปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เรียกว่า sugar - acid complex เป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากการสลายตัวของน้ำตาลในสภาวะที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลในสภาวะที่มีกรด ทำให้เกิดสารพวก furfuraldehyde ซึ่งสารเหล่านี้จะรวมตัวกันเอง (polymerization) หรือรวมกับสารประกอบไนโตรเจนเกิดเป็นสารประกอบสีน้ำตาลขึ้น (Meyor,1961)

2. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารให้ความหวานซอร์บิทอลทดแทนซูโครสในการเตรียมน้ำเชื่อมเพื่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์สับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋อง

ได้ทำการทดลองทดแทนซูโครสในส่วนผสมของน้ำเชื่อมด้วยซอร์บิทอลโดยแปรผันอัตราส่วนของซูโครสและซอร์บิทอลเป็น 100:0 70:30 50:50 30:70 และ 0:100 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์สับปะรดบรรจุกระป๋อง ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 คุณภาพทางด้านกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์สับปะรดที่มีการทดแทนซูโครสด้วยซอร์บิทอล

ลักษณะทางด้านกายภาพและทางเคมี	อัตราส่วนของซูโครส : สารละลายซอร์บิทอล				
	100:0	70:30	50:50	30:70	0:100
น้ำหนักสุทธิ:Net weight (กรัม)	565	560	565	560	565
น้ำหนักเนื้อสับปะรด:Drain weight (กรัม)	340	340	340	340	340
น้ำหนักอาหารในกระป๋องทั้งหมด :Gross weight (กรัม)	625	620	625	620	625
ค่าช่องว่างเหนืออาหาร:Head space (มิลลิเมตร)	14	14	14	14	14
ค่าความดันสุญญากาศ:Vacuum (นิ้วปรอท)	6	6	6	6	6
ค่าสี					
L^{*} [2]	50.79^{b} [1]	52.69^{ab}	55.21^{ab}	55.81^{a}	52.69^{ab}
a^{*}	-3.52^{b}	-3.71^{b}	-3.61^{b}	-3.41^{a}	-3.39^{a}
b^{*}	15.08^{a}	13.75^{a}	17.3^{a}	13.78^{a}	16.08^{a}
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (cut out pH)	3.42	3.43	3.52	3.54	3.64
ระดับความหวานสุดท้าย (cut-out brix)	18	18	18	18	18
ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก (ร้อยละ)	3.07	3.14	3.01	3.14	2.94
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์(มิลลิกรัม/ลิตร)	81.31	72.54	36.23	28.36	13.85

[1] ^{ab} เป็นตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

[2] L^{*} = ความสว่าง (0 = สีดำ, 100 = สีขาว)

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการผลิตสับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋อง กระป๋องที่ใช้เป็นกระป๋องเคลือบดีบุกซึ่งเหมาะสมกับผลไม้ที่มีสีเขียวหรือสีอ่อน เช่น สับปะรด เงาะ ลิ้นจี่ ลำไย (วารุณี, 2536) การละลายของดีบุกในผลิตภัณฑ์อาหารจะฟอกสีของอาหารและจะทำให้รสชาติของอาหารเปลี่ยนแปลงด้วย ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะทำให้รสชาติของอาหารดีขึ้น (สมชาย, 2529) ขนาดของกระป๋องที่ใช้เป็นขนาด 307 x 409 ซึ่งเป็นขนาดกระป๋องที่ใช้กับผลิตภัณฑ์ผักผลไม้โดยทั่วไป

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของสับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋อง พบว่า ผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักสุทธิ (Net weight) อยู่ในช่วง 560-565 กรัม น้ำหนักเนื้อสับปะรด (Drain weight) ประมาณ 340 กรัม น้ำหนักอาหารในกระป๋องทั้งหมด (Gross weight) อยู่ในช่วง 620-625 กรัม เป็นไปตามมาตรฐานของสับปะรดบรรจุกระป๋องชนิดแว่นคือ น้ำหนักเนื้อสับปะรดที่บรรจุในกระป๋องต้องมีไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของน้ำหนักสุทธิ (AOAC,1980) ค่าความดันสุญญากาศ (Vacuum) 6 นิ้วปรอท ค่าช่องว่างเหนืออาหาร (Head space) เท่ากับ 14 มิลลิเมตร ซึ่งอยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ในอาหารกระป๋อง สีและลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์จะมีสีเหลืองอ่อน เนื้อไม่แข็ และ น้ำเชื่อมใสมีสีเหลืองอ่อนของสับปะรด กลิ่นรสมีรสเปรี้ยวอมหวาน

รูปที่ 10 ผลิตภัณฑ์สับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋องที่ทดแทนซูโครสด้วยซอร์บิทอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนคุณภาพทางเคมี พบว่าเมื่อสารละลายซอร์บิทอลทดแทนซูโครสในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นตามลำดับมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้นจาก3.42 – 3.64 ในขณะที่ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริกลดลงทั้งนี้เนื่องมาจากสารละลายซอร์บิทอลมีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 6.78 จึงมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าความเป็นกรดด่างเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของซอร์บิทอลที่เพิ่มขึ้นตามลำดับส่วนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีแนวโน้มลดลงเมื่อทดแทนซูโครสด้วยอัตราส่วนซอร์บิทอลที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการลดลงของซูโครสทำให้การแตกตัวของซูโครสเนื่องจากความร้อนในการแปรรูปเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ลดลง สำหรับคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสได้ผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของการแปรผันอัตราส่วนของน้ำตาลซูโครสต่อซอร์บิทอลในการผลิตสับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋อง

การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	อัตราส่วนของซูโครส : ซอร์บิทอล				
	100:0	70:30	50:50	30:70	0:100
ความหวาน	3.37$^{a(1)}$	3.00^{b}	2.97^{b}	3.67^{a}	3.07^{b}
ความเปรี้ยว	3.33^{a}	3.20^{a}	3.10^{a}	3.43^{a}	3.23^{a}
เนื้อสัมผัส	3.13^{b}	3.30^{ab}	3.27^{ab}	3.73^{a}	3.27^{ab}
การยอมรับโดยรวม	3.13^{a}	3.17^{a}	3.13^{a}	3.67^{a}	3.20^{a}

(1) ^{ab} เป็นตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋อง เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของความหวานที่อัตราส่วนซูโครสต่อซอร์บิทอล 30 : 70 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยของการยอมรับมากที่สุดคือ 3.67 และมีคะแนนการยอมรับทางด้านความหวาน ความเปรี้ยวไม่แตกต่างกับอัตราส่วน 100:0 ส่วนคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสพบว่าที่อัตราส่วนซูโครสต่อซอร์บิทอล 30 : 70 มีคะแนนสูงสุดคือ 3.73 อาจมีสาเหตุมาจากรสชาติที่ผู้ทดสอบยอมรับจึงมีทัศนคติที่ดีต่อเนื้อสัมผัสตามไปด้วย ทางด้านความเปรี้ยวพบว่า การเพิ่มอัตราส่วนของซอร์บิทอลทดแทนซูโครสไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)แต่เมื่อพิจารณาการยอมรับโดยรวมพบว่าทุกทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ที่อัตราส่วนของน้ำตาลซูโครสต่อซอร์บิทอล 30:70 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด คือ 3.67 เพราะว่าผู้ชิมชื่นชอบรสชาติความหวาน ความเปรี้ยวที่พอเหมาะ ดังนั้นจากการใช้คะแนนความชอบโดยรวมเป็นเกณฑ์ตัดสินจึงได้เลือกอัตราส่วนน้ำตาลซูโครสต่อซอร์บิทอล 30 : 70 มาทำการศึกษาระดับความหวานที่เหมาะสมเป็นขั้นตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 การศึกษาระดับความหวานสุดท้าย (cut-out brix)ของน้ำเชื่อมที่เหมาะสมในการผลิตสับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋อง

เมื่อเลือกอัตราส่วนการทดแทนซูโครสต่อสารละลายซอร์บิทอลที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดคือ 30 : 70 แล้วจึงนำมาทำการแปรผันความเข้มข้นของน้ำเชื่อมโดยเตรียมน้ำเชื่อมเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีระดับความหวานสุดท้ายเป็น 18 22 และ 26 องศาบริกซ์ตามลำดับ แล้วนำมาตรวจสอบคุณภาพ.างด้านกายภาพ, เคมีและการยอมรับทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังตารางที่ 9 และตารางที่ 10

ตารางที่ 9 คุณภาพทางด้านกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์สับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋องที่แปรผันระดับความหวานสุดท้าย

คุณภาพทางด้านกายภาพและทางเคมี	ระดับความหวานสุดท้าย(cut-out brix)		
	18°brix	22°brix	26°brix
น้ำหนักสุทธิ :Net weight (กรัม)	565	565	565
น้ำหนักเนื้อสับปะรด:Drain weight (กรัม)	340	340	340
น้ำหนักอาหารในกระป๋องทั้งหมด :Gross weight (กรัม)	625	625	625
ค่าช่องว่างเหนืออาหาร:Head space (มิลลิเมตร)	14	14	14
ค่าความดันสุญญากาศ:Vacuum (นิ้วปรอท)	7	7	7
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (cut out pH)	2.78	2.82	2.74
ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก (ร้อยละ)	3.20	3.26	3.20

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของสับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋องที่อัตราส่วนซูโครสต่อซอร์บิทอล 30:70 และมีระดับความหวาน 18 22 และ 26 องศาบริกซ์ พบว่า น้ำหนักสุทธิ (Net weight) ของผลิตภัณฑ์มีค่า 565 กรัม น้ำหนักเนื้อสับปะรด (Drain weight) มีค่า 340 กรัม น้ำหนักอาหารในกระป๋องทั้งหมด (Gross weight) มีค่า 625 กรัม ค่าช่องว่างเหนืออาหาร (Head space) ที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 14 มิลลิเมตรและความดันสุญญากาศ (Vacuum) เท่ากับ 7 นิ้วปรอท

ส่วนคุณภาพทางเคมีพบว่า ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 2.74 – 2.82 ส่วนปริมาณกรดในรูปกรดซิตริกอยู่ในช่วง 3.20 – 3.26 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์สับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋องที่มีความหวาน 18 22 และ 26 องศาบริกซ์ จะเห็นได้ว่าคะแนนทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านความหวานไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่ระดับความหวาน 18 องศาบริกซ์ มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านความหวานน้อยที่สุดทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้ทดสอบให้ความคิดเห็นว่าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับความหวานนี้หวานน้อยเกินไป ส่วนที่ระดับความหวาน 22 และ 26 องศาบริกซ์ จะให้รสชาติที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากกว่า และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางความเปรี้ยวพบว่าที่ระดับความหวาน 18 และ 22 องศาบริกซ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่ระดับความหวาน 26 องศาบริกซ์ มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด เนื่องจาก ผู้ทดสอบให้ความเห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความเปรี้ยวน้อยเกินไปเมื่อใช้ร่วมกับระดับความหวานดังกล่าว และคะแนนในด้านเนื้อสัมผัสของสับปะรดพบว่าการเพิ่มระดับความหวานไม่มีความแตกต่างของการยอมรับของผู้บริโภคต่อเนื้อสัมผัสของสับปะรด

ส่วนด้านการยอมรับโดยรวมพบว่า ที่ระดับความหวาน 22 และ 26 องศาบริกซ์ มีคะแนนเฉลี่ยของการยอมรับเท่ากัน คือ 3.87 แต่เมื่อพิจารณาคุณภาพในด้านอื่นๆร่วมด้วยเช่น ความหวาน ความเปรี้ยวและต้นทุนการผลิตจึงได้เลือกระดับความหวานที่ 22 องศาบริกซ์มาทำการศึกษาขั้นต่อไป เนื่องจากเป็นระดับความหวานที่ทำให้รสชาติของสับปะรดบรรจุกระป๋องมีทั้งความหวานและความเปรี้ยวที่สอดคล้องกัน กล่าวคือมีรสชาติที่พอเหมาะ ไม่หวานหรือเปรี้ยวจนเกินไป ทั้งนี้ผู้ทดสอบจะมีความรู้สึกว่าที่ระดับความหวาน 18 องศาบริกซ์จะมีความหวานน้อยเกินไป และที่ระดับความหวาน 26 องศาบริกซ์จะมีความเปรี้ยวน้อยเกินไป

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบการยอมรับของการแปรผันระดับความหวานในการผลิตสับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋อง

การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระดับความหวานสุดท้าย		
	18° brix	22°brix	26°brix
ความหวาน	2.57[b] [(1)]	3.40[a]	3.73[a]
ความเปรี้ยว	3.77[a]	3.60[a b]	3.33[b]
เนื้อสัมผัส	3.60[a]	3.73[a]	3.60[a]
การยอมรับโดยรวม	2.93[b]	3.87[a]	3.87[a]

[(1)]a,b เป็นตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์สับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋อง

ได้ทำการผลิตสับปะรดบรรจุกระป๋องที่ทดแทนซูโครสด้วยซอร์บิทอล โดยมีอัตราส่วนซูโครสต่อซอร์บิทอลเป็น 30:70 และมีระดับความหวานสุดท้ายเป็น 22 องศาบริกซ์ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ , เคมีและการยอมรับทางประสาทสัมผัสทุกๆ 2 สัปดาห์เป็นเวลา 2 เดือนได้ผลดังตารางที่ 11 และตารางที่ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ลักษณะทางด้านกายภาพและทางเคมีของสับปะรดบรรจุกระป๋องที่เก็บไว้เป็นระยะเวลาต่างๆ

ลักษณะทางด้านกายภาพ และทางเคมี	ระยะเวลาที่เก็บรักษา (สัปดาห์)			
	2	4	6	8
น้ำหนักสุทธิ :Net weight (กรัม)	565	565	565	565
น้ำหนักเนื้อสับปะรด:Drain weight (กรัม)	340	340	340	340
น้ำหนักอาหารในกระป๋องทั้งหมด :Gross weight (กรัม)	625	625	625	625
ค่าช่องว่างเหนืออาหาร:Head space (มิลลิเมตร)	14	14	14	14
ค่าความดันสุญญากาศ:Vacuum (นิ้วปรอท)	7	7	7	7
ค่าสี				
L^{*} (2)	51.19 ^{b} (1)	51.87 ^{b}	53.87 ^{ab}	55.44 ^{a}
a^{*}	-3.91 ^{b}	-3.65 ^{a}	-3.56 ^{a}	-3.52 ^{a}
b^{*}	15.34 ^{b}	15.84 ^{b}	18.83 ^{a}	18.81 ^{a}
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (cut out pH)	3.50	3.58	3.61	3.7
ระดับความหวานสุดท้าย ($^{\circ}$brix)	22	22	20	19
ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก (ร้อยละ)	3.01	2.69	2.59	2.56
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	-	-	-	-
ยีสต์ รา	-	-	-	-
coliform bacteria	-	-	-	-

(1) ^{ab} เป็นตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

(2) L^{*} = ความสว่าง (0 = สีดำ, 100 = สีขาว)

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

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

ผลการทดสอบทางด้านกายภาพและทางด้านเคมีของผลิตภัณฑ์สับปะรดบรรจุกระป๋องพบว่า น้ำหนักสุทธิ (Net weight) ของผลิตภัณฑ์มีค่า 565 กรัม น้ำหนักเนื้อสับปะรด (Drain weight) มีค่า 340 กรัม น้ำหนักอาหารในกระป๋องทั้งหมด(Gross weight) มีค่า 625 กรัม ค่าช่องว่างเหนืออาหาร (Head space) ที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 14 มิลลิเมตร ค่าความดันสุญญากาศ (Vacuum) 7 นิ้วปรอทซึ่งคุณภาพทางด้านกายภาพยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนลักษณะทางเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (cut out pH) อยู่ในช่วง 2.84-3.14 ซึ่งมีแนวโน้มที่สูงขึ้นเนื่องจากเกิดสมดุลระหว่างเนื้อสับปะรดกับน้ำเชื่อมที่บรรจุในกระป๋อง ส่วนปริมาณกรดในรูปกรดซิตริกอยู่ในช่วง 2.56 – 3.01 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีแนวโน้มลดลงซึ่งสอดคล้องกับค่าความเป็นกรด-ด่างที่เพิ่มขึ้น ส่วนระดับความหวานมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้นส่วนการทดสอบทางด้านจุลินทรีย์โดยทำการศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา และcoliform bacteria ตรวจไม่พบการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรดสูง (High acid food) มีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 2.84-3.14 และขั้นตอนการแปรรูปใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จึงสามารถยับยั้งการปนเปื้อนของจุลินทรีย์

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สับปะรดบรรจุกระป๋องที่เก็บที่ระยะเวลาต่างๆ พบว่า คุณภาพทางด้านสีของเนื้อสับปะรดมีระยะเวลาเก็บ 2 4 และ 6 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกับสัปดาห์ที่ 8 ในด้านรสชาติและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บ 2 และ 4 สัปดาห์จะมีคะแนนการยอมรับแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากสัปดาห์ที่ 6 และ 8 โดยมีคะแนนเฉลี่ยลดลงตามระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้นซึ่งระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยของเนื้อสับปะรดทำให้มีความนิ่มมากขึ้นเนื่องมาจากการสลายตัวหรืออ่อนตัวของผนังเซลล์และการสูญเสียน้ำออกไปจากเนื้อสับปะรด (จริงแท้,2541) ส่วนทางด้านการยอมรับโดยรวมพบว่าเมื่อระยะเวลาผ่านไปคะแนนเฉลี่ยมีค่าลดลงโดยที่ระยะเวลาการเก็บ 8 สัปดาห์มีคะแนนการยอมรับโดยรวมต่ำที่สุด

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์สับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋องที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระยะเวลาที่เก็บรักษา (สัปดาห์)			
	2	4	6	8
สีของเนื้อสับปะรด	$4.43^{a(1)}$	4.37^{a}	3.80^{ab}	3.53^{b}
รสชาติของเนื้อสับปะรด	4.30^{a}	4.17^{a}	3.63^{b}	3.60^{b}
เนื้อสัมผัสของสับปะรด	4.53^{a}	4.44^{a}	3.77^{b}	3.82^{b}
การยอมรับโดยรวม	4.17^{a}	4.07^{a}	3.99^{a}	3.77^{b}

$^{(1)a,b}$ เป็นตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการทดลอง

การทดแทนซูโครสด้วยสารละลายซอร์บิทอลเพื่อลดปริมาณน้ำตาลในผลิตภัณฑ์สับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋องมีผลทำให้คุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสเปลี่ยนแปลงไป และพบว่าที่อัตราส่วนซูโครสต่อซอร์บิทอล 30:70 ได้รับการยอมรับมากที่สุดและเมื่อศึกษาระดับความหวานสุดท้ายที่เหมาะสมพบว่าที่ระดับความหวาน 22 องศาบริกซ์ เป็นระดับความหวานที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สำหรับคุณภาพของผลิตภัณฑ์สับปะรดบรรจุกระป๋องที่อัตราส่วนซูโครสต่อซอร์บิทอล 30:70 และมีระดับความหวานสุดท้าย22 องศาบริกซ์ โดยเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือนพบว่าจากการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มรวมทั้งยีสต์ รา ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

2. ข้อเสนอแนะ

2.1 สับปะรดที่นำมาใช้ในการผลิตควรมาจากแหล่งเดียวกันตลอด เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีสม่ำเสมอ

2.2 ควรมีการพัฒนาและปรับปรุงกรรมวิธีการไล่อากาศให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นเพื่อป้องกันปัญหาการกัดกร่อนของโลหะ

2.3 ควรมีการศึกษาขั้นตอนการผลิตให้มีความกระชับมากขึ้นเพื่อเป็นการประหยัดเวลาที่ใช้ในกระบวนการและทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กนกมณฑล ศรศรีวิชัย.2526. การเก็บรักษาผลผลิตการเกษตรหลังเก็บเกี่ยว: เทคโนโลยีและสรีระวิทยา.ภาควิชาชีววิทยา.มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.166 น.

กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2542. สารให้ความหวาน. พิมพ์ครั้งที่1. จาร์พาเท็ดเซ็นเตอร์,กรุงเทพฯ.118 น.

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. 2539. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร.สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.504 น.

จริงแท้ ศิริพาณิชย์. 2541. สรีระและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผลไม้.พิมพ์ครั้งที่2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตร.396น.

จารุพันธ์ ทองแถม.2526. สับปะรดและอุตสาหกรรมสับปะรดในประเทศไทย. ภาควิชาพืชสวนคณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 158 น.

ธงชัย เนมขุนทด. 2530. การปลูกสับปะรด การเก็บผลผลิต. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน. เรืองแสงการพิมพ์. 72 น.

นรินทร์ เรืองพานิช. 2541. ผลของกลูโคสต่อการผลิตไซลิทอลจากไซโลสภายใต้สภาวะจำกัดออกซิเจน. เทคนิควิจัย ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 70หน้า.

ปรีชา หมายพึ่ง. 2535. การแปรรูปสับปะรด, หนังสือความรู้ " การปลูกสับปะรด " เนื่องในโอกาสนิทรรศการสับปะรดไทย ครั้งที่6. บริษัทสับปะรดไทยจำกัด. 61น.

พัฒน์ สุจำนงค์. 2537. กฎหมายควบคุมอาหารและมาตรฐานอาหาร. มาตรฐานอาหารชนิดต่างๆ. พิมพ์ครั้งที่3.สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. 287 น.

วารุณี วารัญญานนท์. 2536. สาระน่ารู้เกี่ยวกับอาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ:ภาชนะโลหะสำหรับบรรจุอาหาร.อาหาร.23(4):284-290

สมชาย จิตติประกอบ .2529. "กรรมวิธีการผลิตและคุณสมบัติของกระป๋องบรรจุอาหาร" . ภาชนะโลหะเพื่อการบรรจุภัณฑ์. ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย.11-12

ศิวาพร ศิวเวชช.2535.วัตถุที่เจือปนในผลิตภัณฑ์อาหาร.โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมการฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ.ม.เกษตร.วิทยาเขตกำแพงแสน,นครปฐม. 328 น.

อดีตคณะอนุกรรมการสาขาโภชนาการศาสตร์ .2517 .ตำราโภชนาการ.โรงพิมพ์คุรุสภา.248 น.

Anon. 1979. Sugar and nutritive sweeteners in processed food. Food Technol.33(5): 101-105 p.

AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. The Association of Official Analytical Chemists. Washing D.C. 1298p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bäer,A. 1991. Sugar alcohols in the diabetic diet. in: sugars and sweeteners. AVI Book. New York:331 p.

Billiaux, M. S., Flourie, B., Jacquemin, C. and Messing, B. 1991. Sugar alcohols. In: Handbook of sweeteners. Glasgow. England. 302 p.

Meyor, L.H. 1961. Food Chemistry. Reinhold Publishing Corporation, New York., 358 p.

Rosetta, L. 1986. Sweeteners: Nutritive and non-nutritive. J. Food Technol, 50(1): 74-75 p.

Shirley,V.and Margy W.1994.Food preservation and Safety:principle and practise.Iowa state University.565 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีการตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ

การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องจะต้องมีการตรวจสอบเพื่อให้สามารถทราบได้ว่าอาหารกระป๋องมีคุณภาพเป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่ จะมีการตรวจสอบด้าน Gross weight Net weight Drain weight Vacuum Head space

วิธีการตรวจวัดต่างๆ สามารถทำได้ดังนี้

1. Gross weight (Total weight) หมายถึงน้ำหนักรวมของกระป๋อง ของเหลวและชิ้นอาหารที่มีอยู่ในกระป๋องนั้นทั้งหมด
2. Net weight หมายถึงน้ำหนักรวมของของเหลวและชิ้นอาหารที่มีอยู่ในภาชนะบรรจุนั้นทั้งหมด วิธีการตรวจสอบทำโดย เทอาหารที่อยู่ในภาชนะทั้งหมดออก ล้างภาชนะนั้นให้สะอาด นำไปอบแห้ง แล้วจึงชั่งน้ำหนักของกระป๋องนั้น (A กรัม) ดังนั้น

   Net weight = Gross weight - A
3. Drain weight หมายถึง น้ำหนักชิ้นอาหารทั้งหมดที่มีในภาชนะบรรจุนั้น ๆ วิธีการตรวจสอบทำได้โดยเทอาหารในกระป๋องลงบนกระชอนที่วางในลักษณะลาดเอียงเพื่อให้ของเหลวไหลออกได้ง่าย ปล่อยให้สะเด็ดน้ำนานประมาณ 5 นาที แล้วจึงนำชิ้นอาหารทั้งหมดมาชั่งน้ำหนัก วิธีระบุค่า Drain weight สามารถระบุโดยตรง (กรัม)หรือระบุเป็นค่าร้อยละของ Net weight
4. Vacuum ใช้ Vacuum gague เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบ โดยใช้ Vacuum gague เจาะบริเวณกึ่งกลางของฝากระป๋องด้านบน อย่ากดแรงมากนัก เพราะจะทำให้เนื้อที่ของ Head space เปลี่ยนแปลง อ่านค่า Vacuum /Pressureที่ได้เป็นหน่วย “inches of harcury (in. of Hg.)” อาหารกระป๋องที่ดีควรมีค่า Vacuum อยู่ระหว่าง 10-20 นิ้วปรอท
5. Head spaceระบุเป็น 2 ค่า คือ Gross Head spaceและ Net Head spaceซึ่งวัดค่าโดยการใช้ Head space gague หรือ Micrometer วัดระยะห่างจากส่วนบนสุดของ Double seam ไปจนถึงผิวบนของของเหลวในกระป๋องวัดค่าละเอียดถึง 1/32 นิ้ว ซึ่งค่านี้เป็นค่าของ Gross Head space และนำค่าที่ได้มาคำนวณค่า Net Head space ดังนี้คือ

   Net Head space = Gross Head space –1/32 inch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (AOAC.1990)

1. อบภาชนะโลหะ (Moisture can) ที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วนำออกมาทิ้งให้เย็นในเดสซิเคเตอร์ จนกระทั่งน้ำหนักคงที่
2. ชั่งตัวอย่างทั้งหมดมา 10 กรัม (ถ้าเป็นน้ำผลไม้จะต้องเขย่าให้ผสมกันเป็นเนื้อเดียวก่อน แต่ถ้าส่วนของเนื้อและน้ำผลไม้แยกส่วนกันควรปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจึงนำมาวิเคราะห์) ใส่ในภาชนะโลหะสำหรับหาความชื้นที่ผ่านการอบและทราบน้ำหนักแน่นอน
3. นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง นำออกมาปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นในเดสซิเคเตอร์ ประมาณ ½ ชั่วโมง ชั่งหาน้ำหนัก นำไปอบซ้ำจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ คำนวณหาร้อยละของความชื้นในผลไม้ตัวอย่าง

$$\% \text{ Moisture (wet basis)} = w/(w+D) \times 100$$

w = น้ำหนักที่หายไป

D = น้ำหนักตัวอย่างที่เหลือ

(D+W) = น้ำหนักตัวอย่างตั้งต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.
การวัดคุณภาพทางด้านเคมี

1.การวิเคราะห์หาปริมาณกรดในผัก ผลไม้และผลิตภัณฑ์ (Titrable Acidity) (AOAC.1990)

<u>การเตรียมตัวอย่าง</u>

ตัวอย่างที่จะนำมาวิเคราะห์ปริมาณกรดโดยวิธีการไตเตรทนั้นควรจะทำให้อยู่ในสภาพที่เป็นสารละลายก่อน ดังนั้นควรจะมีการเตรียมตัวอย่างต่อไปนี้

ก. น้ำผลไม้ ควรเขย่าส่วนผสมให้เข้ากัน และถ้ามีตะกอนควรจะกรองเอาตะกอนออกเสียก่อน

ข. ผลไม้สด ผลไม้แห้ง ผลไม้แช่อิ่ม แยมหรือมาร์มาเลด นำตัวอย่างมาปั่นหรือบดให้ละเอียดก่อน แล้วจึงชั่งให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน (W_1) จากนั้นเติมน้ำกลั่นพอประมาณแล้วนำไปต้มด้วยไฟอ่อนๆนาน 1 ชั่วโมง ในระหว่างที่ต้มคอยเติมน้ำให้มีปริมาตรคงที่ตลอดเวลา จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็น ถ้ามีกากมากเกินไปให้เอากากออก แล้วเทสารละลายตัวอย่างที่ได้จากการกรองใน volumetric flask เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรที่แน่นอน(W_2)

หมายเหตุ ในกรณีที่สารละลายมีสีเข้มจัด อาจมองเห็นจุดยุติไม่ค่อยชัดเจนให้เจือจางในน้ำกลั่นจนกระทั่งได้สารละลายที่มีสีอ่อนพอที่จะสังเกตจุดยุติ (end point) ได้ ทั้งนี้ต้องทราบปริมาณน้ำกลั่นที่เติมและน้ำหนักที่ใช้อย่างแท้จริง และน้ำกลั่นที่ใช้ในการเจือจางควรเป็นน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มให้เดือดและทิ้งให้เย็นแล้ว

สารเคมีที่ใช้

1. 0.1 N NaOH
2. 1% phenopthalein (อินดิเคเตอร์)

วิธีการ

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร (V) ใส่ในฟลาสค์ขนาด 125มิลลิลิตร
2. หยดฟีนอฟธาลีนลงไป 2-3 หยด นำไปไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 N จนถึงจุดยุติเมื่อสารละลาย ในฟลาสค์มีสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาตรของ 0.1 N NaOH ที่ใช้ในการไตเตรท ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยของด่างที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คำนวณหาร้อยละในกรดตัวอย่างอาหาร (สำหรับน้ำผลไม้ ถ้าเป็นน้ำส้มหรือหรือน้ำผลไม้อื่นๆ คำนวณเปรียบเทียบเป็นกรดซิตริค ยกเว้นน้ำแอปเปิ้ลคำนวณเปรียบเทียบเป็นกรดมาลิค และน้ำองุ่นคำนวณเปรียบเทียบเป็นกรดทาร์ทาลิค)

$$\% \text{ Tritrable acidity} = \frac{\text{Titre} \times 0.1\ W_2 \times \text{equivalent weight of reference acid} \times 100}{V \times W_1 \times 1000}$$

หมายเหตุ equivalent weight of reference acid

citric acid (anhydrous) = 64

citric acid (hydrous) = 70

2.การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ : Nelson Somogyi (นรินทร์, 2541)

การเตรียมสารละลาย

สารละลาย Copper reagent ประกอบด้วย

1. 10% $CuSO_4.5H_2O$ 100 มิลลิลิตร (10 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)
2. Phosphate-tartrate solution เตรียมโดยละลาย Na_2HPO_4 28 กรัม (หรือ $Na_2HPO_4.12H_2O$ 70.5495 กรัม) ในน้ำกลั่น 700 มิลลิลิตร เติม sodium potassium tartrate (Tetrahydrate) 40 กรัม ทำให้ละลาย แล้วเติม 1 N NaOH 100 มิลลิลิตร ตามด้วย Na_2SO_4 (Anhydrous) 120 กรัม เมื่อละลายดีแล้วปรับปริมาตรเป็น 900 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2 วัน ถ้ามีตะกอนให้กรองออกด้วยกระดาษ Whatman no.4
3. ผสมสารละลายในข้อ 1 (100 มิลลิลิตร) และข้อ 2 (900 มิลลิลิตร) เข้าด้วยกัน

Nelson's Arenomolybdate color reagent ประกอบด้วย

1. สารละลาย Ammonlummolybdate $[(NH4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O]$ 25 กรัม ในน้ำกลั่น 450 มิลลิลิตร เติมกรดกำมะถัน 21 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน
2. Disodium arenate ($Na_2HAsO_4.7H_2O$) 3 กรัม ในน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร
3. ผสมสารละลายในข้อ 1 และข้อ 2 เข้าด้วยกัน เก็บไว้ที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมงแล้วนำมาเก็บที่อุณหภูมิห้อง และควรเก็บในขวดสีชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1. เติมตัวอย่างที่ต้องการหาน้ำตาลรีดิวซ์ 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดแก้ว เติม 1 มิลลิลิตร Copper reagent แล้วต้มในน้ำเดือดนาน 15 นาที ควรใช้ลูกแก้ววางบนปากหลอดแก้วเพื่อลดการระเหยของน้ำ
2. ทำให้เย็นโดยแช่ในอ่างน้ำ เติม Arenomolybdate reagent 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 2 นาที จะเห็นเป็นสีเขียว หรือน้ำเงินเขียว ขึ้นกับปริมาณน้ำตาล
3. เติม 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 520 นาโนเมตร นำค่าที่วัดได้ไปเทียบกับกราฟมาตราฐานกลูโคส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

การตรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์

1. การตรวจวิเคราะห์ Colifrom โดยวิธี MPN

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 10 กรัม ใส่ในถุง stomacher เติม diluent 90 มิลลิลิตร ตีป่นด้วย stomacher แล้วทำ dilution 10^{-2} และ 10^{-3}

2. ปิเปต 1 มิลลิลิตรของตัวอย่างอาหารที่เจือจางที่ระดับ 1:10 1:100 และ 1:1000 ใส่ลงในหลอดแก้วที่มี Lauryl sulfate tryptose broth (มีหลอด durham คว่ำอยู่ภายใน) ระดับความเจือจางละ 3 หลอด

3. นำหลอดดังกล่าวไปบ่มเพาะเชื้อที่ตู้อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

4. หลังจากบ่มครบ 24 ชั่วโมง ให้อ่านผลของหลอดที่มีแก๊สเกิดขึ้นใน durham tube ถ้ายังไม่มีแก๊สเกิดขึ้นให้บ่มต่อจนครบ 48 ชั่วโมง จึงนำมาอ่านผลอีกครั้งหนึ่ง

5. ทดสอบconfirm ใส่ตัวอย่าง 1 loop จากหลอดที่มีแก๊สลงในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant green lactrose bile broth (BGLB)

6. บ่มเพาะเชื้อที่ 36-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วตรวจสอบหลอดที่มีแก๊สเกิดขึ้น

7. ประเมินค่า colifrom โดยเทียบจากตาราง MPN

วิธีตรวจนับราและยีสต์ในอาหาร

เนื่องจากยีสต์และราเป็นสาเหตุการเสียของอาหารอยู่เสมอ การตรวจนับจำนวนของยีสต์และราในอาหารจึงเป็นสิ่งจำเป็น การนับจำนวนของยีสต์จะคล้ายกับแบคทีเรีย แต่ว่าการนับจำนวนของราให้ผลไม่แน่นอนเพราะรามีโครงสร้างเป็นเส้นใย การแตกหักของเส้นใยราและการที่ชิ้นส่วนที่แตกหักทุกชิ้นส่วนต่างก็สามารถเจริญเป็นโคโลนีได้ทำให้จำนวนโคโลนีของเชื้อราในอาหารเลี้ยงเชื้ออาจมีมากหรือน้อยจึงแล้วแต่โอกาส แต่อย่างไรก็ตาม หากพบว่ามีเชื้อราในอาหารเลี้ยงเชื้อหลายชนิดย่อมแสดงว่าอาหารนั้นมีการปนเปื้อนกับราในสภาพแวดล้อมตามปกติทั่วไป แต่ถ้ามีการเจริญของราเพียงชนิดเดียวจำนวนมาก จะแสดงว่าน่าจะมีการเจริญของเชื้อรานั้นในอาหารมาก่อนแล้วจึงควรคำนึงถึงการสร้างสารพิษของเชื้อราออกมาในอาหารด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราและยีสต์สามารถเจริญได้ใน nitrient agar แต่ถ้าเทียบกับแบคทีเรียแล้วราและยีสต์จะเจริญได้ช้ากว่ามาก หากไม่ต้องการให้แบคทีเรียเจริญขึ้นมารบกวน ควรทำให้อาหารเลี้ยงเชื้อเป็นกรดหรือเติมสารปฏิชีวนะที่สามารถทำลายแบคทีเรียลงในอาหารด้วย

วัสดุและอุปกรณ์

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextose agar (PDA) ที่เตรียมและผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
2. น้ำกลั่นหรือฟอสเฟตบัฟเฟอร์ที่เตรียมและผ่านการฆ่าเชื้อแล้วสำหรับเจือจางตัวอย่างอาหาร
3. จานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
4. ปิเปต ขนาด 1 , 5 , 10 มิลลิลิตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
5. ตัวอย่างอาหาร
6. กรดทาร์ทาริกเข้มข้น 10 %
7. แล็คโตฟีนอล

วิธีปฏิบัติ

1. เจือจางตัวอย่างอาหาร 1 กรัม ในน้ำกลั่นหรือฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 99 มิลลิลิตร ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน นำ 1 มิลลิลิตร ไปเจือจางต่อในน้ำกลั่นหรือฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 9 มิลลิลิตร ทำต่อไปจนได้ความเจือจาง 10^{-5}

2. ดูดอาหารแต่ละความเจือจางๆ ละ 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ ทุกความเจือจาง ทำ 2 ซ้ำ

3. เติมกรดทาร์ทาริก 1.1 มิลลิลิตร ในPDA 100 มิลลิลิตร ที่หลอมเหลวและปล่อยให้มีอุณหภูมิลดลงจนถึง 45 องศาเซลเซียสแล้ว เพื่อให้อาหารเป็นกรดที่แบคทีเรียไม่สามารถเจริญได้

4. เทอาหารเลียงเชื้อในจานเพาะเชื้อทุกจานทันที เอียงจานไปมาให้อาหารเลี้ยงเชื้อกับตัวอย่างอาหารเข้ากันดีเป็นเนื้อเดียวกัน ปล่อยให้อาหารแข็ง

5. นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง นาน 2-5 วัน

6. นับจำนวนโคโลนีของราและยีสต์ที่เกิดขึ้นแล้วคำนวณเป็นจำนวนในอาหาร 1 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เขี่ยเชื้อราและยีสต์ใส่ในสไลด์หยดแล็กโตฟีนอลแล้วปิดสไลดีนำมาศึกษาลักษณะรูปร่าง โดยใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400x

วิธีตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหาร

วิธีการนับจุลินทรีย์บนอาหารวุ้นแข็ง (plate count) เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการตรวจแบคทีเรียในอาหารชนิดต่าง ๆ

วัสดุอุปกรณ์

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ nutrient agar (NA) ที่เตรียมและผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
2. น้ำกลั่นหรือฟอสเฟตบัฟเฟอร์ที่เตรียมและผ่านการฆ่าเชื้อแล้วสำหรับเจือจางตัวอย่างอาหาร
3. จานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
4. ปิเปต ขนาด 1 , 5 , 10 มิลลิลิตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
5. ตัวอย่างอาหาร

วิธีปฏิบัติ

1. เจือจางตัวอย่างอาหาร 1 กรัม ในน้ำกลั่นหรือฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 99 มิลลิลิตร ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน นำ 1 มิลลิลิตร ไปเจือจางต่อในน้ำกลั่นหรือฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 9 มิลลิลิตร ทำต่อไปจนได้ความเจือจาง 10^{-5}

2. ดูดอาหารแต่ละความเจือจางๆ ละ 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ ทุกความเจือจาง ทำ 2 ซ้ำ

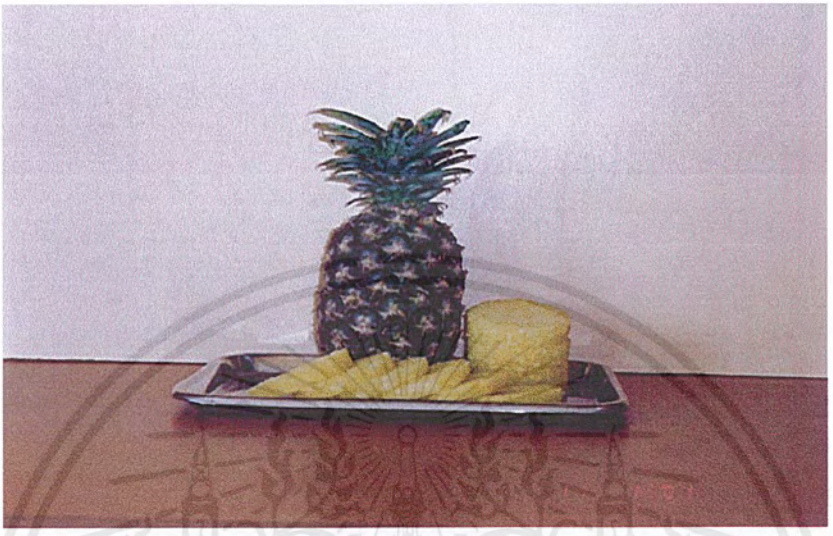
3. เทอาหารเลียงเชื้อในจานเพาะเชื้อทุกจานทันที เอียงจานไปมาให้อาหารเลี้ยงเชื้อกับตัวอย่างอาหารเข้ากันดีเป็นเนื้อเดียวกัน ปล่อยให้อาหารแข็ง

4. นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง นาน 2-5 วัน

5. นับจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นแล้วคำนวณเป็นจำนวนในอาหาร 1 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

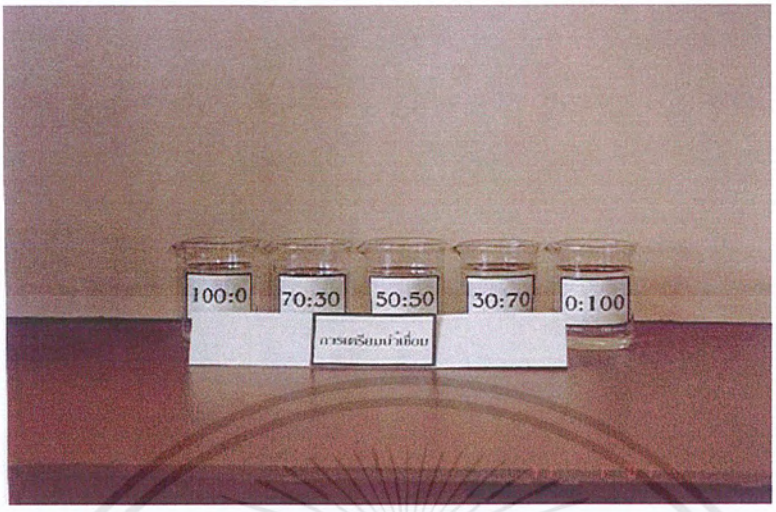
ภาคผนวก ง
รูปประกอบการผลิตสับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋อง



รูปที่ 1 วัตถุดิบตัวอย่างสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียที่ใช้ในการผลิตสับปะรดเต็มแว่นบรรจุกระป๋อง

รูปที่ 2 ซูโครสและสารละลายซอร์บิทอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 ขั้นตอนการเตรียมน้ำเชื่อมอัตราส่วนต่าง ๆ

รูปที่ 4 ขั้นตอนการปอกเปลือกและเจาะแกนสับปะรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5 ขั้นตอนการนึ่งฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์สับปะรดบรรจุกระป๋อง

รูปที่ 6 ขั้นตอนการปิดผนึกกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7 ผลิตภัณฑ์สับปะรดบรรจุกระป๋องที่ทดแทนซูโครสด้วยซอร์บิทอลในอัตราส่วนต่างๆ

รูปที่ 8 ผลิตภัณฑ์สับปะรดบรรจุกระป๋องที่ทดแทนซูโครสด้วยซอร์บิทอลที่อัตราส่วน 30:70ที่ระดับความหวาน 18 22 และ 26 องศาบริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

คุณสมบัติของสารละลายซอร์บิทอล

คุณสมบัติ	ผลการทดสอบ	ค่าจำเพาะ	วิธีการทดสอบ
ลักษณะปรากฏ	ไม่มีสี ไม่มีกลิ่นมี รสหวาน	ไม่มีสี ไม่มีกลิ่นมี รสหวาน	-
พีเอช(สารละลายร้อยละ 20)	6.72	5-7	glass electrode
ค่าความถ่วงจำเพาะที่ 25 °C	1.3003	1.290(ต่ำสุด)	densitymeter
ดัชนีหักเห ที่ 20 °C	1.4581	1.455-1.465	refractometer
ปริมาณน้ำ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	29.425	31.5%(สูงสุด)	calculated from Sp.Gr
ปริมาณซอร์บิทอล (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	67.81	62.0%(ต่ำสุด)	BP
น้ำตาลทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	7.180	6.0-10.0%	Polarimeter
น้ำตาลรีดิวซ์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	0.141	0.20%(สูงสุด)	Bertrand
ส่วนเหลือจากการเผา (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	≤0.10%	0.10%(สูงสุด)	USP
คลอไรด์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	≤0.005%	0.005%(สูงสุด)	USP
ซัลเฟต (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	≤0.01%	0.01%(สูงสุด)	USP
โลหะหนัก:ตะกั่ว (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	≤0.0005%	0.0005%(สูงสุด)	USP
นิเกิล (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	≤0.0001%	0.0001%(สูงสุด)	JSFA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้