สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตน้ำระกำกระป๋อง

ปพ.
ช ง2ส ก
2536

นางสาว นันทวรรณ เจียมเจริญ
นางสาว อุดมลักษณ์ ศิริกายน

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....

ง19538371

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2536

Technological Development of Rakam Canned Processing

Miss Nuntawun Chiamcharoen

Miss Udomlak Sirikayon

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the

Requirment for the Degree of Bachelor of Science

Department of Applied Biology

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

1993

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตน้ำระกำกระป๋อง
โดย	นางสาว นันทวรรณ เจียมเจริญ
	นางสาว อุดมลักษณ์ ศิริกายน
ภาควิชา	ชีววิทยาประยุกต์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. สุขใจ ชูจันทร์
	อาจารย์ วันชัย สุทธินุ่น
	อาจารย์ ดวงใจ โอชัยกุล

ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ลงชื่อ _____ หัวหน้าภาควิชาชีววิทยาประยุกต์

(อาจารย์ อุ่นเรือน ศิริวานิชกุล)

คณะกรรมการโครงงานพิเศษ

ลงชื่อ _____ ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. พรรณี ฐิตาภิชิต)

ลงชื่อ _____ กรรมการ

(อาจารย์ สุขใจ ชูจันทร์)

ลงชื่อ _____ กรรมการ

(อาจารย์ วันชัย สุทธินุ่น)

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อโครงงานพิเศษ การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตน้ำระกำกระป๋อง

โดย นางสาว นันทวรรณ เจียมเจริญ

นางสาว อุดมลักษณ์ ศิริกายน

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. สุขใจ ชูจันทร์

อาจารย์ วันชัย สุทธินุ่น

อาจารย์ ดวงใจ โอชัยกุล

ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาการผลิตน้ำระกำบรรจุกระป๋องพร้อมดื่ม และการตรวจวิเคราะห์คุณภาพอาหาร การทดลองนี้ใช้ระกำ (Zalacca wallichiana , Mart.) ที่มีรสเปรี้ยวซึ่งมีค่าปริมาณวิตามินซี (โดย HPLC) 0.351 มิลลิกรัม / 100 มิลลิลิตร ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) 12.8 องศาบริกซ์ และค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) 3.16 ได้ทำการทดสอบโดยวิธีทางประสาทสัมผัสแบบ Ranking test ใช้ผู้ทดสอบ 40 คน พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำระกำที่มีผู้ยอมรับมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % คือ ผลิตภัณฑ์น้ำระกำที่มีความหวาน 16 องศาบริกซ์ , ความเป็นกรด - ด่าง 2.6 , ความเป็นกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) ร้อยละ 0.2 และมีเนื้อระกำปั่นผสมอยู่ด้วย ร้อยละ 5 (น้ำหนักต่อปริมาตร)

จากนั้นจึงทำการบรรจุกระป๋องขนาด 202 × 508 ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 117 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำผลิตภัณฑ์มาศึกษาอายุการเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 90 วัน ทำการวิเคราะห์เป็นระยะดังนี้ 1 , 5 , 15 , 30 , 45 , 60 และ 90 วัน พบว่าความเป็นกรด - ด่าง , ความเป็นกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) , ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ไม่เปลี่ยนแปลง ปริมาณวิตามินซี (โดย HPLC) ลดลง ร้อยละ 34.48 ตรวจไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) รวมทั้งยีสต์และรา (PDA Count)

Special Project Title	Technological Development of Rakam Canned Processing
Name	Miss Nuntawun Chiamcharoen
	Miss Udomlak Sirikayon
Special Project Advisor	Asst. Prof. Sukjai Choojan
	Mr. Wanchai Suttinun
	Mrs. Duangjai Ochaikul
Department	Applied Biology
Academic Year	1993

ABSTRACT

This research involved studies on the technological development of Rakam Canned Processing and quality control investigation.

Rakam (Zalacca wallichiana , Mart.) , that used in this experiment are sour and contain vitamin C (by HPLC) 0.351 mg. / 100 ml. , total soluble solid (TSS.) is 12.8 ° Brix and pH 3.16

From the sensory evaluation of 40 panelists by ranking test. It is found that the Rakam juice that contain total soluble solid of 16 ° Brix , pH 2.6 , tritatable acidity 0.2 % citric acid , and has 5 % pulp (w./v.) is acceptable at 99 % confidencial significant.

The acceptable Rakam juice was filled in 202 × 508 can and sterilized at 117 ° C by retort. Then the products were stored for 90 days at room temperature in order to studies concerning shelf life. The time for determination is 1 , 5 , 15 , 30 , 45 , 60 and 90 days. And found that there's no change in pH , percent titratable acidity , total soluble solid and reducing sugar. But , vitamin C content was reduce by 34.48 %. No total plate count yeast and mold were deteced.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษเล่มนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความร่วมมือและความช่วยเหลือของ **ผศ. สุขใจ ชูจันทร์** อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้ความรู้และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ ตลอดจนช่วยตรวจทานและแก้ไขเอกสารฉบับนี้ ขอขอบพระคุณ **อาจารย์ วันชัย สุทธินุ่น** และ **อาจารย์ ดวงใจ โอชัยกุล** อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้คำแนะนำและตรวจแก้โครงงานพิเศษให้สมบรูณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้ง **อาจารย์ อรไท สุขเจริญ** และ **อาจารย์ บุญญสิทธิ์ วรจันทร์** ซึ่งให้ความรู้และคำแนะนำต่าง ๆ

ขอขอบคุณ**บริษัท ซิตี้ฟาร์ม แพคกิ้ง จำกัด** ที่ให้ความอนุเคราะห์วัตถุดิบและเครื่องจักร ที่สำคัญที่ใช้ในขบวนการผลิต และให้ความสะดวกในด้านต่าง ๆ

นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณเพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการทำการทดลอง ตลอดจนให้กำลังใจ ทำให้โครงงานพิเศษสำเร็จได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

2536

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย		ก
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ		ข
กิติกรรมประกาศ		ค
สารบัญตาราง		ง
สารบัญรูป		ฉ
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ทฤษฎีและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง	4
	ระกำ และ สละ	4
	ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	4
	องค์ประกอบของระกำเมื่อโตเต็มที่	5
	ประโยชน์ของระกำ	6
	คนไทยกับผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้	6
	คุณลักษณะของน้ำผลไม้	8
	มาตราฐานน้ำผลไม้ของ FAO./WHO. (Codex)	9
	ความต้องการคุณภาพและปริมาณของผลิตภัณฑ์ น้ำผลไม้ของโลก	10
	ปริมาณวิตามินและน้ำตาลในเครื่องดื่มประเภทน้ำผลไม้	16
	กรรมวิธีการผลิตน้ำผลไม้	17
	อาหารกระป๋อง	20
	ชนิดของภาชนะบรรจุ	20
	ขบวนการใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อ	25
	การบรรจุ	26
	การไล่อากาศ	27
	การทำให้กระป๋องมีอุณหภูมิลดลง	27

	การตรวจวัดคุณภาพของอาหาร	28
	น้ำอัดลม	29
	องค์ประกอบของน้ำอัดลม	29
	ประเภทของน้ำอัดลมที่ผลิตในเมืองไทย	30
	ทัศนะของผู้บริโภคกับน้ำอัดลม	30
	มาตราฐานน้ำอัดลม	31
	โทษของน้ำอัดลม	32
บทที่ 3	การดำเนินการวิจัย งานวิจัย	33
บทที่ 4	ผลการวิจัย และวิจารณ์	38
	4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพอาหารของผลระกำสด	38
	4.2 ผลการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์น้ำระกำบรรจุกระป๋องพร้อมดื่ม	39
	4.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น และรสของผลิตภัณฑ์น้ำระกำ	46
บทที่ 5	สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ	50
ภาคผนวก		
เอกสารอ้างอิง		

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ปริมาณการนำเข้าน้ำผลไม้ของประเทศญี่ปุ่น	12
2.2	ปริมาณการส่งออกน้ำสับปะรดเข้มข้นในตลาดโลก	12
2.3	ประเทศที่มีการค้าน้ำผลไม้ในตลาดโลก	13
2.4	ปริมาณการค้าน้ำผลไม้ในตลาดโลก	14
2.5	ทัศนคติที่ว่าน้ำดื่มประเภทใดสะอาดที่สุด	31
4.1	ปริมาณการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้	39
4.2	ความเป็นกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก)	40
4.3	ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH)	41
4.4	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดย Somogyi - Nelson Method	42
4.5	ปริมาณวิตามินซี โดยวิธี 2,6 Dichlorophenol - Indolphenol Visual Titration Method	43
4.6	ปริมาณวิตามินซี โดยHPLC	44
4.7	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยPlate Count Agar (PCA) และ Potato Dextrose Agar (PDA)	45
4.8	ผลการทดสอบความชอบในลักษณะต่าง ๆ ของน้ำระกำ	46
4.9	ผลการทดสอบความชอบลักษณะเนื้อในตัวอย่างน้ำระกำ	47
4.10	ผลการทดสอบความชอบในลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ที่ระดับความหวานต่าง ๆ กัน	48
ค.1	HPLC condition for vitamin C analysis	71

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
ค.1	กราฟมาตราฐาน Ascorbic acid ที่วิเคราะห์โดย HPLC	69
ค.2	แสดงผลการ inject สารตัวอย่างใน HPLC	70
ค.3	กราฟมาตราฐาน Ascorbic acid ที่วิเคราะห์โดยวิธีทางเคมี 2,6 Dichlorophenol - Indophenol Visual Titration Method	73
ค.3	กราฟมาตราฐานน้ำตาลรีดิวซ์ที่วิเคราะห์โดยวิธี Somogyi - Nelson Method	75
ง.1	แผนภูมิรูปภาพแสดงวัตถุประสงค์ในการดื่มน้ำระกำของผู้บริโภคทั้งหมดจากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน	76
ง.2	แผนภูมิรูปภาพแสดงวัตถุประสงค์ในการดื่มน้ำระกำของผู้บริโภคแยกตามเพศจากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน	77
ง.3	แผนภูมิรูปภาพแสดงความต้องการซื้อน้ำระกำของผู้บริโภคทั้งหมดจากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน	78
ง.4	แผนภูมิรูปภาพแสดงความต้องการซื้อน้ำระกำของผู้บริโภคแยกตามเพศจากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน	79
ง.5	แผนภูมิรูปภาพแสดงราคาที่ผู้บริโภคทั้งหมดยอมรับจากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน	80
ง.6	แผนภูมิรูปภาพแสดงราคาที่ผู้บริโภคที่แยกตามเพศยอมรับจากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน	81
ฉ.1	เครื่อง Spectrophometer	86
ฉ.2	เครื่อง HPLC Model LC - 6AD	87
ฉ.3	การหาปริมาณความชื้น	88
ฉ.4	การหาปริมาณเถ้า	89
ฉ.5	ผลระกำสด	90
ฉ.6	การชั่งระกำที่ปอกเปลือกแล้ว	91

ฉ.7	หม้อต้ม	92
ฉ.8	เครื่องบรรจุ	93
ฉ.9	เครื่องไล่อากาศ และปิดฝา	94
ฉ.10	Retoet ที่ใช้ในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์	95
ฉ.11	ผลิตภัณฑ์น้ำระกำบรรจุกระป๋องพร้อมดื่ม	96

บทที่ 1
บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันนี้ เครื่องดื่มประเภทน้ำอัดลมมีจำหน่ายอย่างแพร่หลายและได้รับความนิยมมากในการใช้เป็นเครื่องดื่มแก้กระหาย แต่น้ำอัดลมมีคุณค่าทางโภชนาการน้อยมาก และก่อให้เกิดโทษต่อร่างกายได้จึงได้มีการรณรงค์ให้ประชาชนหันมาบริโภคน้ำผลไม้แทนการบริโภคน้ำอัดลม โดยการนำผลไม้ที่มีปริมาณมากและราคาถูกมาทำการแปรรูปเป็นน้ำผลไม้พร้อมดื่ม ซึ่งเป็นการพยุงราคาสินค้าและลดปัญหาสินค้าล้นตลาด โดยน้ำผลไม้พร้อมดื่มนี้จะมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าน้ำอัดลมมาก ผลไม้ที่นำมาทำเป็นน้ำผลไม้พร้อมดื่มมีหลายชนิด เช่น ส้ม มะนาว ลำใย กระเจี๊ยบ เป็นต้น จากการสำรวจตลาดพบว่ายังไม่มีการผลิตน้ำระกำบรรจุกระป๋องพร้อมดื่มออกจำหน่ายในประเทศไทยมาก่อน ดังนั้น จึงควรจะมีการศึกษาและพัฒนาการผลิตน้ำระกำบรรจุกระป๋องพร้อมดื่ม

เหตุจูงใจในการทำโครงงานพิเศษ

1. ระกำเป็นผลไม้ที่มีเฉพาะฤดูกาล มีรสชาด , สี และกลิ่นดี ซึ่งน่าสนใจในการนำมาแปรรูปเป็นน้ำผลไม้บรรจุกระป๋องพร้อมดื่ม

2. การศึกษาการผลิตน้ำระกำบรรจุกระป๋องพร้อมดื่ม ยังไม่เคยมีผู้ใดทำการศึกษาและผลิตเป็นการค้ามาก่อน แต่มีการทำน้ำน้ำผลไม้บรรจุกระป๋องชนิดอื่น ๆ จึงเป็นที่น่าสนใจในการทำการศึกษา

วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ

1. เพื่อศึกษาเทคนิคการทำน้ำระกำบรรจุกระป๋องพร้อมดื่ม

2. เพื่อปรับปรุงเทคโนโลยีการแปรรูปน้ำระกำบรรจุกระป๋อง

ขั้นตอนในการดำเนินการ

การดำเนินการโครงงานพิเศษ แบ่งออกเป็นขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมน้ำผลไม้ (น้ำระกำ) จากผลระกำสดที่มีรสเปรี้ยวจัดและราคาถูกที่สุด

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์หาองค์ประกอบของผลระกำสด โดยวิธี Proximate analysis และการวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีโดยวิธี HPLC (High Performance Liquid Chromatography)

ขั้นที่ 3 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสม ในการเติมน้ำตาล

ขั้นที่ 4 การเตรียมน้ำระกำ เพื่อนำไปบรรจุกระป๋อง

ขั้นที่ 5 การบรรจุกระป๋อง และการฆ่าเชื้อ

ขั้นที่ 6 การศึกษาอายุการเก็บ โดยการนำน้ำระกำกระป๋องพร้อมดื่มมาวิเคราะห์คุณภาพทางอาหารและทางจุลชีววิทยา ภายหลังการเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลาต่าง ๆ

ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์ข้อมูล สรุป และจัดทำรายงาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการใช้เทคโนโลยีในการแปรรูป และการวิเคราะห์องค์ประกอบของผลิตผลทางการเกษตรต่อไปในอนาคต

2. เพื่อศึกษาการแปรรูปผลระกำเป็นน้ำระกำบรรจุกระป๋องพร้อมดื่ม

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ระกำ และ สละ

ระกำ หมายถึง ไม้ชนิดหนึ่งเป็นกอ ลำต้นมีหนามแข็งหน้าเบา และมีความหมาย ว่า "ความลำบาก" ดังนั้นชื่อ "ระกำ" จึงหมายถึง ไม้ที่ทางใบมีหนามเปลือกผลมีหนาม ซึ่งก่อให้เกิดความลำบากทั้งแก่ผู้ปลูก ผู้เก็บเกี่ยว และผู้ขาย

สละ หมายถึง ต้นไม้ชนิดหนึ่ง มีลักษณะเหมือนระกำ แต่ผลมีรสหวาน

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ระกำ เป็นพืชจำพวกปาล์ม (palm) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า " Zalacca wallichiana , Mart." จัดอยู่ใน order palmales และ family palmaceae มีลำต้นทอดยาวไปตามผิวดิน ยาว 2 - 3 เมตร ในต้นที่มีอายุ 50 ปีขึ้นไปจะขึ้นเป็นกอจนบางครั้งตามหาโคนไม่พบ มีรากแผ่กระจายรอบต้นแต่ไปมากที่ใกล้ยอด รากไม่หยั่งลึก แต่เดินไปตามผิวดินได้ไกลถึงกว่า 2 เมตร ลำต้นประกอบด้วยใบย่อย ๆ เรียงกันเป็นระยะ ๆ แบบ pinnate ใบย่อยมีลักษณะแบบ narrow - lanceolate มีหนามแข็งสีคล้ำงอกซ้อน ๆ ขึ้นไปราว ๆ 1 เมตร ผลมีลักษณะรูปไข่ มีก้านช่อดอกพุ่งยาวออกมาจนถึงพื้นดิน มีกาบหุ้ม เมื่อช่อดอกโตเต็มที่กาบหุ้มแตกออกมองเห็นก้านช่อดอกปกคลุมด้วยขนสีชมพู ช่อดอกมี 2 ชนิด ช่อดอกตัวผู้ และช่อดอกสมบูรณ์ ดังนั้น ในสวนระกำจึงต้องมีต้นตัวผู้ไว้ด้วยเสมอ มิฉะนั้นจะไม่ติดผล ดอกตัวผู้มีขนาดเล็กกว่าดอกสมบูรณ์ ไม่มีรังไข่ มีเกสรตัวผู้ 6 อัน ดอกสมบูรณ์มี outer bract 1 อัน หุ้มอยู่ชั้นนอก ถัดเข้าไปเป็น inner bract 3 อัน , outer perianth 3 อัน , inner perianth 3 อันเชื่อมติดกัน มีเกสรตัวผู้ 6 อันเชื่อมติดอยู่ด้วย รังไข่ปกคลุมไปด้วยขนมีไข่ 1 - 3 อัน รังไข่เมื่อเจริญเป็นผลระกำแล้ว ขนที่ปกคลุมอยู่จะกลายเป็นหนามแหลม เปราะ อยู่ที่ปลายเกล็ดของเปลือก

องค์ประกอบของระกำเมื่อโตเต็มที่

1.) ขนาดของผล

ความกว้างของผลระกำเฉลี่ยประมาณ 4.00 เซนติเมตร

ความยาวของผลระกำเฉลี่ยประมาณ 7.50 เซนติเมตร

2.) น้ำหนักผล

ประมาณ 36 - 39 กรัม / ผล

3.) สีของเปลือกผล

เมื่อระกำยังไม่โตเต็มที่ (10 - 20 สัปดาห์) เปลือกผลจะมีสีน้ำตาลเข้ม และจะอ่อนลงเรื่อย ๆ จนเป็นสีส้มเมื่อโตเต็มที่

4.) สีของเนื้อ

ระกำที่มีอายุพอเหมาะต่อการเก็บเกี่ยว จะมีสีเนื้อคล้ายสีดอกจำปี แต่อ่อนกว่าเล็กน้อย (สีเหลืองออกส้ม)

5.) สีเมล็ด

ในผลระกำอายุอ่อนกว่า 10 สัปดาห์ เมล็ดจะมีลักษณะเป็นวุ้นอยู่ยังไม่แข็งตัว เมื่ออายุมากขึ้นเมล็ดจะแข็งตัวขึ้นและมีสีขาว สีของเมล็ดจะเข้มขึ้นเรื่อย ๆ เป็นสีเหลืองออกเทา และเป็นสีน้ำตาลออกเทาเมื่อแก่จัด

6.) รสชาติ

เมื่อการทดสอบโดยการชิม ซึ่งกำหนดคุณสมบัติไว้ 3 อย่าง คือ ความฝาด ความเปรี้ยว และความหวาน ผลปรากฏว่า

ผลระกำอายุ 10 - 22 สัปดาห์ จะมีความฝาด และความเปรี้ยวสูง ไม่มีความหวานเลย

เมื่อเริ่มเข้าสัปดาห์ที่ 22 เป็นต้นไป ความฝาด และความเปรี้ยวลดลงอย่างชัดเจน ความหวานเริ่มสูงขึ้นเป็นลำดับ

รสชาดของผลระกำที่เป็นที่ยอมรับในหมู่ผู้บริโภค ควรมีอายุตั้งแต่ 28 สัปดาห์ขึ้นไป จนกระทั่งถึง 30 สัปดาห์

ประโยชน์ของระกำ

ในอดีต

- ทางใบเมื่อลิดหนามออก ใช้เป็นคันเบ็ดตกปลา ทำฝาเรือน หลังคาเกวียน
- ทางใบเมื่อลอกเปลือกออก ใช้ประกอบเป็นโครงสร้างชั่วคราวในงานพิธีต่าง ๆ เช่น งานศพ งานบวช ฯลฯ เมื่อตัดเป็นท่อนเล็ก ๆ ใช้เป็นทุ่นตกปลาและจุกขวด
- ผลสุกจัดรสหวาน และมีกลิ่นหอม
- ผลเปรี้ยวใช้ปรุงน้ำพริกกะปิ พริกกะเกลือ

ในปัจจุบัน

- ใช้รับประทานเป็นผลไม้สด
- ใช้ใบทำฝาเรือนสำหรับผู้ยากจน
- ใช้ประดับอาคาร
- สกัดเป็นน้ำมันระกำ โดยกลั่นจาก Gaultheria procumbens linn.

คนไทยกับผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้

ชาวตะวันตกนิยมบริโภคน้ำผลไม้เหมือนกับบริโภคน้ำนมสด เพื่อรับคุณค่าทางอาหารของนม และน้ำผลไม้เพื่อบำรุงสุขภาพ

คนไทยไม่คุ้นเคยกับน้ำผลไม้มากนัก เนื่องจากบ่อยครั้งมากที่พบว่าคนเข้าใจเครื่องดื่มที่มีสีส้ม หรือเครื่องดื่มที่ผลิตจากบริษัทที่ทำน้ำอัดลมเป็นน้ำส้มผลไม้แท้ เนื่องจากคนไม่คุ้นเคยกับน้ำส้มที่คั้นจากผลส้ม เพราะคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ที่ใส่สีเติมกลิ่น เติมรสในน้ำหวาน และใส่สารกันเสียเพื่อให้เก็บรักษาได้

ปัจจุบันนี้ ตลาดเครื่องดื่มมีผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผลไม้หลาย รูปแบบเกิดขึ้น เช่น เครื่องดื่มที่บรรจุในกล่องกระดาษที่เป็น aseptic packing และเครื่องดื่มที่บรรจุในกระป๋องอลูมิเนียม ส่วนใหญ่จะระบุในฉลากโดยใช้ชื่อว่าเป็น " น้ำผลไม้ " ซึ่งส่วนใหญ่มีส่วนผสมของน้ำผลไม้เพียงประมาณ 5 - 25 % นักวิชาการไม่จัดเป็นเครื่องดื่มประเภทที่เป็นน้ำผลไม้ เนื่องจากส่วนประกอบอื่นที่มีในเครื่องดื่มเป็นส่วนผสมของน้ำ สารเจือสี กลิ่น และรส ซึ่งมีสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายน้อยมาก

น้ำผลไม้แท้

สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารที่ผลิตโดยบริษัทอุตสาหกรรม ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีผู้นิยมบริโภคมาก และผลิตกันอย่างแพร่หลายนั้น ทางสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ก็จะพยายามรวบรวมหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้อง และผู้ประกอบการมาช่วยกันพิจารณาร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์สินค้านั้น ๆ เพื่อความก้าวหน้าของอุตสาหกรรม และเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค รวมทั้งให้ความคุ้มครองด้านความยุติธรรมแก่ผู้บริโภคด้วย

สำหรับน้ำผลไม้นั้น สมอ. ได้จัดร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้แล้ว ประมาณ 4 เรื่อง ได้แก่ น้ำผลไม้น้ำมะเขือเทศ น้ำผลไม้น้ำสับปะรด น้ำผลไม้น้ำส้ม น้ำผลไม้น้ำองุ่น สำหรับมาตรฐานน้ำผลไม้ที่ได้ร่างขึ้นทั้ง 4 ฉบับนี้ จะมีข้อความว่าได้ร่างโดยอ้างอิงเอกสารตามมาตรฐานของ FAO. / WHO. เป็นหลัก และเป็นไปตามความเหมาะสมของวัตถุดิบ คือผลไม้เฉพาะอย่าง ในมาตรฐานน้ำผลไม้ของไทยทั้ง 4 ฉบับนี้ ได้มีนิยามอยู่ในมาตรฐานน้ำผลไม้ทุกฉบับ มีข้อความว่า " น้ำผลไม้ หมายถึงของเหลวซึ่งสกัดจากผลไม้ในส่วนที่บริโภคได้โดยวิธีบีบ คั้น หรือกรรมวิธี เชิงกลอื่น ๆ โดยทั่วไป น้ำผลไม้ที่ได้จะขุ่นเพราะมีองค์ประกอบของเซลที่เป็นคอลลอยด์กระจายอยู่แตกต่างกันไป ตามลักษณะของเนื้อเยื่อผลไม้ นอกจากนี้อาจมี ส่วนที่เป็นน้ำมันหรือไขมัน เม็ดสี เนื้อ หรือเปลือก ของผลไม้ปะปนอยู่ด้วย น้ำผลไม้บางชนิดจะบริโภคในสภาพขุ่นตามธรรมชาติ บางชนิดนิยมบริโภคเมื่อผ่านกระบวนการทำให้ใสแล้ว

น้ำผลไม้อาจทำจากน้ำผลไม้ที่ทำให้เข้มข้นแล้วนำมาทำให้เจือจางภายหลังได้ โดยทั้งนี้ภาชนะบรรจุต้องผ่านกรรมวิธีการถนอมอาหารเสียก่อน

คุณลักษณะของน้ำผลไม้

ต้องมีสี กลิ่น และรสตามปกติธรรมชาติของผลไม้นั้น ไม่มีสารปนเปื้อน และวัตถุเจือปนอาหาร (เป็นวัตถุที่ตามปกติไม่ได้ใช้เป็นอาหาร เช่น สารกันเสีย) ยกเว้นตามความจำเป็นของกรรมวิธีการผลิต สารที่ใช้นั้นจะต้องมีกำหนดภายใต้มาตรฐานผลิตภัณฑ์นั้นจึงจะนำมาใช้ได้ และมีการกำหนดกรรมวิธีการผลิตว่าจะต้องเป็นไป ตาม good manufacturing practice

ได้กล่าวมาแล้วว่าทาง FAO. / WHO. (Codex) ได้จัดทำมาตรฐานน้ำผลไม้โดยคณะกรรมการวิชาการซึ่งมีความเชี่ยวชาญด้านน้ำผลไม้ เช่น มาตรฐานของน้ำส้ม , น้ำองุ่น , น้ำแอปเปิ้ล และน้ำมะเขือเทศ ซึ่งเป็นมาตรฐานเฉพาะเรื่องของน้ำผลไม้ เพื่อเป็นมาตรฐานที่ให้ความคุ้มครองต่อการซื้อขายน้ำผลไม้ระหว่างประเทศ นอกจากนี้ทางคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญยังได้ร่างมาตรฐานที่เกี่ยวกับน้ำผลไม้ที่สำคัญขึ้นอีก 4 ฉบับ ในมาตรฐานทั้ง 4 ฉบับนี้เป็นมาตรฐานของผลไม้ทั่วไป แต่ไม่ใช้ควบคุมสำหรับน้ำผลไม้ที่มีมาตรฐานเฉพาะเรื่องอยู่แล้ว เช่น

1. Draft general standard for fruit juice preserved exclusively by physical means not covered by individual standard.

2. Draft general standard for fruit juice nectars preserved exclusively by physical means not covered by individual standard.

3. Draft guidelines on mixed fruit nectars.

4. Draft guidelines on mixed fruit juices.

สำหรับการจัดทำมาตรฐานระดับนานาชาติของน้ำผลไม้ ได้นิยามและกำหนดคุณสมบัติของน้ำผลไม้ทั่วไปไว้ดังนี้ น้ำผลไม้ที่ได้จะต้องแปรรูปด้วยกรรมวิธีเชิงกล หรือได้จากน้ำผลไม้เข้มข้นนำมาเติมน้ำในปริมาณที่เหมาะสม ถนอมด้วยวิธีทางกายภาพ และผลิตเพื่อการบริโภคโดยตรงทำจากผลไม้ที่สุกและสด เป็นน้ำผลไม้ที่จะต้องมีคุณสมบัติทาง organoleptic properties และ ส่วนประกอบทางเคมี (chemical composition) ให้เหมือนกับที่มีอยู่ในผลไม้นั้น ๆ แต่จะมีลักษณะเป็นสีขุ่นหรือสีใสก็ได้ สามารถเติมน้ำตาลได้มากกว่าหนึ่งชนิดแต่ ไม่เกิน 100 กรัม / กิโลกรัม ถ้าผลไม้มีกรดสูงจะให้เติมน้ำตาลได้ไม่เกิน 200 กรัม / กิโลกรัม และสำหรับน้ำผลไม้ที่มีการปรับความหวานแล้ว จะไม่อนุญาตให้ปรับความเป็นกรด ได้อีก สำหรับ " น้ำผลไม้ (fruit juice) " จะมีความแตกต่างกับ " น้ำผลไม้เนคต้า (fruit nectar) " มาตรฐาน Codex มีการนิยาม " น้ำผลไม้เนคต้า (fruit nectar) " มีข้อความดังนี้ " ผลิตภัณฑ์ น้ำผลไม้เนคต้า (nectars) จะต้องมีส่วนประกอบของเนื้อผลไม้สำหรับ single strength fruit ไม่น้อยกว่า 50 % (w / w) สำหรับวัตถุดิบผลไม้ที่มีกรดสูง และกลิ่น แรง ส่วนที่เป็นเนื้อผลไม้ (fruit ingredient) จะต้องน้อยกว่า 25% ผลไม้ที่สุก สามารถเติมน้ำตาลและน้ำผึ้งได้ จะต้องผ่านกรรมวิธีการถนอมอาหาร โดยมีสีกลิ่นรส และคุณลักษณะของน้ำผลไม้ตามธรรมชาติ

น้ำผลไม้แท้จะต้องทำจากผลไม้จริง ๆ มีสี กลิ่น รส ตามธรรมชาติของผลไม้ และ ผ่านกรรมวิธีการถนอมอาหาร จึงนับว่าเป็นน้ำผลไม้ที่มีคุณลักษณะที่ดี ผลิตโดยวิธีที่ ถูกต้องโดยไม่มีการเจือสี กลิ่นและรส หรือเจือน้ำมากเกินไป

มาตรฐานน้ำผลไม้ของ FAO. / WHO. (Codex)

เป็นมาตรฐานสากล แบ่งมาตรฐานของน้ำผลไม้ออกเป็น 2 ประเภท คือ fruit juice และ fruit nectar การแบ่งเช่นนี้เพื่อให้เป็นไปตามความเหมาะสมของกรรมวิธีการแปรรูปของน้ำผลไม้ กับลักษณะและคุณสมบัติของน้ำผลไม้แต่ละ ชนิด เช่น น้ำฝรั่งที่ทำจากผลฝรั่ง ผลฝรั่งไม่มีน้ำมากพอที่จะคั้นออกมาเป็นน้ำฝรั่งได้ แต่มีกลิ่นและมีเนื้อมาก สามารถใช้น้ำไปผสมกับเนื้อฝรั่ง และสกัดน้ำออกจากเนื้อของผลฝรั่งเพื่อผลิตเป็นน้ำฝรั่ง (guava nectars) สำหรับเครื่องดื่มน้ำผลไม้ต่าง ๆ

ของไทยที่มีอยู่ในตลาดทั่วไป ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องดื่มที่มีการเจือน้ำประมาณ 70 % ขึ้นไป และไม่ว่าจะทำจากผลไม้ที่มีเนื้อหรือไม่มีเนื้อ ก็จะไม่มีการใช้ชื่อคำว่า nectars แท้จริงผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ก็ไม่เข้าข่ายของมาตรฐาน nectars อยู่แล้ว เนื่องจากปริมาณของเนื้อผลไม้ไม่ได้เป็นไปตามปริมาณ 50 % (w / w) และ 25 % (w / w) สำหรับผลไม้ประเภทที่มีกลิ่นแรง และผลไม้ที่มีกรดสูง เช่น มะขาม มะนาว เป็นต้น เปอร์เซนต์เนื้อผลไม้ที่ควรจะมีนั้นทาง Codex กำลังศึกษาอยู่ ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ fruit juice ในสหรัฐอเมริกาจะหมายถึงว่า natural fruit juice เป็นน้ำผลไม้ที่ทำจากผลไม้ไม่มีการเจือน้ำ เป็นน้ำผลไม้ที่ไม่ได้มาจากน้ำผลไม้ที่ผ่านการทำให้เข้มข้น (concentrated) สำหรับ natural fruit juice สามารถปรับ ความหวาน และเสริมวิตามิน C ลงไปได้ แต่ไม่อนุญาตให้เติมสารเจือปนอื่น ๆ รวมทั้งอนุญาตให้นำ natural fruit juice สองชนิด หรือมากกว่าสองชนิดขึ้นไป มาผสมกันเป็นน้ำผลไม้ที่เรียกว่า mixed natural juice

สำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่ทำด้วยน้ำผลไม้ประมาณ 20 % ผ่านการเจือจาง มีการเติมสี กลิ่น รส และสารอื่น ๆ พร้อมทั้งสารกันเสีย สำหรับเครื่องดื่มประเภทนี้ส่วนใหญ่จะเรียกเป็น fruit drink เพราะว่าคล้ายกับเครื่องดื่มชนิด beverage (soft drinks) แต่อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันประเทศไทยมีการเจริญเติบโตทั้งในด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม ประชาชนเริ่มมองเห็นน้ำผลไม้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็น ประโยชน์เช่นเดียวกับที่ผู้ประกอบการด้านอุตสาหกรรมมองอยู่ นักอุตสาหกรรมรู้ดีว่าการที่ได้ขายเครื่องดื่มที่มีการเสริมน้ำผลไม้แม้เพียงเล็กน้อย ก็ยังสามารถส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์นั้นขายได้ดีขึ้น ถ้าสามารถผลิตน้ำผลไม้ที่มีเนื้อผลไม้และน้ำผลไม้มากขึ้นก็ย่อมจะเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคมากขึ้น

ความต้องการคุณภาพและปริมาณของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ของโลก

ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้แท้ส่วนใหญ่จะอุดมสมบูรณ์ด้วย วิตามินเอ วิตามินซี และเกลือแร่ เช่น องุ่น มะม่วง ส้มเขียวหวาน ผลฝรั่ง สับปะรด แตงโม เป็นต้น

ผลไม้เหล่านี้ ส่วนใหญ่เป็นผลไม้ที่มีน้ำผลไม้มาก พร้อมทั้งให้สี และกลิ่นรสที่ดี มีความเหมาะสมสำหรับนำไปแปรรูปเป็นน้ำผลไม้

ในระยะยี่สิบปีที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า ในภาคพื้นเอเชียมีการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมเป็นอย่างมากและหลาย ๆ ประเทศในเอเชียได้พัฒนาเป็นประเทศอุตสาหกรรม หรือกำลังก้าวสู่การเป็นประเทศที่มีการพัฒนา ซึ่งจะมีความ ก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและมีความมั่นคง ประชาชนจะสามารถมีคุณภาพชีวิตที่ดีและจะนิยมดื่มน้ำผลไม้กันมากขึ้น

ในปัจจุบันตามหัวเมืองใหญ่ของญี่ปุ่น และไต้หวัน จะมีผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้มากมายหลายชนิด ในย่านชุมชนโดยเฉพาะญี่ปุ่น น้ำส้ม และน้ำองุ่น จะเป็นน้ำผลไม้ที่เป็น fast food แบบอเมริกา ในถนนเกือบทุก ๆ สาย ของเมืองหลวง fast food และเครื่องดื่มผลไม้ก็กลายเป็นส่วนหนึ่งของชีวิต สำหรับคนที่ต้องแข่ง กับเวลา ดูประหนึ่งว่า fast food กับน้ำผลไม้ เป็นเงาส่วนหนึ่งสำหรับคุณภาพชีวิตของประเทศที่มีการพัฒนาทางเศรษฐกิจที่สูง

เครื่องดื่มประเภทน้ำผลไม้ของประเทศเอเชียภาคเหนือเช่น ญี่ปุ่น และไต้หวัน มีความก้าวหน้ามากกว่าประเทศไทยเป็นอย่างมาก สำหรับญี่ปุ่นมีโรงงานผลิตน้ำส้ม-ผลไม้ขนาดใหญ่มากมาย และมีไม่น้อยกว่า 2 โรง ดำเนินการโดยสหกรณ์การเกษตร นอกจากนั้น ก็ยังมีการนำเข้าน้ำผลไม้จากต่างประเทศเพื่อสนองความต้องการที่สูง สถิติการนำเข้าของญี่ปุ่นปรากฏ ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ปริมาณการนำเข้าน้ำผลไม้ของประเทศญี่ปุ่น

ชนิด	ปริมาณน้ำผลไม้ (ตัน)		
	1988	1989	1990
น้ำแอปเปิ้ล	3900	14900	42700
น้ำส้ม	11000	13000	23000
น้ำองุ่น	5400	7500	7500
น้ำมะนาว	3700	7900	9900
น้ำสับปะรด	420	620	5000
น้ำเกรดฟรุต	11000	11000	11800

ที่มา : รุจี วานิชยากร , 2535

การส่งออก และการค้าน้ำผลไม้ของไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำสับปะรด อยู่ในอันดับที่ 1 ของตลาดโลกในปี 1990 ซึ่งมีส่วนแบ่งของตลาดถึง 52 %

ตารางที่ 2.2 ปริมาณการส่งออกน้ำสับปะรดเข้มข้นในตลาดโลก

ปริมาณการส่งออกน้ำสับปะรดเข้มข้นในตลาดโลก (ตัน)		
1985	1989	1990
6300	96000	13700

ตารางที่ 2.3 ประเทศที่มีการส่งออกน้ำสัปปะรดเข้มข้นในตลาดโลก

ประเทศที่ทำการส่งออก	ส่วนแบ่งตลาด (1990)
ประเทศไทย	52 %
ประเทศฟิลิปปินส์	30 %
ประเทศเคนยา	7 %
ประเทศบราซิล	5 %
ประเทศแมกซิโก	3 %

ที่มา : รุจี วานิชยากร , 2535

ประเทศที่มีการพัฒนาทางเศรษฐกิจที่ดีขึ้นนั้น ทำให้คุณภาพชีวิตของประชากรได้เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดี คือ ประชากรมีการกินดีและอยู่ดีมากขึ้น ประเทศไทยในปัจจุบันนี้ ประชาชนในเมืองหลวงก็นิยมบริโภค fast food และ เครื่องดื่มผลไม้ (แท้และไม่แท้) คาดว่าคนรุ่นใหม่ที่มีการศึกษามากขึ้น ค่านิยมของชีวิตก็คงเปลี่ยนไป อาจจะมีวันหนึ่งคนไทยต้องการน้ำผลไม้มากกว่าน้ำหวานที่ใส่สี เติมกลิ่นหรือน้ำอัดลม ก็คงจะเป็นไปได้ เช่นเดียวกับประเทศเพื่อนบ้านที่เจริญแล้วทางเศรษฐกิจ

สำหรับผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ในตลาดโลก จากตัวเลขแสดงให้เห็นว่าชาวโลกกำลังต้องการผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ที่มีคุณภาพสูง หมายถึงว่าเป็นผลิตภัณฑ์คล้ายคลึงกับธรรมชาติมาก ผลิตจากผลไม้ 100 % มีวิตามินสูง ไม่หวานมาก และปราศจากสารกันเสีย

ตารางที่ 2.4 ปริมาณการค้าน้ำผลไม้ในตลาดโลก

น้ำส้มเข้มข้น	1,200,000
น้ำแอปเปิ้ลเข้มข้น	450,000
น้ำสับปะรดเข้มข้น	140,000
น้ำองุ่นเข้มข้น	110,000
น้ำมะนาวเข้มข้น	55,000
น้ำกล้วย	est. 50,000 - 70,000
น้ำมะม่วง/น้ำมะม่วงเข้มข้น	est. 50,000 - 70,000
น้ำเสาวรส/น้ำเสาวรสเข้มข้น	est. 15,000 - 25,000
น้ำฝรั่ง	est. 5,000 - 10,000
น้ำมะละกอ	est. 5,000 - 10,000

ที่มา : รุจี วานิชยากร , 2535

ปัญหาและอุปสรรคที่ทำให้อุตสาหกรรมน้ำผลไม้ของไทยยังไม่พัฒนา

ในปัจจุบัน ประเทศไทยมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางด้านการเกษตรเพื่อการส่งออกมากที่สุดประเทศหนึ่ง เช่น น้ำผลไม้กระป๋อง อาหารกระป๋อง ผักและผลไม้กระป๋อง เพราะประเทศไทยมีผักและผลไม้อย่างอุดมสมบูรณ์ ผลไม้หลายชนิดสามารถปลูกได้ดี และมีผลผลิตได้ตลอดทั้งปี เช่น ส้มเขียวหวาน องุ่น ฝรั่ง แตงโม เป็นต้น ถึงแม้ผลไม้บางชนิดจะมีผลผลิตตามฤดูกาล แต่ก็สามารถเพิ่มผลผลิตให้ได้มากพอที่จะนำมาแปรรูปเป็นน้ำผลไม้ได้ เช่น ส้มเขียวหวาน และองุ่น การที่อุตสาหกรรมน้ำผลไม้ยังไม่ได้รับการพัฒนานั้น มีเหตุผลหลายประการที่เป็นอุปสรรคของการพัฒนา เช่น ค่านิยมของผู้บริโภค และการบริโภคน้ำผลไม้ยังไม่เป็นที่ แพร่หลาย ขาดเทคโนโลยีทางด้านการผลิต เนื่องจากการผลิตในระดับอุตสาหกรรมต้องมีการลงทุนที่สูง และในอดีตไม่ได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐบาลในเรื่องภาษี เป็นต้น

การแปรรูปผลไม้นั้น ส่วนใหญ่จะนำผลไม้ประเภทที่มีความเหมาะสมกับการแปรรูปเป็นน้ำผลไม้มาทำการผลิต คือจะใช้น้ำผลไม้ที่มีน้ำ และเนื้อ-ผลไม้ (pulp) พร้อมทั้งให้สี และกลิ่นที่ดี แต่การแปรรูปน้ำผลไม้นี้ การใช้เครื่องมือหรือเครื่องจักรจะขึ้นอยู่กับลักษณะผลของผลไม้ และโครงสร้างทางเคมี เช่น สารอาหาร และสีของผลไม้ ทำให้มีกรรมวิธี และเทคโนโลยีในการแปรรูปแตกต่าง กันออกไป อีกทั้งเครื่องจักรที่ใช้ในการแปรรูปจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับวัตถุดิบ ซึ่งแตกต่างกันมาก

การแปรรูปน้ำผลไม้นั้นมักจะพบปัญหาหลายประการ เช่น น้ำผลไม้ที่คั้นออกมาจากผลไม้นั้นไวต่อการเปลี่ยนแปลงด้านสี กลิ่น และเก็บรักษาได้ยาก เนื่องจากการแปรรูปน้ำผลไม้นี้ต้องผ่านการฆ่าเชื้อ เพื่อทำให้สี และรสคงที่ ไม่เปลี่ยนได้ง่าย แต่น้ำผลไม้ไม่สามารถใช้ความร้อนที่สูงเกินไป และใช้เวลานาน ๆ ถ้าจะให้ได้น้ำผลไม้ดีจะต้องมีเครื่องมือและเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูง และยังต้องอาศัยความรู้ประสบการณ์และเทคนิคมาช่วย จึงจะสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี และได้มาตรฐานสม่ำเสมอ

ปริมาณวิตามินและน้ำตาลในเครื่องดื่มประเภทน้ำผลไม้

คุณค่าของน้ำผลไม้ที่มีต่อร่างกาย นอกจากเป็นเครื่องดื่มผ่อนคลายความกระหายน้ำแล้ว น้ำผลไม้ยังประกอบด้วยแร่ธาตุ วิตามิน และกาก ที่ช่วยให้ระบบการทำงานของลำไส้ดีขึ้น ปัจจุบันเราสามารถนำผลไม้ และพืชหลายชนิดที่มีรสเปรี้ยวมาก ๆ หรือหวานมาก ๆ มีกลิ่นแรงไม่น่าบริโภค ปรุงเป็นเครื่องดื่มที่มีรสชาติกลมกล่อมน่าดื่มมากยิ่งขึ้น โดยการเติมน้ำตาล หรือวัตถุเจือปนอื่น ๆ ประเทศไทยมีการปลูกพืชผลทางการเกษตรหมุนเวียนตลอดปีในปริมาณที่มากพอสมควร จึงมีอุตสาหกรรมการทำน้ำผลไม้บรรจุในภาชนะปิดสนิท ทั้งขวดแก้ว ขวดพลาสติก บรรจุกล่องกระดาษ และกระป๋องเพื่อจำหน่าย ตลอดจนการทำน้ำผลไม้หาบเร่จำหน่ายแต่ละวันตามชุมชนทั่วไป

ประโยชน์อื่น ๆ เช่น น้ำส้มช่วยไม่ให้ท้องผูกและช่วยขับปัสสาวะ น้ำมะนาวซึ่งมีรสเปรี้ยวนิยมดื่มเพื่อแก้คอแห้งและบำรุงเสียง น้ำกระเจี๊ยบซึ่งทำจากกลีบเลี้ยงของดอกกระเจี๊ยบแดงมีสรรพคุณใช้เป็นยาแผนโบราณในการรักษาโรค เช่น ช่วยละลาย เสมหะ ช่วยขับปัสสาวะ แก้นิ่ว แก้ไอ ช่วยลดไข้ และช่วยขับน้ำดี เป็นต้น น้ำผลไม้อีกชนิดหนึ่งที่ถือว่าเป็นสมุนไพรที่นิยมใช้กันมากในหมู่แพทย์จีน ได้แก่ น้ำอ้อย ใช้ดื่มแก้ร้อนในกระหายน้ำ แก้ไอ ขับเสมหะ แก้อาเจียน ขับปัสสาวะ และแก้พิษเหล้า

น้ำผลไม้มีวิตามิน เช่น วิตามินบี 1 และ บี 2 ไนอาซิน วิตามินซี ดังนั้นการดื่มน้ำผลไม้เป็นประจำทุกวัน จะช่วยเสริมสร้างประโยชน์ให้แก่ร่างกาย นอกเหนือจากอาหารที่รับประทานในแต่ละมื้อ ถ้าร่างกายได้รับวิตามินไม่เพียงพอจะทำให้ระดับของวิตามินในเนื้อเยื่อที่เป็นแหล่งสะสมวิตามินนั้น ๆ ลดต่ำลง อันจะมีผลทำให้มีการเปลี่ยนแปลงในหน้าที่ทางชีวเคมี และทางสรีระวิทยาที่ขึ้นกับวิตามินนั้น ๆ และในขั้นสุดท้ายจะปรากฏอาการแสดงทางคลีนิค

น้ำผลไม้เป็นที่นิยมกันมากในต่างประเทศ โดยเฉพาะ น้ำส้ม น้ำฝรั่ง น้ำแอปเปิ้ล น้ำสับปะรด น้ำองุ่น ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตน้ำผลไม้ในประเทศไทยเริ่มมีการตื่นตัวมากขึ้น มีบริษัทที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนทำน้ำผลไม้บรรจุกระป๋องประมาณ 10 ราย โดยผลิต น้ำส้ม น้ำสับปะรด น้ำมะขาม น้ำมะเขือเทศ และน้ำมะม่วง

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

มีกำลังการผลิตรวมกันประมาณปีละ 64 ล้านตัน .ซึ่งสามารถทำรายได้ให้กับประเทศเป็นจำนวนมาก

น้ำผลไม้ที่มีวางขายอยู่ตามท้องตลาดทั่ว ๆ ไป แบ่งออกได้เป็น

1. น้ำผลไม้แท้ คือ ของเหลวที่คั้นจากผลไม้ตามธรรมชาติ ไม่มีการเติมน้ำ น้ำตาล หรือสิ่งอื่นใดลงไป

2. น้ำผลไม้แท้ชนิดเข้มข้น คือ ของเหลวที่คั้นจากผลไม้ธรรมชาติ ไม่มีการเจือปนน้ำ น้ำตาล หรือสิ่งอื่นใดลงไป แต่ผ่านกระบวนการระเหยเพื่อเอาน้ำออก เวลาจะใช้ดื่มก็นำไปผสมกับน้ำตามอัตราส่วนที่กำหนด ก็จะได้น้ำผลไม้แท้ตามเดิม เช่น น้ำองุ่นเข้มข้น น้ำส้มเข้มข้น

3. น้ำผลไม้กึ่งแท้ ผลไม้บางชนิดมีน้ำอยู่น้อยต้องเติมน้ำลงไป หรือผ่านการหมักเอนไซม์แล้วจึงผ่านการบด การต้ม การคั้น อาจมีการเติมน้ำตาล กรดอินทรีย์ที่รับประทานได้ (นิยมใช้กรดซิตริก) และสีผสมอาหาร น้ำผลไม้ประเภทนี้ที่พบมักเป็นชนิดเข้มข้น เช่น น้ำส้มสควอสช์ น้ำมะนาวคอร์เดล เป็นต้น

4. น้ำผลไม้เทียม คือ ของเหลวที่ไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดได้จากผลไม้โดยตรง แต่ได้จากการผสมน้ำ น้ำมันกลิ่นหอมจากผลไม้ หรือส่วนอื่นของพืช กรดอินทรีย์ น้ำตาล และสีผสมอาหาร น้ำผลไม้เทียมที่จำหน่ายตามท้องตลาดมีทั้งชนิดอัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ หรือไม่อัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และอาจเป็นชนิดเจือจางดื่มได้ทันที หรือชนิดเข้มข้นก็ได้ เช่น น้ำเขียว น้ำแดง น้ำส้ม น้ำอัดลมชนิดต่าง ๆ

กรรมวิธีการผลิตน้ำผลไม้

1. การคัดเลือกวัตถุดิบ

ผลไม้ที่จะใช้ทำน้ำผลไม้ควรมีรสและกลิ่นดี สด ความสุกสม่ำเสมอกัน

2. การล้างทำความสะอาด

ผลไม้ส่วนใหญ่จะมีสิ่งสกปรก เช่น ฝุ่น ทราย ยาฆ่าแมลง ดินติดมาด้วย ดังนั้นจะต้องผ่านกระบวนการล้างทำความสะอาดก่อน โดยใช้เครื่องฉีดพ่นฝอย หรือล้างด้วยมือ

3. การเตรียมและการสกัดน้ำผลไม้

ผลไม้บางชนิดมีเปลือก ถ้าจำเป็นต้องเอาเปลือกออกก็ควรจะเอาออกก่อน เช่น สับปะรด ต้องปอกเปลือก เจาะตาก่อน

ขั้นตอนการสกัดน้ำผลไม้จะแตกต่างกันไปตามแต่ชนิดของผลไม้ บางชนิดสามารถบีบ หรือคั้นได้เลย เช่น ส้ม องุ่น บางชนิดมีเนื้อมากจะต้องเอามาตีป่น หรือสับแล้วจึงบีบคั้นน้ำ เช่น มะม่วง สับปะรด ส่วนผลไม้บางชนิดมีน้ำน้อยมาก จำเป็นต้องใช้น้ำช่วยในการสกัด เช่น มะขาม มะยม

สิ่งที่สำคัญที่จะต้องคำนึงถึง คือ ภาชนะ และเครื่องมือเครื่องใช้ทุกชิ้น ต้องเป็นเหล็กปลอดสนิม (stainless steel) หรือภาชนะเคลือบ มิฉะนั้นจะทำให้น้ำผลไม้เปลี่ยนสี เกิดสีดำคล้ำเมื่อสัมผัสกับโลหะ

4. การกรอง

น้ำผลไม้ที่สกัดได้นำมากรองแยกเอากาก เมล็ดออก

5. การไล่อากาศ

อากาศในน้ำผลไม้ เป็นตัวทำให้น้ำผลไม้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านสี กลิ่นรส ระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน จำเป็นต้องกำจัดทิ้ง อุตสาหกรรมผลิตน้ำผลไม้ขนาดใหญ่จะมีขั้นตอนนี้อยู่ด้วยเสมอ

6. การเก็บรักษา

น้ำผลไม้ทุกชนิดโดยธรรมชาติแล้วไม่มีความคงตัว เสื่อมเสียได้อย่างรวดเร็ว โดยจุลินทรีย์ และเอนไซม์ จำเป็นต้องมีวิธีการเก็บรักษาที่ถูกต้อง เพื่อให้น้ำผลไม้มีกลิ่นรสใกล้เคียงธรรมชาติมากที่สุด และเก็บไว้ได้นาน

หลักการเก็บรักษา

1. ความร้อน

การใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำผลไม้ ทำได้ 2 วิธี คือ

1.1. การพาสเจอร์ไรซ์

ใช้ความร้อนต่ำ อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ สามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำผลไม้ และทำให้น้ำผลไม้เสีย โดยปกติที่ระดับความร้อนขนาดนี้ไม่ สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่สร้างสปอร์ได้ แต่น้ำผลไม้โดยทั่วไปมีสภาพเป็นกรด จุลินทรีย์เหล่านี้ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ดังนั้นจึงสามารถใช้ในการถนอมรักษาน้ำผลไม้ได้ และเป็นวิธีที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในโรงงานทำ น้ำอัดลมทุกชนิด

1.2. การสเตอร์ริไลซ์

ใช้ความร้อนสูง โดยบรรจุน้ำผลไม้กระป๋อง หรือขวด แล้วนำไปฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ เช่นเดียวกับการทำอาหารกระป๋อง

2. ความเย็น

การเก็บผลไม้ไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า - 4 องศาเซลเซียส จะทำให้เก็บน้ำผลไม้ได้นานขึ้น

3. สารเคมี

การเติมสารเคมีในน้ำผลไม้ มีวัตถุประสงค์เพื่อยับยั้ง หรือทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้ผลไม้เสีย สารเคมีที่นิยมใช้ ได้แก่ เกลือเบนโซเอท (bensoate) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เกลือซอร์เบท (sorbate) โดยปริมาณที่ใช้จะต้องไม่มากเกินกว่าปริมาณที่กฎหมายกำหนด

อาหารกระป๋อง

อาหารกระป๋อง หมายถึง อาหารที่บรรจุในภาชนะโลหะที่ปิดสนิท และสามารถป้องกันมิให้เชื้อจุลินทรีย์ ความชื้น อากาศ และสิ่งปนเปื้อนภายนอกเข้าสู่อาหารได้อีก เป็นอาหารที่ต้องผ่านความร้อนในการฆ่าจุลินทรีย์ที่ติดมากับอาหาร กรรมวิธีการฆ่าเชื้อของอาหารกระป๋อง อาจทำได้ทั้งก่อน และหลังการบรรจุอาหารลงกระป๋อง การเสียของอาหารกระป๋องเนื่องจากจุลินทรีย์ อาจเกิดขึ้นจากสาเหตุของกรรมวิธีการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ไม่เพียงพอ หรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ไม่หมด หรือมีช่องทางให้เชื้อจุลินทรีย์กลับเข้ามาเจริญเติบโตได้อีก

ภาชนะบรรจุมีความสำคัญมาก ในการเก็บถนอมอาหารให้มีคุณภาพดีไว้ให้ได้นาน ภาชนะบรรจุที่ใช้จึงควรมีคุณภาพดี สามารถปิดผนึกแน่นได้ และไม่ทำปฏิกิริยากับอาหารที่บรรจุอยู่

ชนิดของภาชนะบรรจุ

1. ทำจากแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก หรือแผ่นเหล็กเคลือบแลคเกอร์

สาเหตุที่มีความนิยมใช้แผ่นเหล็กเคลือนดีบุก (tin plate) ในการทำเป็นภาชนะบรรจุอาหาร ก็เนื่องมาจากสามารถหาได้ง่าย สวย ทนทาน นำมาขึ้นรูปได้ง่าย เชื่อมได้ และราคาไม่สูงนักเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุอย่างอื่น แต่ข้อเสียคือเป็นสนิมได้ง่ายเมื่อโดนความชื้นในอากาศ และมีปฏิกิริยาทางเคมีเมื่อสัมผัสกับอาหารที่ มีฤทธิ์เป็นกรด คุณลักษณะที่ดีของกระป๋องคือ จะต้องไม่มีการกัดกร่อนทั้งภายนอก และภายในกระป๋องที่บรรจุอาหาร

- การกัดกร่อนภายใน (Internal corrotion)

กระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดปริมาณของโลหะ ที่สามารถละลายอยู่ในอาหารกระป๋องได้ ดังนี้

ดีบุก	ไม่เกิน	250	มก. / กก.
สังกะสี	"	100	มก. / กก.
ทองแดง	"	20	มก. / กก.
ตะกั่ว	"	2	มก. / กก.
สารหนู	"	2	มก. / กก.
ปรอท	"	0.5	มก. / กก. (สำหรับอาหารทะเล)
และ	"	0.02	มก. / กก. (สำหรับอาหารอื่น)

นอกจากนี้ ยังกำหนดว่าจะต้องไม่มีตะกั่ว สนิมเหล็ก หรือสีอื่นใดติดอยู่ที่ด้านในของภาชนะบรรจุ นอกจากสีของแลคเกอร์ หรือสีของดีบุก ด้านในของภาชนะบรรจุที่ทำด้วยเหล็กจะต้องเคลือบดีบุก หรือสารอื่นใดที่ป้องกันมิให้อาหารสัมผัสกับแผ่นเหล็กโดยตรง เนื่องจากการละลายของธาตุเหล็กลงในอาหารแม้เพียงเล็กน้อยจะทำให้เกิดกลิ่นของโลหะปนกับกลิ่นของอาหาร และทำให้อาหารเปลี่ยนเป็นสีดำ โดยเฉพาะถ้าอาหารนั้นมีองค์ประกอบพวกแทนนิน ซัลไฟด์ หรือฟอสเฟต และทำให้เปลี่ยนเป็นสีอื่นในอาหารประเภทบางประเภท เมื่อเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับสารอินทรีย์ในอาหารนั้น

ส่วนการละลายของดีบุกในอาหาร จะไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในรสชาติของอาหาร แต่กลับก่อให้เกิดผลดีทั้งนี้เนื่องจากมันจะกำจัดซัลไฟด์และป้องกันการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากการทำปฏิกิริยากับออกซิเจน จึงช่วยรักษาสีของอาหารที่ปกติมีสีขาวหรือจาง แต่จะมีผลเสียต่ออาหารที่มีสีเข้มเพราะจะทำให้มีสีจางลง ในบางครั้งพบว่าสารประกอบดีบุกจะทำให้เกิดสีชมพูขึ้นในแอปเปิ้ลและแพร์ ซึ่งเป็นผลมาจากการรวมตัวกับสารที่เกิดจากการสลายตัวของ ลิวโคไซยานิน (leucocyanin) ที่มีในผลไม้ นอกจากนี้ยังพบว่า ดีบุกอาจทำให้เบียร์ และสารละลาย ในอาหารขุ่นเนื่องจากการรวมตัวของมันกับโปรตีนในอาหาร

จากการศึกษาไม่พบว่าดีบุก หรือสารละลายเหล็กในอาหารในปริมาณปกติทั่วไป จะไม่มีอันตรายต่อผู้บริโภค ยกเว้นในบางรายที่มักเกิดอาการแพ้ง่ายกว่าบุคคลทั่วไป อย่างไรก็ตาม การมีปริมาณดีบุกเพิ่มมากขึ้นในอาหารกระป๋องก็จะเป็น

ตัวชี้ให้เห็นว่า อาหารกระป๋องนั้น ๆ ได้มีการเก็บไว้นานเกินไป หรือมีข้อผิดพลาดบางอย่างเกิดขึ้นในขบวนการผลิตอาหารกระป๋อง ประเทศต่าง ๆ ส่วนใหญ่จึงยอมอนุญาตให้มีปริมาณดีบุกในอาหารกระป๋องได้ไม่เกิน 250 หนึ่งในล้านหน่วย (ppm.) และเนื่องจากใน ปัจจุบันเทคโนโลยีทางการผลิตต่าง ๆ ได้พัฒนาก้าวหน้าขึ้น ทำให้ปริมาณของดีบุกที่ กฎหมายในประเทศต่าง ๆ ยอมอนุญาตให้มีได้อาจลดน้อยลงกว่าเดิมในอนาคต

การละลายของตะกั่วในอาหารมีอันตรายต่อผู้บริโภคมาก เพราะว่าตะกั่วจะสะสมในร่างกาย และเป็นพิษต่อผู้บริโภคอย่างร้ายแรง โดยเฉพาะในผู้อ่อนวัย การกำหนดปริมาณขั้นสูงสุดที่ยอมให้มีได้ในประเทศส่วนใหญ่อยู่ในปริมาณ ไม่เกิน 2 มก. / กก. สำหรับอาหารทั่วไป

ลักษณะที่บ่งบอกถึงการกัดกร่อนภายใน

1. การเกิดตามด (pin holes)

2. กระป๋องบวม

3. รอยกัดกร่อนของดีบุกภายในกระป๋อง

4. การเกิดสนิมภายในกระป๋อง ซึ่งมักเกิดขึ้นในบริเวณที่มีออกซิเจน เช่น ฝาด้านบนของกระป๋อง

5. วัสดุที่ใช้เคลือบลอกหลุด

6. เกิดการเปลี่ยนสีภายในกระป๋อง เช่น กระป๋องเปลี่ยนเป็นสีดำอันเนื่องมาจากการสร้างสารประกอบซัลไฟด์

7. อาหารเปลี่ยนสีไปจากเดิม

- การกัดกร่อนภายนอก

1. การเป็นสนิม เกิดจากการเกิดเฟอริกออกไซด์ (Fe_2O_3) ซึ่งมีสีน้ำตาลแดงตามตามด และขอบของกระป๋อง การเกิดสนิมมักเกิดในระหว่างกระบวนการผลิต เช่น เกิดจากการสัมผัสกันน้ำที่มีฤทธิ์ในการกัดกร่อน เกิดในระหว่างการเก็บเพื่อรอการจำหน่ายในโกดังที่ชื้น และร้อน หรือเกิดขึ้นในระหว่างการขนส่งที่ขาดความระมัดระวัง

2. รอยกัดกร่อนที่ดีบุกภายนอกกระป๋อง ซึ่งอาจเกิดจากการใช้แผ่นโลหะที่มีคุณภาพไม่ดีมาทำกระป๋อง การสัมผัสกับน้ำที่มีฤทธิ์เป็นด่างในระหว่างการผลิต หรือการสัมผัสกับเครื่องมือเครื่องใช้โลหะที่เป็นสนิม

3. การเปลี่ยนสีใด ๆ ของโลหะภายนอกกระป๋องนอกจากการเป็นสนิม และการกัดกร่อนของดีบุกภายนอกกระป๋อง ทำให้สีของโลหะเดิมมีการเปลี่ยนแปลงไป

การเคลือบกระป๋องเพื่อป้องกันการกัดกร่อนภายใน

การใช้สารอินทรีย์เคลือบภายในกระป๋อง มีประโยชน์ในการป้องกันปฏิกิริยาเคมีระหว่างอาหารและตัวกระป๋องซึ่งเป็นโลหะ และจะมีผลต่อคุณภาพของอาหารภายในกระป๋องด้วย

ก. การใช้ไวนีล (Vinyl) เป็นสารเคลือบภายในกระป๋อง

มักใช้ในกรณีการเคลือบสองชั้น (double coating) ร่วมกับ oleoresineous หรือฟีนอล มักใช้กับอาหารที่มีฤทธิ์กัดกร่อนสูง ไวนีลมีข้อเสียคือจะทนต่อความร้อนสูง ๆ ไม่ได้ จึงเหมาะที่จะใช้กับอาหารที่ใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อไม่สูงกว่า 200 องศาฟาเรนไฮด์ แต่มันมีข้อดีคือไม่ทำให้มีกลิ่นแปลกปลอมลงในอาหาร

คุณภาพที่ดีของแลคเกอร์

1. ไม่มีพิษ

2. ไม่ทำให้สี และกลิ่นรสของอาหารเปลี่ยน

3. สามารถป้องกันการสัมผัสระหว่างอาหารกับตัวกระป๋องได้ดี

4. สามารถใช้เคลือบกระป๋องได้ง่าย

5. ติดแน่น และไม่ลอกเมื่อได้รับความร้อน

6. แข็งแรง และป้องกันการขีดข่วนได้

7. ราคาไม่แพง

2. กระป๋องอลูมิเนียม

กระป๋องอลูมิเนียมนิยมใช้กับอาหารจำพวกเครื่องดื่ม เช่น น้ำอัดลม นมสด น้ำผลไม้ และอาหารอื่น ๆ เช่น นมผง เป็นต้น ข้อดีของกระป๋องอลูมิเนียมเมื่อเปรียบเทียบกับกระป๋องโลหะเคลือบดีบุก คือ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำ ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหารที่บรรจุ ไม่เป็นสนิม และเจาะเปิดง่าย แต่อย่างไรก็ตามปริมาณการใช้กระป๋องอลูมิเนียมก็ยังต่ำกว่ากระป๋องโลหะเคลือบดีบุก ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากวัตถุดิบมีราคาแพงกว่า

กระป๋องอลูมิเนียมชนิด 2 ชิ้น (two-pieces) ได้รับความนิยมกว่า ชนิด 3 ชิ้น (three-pieces) เพราะชนิดแรกสามารถลดอัตราการรั่วของตะเข็บได้ โดยการลดตะเข็บฝาด้านก้น และด้านข้าง ทำให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตกระป๋องลดลง และปริมาณของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำกระป๋องก็ลดลงด้วย ข้อดีของกระป๋องอลูมิเนียม

อีกอย่าง คือ สามารถนำอลูมิเนียมหลอมกลับมาใช้ได้อีกหลังจากกระป๋องใช้แล้ว ทำให้ประหยัดวัตถุดิบ และลดปัญหาเรื่องขยะที่ต้องกำจัด

การต้านทานการกัดกร่อนของอลูมิเนียม

โดยปกติแล้ว อลูมิเนียมจัดเป็นโลหะที่สามารถต้านทานการกัดกร่อนได้ดีกว่าโลหะชนิดอื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตาม ได้มีการศึกษาพบว่าเครื่องดื่ม และอาหารที่บรรจุในกระป๋องอลูมิเนียมที่ไม่มีการเคลือบ (plain aluminium can) จะทำปฏิกิริยากับอลูมิเนียมอย่างช้า ๆ ดังนั้น การเคลือบกระป๋องอลูมิเนียมจึงจำเป็นสำหรับอาหารที่มีฤทธิ์ในการกัดกร่อนสูง เช่น น้ำผลไม้ เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ และไม่มี แอลกอฮอล์ แลคเกอร์ที่ใช้เคลือบส่วนใหญ่เป็น vinly epoxy , epoxy phenolic และ vinly phenolic

ขบวนการใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อ

หลักการของการทำอาหารกระป๋อง คือ การบรรจุอาหารลงกระป๋อง ปิดผนึกฝากระป๋อง แล้วฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับอาหาร และ/หรือ ภาชนะบรรจุด้วยความร้อน การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารด้วยความร้อนนี้อาจทำก่อนการบรรจุก็ได้ แต่ต้องระวังมิให้จุลินทรีย์ภายนอกอาหาร/ภาชนะบรรจุเข้ามาสัมผัสอาหารได้อีก

การฆ่าเชื้ออาหารกระป๋องโดยใช้ความร้อน สามารถแบ่งออกเป็นสองกระบวนการใหญ่ ๆ ได้แก่

1. การพาสเจอร์ไรซ์ (pasturization)

หมายถึง การใช้ความร้อนที่ไม่รุนแรงในการถนอมอาหาร ซึ่งมักจะใช้กับอาหารที่มีคุณสมบัติไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ เช่น อาหารนั้นมี คุณสมบัติเปรี้ยวจัด หวานจัด หรือเค็มจัด อาหารที่มีความชื้นน้อย หรือต้องเก็บในอุณหภูมิต่ำหลังการแปรรูป เป็นการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดที่ ทำให้อาหารเสีย และ/หรือ ทำให้เกิดโรคเท่านั้น

2. การสเตอร์ริไลซ์ (sterilization)

หมายถึง การใช้ความร้อนที่รุนแรงในการถนอมอาหาร ซึ่งมักจะใช้กับอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (low acid food) ปริมาณความร้อนที่จะใช้จะต้องมากพอต่อการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มีอยู่ในอาหารนั้น

ความร้อนที่ผ่านเข้าไปในกระป๋อง จะเข้าไปได้โดยวิธี

1. การนำความร้อน (conduction)

2. การพาความร้อน (convection)

3. ทั้งการนำ และการพาความร้อน

การบรรจุ

การบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋อง ไม่ควรบรรจุมาก หรือน้อยเกินไป ควรบรรจุให้ได้น้ำหนักและปริมาณเท่า ๆ กันทุกกระป๋อง ถ้าบรรจุผลิตภัณฑ์มากเกินไปจะทำให้ไม่มีสุญญากาศ (vacuum) ทำให้กระป๋องโป่งบวมขึ้นในระหว่างการฆ่าเชื้อ หรือถ้าบรรจุผลิตภัณฑ์น้อยเกินไป อาจก่อให้เกิดปัญหาด้านการไล่อากาศออกจากกระป๋องได้

เครื่องจักรที่ใช้ในการบรรจุ ควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. สามารถบรรจุผลิตภัณฑ์ให้ได้น้ำหนักสม่ำเสมอ ถูกต้องแม่นยำ

2. ไม่มีการหกเรี่ยราด หรือกระเด็นเลอะเทอะ เมื่อต้องบรรจุในเวลาอันสั้น และรวดเร็ว

3. ควรจะอัตโนมัติเพียงพอ เช่น เมื่อไม่มีกระป๋องเครื่องก็จะหยุดทำงาน

4. ง่ายต่อการเปลี่ยนขนาดบรรจุ

5. สามารถใช้บรรจุผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายอย่าง

6. ล้างทำความสะอาดได้ง่าย และหมดจด

7. ส่วนที่ต้องสัมผัสอาหาร ควรใช้โลหะปลอดสนิม

การไล่อากาศ

การไล่อากาศ อาจทำได้ 3 วิธี คือ

1. การทำให้อาหารมีอุณหภูมิสูงขึ้นก่อนการปิดฝา โดยการทำให้อาหารนั้นร้อน อาจทำได้ทั้งก่อนและหลังการบรรจุ ทั้งนี้ระยะเวลาการให้ความร้อนขึ้นอยู่กับลักษณะของอาหาร และสุญญากาศในกระป๋องที่ต้องการ กระป๋องจะผ่านไปตามรางเลื่อนของรางไล่อากาศ ก่อนการผนึกฝา

2. การไล่อากาศโดยใช่เครื่องปิดฝากระป๋องชนิดสุญญากาศ (Vacuum closing machine) ซึ่งสามารถดูดเอาอากาศในกระป๋องออกได้ ในขณะที่อาหารไม่จำเป็นต้องมีอุณหภูมิสูง

3. การไล่อากาศออกโดยการพ่นไอน้ำลงไปบนช่องว่างเหนืออาหาร ซึ่งสุญญากาศจะเกิดขึ้นหลังจากที่ไอน้ำนั้นกลั่นตัวแล้ว

การทำให้กระป๋องมีอุณหภูมิลดลง (cooling)

วัตถุประสงค์ในการทำให้กระป๋องเย็นลงหลังการฆ่าเชื้อ คือ เพื่อมิให้สีของอาหารเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของพวกเชื้อจุลินทรีย์ชนิดชอบความร้อนสูง การทำให้กระป๋องเย็นลงอาจทำได้หลายวิธี เช่น ใช้ลมเย็นเป่า แช่ลงในน้ำเย็น หรือฉีดน้ำเย็นหล่อ

การตรวจวัดคุณภาพของอาหาร

อาหารกระป๋องที่ผลิตขึ้นมาได้ จำเป็นต้องมีการตรวจวัดคุณภาพของอาหาร โดยมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อความปลอดภัยในการบริโภค และตรวจคุณภาพของอาหารภายในกระป๋องเพื่อใช้ในการคง หรือปรับปรุงประสิทธิภาพของกรรมวิธีการผลิตต่อไป จำนวนตัวอย่างอาหารกระป๋องที่ใช้ในการตรวจ โดยปกติแล้วเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องควรจะใช้ อย่างน้อย 5 กระป๋องในการตรวจแต่ละครั้ง แต่อาจน้อยกว่านี้ได้ตามความจำเป็น

ข้อมูลในการวิเคราะห์

1. กรรมวิธีการผลิต โดยเฉพาะกรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

2. อายุของผลิตภัณฑ์ และอุณหภูมิของห้องเก็บผลิตภัณฑ์

3. ลักษณะปกติของผลิตภัณฑ์

4. ขนาดของกระป๋อง

5. วัน เดือน ปีที่ผลิต

6. ลักษณะของกระป๋อง (ในกรณีที่กระป๋องรั่ว) เช่น
   - มีรอยสนิม หรือ ตามด หรือไม่
   - มีรอยบุบหรือไม่
   - มีการบวมระเบิด หรือ paneling หรือไม่

7. ลักษณะของกระป๋อง (ในกรณีที่มีการเสียของอาหาร) เช่น
   - กระป๋องอยู่ในลักษณะปกติหรือไม่

- Flipper คือ ลักษณะที่กระป๋องบวมเล็กน้อยที่ฝาข้างใดข้างหนึ่ง แต่สามารถที่จะกดเข้าสู่สภาพเดิมได้

- Springer คือ ลักษณะที่ฝากระป๋องข้างใดข้างหนึ่งบวมออก และฝาตรงกันข้ามอยู่ในลักษณะปกติ เมื่อใช้แรงกดที่ฝาข้างที่โป่ง ฝาจะบุบเข้าสู่สภาพปกติแต่จะดัน ให้ฝาตรงข้ามโป่งออก

- Soft swells คือ กระป๋องที่ฝาทั้งสองด้านบวมเล็กน้อย แต่สามารถกดเข้า ที่เดิมได้บางขณะ

- Hard swells คือ กระป๋องที่ฝาทั้งสองด้านโป่งออกมามาก และไม่สามารถ กดเข้าที่เดิมได้

8. หลังจากตรวจทางด้านจุลินทรีย์แล้ว ควรตรวจตะเข็บของกระป๋องด้วยว่ามีความผิดปกติหรือไม่

น้ำอัดลม

ก. องค์ประกอบของน้ำอัดลม

1. น้ำ

น้ำที่ใช้ในการผลิตน้ำอัดลม คือ น้ำบาดาล เพราะเป็นแหล่งน้ำที่ใหญ่และง่ายต่อการควบคุมคุณภาพ น้ำบาดาลที่ได้แต่ละแห่งจะมีคุณภาพไม่เหมือนกัน แต่ก็ไม่ใช่ปัญหาใหญ่ เพราะทางโรงงานสามารถหาวิธีดูแล (Treated) ให้บริสุทธิ์ได้ จุดสำคัญอยู่ที่ว่า น้ำบาดาลต้องมีปริมาณมากเพียงพอสำหรับทำการผลิตไปได้นานหลาย ๆ ปี

2. หัวน้ำเชื้อ (Concentrated Base)

หัวน้ำเชื้อ แม้ใช้ในปริมาณน้อย แต่ก็มีความสำคัญมาก เพราะน้ำอัดลมจะเป็นน้ำอัดลมได้ ต้องมีหัวน้ำเชื้อที่ทำให้มีรส มีกลิ่น ตามที่กำหนด หัวน้ำเชื้อของน้ำอัดลมทุกยี่ห้อต้องสั่งนำเข้าจากบริษัทแม่ที่อยู่ต่างประเทศ ซึ่งส่วนมากจะอยู่ในรูป

ของเหลว เช่น หัวน้ำเชื้อของโค้ก (Coke) เป๊ปซี่ (Pepsi) มีบ้างที่มีทั้งของเหลวและผลึก เช่น แฟนต้า (Fanta) สไปรท์ (Sprite)

3. น้ำตาล

น้ำตาลที่ใช้ผลิตเป็นน้ำตาลทรายบริสุทธิ์ (Refined Sugar) ใช้ประมาณร้อยละ 20 ของต้นทุนการผลิต โดยจะต้องนำน้ำตาลมาต้มที่อุณหภูมิประมาณ 160 - 170 องศาฟาเรนไฮต์ แล้วปล่อยให้ไหลผ่านผงถ่าน (Activated Carbon) และปูนขาว เพื่อฟอกสี นำไปกรองลดอุณหภูมิ และแต่งความเข้มข้นให้ได้ความหวานตามต้องการ

4. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

จะอยู่ในรูปของเหลวที่ได้จากการหมัก หรือจากการเผาถ่านหรือน้ำมัน ต้องระมัดระวังเรื่องความบริสุทธิ์ และกลิ่น ซึ่งจะมีผลต่อผลิตภัณฑ์ที่ออกมา

ข. ประเภทของน้ำอัดลมที่ผลิตในเมืองไทย

- ประเภทแรก ได้แก่ คาร์บอเนตดริ้งค์ (carbonated drink) มีการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงไป

- ประเภทที่สอง ได้แก่ นอนคาร์บอเนตดริ้งค์ (non-carbonated drink) ไม่มีการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงไป

ค. ทัศนะของผู้บริโภคกับน้ำอัดลม

เหตุผลในการเลือกบริโภคน้ำอัดลม ที่มาเป็นอันดับหนึ่งคือ " ชอบใจในรสชาติรู้สึกอร่อยถูกใจ " รองลงมาคือ " สามารถหาดื่มได้สะดวก " และ " ดื่มแล้วสามารถดับกระหายได้ " นอกจากนี้ยังมีผู้บริโภคบางส่วนให้เหตุผลว่า " มั่นใจในคุณภาพ "

สำหรับทัศนคติที่ว่าน้ำดื่มประเภทใดสะอาดที่สุด จากการสำรวจพบว่า

ตารางที่ 2.5 ทัศนคติที่ว่าน้ำดื่มประเภทใดสะอาดที่สุด

อันดับ	ประเภทน้ำดื่ม	ร้อยละ
1	น้ำดื่มบรรจุขวด	52.63
2	น้ำอัดลม	23.68
3	น้ำผลไม้บรรจุกล่อง	7.90
4	น้ำแข็งเปล่า	4.09
5	โอเลี้ยง กาแฟเย็น น้ำหวาน หารเร่ต่าง ๆ ฯลฯ	3.80

ที่มา : น้ำอัดลม , 2528

ง. มาตรฐานน้ำอัดลม

น้ำอัดลมจัดเป็น " **อาหารควบคุมเฉพาะ** " ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 62 พ.ศ. 2524 ซึ่งมีการกำหนดคุณภาพและมาตรฐาน รวมทั้งข้อบังคับเกี่ยวกับการแสดงฉลาก ดังนี้

- คุณภาพทางด้านกายภาพ เช่น ต้องไม่มีตะกอน

- คุณภาพทางเคมี เช่น กำหนดให้ใช้สีได้ไม่เกิน 0.007% (70 ppm.)

- คุณภาพทางชีววิทยา ต้องตรวจไม่พบ E. coli หรือจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

- กำหนดมาตรฐานน้ำที่ใช้ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 61 ปี พ.ศ. 2524

จ. โทษของน้ำอัดลม

1. น้ำอัดลมมีสภาพเป็นกรด (pH ประมาณ 4) ก่อให้เกิดปัญหากัดกร่อนฟันทำให้ฟันผุ

2. ในน้ำอัดลมมีก๊าซบรรจุอยู่ ถ้ามีแผลในกระเพาะอาหาร รับประทานก๊าซมากเกินไปก็ไม่ดี จะทำให้กัดกระเพาะมากยิ่งขึ้น และถึงจะไม่มีแผลในกระเพาะอาหาร ก๊าซในน้ำอัดลมก็จะทำให้ท้องอืด เพราะมีลมในกระเพาะมากเกินไป

3. มีคาเฟอีนในน้ำอัดลม ทำให้กดประสาท

4. ส่วนประกอบหลักของน้ำอัดลมคือ น้ำตาล ซึ่งถ้ารับประทานมาก ๆ จะทำให้เป็นโรคอ้วนได้ เนื่องจากแทนที่น้ำตาลจะให้พลังงานกลับถูกเปลี่ยนไปเป็นไขมันสะสมไว้ตามเนื้อเยื่อตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และผลที่ตามมาก็คือ โรคความดันโลหิตสูง โรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด ทำให้เกิดโรคหัวใจ และเบาหวานได้

5. น้ำตาลเมื่อรับประทานเข้าไปจะทำให้อิ่มง่าย ดังนั้น ถ้าให้เด็กดื่มน้ำอัดลมก่อนอาหาร จะทำให้เด็ก ๆ รับประทานอาหารได้น้อยลง อาจเกิดการขาดสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตได้

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย งานวิจัย

1. วัตถุดิบ และสารเคมี

วัตถุดิบ

- ระกำชนิดเปรี้ยวจัด และราคาถูกที่สุด
- น้ำ
- น้ำตาลทราย

สารเคมี

- กรดมะนาว
- Ascorbic acid
- Agar
- Ammonium molybdate
- Copper sulphate
- Dextrose
- 2,6-dichlorophenol - indophenol dye
- Glucose
- Metaphisphoric acid
- Methanol (HPLC grade)
- Peptone
- Phenolpthalein
- Potassium dihydrogen phosphate
- Potassium hydrogen phathalate
- Potassium sodium tartrate
- Potato Dextrose Agar

- Sodium carbonate
- Sodium hydrogen arsenate
- Sodium hydrogen carbonate
- Sodium hydroxide
- Sodium sulphate
- Tartaric acid
- Tryptone
- Yeast extract

2. **อุปกรณ์**

- Autoclave
- Desicator
- Hand refractometer Model ATAGO N1 ECM Brix 0-32 %
- High Performence Liquid Chromatography (HPLC) Model LC-6AD Shimadzu
- ตู้อบลมร้อน
- เครื่องวัด pH
- Porcelain
- Retort
- อ่างไล่อากาศ
- เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)
- Suction pump
- กรวยกรอง
- กระดาษกรองเซลลูโลส อะซีเตต
- กระบอกตวง
- กระป๋องขนาด 202 × 508 พร้อมฝาปิดชนิดเปิดง่าย
- ขวดวัดปริมาตร

- เครื่องชั่งละเอียด
- เครื่องปิดฝากระป๋อง และไล่อากาศ
- เครื่องปั่น
- จานเพาะเชื้อ
- ชุดกรอง
- เตาแก๊ส
- ทัพพี
- เทอร์โมมิเตอร์ 0 - 100 องศาเซลเซียส
- แท่งแก้ว
- บีกเกอร์
- บิวเรต
- ปิเปต
- ผ้าขาวบาง
- ฟลาสก์
- มีด
- หม้อ

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การเตรียมน้ำจากระกำสด

3.1.1 ล้างทำความสะอาดผลระกำ

3.1.2 ปอกเปลือกออก

3.1.3 ขูดเอาเนื้อระกำออกมาคั้น

3.1.4 นำเนื้อที่ขูดได้กรองผ่านผ้าขาวบางและสำลี จะได้น้ำระกำค่อนข้างใส

3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีของน้ำจากระกำสด

3.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีโดย 2,6 - Dichlophenol - Indophenol Visual Titration Method

3.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีโดย High Performance Liquid Chromatography โดยการเจือจางตัวอย่างน้ำระกำด้วย 4% Metaphosphoric acid ที่ความเข้มข้น 10^{-2}

3.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของผลระกำ

คุณสมบัติที่วิเคราะห์ได้แก่

3.3.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) โดยใช้ Hand Refractometer

3.3.2 ความเป็นกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก)

3.3.3 ความเป็นกรด - ด่าง โดยใช้ เครื่องวัด pH

3.3.4 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดย Somogyi - Nelson Method

3.3.5 Vitamin C (มิลลิกรัม / 100 มิลลิลิตร) โดย

3.3.5.1 2,6 - Dichlorophenol - Indophenol Visual Titration Method

3.3.5.2 High Performance Liquid Chromatography

3.3.6 Proximate analysis

3.3.6.1 ปริมาณความชื้น

3.3.6.2 ปริมาณเยื่อใย

3.3.6.3 ปริมาณเถ้า

3.4 การทำน้ำระกำเพื่อบรรจุกระป๋อง

3.4.1 นำผลระกำที่ปอกเปลือกแล้วนำมาต้มในน้ำจนเดือด แล้วเติมน้ำตาลจนได้ความหวาน 16 องศาบริกซ์

3.4.2 เติมเนื้อระกำปั่น 5% น้ำหนักต่อปริมาตร

3.4.3 เติมกรดซิตริก จนได้ pH 2.6

3.4.4 นำไปบรรจุกระป๋อง

3.4.5 ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 117 องศาเซลเซียส

3.5 การศึกษาอายุการเก็บ

นำผลิตภัณฑ์น้ำระกำพร้อมดื่มบรรจุกระป๋อง เก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 90 วัน โดยทำการทดสอบวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกับข้างต้น ในวันที่ 1 , 5 , 15 , 30 , 45 , 60 และ 90 พร้อมทั้งตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และ ปริมาณยีสต์ และรา

บทที่ 4

ผลการวิจัย และวิจารณ์

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพอาหารของน้ำจากระกำสด

4.1.1 ปริมาณความชื้น (moisture) = 13.67 %

4.1.2 ปริมาณเยื่อใย (crude fibre) = 11.015 %

4.1.3 ปริมาณเถ้า (ash) = 8.176 %

4.1.4 ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) = 3.16

4.1.5 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) = 8.125 µg./ml.

4.1.6 ร้อยละของปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) = 0.0147

4.1.7 ปริมาณวิตามินซี

- 2,6 - dichlorophenol - indophenol visual titration method
  = 1.11 มิลลิกรัม / 100 มิลลิลิตร
- HPLC = 0.351 มิลลิกรัม / 100 มิลลิลิตร

4.1.8 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total solubility solid)
= 12.8 องศาบริกซ์

4.2 ผลการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์น้ำระกำบรรจุกระป๋องพร้อมดื่ม

เมื่อนำผลิตภัณฑ์น้ำระกำไปบรรจุกระป๋อง เป็นผลิตภัณฑ์น้ำระกำบรรจุกระป๋องพร้อมดื่ม แล้วนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)

ตารางที่ 4.1 ปริมาณการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)

จำนวนวันที่เก็บ (วัน)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้
1	16
5	16
15	16
30	16
45	16
60	16
90	16

จากตารางที่ 4.1 พบว่าระยะเวลาการเก็บผลิตภัณฑ์น้ำระกำบรรจุกระป๋องพร้อมดื่ม ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ความเป็นกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก)

ตารางที่ 4.2 ความเป็นกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก)

จำนวนวันที่เก็บ (วัน)	ร้อยละปริมาณความเป็นกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก)
1	0.2007
5	0.2030
15	0.2052
30	0.2058
45	0.2100
60	0.2310
90	0.2240

จากตารางที่ 4.2 พบว่าระยะเวลาการเก็บผลิตภัณฑ์น้ำระกำบรรจุกระป๋องพร้อมดื่ม มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณความเป็นกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) เพียงเล็กน้อย

4.2.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH)

ตารางที่ 4.3 ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH)

จำนวนวันที่เก็บ (วัน)	ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH)
1	2.4
5	2.4
15	2.4
30	2.5
45	2.6
60	2.6
90	2.6

จากตารางที่ 4.3 พบว่าระยะเวลาการเก็บผลิตภัณฑ์น้ำระกำบรรจุกระป๋อง พร้อมดื่ม มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เพียงเล็กน้อย

4.2.4 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดย Somogyi - Nelson Method

ตารางที่ 4.4 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดย Somogyi - Nelson Method

จำนวนวันที่เก็บ (วัน)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (µg./ml.)
1	3.1×10^{4}
5	3.4×10^{4}
15	3.5×10^{4}
30	3.5×10^{4}
45	3.6×10^{4}
60	3.5×10^{4}
90	3.5×10^{4}

จากตารางที่ 4.4 พบว่าระยะเวลาการเก็บผลิตภัณฑ์น้ำระกำบรรจุกระป๋องพร้อมดื่ม มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

4.2.5 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซี โดยวิธี 2,6 Dichlorophenol - Indophenol Visual Titration Method

ตารางที่ 4.5 ปริมาณวิตามินซี โดยวิธี 2,6 Dichlorophenol - Indophenol Visual Titration Method

จำนวนวันที่เก็บ (วัน)	ค่าการดูดกลืนแสง (518 nm.)	ปริมาณวิตามินซี mg. / 100 ml.
1	0.310	1.07
5	0.282	0.99
15	0.241	0.83
30	0.206	0.71
45	0.191	0.66
60	0.171	0.59
90	0.150	0.52

4.2.6 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซี โดย HPLC

ตารางที่ 4.6 ปริมาณวิตามินซี โดย HPLC

จำนวนวันที่เก็บ (วัน)	ปริมาณวิตามินซี mg. / 100 ml.
1	0.348
5	0.342
15	0.332
30	0.316
45	0.301
60	0.264
90	0.228

จากตารางที่ 4.5 และ 4.6 พบว่าในการเก็บผลิตภัณฑ์น้ำระกำบรรจุกระป๋องพร้อมดื่มเป็นระยะเวลานานขึ้น จะทำให้วิตามินซีในผลิตภัณฑ์ลดน้อยลง

จากการทดลอง การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี โดยวิธีทางเคมี (2,6 - Dichlorophenol - Indophenol Visual Titration Method) กับ HPLC (High Performance Liquid Chromatography) ให้ผลการทดลองแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากการวิเคราะห์ทางเคมีนั้นมีข้อผิดพลาดอยู่หลายประการ เช่น ในการเติม Dye solution ต้องเขย่าให้ทั่วถึง และนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง ภายในเวลา 20 วินาที ซึ่งต้องอาศัยความรวดเร็วมาก และอาจเกิดข้อผิดพลาดได้

4.2.7 ผลการตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดย Plate Count Agar (PCA) และ Potato Dextrose Agar (PDA)

ตารางที่ 4.7 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดย Plate Count Agar (PCA) และ Potato Dextrose Agar (PDA)

จำนวนวันที่เก็บ (วัน)	PCA	PDA
1	ไม่พบ	ไม่พบ
5	ไม่พบ	ไม่พบ
15	ไม่พบ	ไม่พบ
30	ไม่พบ	ไม่พบ
45	ไม่พบ	ไม่พบ
60	ไม่พบ	ไม่พบ
90	ไม่พบ	ไม่พบ

จากตารางที่ 4.7 พบว่าปริมาณความร้อนที่ใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์มีค่าสูงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ โดยเฉพาะยีสต์และราให้หมดไป

4.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น และรสของผลิตภัณฑ์น้ำระกำ

นำตัวอย่างน้ำระกำแบบใส และแบบขุ่น มาหาลักษณะที่ยอมรับ จากนั้นจึงนำตัวอย่างน้ำระกำมาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Ranking test ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 40 คน ทำการจัดอันดับความชอบที่มีตัวอย่างน้ำระกำ pH 2.6 ที่ระดับความหวาน 14 , 15 และ 16 องศาบริกซ์ แล้วทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อหาค่าความสอดคล้องในการจัดอันดับด้วยวิธี χ^2 test

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบความชอบในลักษณะต่าง ๆ ของน้ำระกำ

ลักษณะที่ทดสอบ	จำนวนผู้บริโภคที่ยอมรับ (คน)
แบบใส	13
แบบขุ่น	27

จากตารางที่ 4.8 เมื่อนำผลการจัดอันดับ โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 40 คน มาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้วิธี χ^2 test พบว่าผู้ทดสอบทั้ง 40 คน มีความเห็นสอดคล้องกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% พบว่า ตัวอย่างน้ำระกำแบบขุ่นเป็นที่ยอมรับได้ จึงนำมาทดสอบการยอมรับลักษณะเนื้อระกำในตัวอย่างน้ำระกำ

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบความชอบลักษณะเนื้อในตัวอย่างน้ำระกำ

ลักษณะที่ทดสอบ	จำนวนผู้บริโภคที่ยอมรับ (คน)
A	4
B	8
C	25
D	3

หมายเหตุ A = น้ำระกำที่ต้มก่อนขูด ตะกอนละเอียด
B = น้ำระกำที่ขูดก่อนต้ม ตะกอนละเอียด
C = น้ำระกำที่ต้มก่อนขูด ตะกอนหยาบปริมาณเนื้อ 5%
D = น้ำระกำที่ขูดก่อนต้ม ตะกอนหยาบปริมาณเนื้อ 5%

จากตารางที่ 4.9 เมื่อนำผลการจัดอันดับ โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 40 คน มาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้วิธี χ^2 test พบว่าผู้ทดสอบทั้ง 40 คน มีความเห็นสอดคล้องกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% พบว่า ตัวอย่างน้ำระกำแบบขุ่นที่ต้มก่อนขูด มีตะกอนหยาบ 5% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นที่ยอมรับมากที่สุด จึงนำมาทดสอบความชอบที่ระดับความหวานต่าง ๆ

ตารางที่ 4.10 การทดสอบความชอบในลักษณะต่าง ๆของผลิตภัณฑ์ที่ระดับความหวานต่าง ๆ กัน

ลักษณะที่ทดสอบ	ชนิดของผลิตภัณฑ์	ระดับความชอบ		
		ชอบมาก	เฉยเฉย	ไม่ชอบ
สี	A	4	19	17
	B	16	16	8
	C	10	25	5
กลิ่น	A	11	16	13
	B	10	22	8
	C	12	16	12
รส	A	20	12	8
	B	13	20	7
	C	16	14	10
ลักษณะปรากฏ	A	12	21	7
	B	9	22	9
	C	10	26	4
ความชอบรวม	A	14	20	6
	B	13	13	14
	C	18	19	3

หมายเหตุ A = น้ำระกำ pH 2.6 ที่ระดับความหวาน 14 องศาบริกซ์

B = น้ำระกำ pH 2.6 ที่ระดับความหวาน 15 องศาบริกซ์

C = น้ำระกำ pH 2.6 ที่ระดับความหวาน 16 องศาบริกซ์

จากตารางที่ 4.10 เมื่อทำการจัดอันดับความชอบของตัวอย่างน้ำระกำที่ pH 2.6 โดยมีระดับความหวานแตกต่างกัน 3 ระดับคือ 14 , 15 และ16 องศาบริกซ์ โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 40 คน มาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้วิธี χ^2 test พบว่าตัวอย่างน้ำระกำ C ได้รับความนิยมในเรื่องรสชาดมากที่สุด ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และตัวอย่างน้ำระกำ C มีความชอบรวมสูงที่สุด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ส่วนสี , กลิ่น และลักษณะปรากฏของตัวอย่างน้ำระกำ A , B และ C ไม่มีผลต่อความชอบของผลิตภัณฑ์น้ำระกำ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

1. การศึกษาการวิเคราะห์คุณภาพอาหารของผลระกำสดพบว่า

ปริมาณความชื้น (moisture) = 13.67 %

ปริมาณเยื่อใย (crude fibre) = 11.015 %

ปริมาณเถ้า (ash) = 8.176 %

ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) = 3.16

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) = 8.125 µg./ml.

ร้อยละของปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) = 0.0147

ปริมาณวิตามินซี

- 2,6 - dichlorophenol - indophenol visual titration method
  = 1.11 มิลลิกรัม / 100 มิลลิลิตร
- HPLC = 0.351 มิลลิกรัม / 100 มิลลิลิตร

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total solubility solid)

= 12.8 องศาบริกซ์

2. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ โดยใช้วิธี Ranking test พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำระกำที่มีค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) 2.6 ระดับความหวาน 16 องศาบริกซ์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

3. การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์น้ำระกำบรรจุกระป๋องพร้อมดื่มที่ 1 , 5 , 15 , 30 , 45 , 60 และ 90 วัน พบว่า

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total solubility solid ; TSS) มีค่าคงที่เท่ากับ 16 องศาบริกซ์

ร้อยละของปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) คงที่ เท่ากับ 0.2

ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) คงที่ เท่ากับ 2.6

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) คงที่ เท่ากับ 3.5×10^{4} µg./ml.

ปริมาณวิตามินซี
โดยวิธี - 2,6 - dichlorophenol - indophenol visual titration method มีค่าลดลง
โดยวิธี HPLC มีค่าลดลง 34.48 %

ตรวจไม่พบปริมาณจุลินทรีย์โดยใช้ Plate Count Agar (PCA) และไม่พบยีสต์และราโดยใช้ Potato Dextrose Agar (PDA)

4. การศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีในน้ำระกำ โดยเปรียบเทียบวิธีทางเคมีกับการใช้เครื่อง HPLC ปรากฏว่า การวิเคราะห์วิตามินซีโดย HPLC ให้ค่าที่ละเอียดแม่นยำกว่าการใช้วิธีทางเคมี

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ในการเตรียมวัตถุดิบก่อนการผลิตมีความยุ่งยาก จึงควรมีการพัฒนาเทคโนโลยีการปอกเปลือกระกำ

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองระดับห้องปฏิบัติการและระดับอุตสาหกรรม มีมาตราฐานแตกต่างกัน ทำให้การวัดค่าต่าง ๆ ในระดับห้องปฏิบัติการและระดับอุตสาหกรรมมีความแตกต่างกันด้วย

3. เนื่องจากระกำเป็นผลไม้ที่มีตามฤดูกาล ทำให้การพัฒนาการผลิตไม่สามารถทำได้อย่างต่อเนื่อง

ภาคผนวก ก

การเตรียมน้ำระกำ

ส่วนผสม		
ผลระกำเปรี้ยว	1	กิโลกรัม
น้ำตาลทราย	500	กรัม
น้ำ	1	ลิตร
กรดซิตริก	เล็กน้อย	

วิธีทำ

1. ปอกเปลือกระกำ แล้วล้างน้ำให้สะอาด

2. ต้มระกำกับน้ำสะอาด นานประมาณ 20 นาที

3. ยีเอาเนื้อออกจากเมล็ด เอาเนื้อกันน้ำเข้าเครื่องตีป่นไฟฟ้าอย่างละเอียด

4. กรองให้ได้น้ำ 1 ลิตร

5. เติมน้ำตาลทราย และกรดซิตริก แล้วตั้งไฟจนเดือด ยกลง

ภาคผนวก ข

I วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

ข1.1 ค่าความเป็นกรด (Percent Titratable acidity)

สารเคมี

- Standardized NaOH 0.1 N
- Buffer pH 4.00 , pH 7.00
- Phenolpthalein 1 % indicator

วิธีการ

1.1.1 Standardize เครื่องวัด pH ด้วยการใช้ buffer pH 4.00 และ pH 7.00 ตามลำดับ

1.1.2 วัดค่า pH ของสารละลายอาหารในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร

1.1.3 ดูดสารละลายอาหารที่วัดค่า pH ด้วยเครื่องวัด pH แล้ว โดยใช้ Volumetric pipette จำนวน 5 - 10 มิลลิลิตร ลงใน Erlenmeyer flask 250 มิลลิลิตร หยด Phenolpthalein (1 %) จำนวน1 - 2 หยด เขย่าให้เข้ากัน

1.1.4 นำสารละลายไปไตเตรทกับสารละลายมาตราฐาน Sodium hydroxide จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง

% Titratable acidity

$$= \frac{\text{ml.NaOH} \times \text{Normality NaOH} \times \text{Equivalent wt. of acid} \times 100}{\text{ml. (or gm.) of sample} \times 100}$$

ข1.2 ปริมาณวิตามินซี

1.2.1 วิธี 2,6 - Dichlorophenol - Indophenol Visual Titration Method

สารเคมี

- Ascorbic acid 100 มิลลิกรัม ละลายใน 2 % HPO_3 จนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ดูดสารละลายขึ้นมา 4 มิลลิลิตร เจือจางด้วย 2 % HPO_3 จนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

- Dye Solution โดยนำ 2,6 - Dichlorophenol - Indophenol Dye 100 มิลลิกรัม และ Sodium bicarbonate 84 มิลลิกรัม ละลายในน้ำกลั่นร้อน 85 - 95 องศาเซลเซียส ทำให้เย็นแล้วทำให้ปริมาตรรวมเป็น 100 มิลลิลิตร กรองดูดเอา ส่วนใสมา 25 มิลลิลิตร แล้วทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร เก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อใช้ทำ Standardize กับ Ascorbic acid มาตราฐาน

- 2 % Metaphosphoric acid โดยละลาย HPO_3 2 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

วิธีการ

1.2.1.1 เตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์โดย ดูดน้ำระกำปริมาตร 10 - 20 มิลลิลิตร เจือจางด้วย 2 % HPO_3 จนปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร แล้วกรอง

1.2.1.2 ดูดสารละลาย Ascorrbic acid มาตราฐาน 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดแก้วสะอาด

1.2.1.3 เติมสารละลาย 2 % HPO_3 จนได้ปริมาตรของสารละลายในหลอดเป็น 5 มิลลิลิตร

1.2.1.4 เติมสารละลาย Dye 10 มิลลิลิตรอย่างรวดเร็ว เขย่าหลอดแล้วรีบนำสารละลายสีแดงที่เกิดขึ้นไปอ่านค่า Absorbance ที่ 518 นาโนเมตร ภายใน 15 - 20 วินาที โดยปรับให้เครื่อง Spectrophotometer อ่านค่า 100 % T เมื่อวัดสารละลาย blank ที่เตรียมได้จากการละลาย 2 % HPO_3 5 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร

1.2.1.5 ทำการทดลองซ้ำเหมือนข้อ 1.2.1.2 - 1.2.1.4 แต่ใช้สารละลาย Ascorbic acid มาตราฐาน 2 , 2.5 , 3 , 4 และ 5 มิลลิลิตร ตามลำดับ

1.2.1.6 ค่า Absorbance กับค่าความเข้มข้นของ Ascorbic acid นำมา plot กราฟ

1.2.1.7 ดูดสารละลายตัวอย่างที่เตรียมไว้ 5 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Dye 10 มิลลิลิตรเขย่าสาร แล้ววัดค่า Absorbance เช่นเดียวกับของสารละลายมาตราฐาน

1.2.1.8 อ่านค่าความเข้มข้นของ Ascorbic acid ในหลอดทดลองตัวอย่างจาก Standard curve

1.2.1.9 คำนวณปริมาณ Ascorbic acid ในตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ได้จากสมการข้างล่างนี้

Ascorbic acid ตัวอย่าง 100 กรัม หรือ 100 มิลลิลิตร

$$= \frac{\text{ปริมาณ Ascorbic acid ในหลอดทดลองตัวอย่าง} \times \text{ปริมาณสารละลายตัวอย่าง} \times 100}{\text{มิลลิลิตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้} \times \text{น้ำหนักหรือปริมาตรตัวอย่าง} \times 100}$$

1.2.2 ใช้ HPLC

สารเคมี

- 20 % Methanol ใน 0.08 M. Potassium dihydrogen phosphate ที่ปรับ pH เป็น 5 ด้วย H_3PO_4 แล้ว เพื่อเป็น Mobile phase

- 4 % Metaphosphoric acid (HPO_3) โดยละลาย HPO_3 4 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

- Ascorbic acid 4 มิลลิกรัม ละลายใน 4% HPO_3 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร

- สารตัวอย่างนำมาเจือจางด้วย 4% HPO จนมีความเข้มข้น 10^{-2}

วิธีการ

1.2.2.1 กำหนดสภาวะการทดลองโดยตั้ง Wave lenght ที่ 254 นาโนเมตร , Sensitivity 0.08 , Flow rate 1.0 ml./min.

1.2.2.2 เตรียม Standard ascorbic acid เพื่อ inject เข้าเครื่องหากราฟมาตราฐาน โดยฉีด 1 , 2 , 3 , ... , 12 ไมโครลิตร ตามลำดับ

1.2.2.3 บันทึกค่าที่ได้จาก data processor

1.2.2.4 นำค่า area ที่ได้มาสร้างกราฟ ระหว่าง area กับปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม)

1.2.2.5 ฉีดสารตัวอย่างเข้าเครื่อง 10 ไมโครลิตร อ่านค่า area ที่ได้

1.2.2.6 นำค่า area ของสารตัวอย่าง เทียบหาปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม) ในกราฟมาตราฐาน

1.2.2.7 บันทึกค่าวิตามินซีในหน่วย มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม

ข1.3 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดย Somogyi - Nelson Method .

สารเคมี

- สารละลายน้ำตาลกลูโคสมาตราฐาน ชั่งน้ำตาลกลูโคส 0.01 กรัม ใส่ใน Volumetric flask เติมน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร จะได้ความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคส 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็น stock solution ดูดมา 7.5 , 5 , 2.5 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 2.5 , 5 , 7.5 มิลลิลิตร ตามลำดับ จะได้สารละลายกลูโคสมาตราฐาน 75 , 50 , 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

- Somogyi I ละลาย Sodium sulfate (anhydrous) 288 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ใส่ Potassium sodiumtartrate 24 กรัม , Sodium bicarbonate (anhydrous) 48 กรัม และ Sodium hydrogen carbonate 32 กรัม เจือจางให้ได้ปริมาตรทั้งหมดเป็น 1600 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น แล้วเก็บที่ 27 องศาเซลเซียส

- Somogyi II ละลาย Sodium sulfate (anhydrous) 72 กรัม ในน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร ใส่ $CuSO_4 . 5H_2O$ 8 กรัม เจือจางให้ได้ปริมาตรทั้งหมดเป็น 400 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น แล้วเก็บที่ 27 องศาเซลเซียส

ก่อนใช้ ให้ผสม Somogyi I 4 ส่วนปริมาตรกับ Somogyi II 1 ส่วนปริมาตร แล้วใช้ทันที

- Nelson solution ละลาย Ammonium molybdate ในน้ำกลั่น 1800 มิลลิลิตร ใส่ Sodium hydrogen arsenate 12 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เก็บสารละลายในขวดสีชา ที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง ก่อนใช้

วิธีการ

1.3.1 ใช้ตัวอย่างอาหาร ที่เจือจางให้มีความเข้มข้นของน้ำตาลประมาณ 20 - 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร 2 มิลลิลิตร

1.3.2 เติมสารละลาย Somogyi 2 มิลลิลิตร ปิดฝา ต้มให้เดือดเป็นเวลานาน 15 นาที หลังจากนั้นนำไปแช่ในน้ำเย็น

1.3.3 เติมสาร Nelson 2 มิลลิลิตร และผสมกันโดยการเขย่า เติมน้ำกลั่น 4 มิลลิลิตร โดยการเทกลับไปมา

1.3.4 อ่านค่า optical density ที่ 520 นาโนเมตร ทำ blank โดยใช้น้ำกลั่น

II วิธีวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

ข2.1 ปริมาณจุลินทรีย์

สารเคมี

- สารละลายเปปโตน 1 %
- Potato Dextrose Agar
- สารละลายกรดทาร์ทาริก 10 %
- Tryptone
- Yeast extract
- Dextrose
- Agar
- น้ำกลั่น

วิธีการ

2.1.1 เตรียม PDA โดยใช้ PDA Agar 29 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มให้เดือดนำไปฆ่าเชื้อใน Autoclave ที่ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที เมื่อผ่านการฆ่าเชื้อแล้วทำให้เย็นจนมีอุณหภูมิ 40 - 50 องศาเซลเซียส จากนั้นเติมสารละลายกรดทาร์ทาริกที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วลงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้ 1.3 มิลลิลิตร ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ 100 มิลลิลิตร จะได้ pH ประมาณ 3.5

2.1.2 เตรียม Tryptone Dextrose Yeast extract Agar โดยนำส่วนผสมคือ Tryptone 5 กรัม , Yeast extract 2.5 กรัม , Dextrose 1 กรัม และ Agar 15 กรัม ผสมในน้ำ 1 ลิตร ต้มให้เดือด ฆ่าเชื้อใน Autoclave ที่ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที

2.1.3 เตรียม dilution ของตัวอย่าง ด้วยสารละลายเปปโตนที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว โดยเตรียม dilution 10 , 10^{-1} , 10^{-2}

2.1.4 pour plate โดยใช้ปิเปตที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ดูด dilution ที่เตรียมได้ dilutionละ 1 มิลลิลิตรใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่เตรียมไว้ แล้วเทอาหารเลี้ยงเชื้อลงไป

2.1.5 นำจานเพาะเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 วัน นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อที่มี 30 - 300 โคโลนี คำนวณปริมาณเชื้อโดย

ปริมาณจุลินทรีย์ (โคโลนี / มิลลิลิตร) = จำนวนโคโลนีที่นับได้ × dilution × 10

III วิธีวิเคราะห์ทางกายภาพ

<u>ข3.1 เปอร์เซ็นความชื้น</u>

อุปกรณ์

- Porcelain
- Hot Air Oven
- Desicator

วิธีทำ

3.1.1 ชั่งตัวอย่างอาหาร 2 - 5 กรัม ใส่ใน Porcelian ที่ทราบน้ำหนัก

3.1.2 นำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

3.1.3 นำออกมาทำให้เย็นใน Desicator ที่มีสารดูดความชื้น

3.1.4 ชั่งหาน้ำหนัก แล้วนำกลับเข้าไปอบทำตามขั้นตอนเดิม นำมาชั่งจนน้ำหนักคงที่

การคำนวณ

$$P = \frac{100 (A - B)}{C} \%$$

P คือ เปอร์เซ็นความชื้นในอาหาร

A คือ น้ำหนัก Porcelain และน้ำหนักอาหารก่อนอบ

B คือ น้ำหนัก Porcelain กับน้ำหนักอาหารหลังอบ

C คือ น้ำหนักตัวอย่างอาหารก่อนอบ

ข3.2 เปอร์เซ็นเยื่อใย

สารเคมี

- H_2SO_4 1.25 %
- NaOH 1.25 %
- Alcohol

อุปกรณ์

- Crucible
- Desicator
- Buchner funnel
- Filtering flask

วิธีการ

3.2.1 ชั่งตัวอย่างอาหารภายหลังที่ได้วิเคราะห์หาไขมันเสร็จแล้ว 2 - 3 กรัมใส่บีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร

3.2.2 เติม H_2SO_4 ที่มีความเข้มข้น 1.25 % ประมาณ 100-150 มิลลิลิตร ต้มจนเดือด ควบคุมความเข้มข้นให้คงที่ เป็นเวลา 30 นาที

3.2.3 กรองตะกอนบน Buchner funnel ที่ต่อกับ Filtering flask โดยอาศัย Suction pump

3.2.4 ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน 2 - 3 ครั้ง จนหมดกรด ถ่ายตะกอนกลับลงในบีกเกอร์

3.2.5 เติม NaOH ที่มีความเข้มข้น 1.25 % ประมาณ 100 - 150 มิลลิลิตร ต้มจนเดือดเป็นเวลา 30 นาที

3.2.6 กรองและล้างตะกอนที่ย่อยเสร็จเรียบร้อยแล้วใส่ใน Crucible ล้างด้วย Alcohol 15 มิลลิลิตร

3.2.7 นำ Crucible ไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

3.2.8 นำออกมาทำให้เย็นใน Desicator

3.2.9 ชั่งน้ำหนักที่หายไป เป็นน้ำหนักของเยื่อใยที่มีอยู่ในอาหาร และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของเยื่อใยต่อไป

การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์เยื่อใย} = \frac{(A - B) \times 100}{W}$$

A คือ น้ำหนัก Crucible กับน้ำหนักกากภายหลังการย่อยก่อนการเผา

B คือ น้ำหนัก Crucible กับน้ำหนักเถ้าภายหลังการเผา

W คือ น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์หาไขมัน

ข3.3 เปอร์เซ็นต์เถ้า

อุปกรณ์

- Muffle furnace
- Crucible
- Desicator

วิธีการ

3.3.1 ชั่งตัวอย่างอาหาร 2 - 3 กรัม ใส่ใน Crucible ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน

3.3.2 นำไปเผาใน Muffle furnace จนหมดควัน แล้วจึงเผาต่อในเตาเผาที่ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 600 องศาเซลเซียส ประมาณ 3 - 4 ชั่วโมง จนกระทั่งเถ้าเป็นสีขาว

3.3.3 นำออกมาทำให้เย็นใน Desicator

3.3.4 ชั่งน้ำหนักของสารที่เหลือ เป็นน้ำหนักของแร่ธาตุหรือเถ้า ต่อจากนั้นนำไปคำนวณเปอร์เซ็นต์ต่อไป

การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์เถ้าในอาหาร} = \frac{(B - A) \times 100}{W}$$

A คือ น้ำหนักของ Crucible

B คือ น้ำหนักของ Crucible กับน้ำหนักเถ้าภายหลังการเผา

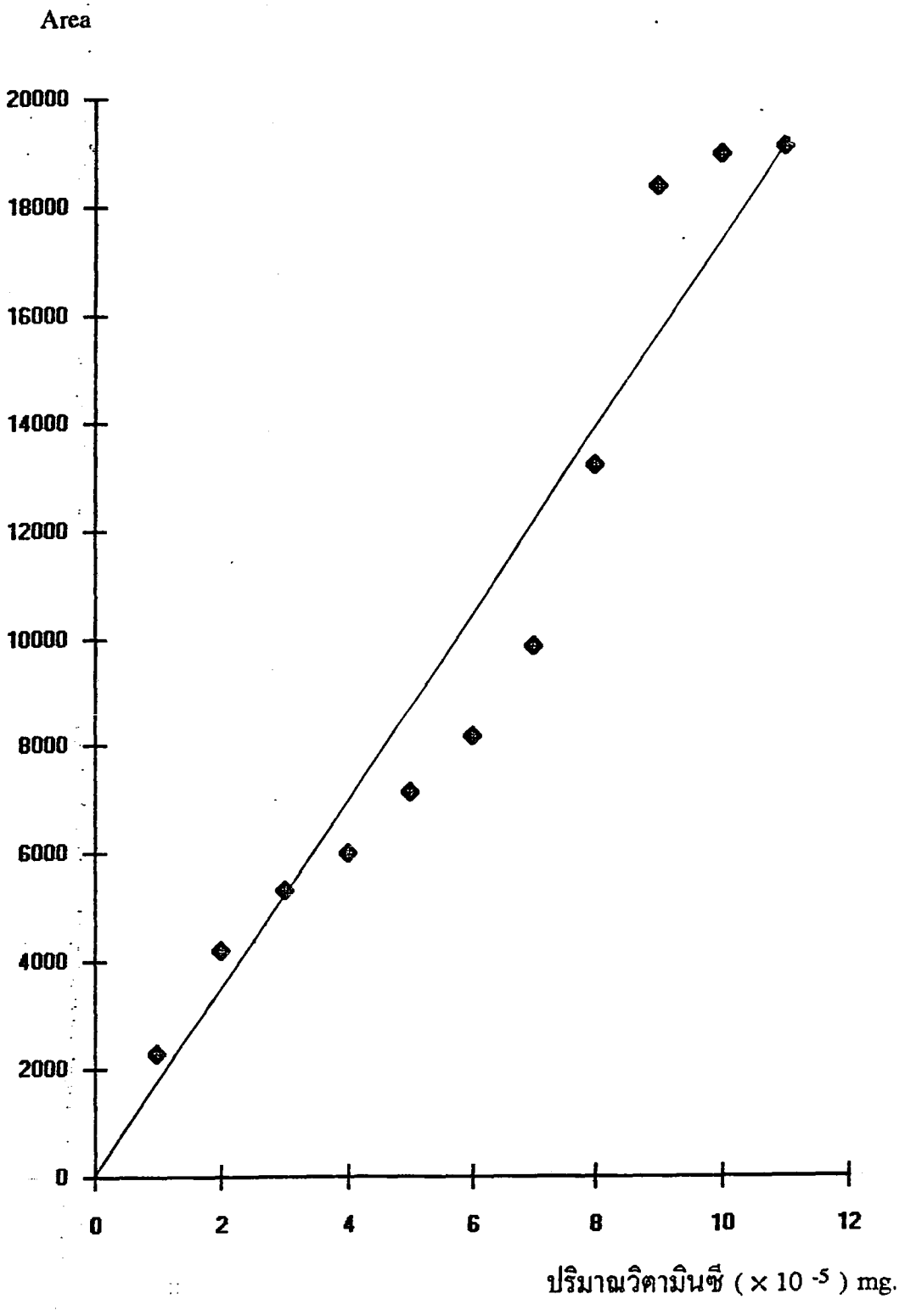
W คือ น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์หาไขมัน

ภาคผนวก ค

I กราฟมาตราฐาน Ascorbic acid

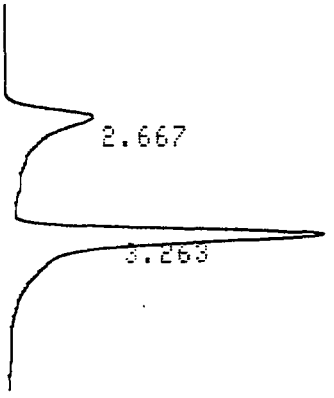
ค 1.1 การทำกราฟมาตราฐานในการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี โดย HPLC (High Performance Liquid Chromatography)

ปริมาณวิตามินซี $\times 10^{-5}$มิลลิกรัม	area
1	1095
2	2295
3	4211
4	5314
5	6004
6	7128
7	8170
8	9887
9	13204
10	18374
11	18965
12	19106

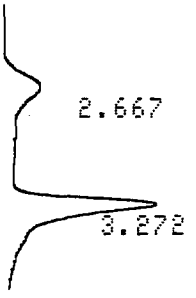


รูปที่ ค.1 กราฟมาตราฐาน Ascorbic acid ที่วิเคราะห์โดย HPLC

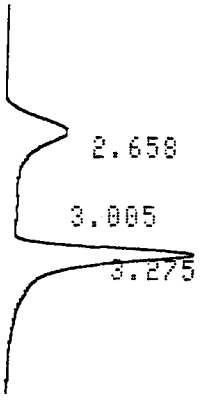
สารละลายตัวอย่าง Ascorbic acid



น้ำระกำสด



น้ำระกำบรรจุกระป๋องพร้อมดื่ม



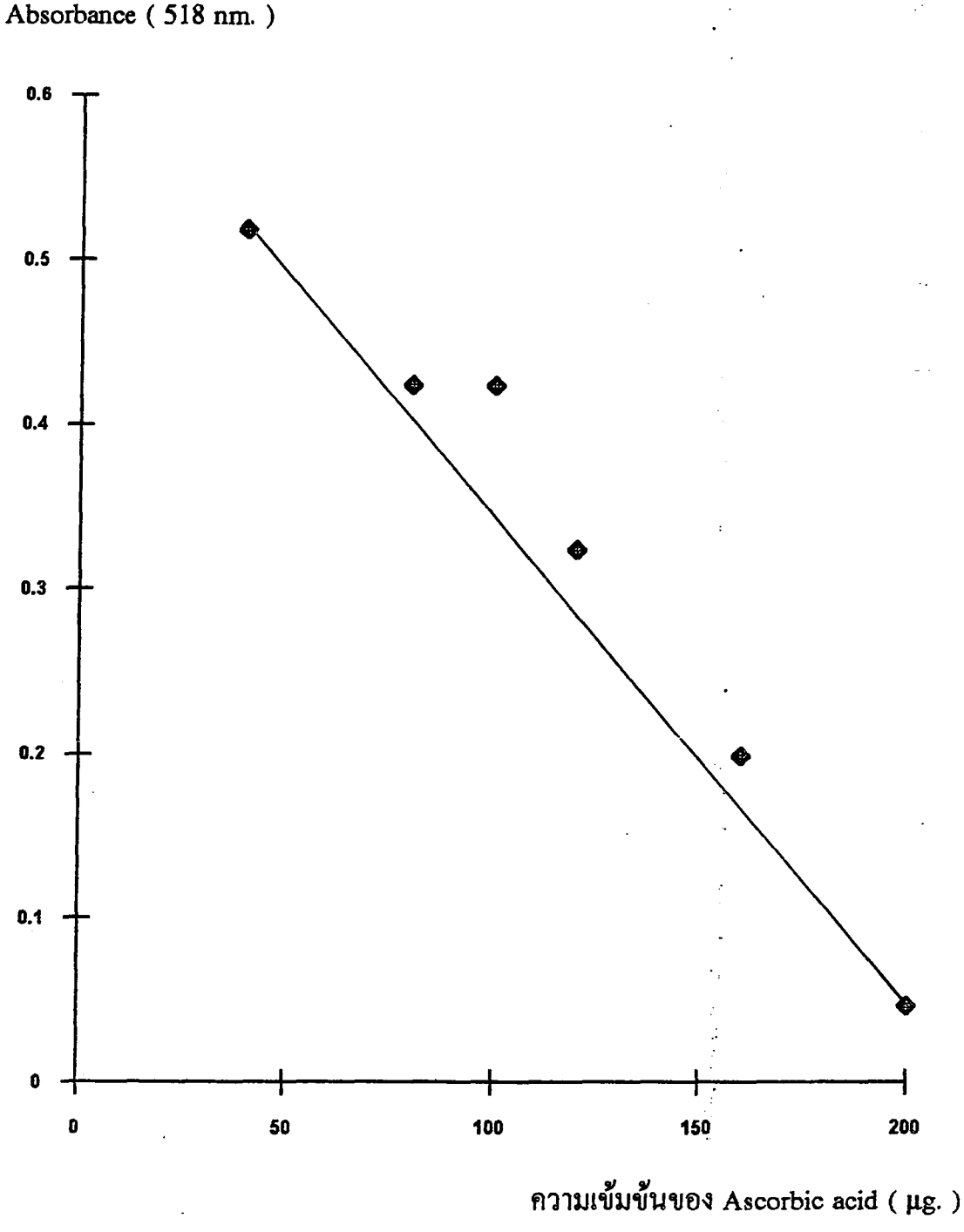
รูปที่ ค.2 แสดงผลการ inject สารตัวอย่างใน HPLC

ตารางที่ 6.1 HPLC condition for vitamin C analysis

Compounds determined	Type of sample	Sample preparation	Stationary phase	Mobile phase	Detector	Reference
Ascorbic acid	Fruits, fruit juices, infant formulae	Extract with 6% metaphosphoric acid, homogenize, filter	μ-Bondapak C_{18} (Waters)	Methanol–water (50 : 50, v/v) with 10^{-3}M tridecylammonium formate (pH 5)	UV 254 nm	Sood *et al.* (1976)
Ascorbic acid	Fruits, infant foods, milk	Extract with 3% metaphosphoric acid + 8% acetic acid, centrifuge, dilute with 5×10^{-2}M perchloric acid	LiChrosorb RP 18 (Merck)	Methanol–8×10^{-2}M acetate buffer + 10^{-3}M tridecylamine (15 : 85, v/v), pH 4.5	Electrochemical with carbon paste electrode at 800 mV versus Ag/AgCl electrode	Pachla and Kissinger (1979)
Ascorbic acid	Orange juice	Add metaphosphoric acid, centrifuge	10 μm strong anion-exchange (Dupont)	Gradient with boric acid buffer (pH 8)	UV 254 nm	Rouseff (1979)
Ascorbic acid	Potatoes and potato products	Extract with 6% metaphosphoric acid, homogenize, filter	μ-Bondapak C_{18} (Waters)	5×10^{-4}M tridecylammonium formate, pH 4.5–methanol (40 : 60, v/v)	UV 254 nm	Augustin *et al.* (1981)
Ascorbic acid plus dehydroascorbic acid	Tomatoes, green pepper, orange juice	Extract with 3% metaphosphoric + 8% acetic acid, homogenize, filter, reduce with homocysteine (pH 6.8), add metaphosphoric acid, filter	Nucleosil 5 C_{18} (Machery and Nagel)	5×10^{-3}% (m/v) tetrahexylammonium hydrogen sulphate plus 6×10^{-3}% (m/v) acetic acid, to pH 5 with sodium hydroxide	UV 264 nm or electrochemical with glassy carbon electrode at 800 mV versus Ag/AgCl electrode	van Niekerk *et al.* (1981)

ค 1.2 การทำกราฟมาตราฐาน ในการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี โดยวิธี 2,6 - Dichlorophenol - Indophenol Visual Titration Method

ปริมาณวิตามินซี (ไมโครกรัม)	absorbance
40	0.518
80	0.424
100	0.424
120	0.324
160	0.199
200	0.047



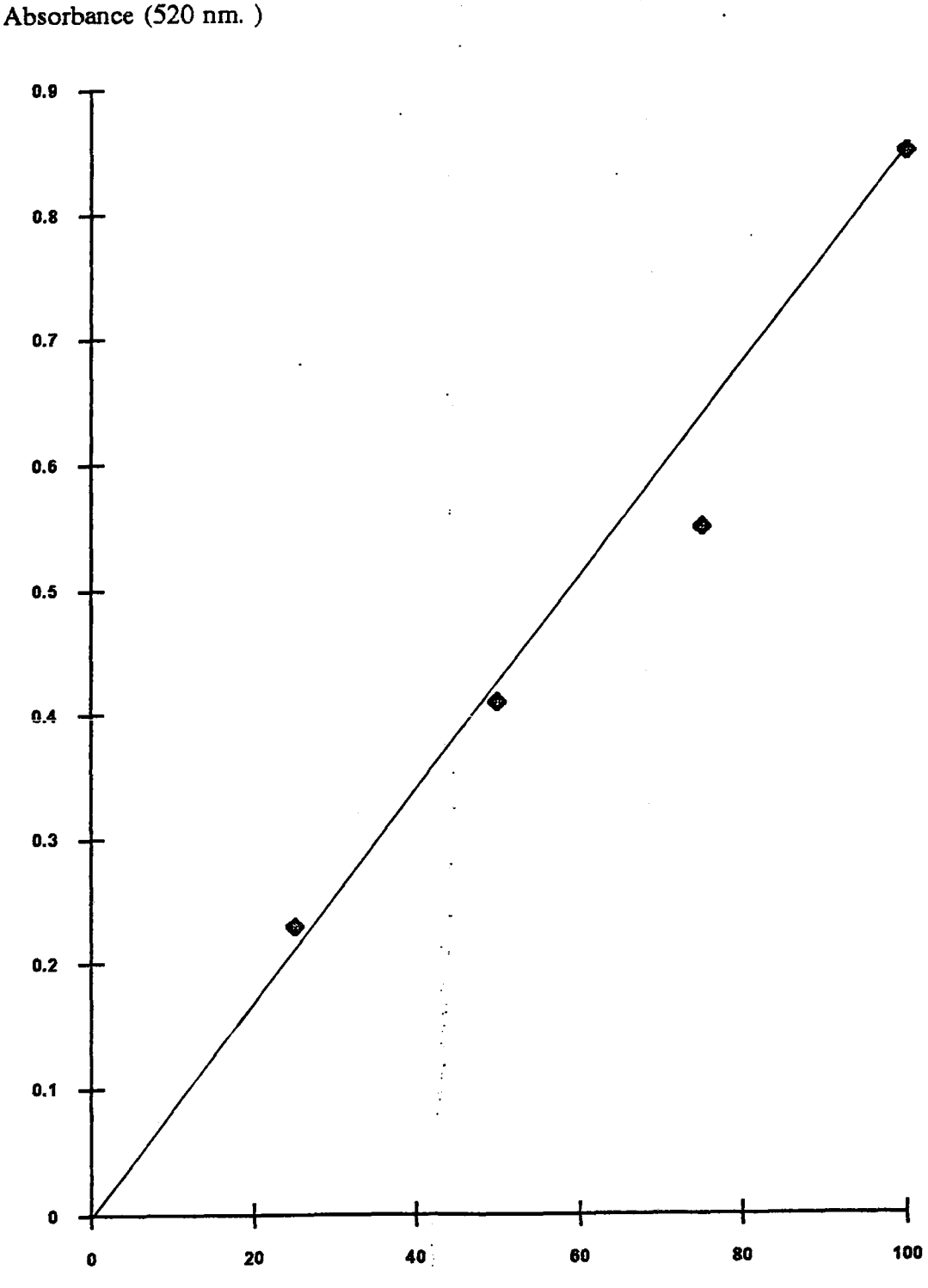
รูปที่ ค.3 กราฟมาตราฐาน Ascorbic acid ที่วิเคราะห์โดยวิธีทางเคมี

2,6 - Dichlorophenol - Indophenol Visual Titration Method

II กราฟมาตราฐานในการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดยวิธี Somogyi - Nelson Method

ค 2.1 การทำกราฟมาตราฐาน ในการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดยวิธี Somogyi - Nelson Method

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	absorbance
25	0.23
50	0.41
75	0.55
100	0.85



รูปที่ ค.4 กราฟมาตราฐานน้ำตาลรีดิวซ์ที่วิเคราะห์โดยวิธี

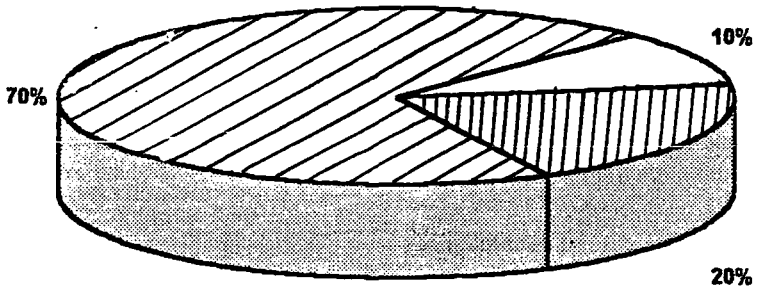
Somogyi - Nelson Method

ภาคผนวก ง

แผนภูมิรูปภาพแสดงการยอมรับผลิตภัณฑ์

ง.1 วัตถุประสงค์ในการดื่มน้ำระกำของผู้บริโภค

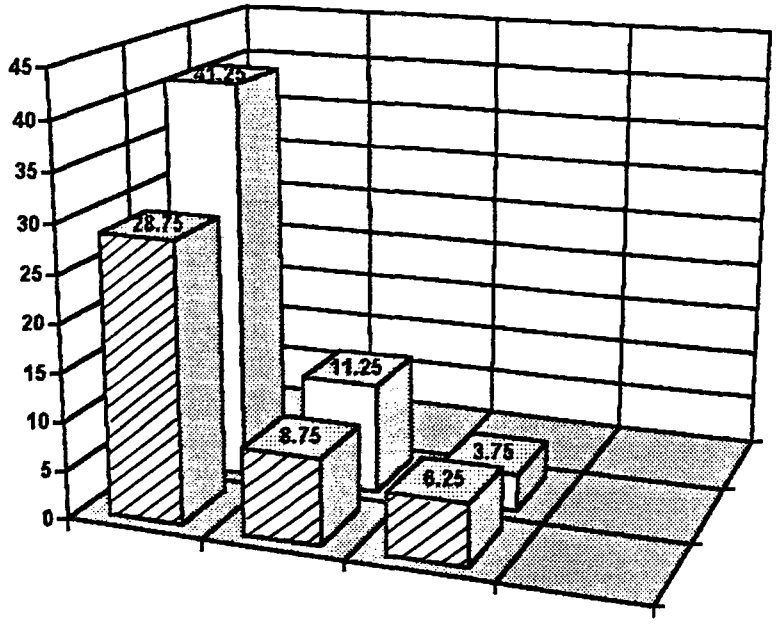
ง.1.1 ผู้บริโภคทั้งหมดจากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน



รูปที่ ง.1 แผนภูมิรูปภาพแสดงวัตถุประสงค์ในการดื่มน้ำระกำ ของผู้บริโภคทั้งหมดจากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน

- แก้กระหายให้ความสดชื่น 70 %
- เพื่อให้วิตามิน 20 %
- อื่น ๆ 10 %

<u>ง.1.2 แยกผู้บริโภคตามเพศจากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน</u>



รูปที่ ง.2 แผนภูมิรูปภาพแสดงวัตถุประสงค์ในการดื่มน้ำระกำของผู้บริโภคแยกตามเพศจากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน

เพศชาย

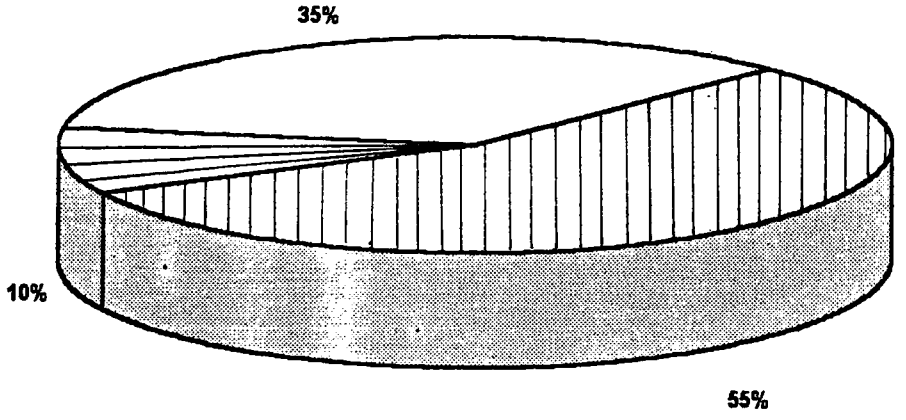
- แก้กระหายให้ความสดชื่น 28.75 %
- เพื่อให้วิตามิน 8.75 %
- อื่น ๆ 6.25 %

เพศหญิง

- แก้กระหายให้ความสดชื่น 41.25 %
- เพื่อให้วิตามิน 11.25 %
- อื่น ๆ 3.75 %

ง.2 ความต้องการซื้อน้ำระกำของผู้บริโภค

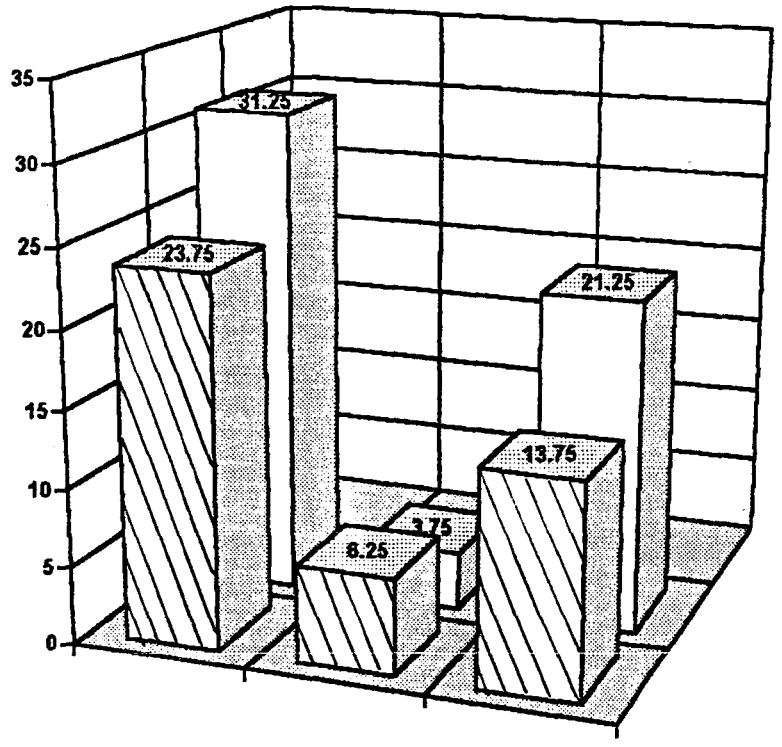
ง.2.1 ผู้บริโภคทั้งหมดจากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน



รูปที่ ง.3 แผนภูมิรูปภาพแสดงความต้องการซื้อน้ำระกำของผู้บริโภคทั้งหมดจากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน

- ซื้อ 55 %
- ไม่ซื้อ 10 %
- ไม่แน่ใจ 35 %

<u>ง.2.2 แยกผู้บริโภคตามเพศจากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน</u>



รูปที่ ง.4 แผนภูมิรูปภาพแสดงความต้องการซื้อน้ำระกำของผู้บริโภคแยกตามเพศจากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน

เพศชาย

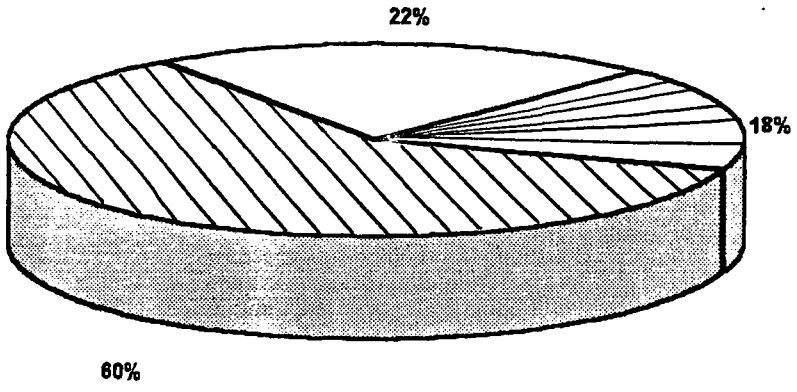
- ซื้อ 23.75 %
- ไม่ซื้อ 6.25 %
- ไม่แน่ใจ 13.75 %

เพศหญิง

- ซื้อ 31.25 %
- ไม่ซื้อ 3.75 %
- ไม่แน่ใจ 21.35 %

ง.3 ราคาที่ผู้บริโภคยอมรับ

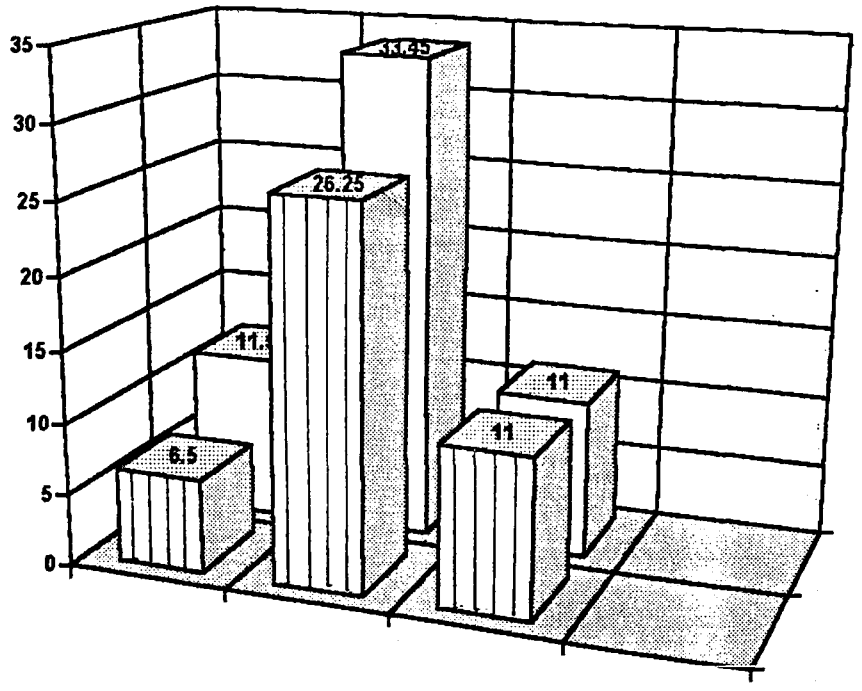
ง.3.1 ผู้บริโภคทั้งหมดจากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน



รูปที่ ง.5 แผนภูมิรูปภาพแสดงราคาที่ผู้บริโภคทั้งหมดยอมรับ
จากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน

- ซื้อในราคาแพงกว่า 18 %
- ซื้อในราคาเท่ากัน 60 %
- ซื้อในราคาถูกกว่า 22 %

<u>ง.3.2 แยกผู้บริโภคตามเพศจากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน</u>



รูปที่ ง.6 แผนภูมิรูปภาพแสดงราคาที่ผู้บริโภคที่แยกตามเพศยอมรับ
จากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน

เพศชาย

- ซื้อในราคาแพงกว่า 6.50 %
- ซื้อในราคาเท่ากัน 26.25 %
- ซื้อในราคาถูกกว่า 11.00 %

เพศหญิง

- ซื้อในราคาแพงกว่า 11.50 %
- ซื้อในราคาเท่ากัน 33.75 %
- ซื้อในราคาถูกกว่า 11.00 %

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ทางสถิติ

จ.1 ทดสอบระดับความชอบโดยใช้ χ^2 test

ขั้นตอนในการทดสอบว่า ตัวแปร k ตัว มีความอิสระต่อกันหรือไม่

1.1 ตั้งสมมติฐาน H_o และ H_1

H_o : ไม่มีความสัมพันธ์กันในตัวแปรทั้ง k ตัว

H_o : มีความสัมพันธ์กันในตัวแปร

1.2 กำหนดระดับนัยสำคัญ ในที่นี้ใช้ $\alpha = 0.05$

1.3 การทดสอบทำเป็นขั้นๆดังนี้

1.3.1 สร้างตารางจากข้อมูล

1.3.2 นับจำนวนความถี่และบันทึกลงในเซลของตารางการณ์จร

1.3.3 หาผลรวมในแนวแถวและหาผลรวมในแนวสดมภ์

1.3.4 หาค่า E_{ij} และเขียนไว้ในช่อง O_{ij} นั้น

$$E_{ij} = \frac{n_i n_j}{n}$$

E_{ij} แทนความถี่คาดหวัง (Experted frequency)

n_i แทนผลรวมของความถี่ที่สังเกตุได้ (Observed frequency) ในแถว i ของตัวแปรที่ 1

n_j แทนผลรวมของความถี่ที่สังเกตุได้ในสดมภ์ที่ j ของตัวแปรที่ 2

n แทนผลรวมของความถี่ที่สังเกตุได้ทั้งหมด

1.3.5 คำนวณหาค่า χ^2 จากสูตร

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c} \frac{(O_{ij} - E_{ij})}{E_{ij}}$$

r แทนจำนวนลักษณะของตัวแปรที่ 1 (จำนวนแถว)

c แทนจำนวนลักษณะของตัวแปรที่ 2

O_{ij} แทนความถี่ที่สังเกตุได้ หรือค่าที่ได้จากการสังเกตุในตัว แปรที่ 1 ลักษณะที่ i และตัวแปรที่ 2 ลักษณะที่ j

1.4 การทดสอบนัยสำคัญ นำค่า χ^2 ที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตของ χ^2 ซึ่งเปิดจากตารางค่า χ^2 ที่ df = (r - 1) (c - 1) ณ ระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้

1.5 การตัดสินใจ เพื่อตัดสินว่าจะยอมรับหรือไม่ยอมรับ H_o
โดยถ้า χ^2 ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตของ χ^2 จากตารางเราจะไม่ยอมรับ H_o ถ้าค่า χ^2 ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตของ χ^2 จากตารางเราจะยอมรับ H_o

1.6 การแปรผล

ถ้าไม่ยอมรับ H_o สรุปได้ว่า มีความสัมพันธ์กันในตัวแปรทั้ง k ตัว

ถ้ายอมรับ H_o สรุปได้ว่าไม่มีความสัมพันธ์กันในตัวแปรทั้ง k ตัว หรือเป็นอิสระต่อกัน

จ.2 การวัดความสัมพันธ์โดยวิธี The Contingency Coefficient : C

วิธีการวัดความสัมพันธ์

2.1 สมมติฐาน

H_o : มีความสัมพันธ์กันในตัวแปรทั้งสองตัว

H_1 : ไม่มีความสัมพันธ์กันในตัวแปรทั้งสองตัว

2.2 คำนวณหาค่า χ^2 จากสูตร

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c} \frac{(O_{ij} - E_{ij})}{E_{ij}}$$

r แทนจำนวนแถว (row)

c แทนจำนวนสดมภ์ (column)

O_{ij} แทนจำนวณความถี่จากการสังเกตุในแถวที่ i สดมภ์ที่ j

E_{ij} แทนจำนวณความถี่ที่คาดหวังในแถวที่ i สดมภ์ที่ j

2.3 นำค่า χ^2 ที่คำนวณได้ มาคำนวณหาระดับควาสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (เมื่อตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ) ซึ่งระดับความสัมพันธ์หาได้จากสูตร

$$C = \frac{\chi^2}{N + \chi^2}$$

C แทนค่าสัมประสิทธิ์การณ์จร

χ^2 แทนค่าไค-สแควร์ของข้อมูล

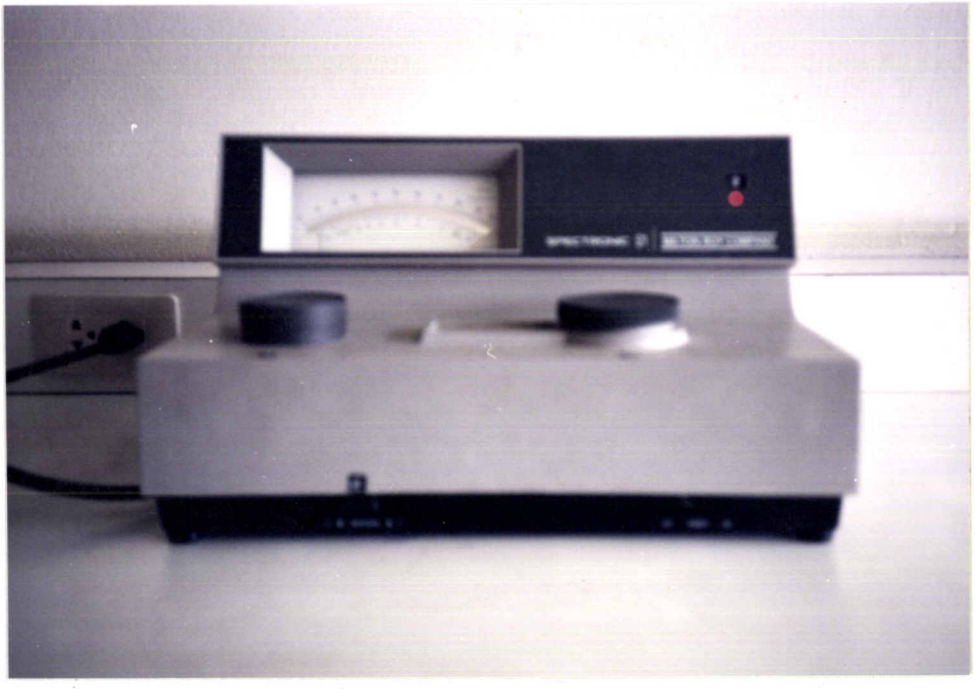
N แทนค่าจำานวณข้อมูล

2.4 การแปรผล

ใช้ค่า C เปรียบเทียบความมากน้อยของความสัมพันธ์ของตารางการณ์จรที่มีขนาดเดียวกัน เช่น ตารางการณ์จรขนาด 2×2 มีค่า C สูงสุดเป็น 0.707 ถ้าเราคำนวณหาสัมประสิทธิ์การณ์จรของข้อมูลได้ 0.28 ก็หมายความว่า ตัวแปร x กับ y มีความสัมพันธ์กันประมาณ 40 % เพราะ C = 0.28 มีค่าประมาณ 40 % ของ 0.707 นั่นเอง

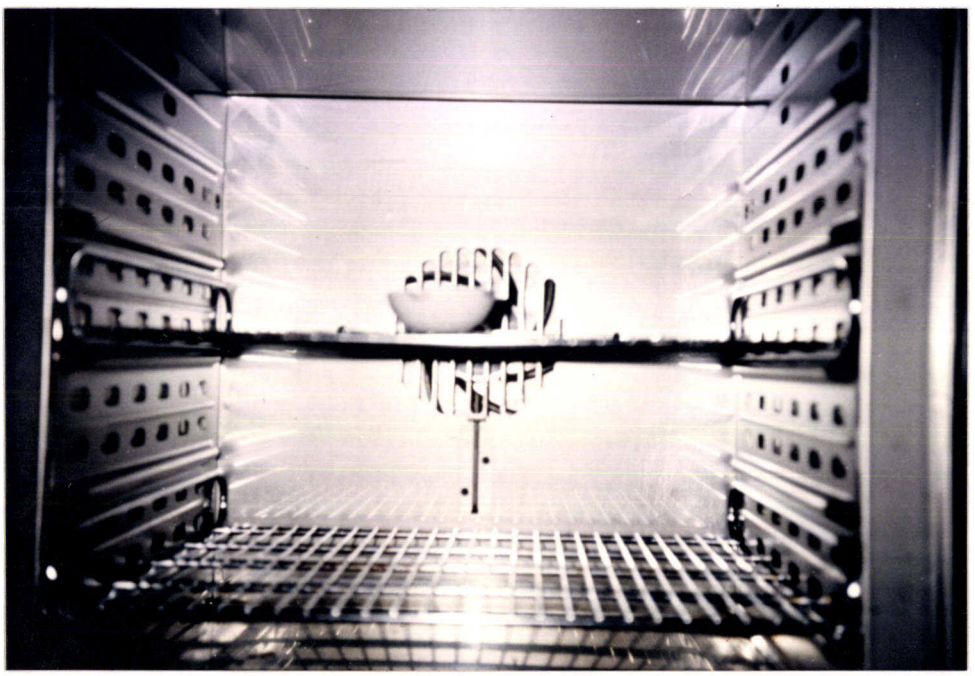
ภาคผนวก ฉ

ภาพแสดงอุปกรณ์และผลิตภัณฑ์ในการทดลอง



รูป ฉ.1 เครื่อง Spectrophotometer

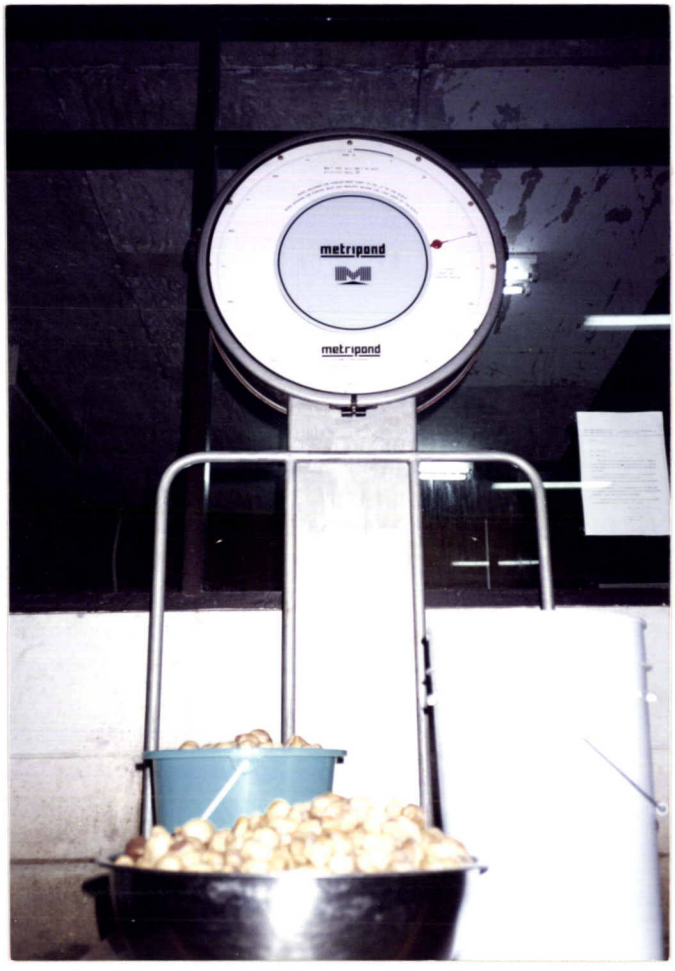
รูปที่ ฉ.2 เครื่อง HPLC Model LC - 6AD



รูปที่ ฉ.3 การหาปริมาณความชื้น

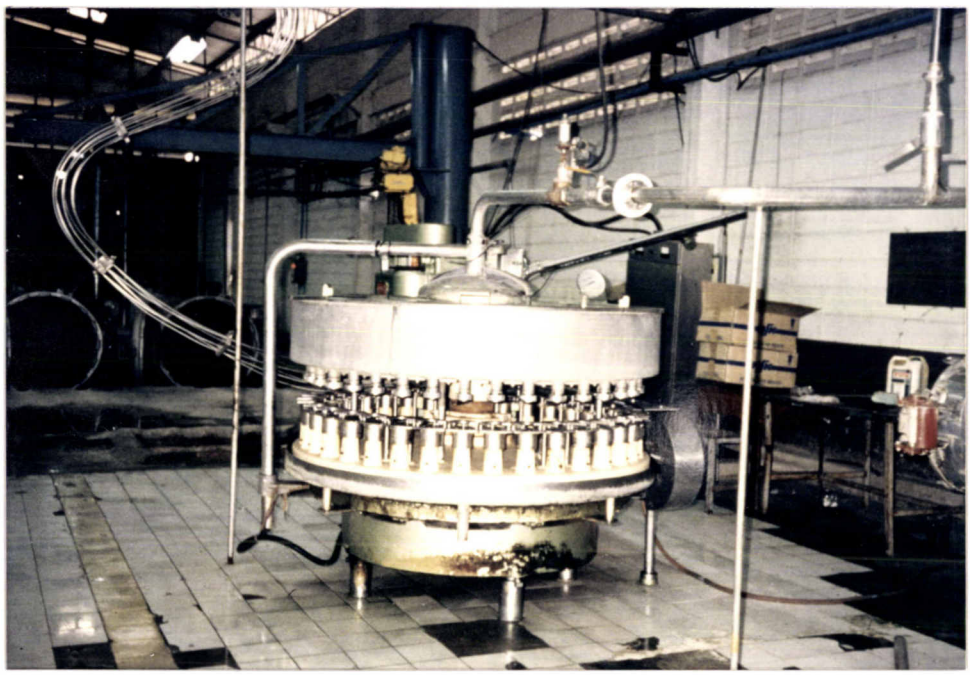
รูปที่ ฉ.4 การหาปริมาณเถ้า

รูปที่ ฉ.5 ผลระกำสด

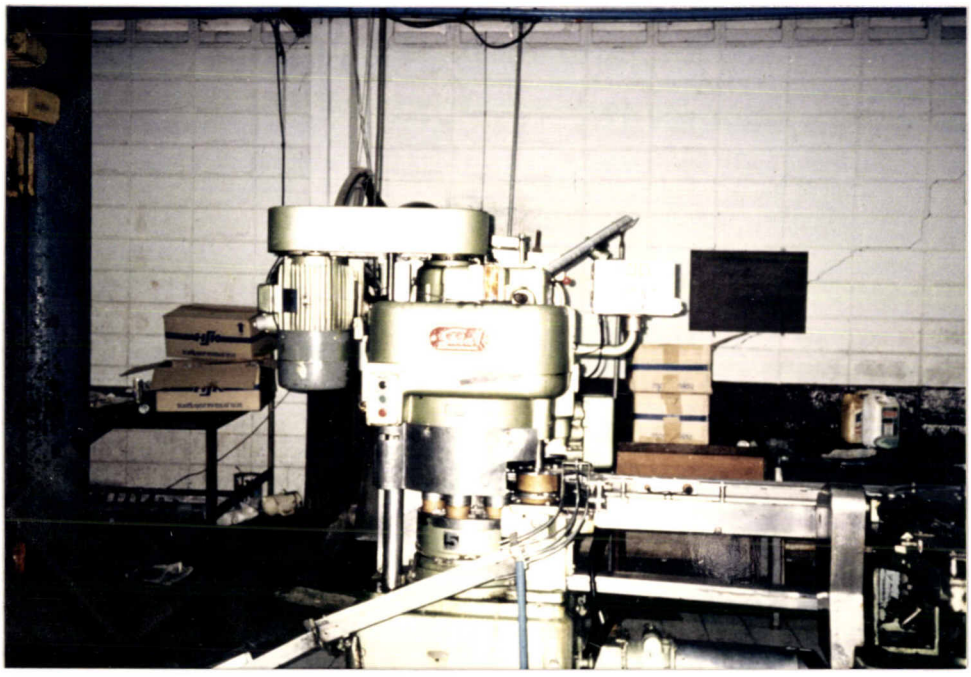


รูปที่ ฉ.6 การชั่งระกำที่ปอกเปลือกแล้ว

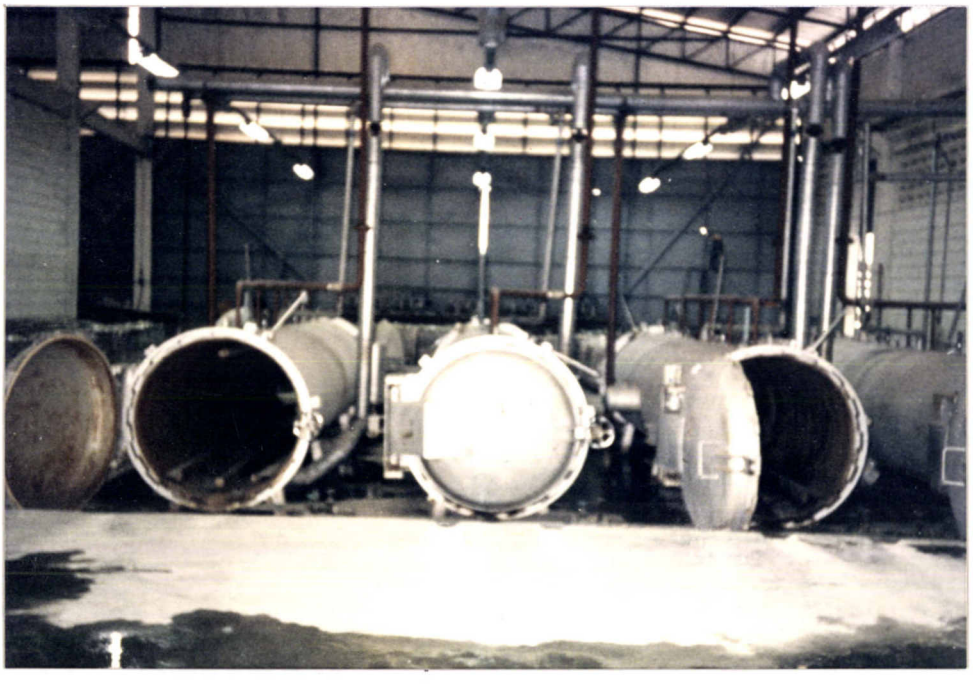
รูปที่ ฉ.7 หม้อต้ม



รูปที่ ฉ.8 เครื่องบรรจุ



รูปที่ ฉ.9 เครื่องไล่อากาศ และปิดฝา



รูปที่ ฉ.10 Retort ที่ใช้ในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์

รูปที่ ฉ.11 ผลิตภัณฑ์น้ำระกำบรรจุกระป๋องพร้อมดื่ม

เอกสารอ้างอิง

กรุณา อยู่สำราญ , กฤตยา เสริมผล และ พรวิมล จารุธนวัฒน์ . " การศึกษาการตรวจวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีในผลเสาวรสและผลิตภัณฑ์เสาวรสโดย HPLC (High Performance Liquid Chromatography) และการทำผง " วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี , ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ , คณะวิทยาศาสตร์ , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง , พ.ศ. 2535 .

กุลวดี ตรองพาณิชน์ . " ผักและผลไม้กระป๋อง " สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร : 4-18 .

กุลวดี ตรองพาณิชน์ " อาหารกระป๋อง " การอบรมวิชาชีพสำหรับประชาชน สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2532) : 1-7 .

ทัศนีย์ " ดื่มน้ำอัดลมค่านิยมที่น่าทบทวน " หมอชาวบ้าน 138 (2533) : 90 - 93 .

นิลวรรณ ลีอังกูรเสถียร " ระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวไม้สกุลระกำ "กสิกร 1 (2533) : 60-62 .

ไพโรจน์ ผลประสิทธิ์ " ระกำละ "กสิกร 5 (2535) : 553-557 .

ไพโรจน์ ผลประสิทธิ์ " ระกำ สะลัก สละ สะกำ และส้มหลุมพี " ชาวเกษตร 37 (2527) : 31-36 .

ยุพา ฉันทปัญญารัตน์, ปนัดดา ชิลวา และใจภักดิ์ พราห์มพันธุ์ "ปริมาณไวตามิน และน้ำตาลในเครื่องดื่มประเภทน้ำผลไม้ "วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 2 (2532) : 80-81 .

รุจี วานิชยากร " น้ำผลไม้ "วารสารวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 1 (2535) : 59-66 .

ศรีศักดิ์ ตรังวัชรกุล , ชลิต ชูประทีป และสนธิสุข ธีระชัยชยุติ " โรงงานนำทาง ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ วท. "วารสารวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 2 (2535) : 73-77 .

สนธิสุข ธีระชัยชยุติ " อุตสาหกรรมน้ำผลไม้ : อะไรคืออะไร " วารสารวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 1 (2535) : 67-68 .

สมชาย ประภาวัต " น้ำผลไม้ "อาหาร 4 (2517) : 18-32 .

สมชาย ประภาวัต " น้ำผลไม้ "อาหาร 2 (2534) : 79-86 .

สมชาย ประภาวัต " สูตรการทำน้ำผลไม้ อาหาร 2 (2534) : 138-144 .

อมร ภูมิรัตน์ " น้ำผลไม้ และเครื่องดื่มประเภทไม่มีอัลกอฮอล์ "อาหาร 1 (2523) : 3-7 .

อรพิน ชัยประสพ " น้ำผลไม้ " การอบรมวิชาชีพสำหรับประชาชน สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2532): 23-31 .