สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อิทธิพลของกรดที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์น้ำลำไยอัดก๊าซ

EFFECT OF ACIDIFIER ON CARBONATED LONGAN JUICE

นางสาวประณัฐดา อรรคบุตร
นางสาววีระยา ทัศนตร
นายโอวาท นิ่มสาย

2 พ.
2 2550
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72119
วัน,เดือน,ปี 11 มิ.ย. 2550

b 11763620
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECT OF ACIDIFIER ON CARBONATED LONGAN JUICE

MISS.PRANATDA AKKHABUT

MISS.WEERAYA THATSANASORN

MR.OWAT NIMSAI

A SPECIAL PROJECT SUBMITED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF BECHELOR

OF FOOD ENGINEERING

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง อิทธิพลของกรดที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์น้ำลำไยอัดก๊าซ

ผู้จัดทำ

นางสาวประณัฐดา	อรรคบุตร
นางสาววีระยา	ทัศนศร
นายโอวาท	นิ่มสาย

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สมัคร รักแม่)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของกรดที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์น้ำลำไยอัดก๊าซ

นางสาวประณัฐดา อรรคบุตร
นางสาววีระยา ทัศนศร
นายโอวาท นิ่มสาย

อาจารย์สมัคร รักแม่ อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของชนิดกรด ความเป็นกรด – ด่าง (pH) เริ่มต้นและปริมาณน้ำตาลที่มีผลต่อการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้กรด 3 ชนิด คือ กรดมาลิก กรดซิตริกและกรดทาร์ทาริก ซึ่งเป็นกรดที่มีในลำไย ทำการอัดก๊าซโดยใช้ชุดเครื่องมือการผลิตน้ำลำไยอัดก๊าซพร้อมดื่มต้นแบบ ที่ความดัน 2.5 บาร์ อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) หลังอัดก๊าซ พบว่ากรดทั้ง 3 ชนิดมีผลต่อการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำเปล่าแตกต่างกันแต่ในผลิตภัณฑ์น้ำลำไยแห้งไม่ต่างกัน และค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) เริ่มต้นพบว่ามีผลน้อยมากต่อการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยพบว่าค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) และค่าปริมาณ Volume ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เวลาต่างๆมีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อศึกษาถึงปริมาณน้ำตาลกับปริมาณการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์พบว่าที่ปริมาณน้ำตาล 12 และ 16 °Brix มีค่าการละลายไม่ต่างกัน จากนั้นทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยการเปรียบเทียบคุณภาพเพื่อจัดอันดับ (Ranking teste) โดยใช้การวิเคราะห์ผลด้วยวิธี ANOVA พบว่าที่ปริมาณน้ำตาล 12 °Brix ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2.0 Volume ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำลำไยแห้งอัดก๊าซที่เติมกรดมาลิกมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECT OF ACIDIFIER ON CARBONATED LONGAN JUICE

Miss.Pranatda Akkhabut

Miss.Weeraya Thatsanasorn

Mr.Owat Nimsai

Mr.Samak Rakmae Adviser

2006

Abstract

This project is a research on influences of acid types and pH and amount of sugar (sweetness) on the solution of carbon dioxide in producing carbonate longan juice. A number of experiments were done by adding 3 types of acid into each group carbonate longan juice accordingly. Those 3 types of acids are as follow Marric acid, Citric acid andTartaric acid.Remarkably, these 3 acids are always found naturally in longan fruits.In each experiment, the pressure was set at 2.5 Bar while the temperature was set at 5 Degree Celsius. And the dissolution, amount of carbon dioxide and pH were measured after the variable period of time, which are 5, 10, 15, 20, 25 and 30 minutes for each experiment group.The result shows that each of the three types of acids reacted differently in dissolution in the water, but did totally similar in dissolution in the carbonate longan juice.For the pH number, it had very little influence on the dissolution of carbon dioxide since the values of pH and volumes of carbon dioxide measured at any time period were almost unchanged.The number collected from measurement of amount of sugar (sweetness) shows that, with the amount of sugar at 12 and 16 Brix, the amount of sugar dissolution are the same.Next, products from each experiment group were tested in order to find out the consumer's acceptance on carbonate longan juice taste after adding 3 types of acids.The result was based on a comparison of quality by a ranking test, and the analysis by ANOVA method.Due to the statistical analysis, the consumer's most favorite taste is the carbonate longan juice with marric acid added.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาอิทธิพลของกรดที่มีผลต่อน้ำลำไยอัดก๊าซของกลุ่มผู้ทำการทดลองในครั้งนี้จะสำเร็จลุล่วงไปไม่ได้ ถ้าไม่ได้รับความร่วมมือกันของกลุ่มสมาชิกผู้ทดลองเอง และที่ขาดไม่ได้คือท่านอาจารย์สมัคร รักแม่ อาจารย์ที่ปรึกษา ต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง ที่คอยให้คำปรึกษาและชี้แนะในการหาข้อมูลงานวิจัยและการทดลองต่างๆ อยู่เสมอ นอกจากนี้กลุ่มผู้ทำการทดลองยังต้องขอขอบพระคุณพี่แป้ง เจ้าหน้าที่ธุรการภาควิชาวิศวกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่คอยอนุเคราะห์อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆที่ใช้ในการทดลอง ทำให้การศึกษาอิทธิพลของกรดที่มีผลต่อน้ำลำไยอัดก๊าซของกลุ่มผู้ทดลองสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณและขอบใจผู้ที่ให้คำแนะนำและให้กำลังใจทุกท่านในการทำโครงงานฉบับนี้จนสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญรูปภาพ	ค
สารบัญตาราง	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.4 ขอบเขตของโครงการ	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	
2.1 ความสำคัญของลำไย	2
2.2 เครื่องดื่ม	7
2.2.1 ส่วนประกอบของเครื่องดื่ม	7
2.2.2 ความเป็นกรดกับความคงตัวของเครื่องดื่ม	18
2.3 น้ำผลไม้	19
2.4 เครื่องดื่มอัดก๊าซ	25
2.4.1 ประเภทเครื่องดื่มอัดก๊าซ	25
2.4.2 คุณสมบัติของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	26
2.4.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	26
2.4.4 หน่วยวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	27
2.4.5 หลักการอัดก๊าซในการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง	28
2.4.6 ขั้นตอนการผลิตน้ำผลไม้อัดก๊าซ	29
2.4.7 การกรองและการทำให้น้ำผลไม้ใส	30
2.4.8 การไล่อากาศ	30
2.4.9 การอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์	31
2.4.10 การล้างขวด	31
2.4.11 การบรรจุขวด	31
2.4.12 กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยวิธีพาสเจอไรซ์	31
2.4.13 วิธีการทดสอบเพื่อหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	33
2.5.1 ความหมายการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	33
2.5.2 ความสำคัญของการประเมินคุณภาพอาหารทางประสาทสัมผัส	34
2.5.3 การเปรียบเทียบคุณภาพเพื่อจัดอันดับ (Ranking test)	34
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	35
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
3.1 วัตถุดิบ	38
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	38
3.3 วางแผนการทดลอง	38
3.4 ขั้นตอนการทดลอง	38
3.5 ระยะเวลาดำเนินงาน	41
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	
4.1. การวัดปริมาณ Volume ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และค่า pH หลังการอัดก๊าซ	42
4.2 การทดสอบความชอบของผู้บริโภคด้วยประสาทสัมผัส	47
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	49
5.2 ข้อเสนอแนะและวิจารณ์ผลการทดลอง	49
บรรณานุกรม	50
ภาคผนวก ก.	52
ภาคผนวก ข.	65
ภาคผนวก ค.	79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับปริมาณก๊าซCO_2ที่ละลาย ในน้ำผสมกรดต่างๆที่ pH เริ่มต้นเท่ากับ 5 42
รูปที่ 2. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่า pH ที่เปลี่ยนแปลง หลังอัดก๊าซในน้ำผสมกรดชนิดต่างๆ 43
รูปที่ 3. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ปริมาณก๊าซ CO_2 ที่ละลาย ในน้ำเปล่าผสมกรดมาลิกที่ pH เริ่มต้นต่างกัน 44
รูปที่ 4. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ค่า pH ที่เปลี่ยนแปลง หลังอัดก๊าซที่ค่า pH เริ่มต้นต่างกันในน้ำเปล่า ผสมกรดมาลิก 44
รูปที่ 5. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับปริมาณก๊าซ CO_2 ที่ละลาย ในน้ำเปล่าผสมน้ำตาลที่ปริมาณน้ำตาลต่างกัน 45
รูปที่ 6. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับ pH ที่เปลี่ยนแปลงหลัง อัดก๊าซในน้ำเปล่าผสมน้ำตาลที่ปริมาณน้ำตาลต่างกัน 46
รูปที่ 7. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับปริมาณก๊าซ CO_2 ที่ละลายในน้ำผสมน้ำลำไยกับกรดชนิดต่างๆ ที่ pH เริ่มต้นเท่ากับ 5 46
รูปที่ 8. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ค่าpH ที่เปลี่ยนแปลง หลังจากอัดก๊าซของน้ำลำไยกับกรดชนิดต่างๆ 47
รูปที่ ค.1 พาสเจอร์ไรซ์ขวดและฝาจีบ 80
รูปที่ ค.2 เนื้อลำไยแห้ง 80
รูปที่ ค.3 ต้มลำไยแห้งในน้ำเดือด 80
รูปที่ ค.4 ลักษณะเนื้อลำไยแห้งหลังต้ม 80
รูปที่ ค.5 เติมกรดต่างๆ ในน้ำลำไย 80
รูปที่ ค.6 เติมน้ำตาลในน้ำลำไย 81
รูปที่ ค.7 วัดค่า pH 81
รูปที่ ค.8 ถังอัดก๊าซ 81
รูปที่ ค.9 ถังหล่อเย็น 81
รูปที่ ค.10 ระบบหมุนวนก๊าซ 82
รูปที่ ค.11 ทำการบรรจุ 82
รูปที่ ค.12 ทำการปิดฝา 82
รูปที่ ค.13 ตัวอย่างน้ำลำไยอัดก๊าซ 82
รูปที่ ค.14 วัดความดันด้วยเครื่อง Piercing Device 83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1. Analysis of Variance Table 48

ตารางที่ 2. แสดงความแตกต่างของตัวอย่าง 48

ตารางที่ ก.1 คุณค่าทางอาหารของลำไย 53

ตารางที่ ก.2 ช่วงเวลาการออกดอก การเก็บเกี่ยว และคุณลักษณะพิเศษของลำไยกะโหลกบางพันธุ์ 54

ตารางที่ ก.3 น้ำหนักผล เปลือก เนื้อ เมล็ด และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 55

ตารางที่ ก.4 ส่วนประกอบของผลลำไยในระยะเก็บเกี่ยวผล 56

ตารางที่ ก.5 ลักษณะและสารประกอบอื่นๆที่อยู่ในก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคาร์บอนไดออกไซด์ 57

ตารางที่ ก.6 ตัวอย่างแบบการเปรียบเทียบคุณภาพเพื่อจัดอันดับ 57

ตารางที่ ก.7 ตัวอย่างแบบเปรียบเทียบคุณภาพเพื่อจัดอันดับ 58

ตารางที่ ก.8 ตัวอย่างแบบการเปรียบเทียบคุณภาพเพื่อจัดอันดับ 59

ตารางที่ ก.9 Chart Volume of CO_2 gas Dissolved in Water 60

ตารางที่ ก.10 Chart Percentage Points of the *F* Disstribution (Continued) 61

ตารางที่ ก.11 Chart Fisher and Yates (1942) – Ranking test (Scores for ranked data) 62

ตารางที่ ก.12 Structure regulatory status, and key physical and chemical properties of several acidulants. 63

ตารางที่ ก.13 Chart Tukey's test (Significant studentized range at the 5% level, p = 0.05) 64

ตารางที่ ข.1 ผลการทดลองหาปริมาณการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และค่า pH ของน้ำเปล่าและน้ำลำไยอัดก๊าซที่เวลาต่างๆ 66

ตารางที่ ข.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างของน้ำเปล่าอัดก๊าซ 69

ตารางที่ ข.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างของน้ำเปล่าผสมกรดทาร์ทาริกอัดก๊าซ 70

ตารางที่ ข.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างของน้ำเปล่าผสมกรดซิตริกอัดก๊าซ 71

ตารางที่ ข.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างของน้ำเปล่าผสมกรดมาลิกอัดก๊าซ 72

ตารางที่ ข.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างของน้ำเปล่าผสมน้ำตาล ความหวาน 12 ^{0}Brix อัดก๊าซ 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ ข.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างของน้ำเปล่าผสมน้ำตาล ความหวาน 16 ^{0}Brix อัดก๊าซ 74

ตารางที่ ข.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างของน้ำลำไยอัดก๊าซ 75

ตารางที่ ข.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างของน้ำลำไยผสมกรดซิตริกอัดก๊าซ 76

ตารางที่ ข.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างของน้ำลำไยผสมกรดมาลิกอัดก๊าซ 77

ตารางที่ ข.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างของน้ำลำไยผสมกรดทาร์ทาริกอัดก๊าซ 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งโดยทั่วไปมีจำหน่ายในตลาดภายในประเทศซึ่งส่วนมากมักมีราคาต่ำและนิยมนำมาต้มเป็นน้ำลำไย คณะผู้วิจัยจึงได้ทดลองนำลำไยอบแห้งดังกล่าวมาผลิตเป็นน้ำลำไยอบแห้งอัดก๊าซ เพื่อต่อยอดผลิตภัณฑ์ให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น ในการผลิตน้ำลำไยแห้งอัดก๊าซจะมีการทำให้ก๊าซคาร์บอนได-ออกไซด์ละลายลงในผลิตภัณฑ์ซึ่งจะทำให้ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ลดลง อย่างไรก็ตามผู้วิจัยและผู้ประกอบการต้องการให้น้ำลำไยแห้งอัดก๊าซสามารถเก็บได้ในอุณหภูมิปกติและให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรซ์ ดังนั้นในการบวนการผลิตต้องมีการปรับความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของน้ำลำไยให้ต่ำลงระดับหนึ่ง เพื่อที่หลังการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วความเป็นกรด – ด่าง (pH) จะมีค่าต่ำกว่า 4.5 ในการปรับกรดโดยใช้กรดชนิดต่างๆ พบว่ารสชาติของผลิตภัณฑ์ที่ได้ต่างกัน งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาถึงแนวโน้มการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อกรดที่ใช้ปรับ pH รวมทั้งศึกษาถึงผลกระทบของกรดต่อการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์

1.2 วัตถุประสงค์

ศึกษาอิทธิพลของกรดที่มีผลต่อการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำลำไยอัดก๊าซ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบว่ากรดแต่ละชนิดมีผลต่อการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อย่างไร

2.ทราบผลกระทบของความเป็นกรด – ด่าง (pH) เริ่มต้นต่อการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3. ทราบแนวโน้มการยอมรับของผู้บริโภคต่อกรดชนิดต่างๆ ที่เติมลงในน้ำลำไยอัดก๊าซ

1.4 ขอบเขตของโครงการ

1. ใช้ลำไยแห้ง พันธุ์อีดอ

2. กรดที่ใช้ศึกษามี 3 ชนิด คือ กรดซิตริก, กรดมาลิก และกรดทาร์ทาริก

3. ทำแบบทดสอบความชอบของผู้บริโภค โดยใช้การเปรียบเทียบคุณภาพเพื่อจัดอันดับ (Ranking teste)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2. ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ความสำคัญของลำไย [1]

2.1.1 พันธุ์ลำไย

ลำไยแบ่งออกเป็น 2 subspecies คือ

1. D. longan ssp.longan เป็นลำไยที่มีผิวเปลือกผลค่อนข้างเรียบไม่มีขน ใน subspecies นี้สามารถแยกออกเป็น 3 Varieties คือ

1.1 D. longan ssp.longan var. longan ได้แก่ ลำไยที่นิยมปลูกเป็นการค้าของไทยมีชื่อพ้องว่า Euphoria longana Lam., Euphoria longan Strend., Nephelium longana Camb. และ Dimocamrpus longan Lour

1.2 D. longan ssp.longan var. longepetiolulatus Leenh พบเฉพาะในเวียดนามตอนใต้

1.3 D. longan ssp.longan var obtusus (Pierre) Leenh เป็นลำไยเครือหรือลำไยเถาพบในคาบสมุทรอินโดจีน และตามภาคตะวันออกของประเทศไทย มีชื่อพ้องว่า Euphoria scandens Winit and Kerr.

2. D. longan ssp.malesianus เป็นลำไยที่มีผิวเปลือกของผลมีขนคล้ายเงาะแต่ขนสั้นแบ่งออกเป็น 2 varieties คือ

2.1 D. longan ssp.malesianus Leenh.var. Malesianus พบในคาบสมุทรอินโดจีนและพบความหลากหลายของพันธุ์มากที่เกาะบอร์เนียวในส่วนของมาเลเซีย มีชื่อพ้องว่า Nephelium malaiensis Griff ., Euphoria cinerea Radlk., Euphoria malaiensis Radlk.

2.2 D. longan ssp.malesianus Leenh.var. echinatus. พบเฉพาะในเกาะบอร์เนียวที่เป็นส่วนประเทศมาเลเซียและหมู่เกาะประเทศฟิลิปปินส์ มีชื่อพ้องว่า Euphoria nephelioides Radlk.

ลำไยที่มีการปลูกในประเทศไทย สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ลำไยเครือและลำไยต้น

ก. ลำไยเครือหรือลำไยเถา (semi-vine longan) มีนิสัยการเจริญเติบโตกึ่งเลื้อยคล้ายกับต้นเฟื่องฟ้า ผลกลม ยาว 2.5 เซนติเมตร กว้าง 2.8 เซนติเมตร หนา 2.5 เซนติเมตร รูปร่างปลายผลป้านกลมผิวเปลือกผลเรียบสีน้ำตาลปนเขียว สีเนื้อขาวขุ่นปนเหลือง เนื้อนิ่ม ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 17 องศาบริกซ์ เมล็ดใหญ่ ปกติพบในภาคตะวันออกของไทย เช่น จังหวัดชลบุรี ส่วนใหญ่ใช้เป็นไม้ประดับ

ข. ลำไยต้น (Bush longan or longan tree) สามารถแบ่งย่อยเป็น 3 ชนิดคือ

1. ลำไยดั้งเดิม (Indigenous longan) พบในป่า ต้นมีขนาดใหญ่ ผลมีขนาดเล็ก เนื้อผลบางอาจมีประโยชน์ด้านงานปรับปรุงพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลำไยพื้นเมือง (native longan or common longan) บางพื้นที่ของประเทศไทยเรียกว่า ลำไยกระดูก มักพบตามป่าของจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และ ลำพูน ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น จังหวัดหนองคาย และอุบลราชธานี เป็นต้น มีอายุยืนมากกิ่งและลำต้นมีเปลือกไม้มาก ลำต้นชะลูดตั้งตรงสูงประมาณ 20 – 30 เมตร สามารถเจริญเติบโตเป็นไม้ใหญ่ได้ เปลือกลำต้นขรุขระมาก ใบขนาดเล็กกว่าลำไยกะโหลก ออกดอกประมาณปลายเดือนธันวาคมถึงต้นเดือนมกราคมและเก็บผลได้ประมาณกลางเดือนกรกฎาคมถึงต้นเดือนสิงหาคมให้ผลดก ผลมีขนาดเล็ก ขนาดของผลเฉลี่ย ยาว 1.7 เซนติเมตร กว้าง 1.8 เซนติเมตร หนา 1.6 เซนติเมตร รูปร่างของผลค่อนข้างกลม ผิวสีน้ำตาล เปลือกหนา ปลายผลป้านกลม เนื้อบางมีสีขาว ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 19 องศาบริกซ์ เมล็ดโต ปัจจุบันไม่นิยมปลูกเนื่องจากผลมีขนาดเล็ก

3. ลำไยกะโหลก (Commercial longan) คือ ลำไยที่ปลูกเป็นการค้า ได้รับความนิยมมากที่สุด มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากผลมีขนาดใหญ่ เนื้อมาก เมล็ดเล็ก จากการสำรวจพบว่าในภาคเหนือตอนบน มีลำไยไม่ต่ำกว่า 20 พันธุ์ แต่มีเพียง 4 พันธุ์เท่านั้นที่ปลูกเป็นการค้า คือ อีดอ สีชมพู แห้วและเบี้ยวเขียว

ลักษณะประจำพันธุ์ของลำไยกะโหลก มีดังนี้

1. พันธุ์ดอหรืออีดอ [2] เป็นลำไยพันธุ์เบา มีการออกดอกและติดผลก่อนพันธุ์อื่นๆ เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุด เพราะสามารถเก็บเกี่ยวก่อนทำให้จำหน่ายได้ในราคาสูง ตลาดต่างประเทศนิยม สามารถจำหน่ายทั้งสดและแปรรูปทำลำไยกระป๋อง และลำไยอบแห้ง เป็นพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตได้ดีโดยเฉพาะในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ และมีน้ำพอเพียงทนแล้งและทนน้ำขังได้ปานกลาง

พันธุ์อีดอ สามารถแบ่งตามสีของยอดอ่อนได้ 2 พันธุ์

1. พันธุ์ดอยอดเขียว มีลักษณะลำต้นคล้ายกับพันธุ์ดอยอดแดง แต่ใบอ่อนมีสีเขียว มีการออกดอกและติดผลค่อนข้างง่าย แต่อาจไม่สม่ำเสมอ

2. พันธุ์ดอยอดแดง มีการเจริญเติบโตเร็วมากเมื่อเปรียบเทียบกับดอยอดแดง ลำต้นมีความแข็งแรงไม่ฉีกหักง่าย เปลือกลำต้นมีสีน้ำตาลปนแดง ยอดอ่อนและใบอ่อนมีสีแดง พันธุ์นี้ไม่ค่อยนิยมปลูกในปัจจุบัน เนื่องจากมีการออกดอกและติดผลไม่สม่ำเสมอ และเมื่อผลเริ่มสุกหากมีการเก็บเกี่ยวไม่ทัน ผลจะมีการร่วงและเสียหายมาก

ผลมีขนาดใหญ่ปานกลาง ยาว 2.5 เซนติเมตร กว้าง 2.8 เซนติเมตร ปลายผลป้านกลม ผิวเปลือกเรียบ เปลือกผลสีน้ำตาลปนเขียว สีของเนื้อผล ขาวขุ่นปนเหลือง เมล็ดกลมและแบนด้านข้าง นอกจากนี้ชาวสวนยังมีการแบ่งพันธุ์อีดอตามลักษณะของก้านช่อผล คือ

พันธุ์ดอก้านอ่อน มีลักษณะเปลือกผลค่อนข้างบาง ก้านช่อผลอ่อน ขนาดผลสม่ำเสมอ ผิวผลสีเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ดอก้านแข็ง มีลักษณะเปลือกค่อนข้างหนา ก้านช่อผลแข็ง ขนาดผลในช่อมักมีขนาดไม่สม่ำเสมอ ผลโตเต็มที่จะยกบ่าข้างหนึ่งในปัจจุบันพันธุ์อีดอก้านแข็งเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุด

ลักษณะใบ ก้านใบรวมด้านบนสีม่วงแดงและด้านล่างมีสีเขียวอ่อน เส้นกลางใบและเส้นใบนูนเด่น เส้นใบเรียงสลับกัน มีใบย่อย 3 – 4 คู่ อยู่เยื้องกันเล็กน้อย ใบอ่อนสีเขียวอ่อน ใบแก่ขนาดค่อนข้างใหญ่ รูปร่างยาวเรียวทั้งส่วนฐานและปลายใบ ขอบใบมีคลื่นสีเขียวเข้มขนาดของใบกว้างเฉลี่ย 4.5 เซนติเมตร ยาวเฉลี่ย 15.5 เซนติเมตร ผิวใบเรียบ ออกดอกประมาณเดือนธันวาคม และสามารถเก็บเกี่ยวได้ประมาณปลายเดือนมิถุนายน ถึงต้นเดือนสิงหาคม ช่อดอกมีขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ กว้างประมาณ 18.0 เซนติเมตร ยาวประมาณ 25.3 เซนติเมตร ดอกมีสีเขียวปนสีครีม ผลมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ทรงผลกลมแป้นเบี้ยวเล็กน้อย ขนาดผลเฉลี่ยยาว 2.5 เซนติเมตร กว้าง 2.6 เซนติเมตร หนา 2.3 เซนติเมตร น้ำหนักผลเฉลี่ย 18.7 เซนติเมตร ผิวเปลือกมีสีน้ำตาลเข้ม เนื้อผลหนา สีขาวขุ่น ค่อนข้างเหนียว รสหวาน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ประมาณ 18 องศาบริกซ์ เมล็ดโตปานกลาง ลักษณะแบนเล็กน้อย

2. พันธุ์ชมพูหรืออีชมพู เป็นลำไยพันธุ์กลางมีรสชาติดีเยี่ยม ลักษณะลำต้นทรงพุ่มสูงโปร่ง กิ่งเปราะหักง่าย ใบอ่อนสีเขียวอมเหลือง ใบแก่สีเขียวซีด การเจริญเติบโตดี ไม่ทนแล้ง การออกดอกและติดผลง่ายปานกลาง การติดผลดกมาก ช่อผลยาว เป็นพันธุ์ที่ตอบสนองต่อสารโพแทสเซียมคลอเรตได้ดี แต่ต้นมักจะโทรมหรือบางครั้งอาจยืนต้นตายเมื่อติดผลดก ผลขนาดใหญ่ปานกลาง ขนาดผลเฉลี่ยยาว 2.8 เซนติเมตร กว้าง 3.0 เซนติเมตร หนา 2.7 เซนติเมตร ผลทรงค่อนข้างกลม เบี้ยวเล็กน้อย ปลายผลป้านกลม เปลือกสีน้ำตาลปนเขียว เปลือกหนา แข็งและเปราะ เนื้อหนาปานกลาง นิ่มและกรอบ สีชมพูเรื่อๆ ยิ่งผลแก่จัดสีเนื้อยิ่งเข้ม เนื้อล่อน รสหวาน กลิ่นหอม ปริมาณของแข็งที่ละลานน้ำ ประมาณ 21 – 22 องศาบริกซ์ เมล็ดค่อนข้างเล็ก รูปร่างกลมและแบนด้านข้าง

3. พันธุ์แห้วหรืออีแห้ว เป็นลำไยพันธุ์หนักลำต้นไม่ค่อยแข็งแรง กิ่งเปราะหักง่าย เปลือกลำต้นสีน้ำตาลปนแดงเขียว เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตดีมาก ทนแล้งได้ดี พันธุ์แห้วแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ แห้วยอดแดงและแห้วยอดเขียว ลักษณะแตกต่างกันที่สีของใบอ่อนและสีของยอด แห้วยอดแดงมีใบอ่อนหรือยอดเป็นสีแดง แห้วยอดเขียวมีใบอ่อนหรือยอดเป็นสีเขียว เกิดดอกและติดผลค่อนข้างยาก อาจให้ผลเว้นปี ช่อดอกสั้น ขนากผลในช่อมักไม่สม่ำเสมอกัน ผลมีขนาดปานกลางถึงใหญ่ยาวถึง 2.6 เซนติเมตร กว้าง 2.8 เซนดิเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร ผลทรงกลมและเบี้ยว ผิวสีน้ำตาล มีกระสีคล้ำตลอดผล เมื่อจับรู้สึกสากมือ เปลือกหนามาก เนื้อหนาแน่น แห้งและกรอบ สีขาวขุ่น รสหวานแหลม กลิ่นหอม มีน้ำปานกลาง เมล็ดขนาดค่อนข้างเล็ก

แห้วยอดแดงออกดอกง่ายกว่าแห้วยอดเขียว และมีเนื้อสีค่อนข้างขุ่นน้อยกว่าแห้วยอดแดงจึงนิยมปลูกกันมากกว่าแห้วยอดเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. พันธุ์เบี้ยวเขียวหรืออีเบี้ยวเขียว เป็นลำไยพันธุ์หนักที่เก็บผลผลิตได้ช้ากว่าพันธุ์อื่น เจริญเติบโตได้ดี ทนแล้งได้ดี มักออกดอกเว้นปี การเรียกชื่อเบี้ยวเขียวน่าจะตั้งชื่อจากสีของผลอ่อนและผลมีรูปร่างเบี้ยว พันธุ์เบี้ยวเขียวแบ่งได้เป็น 2 พันธุ์ คือ

4.1 เบี้ยวเขียวเชียงใหม่หรือเบี้ยวเขียวก้านอ่อน ผลกลมแป้น ขนาดผลยาว 2.5 เซนติเมตร กว้าง 2.8 เซนติเมตร หนา 2.5 เซนติเมตร ลักษณะผิวเปลือกเรียบ สีน้ำตาลปนเขียว เนื้อสีขาวใส เมล็ดกลมและแบนด้านข้าง รสชาติดีเยี่ยม

4.2 เบี้ยวเขียวป่าเส้าหรือเบี้ยวเขียวก้านแข็ง ติดผลไม่ดกแต่มีผลขนาดใหญ่ ผลอ่อนมีสีเขียว ผลแก่มีขนาดใหญ่ ผิวเปลือกค่อนข้างขรุขระ เนื้อผลสีขาวขุ่น รสชาติดีเยี่ยม ข้อเสียพันธุ์นี้ คือ อ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด

5. พันธุ์ใบดำหรืออีดำหรือกะโหลกใบดำ เป็นลำไยพันธุ์กลาง ลักษณะเด่นของลำไยพันธุ์นี้ คือ ออกดอกติดผลสม่ำเสมอ เจริญเติบโตได้ดีมาก ทนแล้งและน้ำได้ดี แต่มีข้อเสียคือ ผลมีขนาดเล็กกว่าลำไยกะโหลกพันธุ์อื่นๆ ทั้งนี้เพราะติดผลดกมากและเมื่อผลแก่จัดมักมีเชื้อราเจริญปกคลุมผิวเปลือกทำให้ผลมีสีคล้ำไม่น่าดู ปัจจุบันความนิยมพันธุ์นี้ลดลงอาจเนื่องจากคุณภาพไม่ค่อยดีจึงจำหน่ายได้ในราคาต่ำ แต่อย่างไรก็ตามพันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่น่าสนใจสำหรับปรับปรุงพันธุ์ เนื่องจากออกดอกติดผลดี ผลมีขนาดใหญ่ปานกลาง ยาว 2.3 เซนติเมตร กว้าง 2.5 เซนติเมตร หนา 2.3 เซนติเมตร ผลทรงค่อนข้างกลม แบนและเบี้ยว เล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลคล้ำ ขรุขระ เปลือกหนาและเหนียว ทนทานต่อการขนส่ง เนื้อหนาปานกลาง สีขาวครีม รสหวาน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำประมาณ 20 องศาบริกซ์ เมล็ดขนาดเล็ก รูปร่างค่อนข้างยาวและแบน

6. พันธุ์แดงกลมหรืออีแดงกลม เป็นลำไยพันธุ์กลาง ออกดอกและติดผลง่าย ลักษณะเฉพาะของพันธุ์นี้ คือ ผลกลม เนื้อมีกลิ่นคาวคล้ายกำมะถัน ทำให้คุณภาพของผลไม่ค่อยดี การเจริญเติบโตดีปานกลาง ไม่ทนแล้งและไม่ทนน้ำขังจึงล้มง่าย มักยืนต้นตายเมื่อเกิดสภาพน้ำขัง หรือปีที่ติดผลดก ลักษณะประจำพันธุ์อีกอย่างหนึ่งของพันธุ์นี้ คือ ในระยะออกดอกใบที่อยู่บริเวณใกล้กับช่อดอกมักจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและร่วงหล่น ใบอ่อนสีเขียวปนเหลือง

7. พันธุ์เหฉื่องหรืออีเหฉื่อง มีทรงพุ่มค่อนข้างกลมออกผลดก กิ่งเปราะจึงหักง่ายเมื่อมีผลดกมากๆ ผลค่อนข้างกลม ขนาดผลเฉลี่ยยาว 2.5 เซนติเมตร กว้าง 2.6 เซนติเมตร หนา 2.5 เซนติเมตร เนื้อสีขาวอมเหลือง มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำประมาณ 20 - 21 องศาบริกซ์ เมล็ดมีลักษณะทรงกลมแบน

8. พันธุ์พวงทองหรือเพชรเวียงพิงค์ เป็นพันธุ์ที่มีช่อดอกขนาดใหญ่ติดผลดก ขนาดผลในช่อค่อนข้างสม่ำเสมอ ขนาดความยาว 2.4 เซนติเมตร กว้าง 2.5 เซนติเมตร หนา 2.3 เซนติเมตร ผลค่อนข้างกลมและเบี้ยวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลมีกระสีน้ำตาล เนื้อหนากรอบ สีขาวครีม รสหวาน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำประมาณ 22 องศาบริกซ์ เมล็ดขนาดปานกลาง รูปทรงกลมแบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. พันธุ์เพชรสาครหรือนราภิรมย์ จัดว่าเป็นลำไยพันธุ์ทะวาย คือ สามารถออกดอกและให้ผลผลิตปีละ 2 รุ่น คือ รุ่นแรกออกดอกราวเดือนธันวาคมถึงมกราคม และเก็บผลได้ประมาณเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน รุ่นที่สองออกดอกราวเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม เก็บเกี่ยวผลได้ในเดือนธันวาคมถึงมกราคม ลักษณะของลำไยพันธุ์นี้มีใบขนาดเล็ก สีของใบอ่อนเหลืองอมชมพู

ผลกลม เปลือกบาง ขนาดผลยาว 2.5 เซนติเมตร กว้าง 2.7 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร เนื้อมีสีขาวฉ่ำน้ำ มีกลิ่นคาว ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 18 – 20 องศาบริกซ์ เมล็ดยาว 1.5 เซนติเมตร กว้าง 1.3 เซนติเมตร หนา 1.1 เซนติเมตร

10. พันธุ์ปู่มาตีนโค้ง ผลขนาดใหญ่ สีเขียว ให้ผลดก ผลยาว 2.8 เซนติเมตร กว้าง 2.7 เซนติเมตร หนา 2.4 เซนติเมตร ปลายผลป้านกลม ผิวเปลือกเรียบมีสีน้ำตาล เนื้อสีขาวขุ่นปนเหลือง เมล็ดกลมและแบนด้านข้าง แต่คุณภาพและรสชาติไม่ดี มีกลิ่นคาว อ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด ปัจจุบันจำนวนต้นของพันธุ์นี้ลดลงเป็นอย่างมาก คงมีแต่สวนเก่าๆ ซึ่งมีเหลือเพียงไม่กี่ต้นเท่านั้น

11. พันธุ์ตลับนาค ผลมีขนาดใหญ่ ค่อนข้างกลม ผิวเปลือกเรียบ เนื้อหนา สีขาวใส เมล็ดเล็ก รสไม่ค่อยหวานจัด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 17 องศาบริกซ์

12. พันธุ์น้ำผึ้ง ผลกลมหรือรูปไข่และเบี้ยวเล็กน้อย มีขนาดผลเล็กจนถึงผลใหญ่ ยาว 2.5 เซนติเมตร ผิวสีน้ำตาลอมแดงเหลือง เกล็ดละเอียดถึงหยาบ สีน้ำตาล ผิวขรุขระ รูปร่างปลายผลกลมป้าน เนื้อผลสีขาวปนเหลือง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 19 – 23 องศาบริกซ์ เมล็ดทรงกลมและแบน

13. พันธุ์ธร้อยทองหรืออีธร้อย เป็นพันธุ์หนัก เก็บเกี่ยวหลังพันธุ์อื่น ผลทรงกลมแป้นและเบี้ยว ยาว 2.5 เซนติเมตร กว้าง 2.5 เซนติเมตร ผิวสีน้ำตาลอมเหลือง เนื้อสีเหลืองทองกรอบ รสชาติดีเยี่ยม ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 21 – 24 องศาบริกซ์ เมล็ดทรงกลมและแบน

14. พันธุ์กระทุ่มแบนหรือทรวงเทิมหว่างหรือปิงปอง เป็นลำไยที่นำเข้ามาจากประเทศเวียดนามออกดอกติดผลมากกว่า 1 ครั้งต่อปี ผลขนาดใหญ่ จำนวน 30 – 35 ผลต่อกิโลกรัม ผลทรงกลมเบี้ยวเล็กน้อย ยาว 3.0 เซนติเมตร กว้าง 3.8 เซนติเมตร หนา 2.7 เซนติเมตร ผิวสีน้ำดาลปนเหลือง เปลือกหนา เนื้อสีเหลือง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 20 – 24 องศาบริกซ์ เมล็ดทรงกลม

15. พันธุ์อีไว ผลกลมแป้น ยาว 2.4 เซนติเมตร กว้าง 2.5 เซนติเมตร หนา 2.4 เซนติเมตร ปลายผลป้านกลม ผิวเปลือกเรียบสีน้ำตาล เนื้อสีขาวขุ่นปนเหลือง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 22 องศาบริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เครื่องดื่ม [3]

เครื่องดื่ม หมายถึง ของเหลวที่ใช้บริโภคเข้าไป มีอยู่หลายชนิด ตั้งแต่น้ำเปล่าอัดลม เช่น น้ำโซดาผสมสี น้ำผสมกลิ่นรสไปจนถึงเครื่องดื่มที่ได้จากส่วนผสมน้ำผลไม้ และน้ำผลไม้แท้ซึ่งพืชดูดมาจากดินแล้วเก็บไว้ในผลของพืช แล้วยังรวมถึงเครื่องดื่มที่แปรสภาพอื่น ๆ เช่น เครื่องดื่มที่ได้จากการหมักมีแอลกอฮอล์เป็นส่วนผสม เบียร์, ไวน์, กระแช่, บรั่นดีหรือ อื่นๆ เครื่องดื่มเป็นส่วนประกอบของอาหารที่มีลักษณะเป็นของเหลวล้วนๆอาจจะมีความเข้มข้นแตกต่างกันออกไปตั้งแต่ 0 ถึง 70 – 75 % ของสารที่ละลายน้ำได้

ปัจจัยในการเลือกเครื่องดื่ม

ปัจจุบันมีเครื่องดื่มชนิดต่างๆมากมายไม่น้อยกว่า 300 ชนิด ที่วางขายอยู่ในท้องตลาด และลักษณะของการจำหน่ายค่อนข้างยาก ในการที่จะหาระดับมาตรฐานที่แน่นอนของผู้บริโภคได้ เพราะความต้องการของมนุษย์ค่อนข้างสลับซับซ้อน การเลือกซื้อหาเครื่องดื่มขึ้นอยู่กับภาวะเศรษฐกิจและสังคมเป็นสำคัญ นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับชนิดเครื่องดื่ม และขึ้นอยู่กับผลการกระตุ้นของเครื่องดื่มบางชนิด เช่น สารกระตุ้นประเภทคาเฟอีนที่มีอยู่ในชา กาแฟ นอกจากนั้นโอกาสการบริโภคยังเป็นปัจจัยที่ทำให้ผู้บริโภคเลือกใช้ชนิดเครื่องดื่ม เช่น การเลือกดื่มกาแฟหรือน้ำผลไม้แท้ในตอนเช้า การเลือกดื่มเครื่องดื่มอัดแก๊สอยู่ในช่วงสังคม อาจเป็นได้กลางคืนและกลางวัน เป็นต้น

เครื่องดื่มกับสุขภาพ

เครื่องดื่มที่มีน้ำตาลร่างกายสามารถใช้ได้อย่างรวดเร็วก็เป็นเหตุผลหนึ่ง ที่ทำให้สดชื่นขึ้น ถ้าได้ดื่มหลังจากร่างกายเหนื่อยมาตลอดวัน โดยเฉพาะในตอนบ่าย ๆ ทำให้มีความรู้สึกสดชื่น และเครื่องดื่มประเภทน้ำอัดลมทำให้กระเพาะฟื้นตัวอันเนื่องจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และการที่คนเราค่อยๆดื่มหรือจิบบ่อย ๆเป็นพฤติกรรมที่ทำให้ร่างกายมีความรู้สึกพักผ่อน ประกอบกับความสดชื่นที่ได้รับในทางจิตวิทยาแล้ว เป็นการช่วยผ่อนคลายความตึงเครียดที่มีอยู่ทั้งวันได้ด้วย เครื่องดื่มประเภทน้ำผลไม้ปกติจะมีส่วนประกอบประเภทน้ำตาล 10 -14 % จะให้พลังงานประมาณ 90-130 แคลลอรี่ต่อแก้ว นอกจากนั้นยังเป็นแหล่งวิตามินซี ที่ช่วยเพิ่มให้แก่ร่างกายนอกเหนือจากที่กินจากอาหารอื่น ๆ แล้วปริมาณซี และวิตามินอื่น ๆย่อมแตกต่างกันไปตามชนิดเครื่องดื่มตามความเข้มข้นหรือเจือจางเครื่องดื่มนั้น ๆ

2.2.1 ส่วนประกอบของเครื่องดื่ม

เครื่องดื่มเป็นอาหารเหลวที่มีส่วนประกอบสลับซับซ้อนมาก ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องดื่มอันสืบเนื่องมาจากส่วนประกอบวัตถุดิบที่ใช้อีกต่อหนึ่ง น้ำเป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญทำหน้าที่เป็นตัวปรับสารผสมส่วนประกอบอื่น ๆ เข้ากันด้วยเมื่อเป็นเครื่องดื่มขึ้นมา เนื่องจากเครื่องดื่มทั่ว ๆ ไปใช้บริโภคเพื่อความสำราญใจ ฉะนั้นส่วนประกอบ ที่ให้ความรู้สึกกระตุ้นและให้รู้สึกความอบอุ่นอิ่มเอิบ จึงเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ นอกจากนั้นยังมีสารให้รสหวาน, รสเปรี้ยว, รสเค็มและสารให้กลิ่นอื่นๆ ประกอบกับสารที่เสริมให้คุณลักษณะของเครื่องดื่มเป็นไปตามลักษณะที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างสมบูรณ์ รวมทั้งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย ถึงแม้ว่าในเครื่องดื่มทั่วๆไป จะมีส่วนประกอบที่แน่นอนและเป็นที่รู้จักกันดีอยู่แล้ว เช่น ส่วนประกอบที่เป็นน้ำตาล กรด เกลือ สารให้กลิ่นสี สารให้เนื้อหรือสารที่ให้ความหนืดกับเครื่องดื่ม น้ำมันหอมระเหย แทนนิน คาเฟอีนแล้วในเครื่องดื่มที่ประกอบเป็นการค้ายังมีสารอื่นๆที่ยังไม่เปิดเผย โดยเฉพาะในสารเครื่องดื่มอัดลมและยังมีสารประกอบที่ไม่สามารถใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์วิเคราะห์และตรวจสอบได้

คุณภาพของเครื่องดื่มย่อมขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของส่วนประกอบเหล่านี้เป็นสำคัญ คุณภาพเป็นสิ่งละเอียดอ่อนจะแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดของเครื่องดื่มและกลุ่มของผู้บริโภคเป็นสิ่งสำคัญ ปัจจัยของคุณภาพมีหลายลักษณะ เช่น รสชาติหรือกลิ่น อันเป็นลักษณะรวมๆ ของความรู้สึกที่เกิดขึ้นจากความรู้สึกหลายส่วน อย่างเช่น หวาน เปรี้ยว เค็ม ขม และเผ็ด ความรู้สึกเหล่านี้ยังมีความรู้สึกลักษณะอื่นมาเกี่ยวข้องได้อีก เช่น ร้อน เย็น ความหนืด เนื้อสัมผัส รูปร่าง และสี คำว่า รูปร่างเครื่องดื่มนี้เกิดจากจำนวนเนื้อสารทั้งหมดที่มีอยู่ในเครื่องดื่มซึ่งมักเกี่ยวข้องกับน้ำหนัก ความหนืด ในเครื่องดื่มน้ำอัดลม มักจะเกิดจากปริมาณน้ำตาลเป็นสำคัญและมีส่วนที่ได้จากอย่างอื่น เช่น เจลาติน กัม นมผงแยกไขมัน ส่วนลักษณะที่เป็นเนื้อสัมผัสนั้นหมายถึงผลของการกระจัดกระจายของสารในเครื่องดื่ม นั่นคือ เนื้อเครื่องดื่มจะละเอียดก่อนรวมเป็นเนื้อเดียวหรือไม่ ส่วนสีที่เกิดจากสารประกอบเคมีและมีผลต่อความรู้สึกของประสาทเป็นสำคัญ

1. น้ำ

น้ำมีสมบัติที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว [4] เนื่องมาจากโครงสร้างโมเลกุลของน้ำมีลักษณะรูปทรงเรขาคณิตเป็นมุมงอ H กับ O มีค่า electronegativity แตกต่างกันมาก ทำให้น้ำเป็นโมเลกุลที่มีขั้ว (polar) โมเลกุลของน้ำ 2 โมเลกุล จะมีแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิต ทำให้พันธะ O-H ที่โมเลกุลของน้ำโมเลกุลหนึ่ง หันเข้าหากลุ่ม electron คู่โดดเดี่ยวที่อะตอมออกซิเจนของโมเลกุลน้ำอีกโมเลกุลหนึ่ง ทำให้เกิด พันธะไฮโดรเจน ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อสมบัติของน้ำและการเป็นตัวทำละลายในสิ่งมีชีวิด พันธะ H มีความสำคัญในการเกิดโครงสร้าง 3 มิติของสารชีวโมเลกุลนั้นๆ น้ำจัดเป็น universal solvent เพราะว่าน้ำละลายสารต่างๆ ได้มาก ทั้งชนิดและปริมาณ สารที่ละลายน้ำได้ดี เรียกว่าสาร hydrophilic หรือสาร polar ส่วนสารประเภท nonpolar จะไม่ละลายน้ำ เรียกว่า hydrophobic สารพวก nonpolar นี้ สามารถละลายได้ใน nonpolar solvent

Ion product ของน้ำ

มีค่า $= 10^{-14}\ M^2$ ที่ 25 องศาเซลเซียส

$$K_w = [H^+][OH^-] = 10^{-14}\ M^2$$

สำหรับน้ำบริสุทธิ์ ที่ 25 องศาเซลเซียส

$$[H^+] = [OH^-] = 1x10^{-7}\ M$$

เพื่อหลีกเลี่ยง 10 ยกกำลังตัวเลขที่เป็นลบ จึงมักเขียนแสดงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในรูปของ pH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$pH = -\log[H^+]$

ค่า $[H^+]$ ยิ่งสูง pH ยิ่งต่ำ ยิ่งเป็นกรดมาก

ค่า $[H^+]$ ยิ่งต่ำ $[OH^-]$ จะยิ่งสูง ยิ่งเป็นเบสมาก

น้ำกับอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม

น้ำเป็นสารไม่มีรส ไม่มีกลิ่น ไม่มีสี มีความจำเป็นต่อมนุษย์สำหรับเครื่องดื่มน้ำต้องทำให้บริสุทธิ์มากที่สุด จะต้องมีการแยกเอาส่วนต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการออกและเป็นสิ่งสำคัญมากในการผลิตเครื่องดื่มที่มีคุณภาพ

น้ำในเครื่องดื่ม

น้ำเป็นส่วนสำคัญในเครื่องดื่ม ทำหน้าที่เป็นตัวละลายและนำพาส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น น้ำตาล สารให้รสกลิ่น สี และ คาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้การผสมเป็นเนื้อเดียวกันมากที่สุด มากกว่า 85% ของปริมาณทั้งหมดของเครื่องดื่มเป็นน้ำ น้ำที่ใช้จะต้องเป็นน้ำทีมีคุณภาพ จำเป็นต้องมีการแปรผันเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบเสียก่อน

น้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มจะต้อง

1. แน่ใจว่าแบคทีเรียต่าง ๆ จะไม่มี
2. ไม่มีสารต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของลักษณะรสชาตและความคงตัวของเครื่องดื่ม
3. อาจจะมีการปรับระดับความเป็นกรดด่างตามต้องการ
4. มีคุณภาพที่ตลอดทั้งปี

การควบคุมคุณภาพของน้ำสำหรับเครื่องดื่มเป็นสิ่งสำคัญ เพราะว่าน้ำที่กระด้างด้วยคาร์บอเนตจะทำให้รสชาติของเครื่องดื่มที่เป็นกรดเฝื่อน

การเตรียมน้ำสำหรับเครื่องดื่มอย่างเช่น ของ บริษัทโคคาโคลา มีขั้นตอนต่าง ๆ 5 ขั้นตอน คือ

1. การทำให้ใสด้วยสารเคมี ขั้นแรกเติมสารส้มลงไปเพื่อตกตะกอนแคลเซียม แมกนีเซียม คาร์บอเนต ซึ่งทำให้น้ำเป็นด่างและกระด้าง เติมเหล็กซัลเฟต (เฟอรัสซัลเฟต) เพื่อให้ตกตะกอน เติมคลอรีนเพื่อทำลายแบคทีเรีย เมื่อก่อนขั้นนี้อาจต้องใช้เวลานาน ปัจจุบันใช้ตัวเร่งและใช้เวลาเพียง 2 ชั่วโมง สำหรับถัง 54,000 แกลลอนส์

2. การกรองด้วยทราย น้ำผ่านจากถังแรกมากรองในถังทรายและทรายต้องล้างทุกวัน

3. เก็บในบ่อจนกระทั่งต้องการจะใช้

4. ผ่านการดูดซึมของคาร์บอน เมื่อต้องการน้ำไปใช้ น้ำจากบ่อเก็บจะไหลผ่านถังคาร์บอนเพื่อเอาคลอรีนและสารที่ให้กลิ่นรสออก

5. ขั้นสุดท้ายมีการกรองผ่านผ้ากรองเพื่อแยกพวกคาร์บอน (ถ่าน) ออก จากนั้นเข้าไปยังขบวนการผลิตโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำที่บรรจุขวดเป็นเครื่องดื่มไม่จำเป็นต้องบริสุทธิ์ แต่ต้องมีมาตรฐานเพื่อไม่ให้มีผลต่อรสชาด กลิ่น และลักษณะทั่ว ๆ ไปของเครื่องดื่ม มาตรฐานของน้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มควรจะมีสารแปลกปลอมต่าง ๆ เหล่านี้ไม่เกิน ปริมาณที่กำหนดไว้ เช่น

	ไม่เกิน (ppm)
ความกระด้าง	50.0
ของแข็ง	500.0
เหล็กหรือแมงกานีส	0.2
ทองแดง,คลอรีน	ไม่มี
กลิ่น,สี,จุลินทรีย์	ไม่มี
รส	ไม่มีรสเสีย
ความขุ่น	0.1

2. สารให้ความหวาน [5]

น้ำตาลเป็นองค์ประกอบของเครื่องดื่มที่มีความสำคัญมากนอกจากจะเป็นสารให้ความหวาน ให้รสชาติแก่เครื่องดื่มแล้ว ยังทำให้เกิดความสมดุลของรสชาติอื่น ๆ ที่มีในเครื่องดื่มอย่างเช่น รสเปรี้ยว เค็ม และขม เป็นต้น นอกจากนั้นน้ำตาลยังเป็นสารให้ความหนืด ให้น้ำหนักเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของ Body ของเครื่องดื่ม ในเครื่องดื่มทั่ว ๆ ไป น้ำตาลจะทำหน้าที่เป็นตัวนำรสชาติมากกว่าสารอื่นใดในระดับความเข้มข้นสูงขึ้น น้ำตาลยังทำหน้าที่ระงับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์โดยแรงออสโมติกได้อีกด้วย

น้ำตาลทราย (ซูโครส)

เป็นน้ำตาลที่ใช้กันมากและแพร่หลายที่สุดในอุตสาหกรรมอาหารทั่ว ๆ ไป เป็นสารเคมีที่ได้จากอ้อยและหัวบีท เป็นผลิตภัณฑ์ที่ค่อนข้างจะบริสุทธิ์ 99.9% ไม่มีวิตามิน ไม่มีแร่ธาตุปะปนมา น้ำตาลที่มีจำหน่ายในปัจจุบันเป็นน้ำตาลทรายขาวล้วน หรือน้ำตาลทรายแดงหรือน้ำตาลทรายสีน้ำตาล น้ำตาลทราย (ซูโครส) เป็นน้ำตาลที่ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุคโตสมาเชื่อมติดต่อกัน ฉะนั้น เมื่อละลายแล้วและมีการคงอยู่บ้างส่วนหนึ่งของน้ำตาลทรายจะแตกตัว โดยแยกน้ำตาลกลูโคสออกจากน้ำตาลฟรุคโตสในสภาพเป็นกลางธรรมดา เมื่อน้ำตาลละลายน้ำจะทำให้คุณสมบัติของอาหารเปลี่ยนไป เช่น ช่วยเพิ่มความหนืด เปลี่ยนจุดเดือดให้สูงขึ้น ลดความดันไอ แต่เพิ่มความดันออสโมติก

$$\text{น้ำตาลซูโครส} \xrightarrow[\text{ความร้อน, น้ำย่อย}]{\text{ด่าง, กรด}} \text{น้ำตาลฟรุคโตส} + \text{น้ำตาลกลูโคส}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้น้ำตาลยังลดความอิสระของน้ำลงอีกด้วย ความอิสระของน้ำที่รู้จักกันดีในค่า water activity (A_w) ค่าA_w ปกติของน้ำเท่ากับ 1 และจะเริ่มลดลงเมื่อมีตัวละลายเพิ่มขึ้น จุลินทรีย์จะมีความสามารถจำกัดในการเติบโตในช่วง A_w ต่ำๆ

3. กรด

กรด [4] คือสารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้โปรตอน (H^+) และเบส คือสารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ ไฮดรอกไซด์ (^-OH)

$$HCl + H_2O \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

เมื่อกรดให้โปรตอนแล้ว จะเกิดเป็นแอนไอออน มีสมบัติเป็นเบส เรียกว่าคู่เบส (conjugate base) ของกรด เช่น

กรด	คู่เบส
H_2SO_4	HSO_4^-
H_2S	HS^-
HCN	CN^-
CH_3COOH	CH_3COO^-

กรดแก่ จะแตกตัวให้โปรตอนได้ 100% แต่กรดอ่อนจะแตกตัวได้ไม่หมด กรดอ่อนจะแตกตัวได้มากหรือน้อยพิจารณาได้จาก ค่าคงที่การแตกตัวของกรด (Ka) หาได้จากสมการ

$$HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$$

$$K_a = [H_3O^+][A^-] / [HA]$$

$$pK_a = -\log K_a$$

ให้ K_a คือ ค่าคงที่การแตกตัวของกรดอ่อน

ค่า Ka ยิ่งสูง แสดงว่ากรดแตกตัวได้มาก ยิ่งเป็นกรดที่แรง

สมการ Henderson-Hasselbalch

$$pH = pK_a + \log [A^-] / [HA]$$

ถ้าเป็นกรดมาก ค่า K_a จะมาก ค่า pK_a จะน้อย ถ้าเป็นกรดน้อย ค่า K_a จะน้อย ค่า pK_a จะมาก สารละลายบัฟเฟอร์ คือสารละลายที่สามารถต้านการเปลี่ยนแปลง pH ได้ในระดับหนึ่ง ประกอบด้วย weak acid + conjugate base ควรเลือก weak acid ที่มีค่า pK_a ใกล้เคียงกับ pH ของบัฟเฟอร์ที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pH และสารละลายบัฟเฟอร์

ปฏิกิริยาทางชีวเคมีส่วนมากเกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมที่เป็นน้ำ ยกเว้นเพียงบางปฏิกิริยาที่เกิดในส่วน hydrophobic ของเมมเบรน

กรดคือ proton donor

เบสคือ proton acceptor

กรดแก่ แตกตัวโดยสมบูรณ์ ได้ proton กับ anion

เช่น $HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

เบสแก่ เช่น NaOH แตกตัวหมด ได้ OH^- กรดอ่อนและเบสอ่อนแตกตัวเพียงบางส่วน กรดอ่อนเมื่อละลายน้ำ จะเกิดสมดุลระหว่างกรด กับ conjugated base น้ำเป็นโมเลกุลที่เป็นกลาง แต่สามารถแตกตัวได้เล็กน้อย

$$H_2O + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + OH^-$$

ในทางปฏิบัติ จะเขียนอยู่ในรูปของ

$$H_2O \longrightarrow H^+ + OH^-$$

การใช้กรดในเครื่องดื่มค่อนข้างสะดวก ปริมาณที่ใช้ไม่มากนัก อาจจะต้องมีการคำนวณเพื่อความเหมาะสมและความคงตัวของคุณภาพของเครื่องดื่ม ปริมาณกรดในเครื่องดื่มขึ้นอยู่กับระดับความชอบของรสชาติ ซึ่งจะต้องให้ผู้ชิมที่มีประสบการณ์ การตรวจสอบปริมาณอาจจะใช้ผู้ชิมหรือการตรวจสอบของเคมีก็ได้ เนื่องจากระดับความเปรี้ยวของกรดจะแตกต่างไปตามความเข้มข้นและชนิดของกรดที่ใช้ ปัจจุบันเครื่องดื่มบางชนิดอาจจะใช้กรดมากกว่าหนึ่งชนิด ความเข้มข้นของกรดแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปตามความต้องการของเครื่องดื่ม [6]

การใช้กรดในอุตสาหกรรมมักจะเตรียมเป็นสารละลายกรดประมาณ 50% เพื่อสะดวกในการใช้ผสม

ประโยชน์ของการใช้กรดในอุตสาหกรรม

1. ควบคุมความเป็นกรด-ด่าง
2. เพิ่มความเป็นกรด
3. ช่วยยับยั้งการงอกของสปอร์
4. ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทำหน้าที่เป็นสารจับโลหะ

6. ช่วยปรับปรุงกลิ่นรสของอาหาร

7. ช่วยเพิ่มสารอาหารหรือช่วยทำให้สารอาหารมีความคงตัว

ชนิดของกรดที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

1. กรดซิตริก (Citric acid) [6]

กรดซิตริกเป็นกรดอินทรีย์ พบมากตามธรรมชาติในพืชและสัตว์ ในพืชพบมากในพืชตระกูลส้ม เช่น มะนาว เกรฟฟรุ๊ต ส้มเขียวหวาน ส้ม นอกจากนี้มี สัปปะรด สตรอเบอร์รี่และมะม่วง เป็นต้น

คุณสมบัติ ละลายน้ำได้ดี มีกลิ่นรสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เป็นสารจับโลหะที่มีประสิทธิภาพสูง

การใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม เช่น น้ำผลไม้ น้ำหวาน ทั้งที่อัดและไม่อัดคาร์บอนไดออกไซด์ หรือเครื่องดื่มประเภทที่มีแอลกอฮอล์ จะมีการใช้กรดซิตริก และเกลือของกรดซิตริก ช่วยปรับให้มีกลิ่นรสและความเป็นกรด - ด่างที่พอเหมาะ เป็นวัตถุกันเสีย ชวยยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ ช่วยทำให้สีกลิ่นและรสของเครื่องดื่มมีความคงตัวดีขึ้น

การใช้กรดซิตริกในเครื่องดื่มชนิดที่อัดคาร์บอนไดออกไซด์ จะช่วยเน้นให้กลิ่นรสของเครื่องดื่มเด่นขึ้น

นอกจากนี้มีการใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดอื่น เช่น ไวน์ ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้เยือกแข็ง แยมและเยลลี ซอสชนิดต่างๆ เนยแข็ง นม ขนมหวาน และผลิตภัณฑ์ประเภทเนื้อ เป็นต้น

2. กรดซัคซินิก (Succinic acid)

คุณสมบัติ กรดซัคซินิกเป็นกรดประเภทไดคาร์บอกซิลิก มีลักษณะเป็นผลึกรูปปริซึม ไม่มีสีหรือสีขาว ละลายน้ำได้น้อย ไม่ดูดความชื้น รสเปรี้ยวจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆในอาหาร และจะมีรสออกขมเล็กน้อย พบตามธรรมชาติในหัวบีท บรอคโคลี เนยแข็ง กากน้ำตาล ไข่ น้ำผึ้งและกะหล่ำปลีดอง เป็นต้น

การใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ใช้มากในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทผง เนื่องจากมีการละลายได้น้อย ตัวอย่าง เช่น เครื่องดื่มผงชนิดต่างๆ ขนมผงชนิดที่มีเจลาตินเป็นส่วนประกอบ อุดสาหกรรมขนมปัง

การใช้กรดซัคซินิกเป็นสารให้กลิ่นรสนั้น มีการใช้อนุพันธ์ของกรดซัคซินิกเป็นสารให้กลิ่นรสในเครื่องดื่มโกโก้ผง เป็นสารที่ช่วยให้กรดฟิวมาริกในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีการใช้กรดฟิวมาริกละลายได้ดีขึ้น เป็นอิมัลซิฟายเออร์ให้ไขมันโกโก้ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่ไม่อัดคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กรดทาร์ทาริก (Tatarric acid)

คุณสมบัติ กรดทาร์ทาริกหรือกรดมะขาม เป็นกรดไดไฮดรอกซีไดคาร์บอกซิลิก มีรสเปรี้ยวแหลม มีลักษณะเป็นผลึกไม่มีสีหรือเป็นผงสีขาว มีการละลายน้ำได้ดี พบมากในมะขามและองุ่น นิยมใช้ในอาหารเพื่อช่วยเพิ่มความเป็นกรด ช่วยควบคุมความเป็นกรด - ด่าง ช่วยเพิ่มกลิ่นรส ช่วยเน้นกลิ่นสี ช่วยเพิ่มความคงตัว ช่วยดูดความชื้นและเป็นสารจับโลหะ

การใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ตัวอย่างอาหาร ได้แก่ แยม เยลลี เครื่องดื่มหรือน้ำผลไม้ที่มีกลิ่นรสองุ่นและมะนาว กรดทาร์ทาริกจะช่วยเน้นกลิ่นรสและสีม่วงขององุ่นให้เด่นชัดขึ้น และใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมันและน้ำมันเป็นส่วนประกอบ ผลิตภัณฑ์เนยแข็ง และอุตสาหกรรมขนมปัง เป็นต้น

4. กรดฟิวมาริก (Fumaric acid)

คุณสมบัติ กรดฟิวมาริกเป็นกรดที่พบมากตามธรรมชาติในพืชต่างๆ เป็นกรดที่มีรสเปรี้ยวจัด มีข้อเสีย คือ มีการละลายน้ำได้น้อยมาก ดูดความชื้นได้ช้ามาก

การใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ใช้ประโยชน์มากสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารผงชนิดต่างๆเพื่อยืดอายุการเก็บนานขึ้น นอกจากนี้มี เครื่องดื่มผงชนิดต่างๆ ขนมผงที่มีเจลาตินเป็นส่วนประกอบ น้ำผลไม้ชนิดต่างๆ ผลไม้แช่อิ่มและไวน์ เป็นต้น

กรดฟิวมาริกมีกลิ่นรสคล้ายองุ่นสามารถนำมาใช้ผสมรวมกับกรดชนิดอื่นๆ โดยไม่ทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง และจัดเป็นสารเสริมฤทธิ์วัตถุกันหืนที่มีประสิทธิภาพดี มีการนำมาใช้ร่วมกับวัตถุกันหืน ในการป้องกันการเกิดการหืนในน้ำมันหมู เนย นมผง ไส้กรอก เบคอน ถั่วชนิดต่างๆ เป็นต้น

5. กรดมาลิก (Marric acid)

กรดมาลิกเป็นกรดที่พบตามธรรมชาติในผักผลไม้หลายชนิด เช่น แอปเปิ้ล แอปริคอต กล้วย เชอรี องุ่น เปลือกส้ม พีช แพร์ พลัม เครอท เป็นต้น พบรองลงมาใน ผลไม้ตระกูลส้ม มะเดื่อถั่ว และมะเขือเทศ เป็นต้น

คุณสมบัติ มีลักษณะเป็นผงผลึกสีขาวแบบไทรคลินิก มีรสเปรี้ยวกลมกล่อมกว่ากรดชนิดอื่น มีความเปรี้ยวมากกว่ากรดซิตริก แต่น้อยกว่ากรดฟิวมาริก มีจุดหลอมเหลวต่ำ ละลายน้ำได้ดี

การใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร วัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความเป็นกรดให้กับผลิตภัณฑ์อาหาร เพิ่มกลิ่นรส ช่วยเน้นกลิ่นรสและเป็นสารเสริมฤทธิ์วัตถุกันหืนในผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันและน้ำมันเป็นส่วนประกอบ

การใช้กรดมาลิกเพื่อช่วยในการปรับปรุงกลิ่นรส ได้แก่ เครื่องดื่มประเภทไม่มีแอลกอฮอล์ เครื่องดื่มประเภทที่ไม่อัดคาร์บอนไดออกไซด์ แยม เยลลี โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสผลไม้ จะช่วยเน้นกลิ่นรสของผลไม้ในผลิตภัณฑ์ให้เด่นชัดขึ้น เป็นกรดที่ได้รับการแนะนำให้ใช้เพื่อช่วยให้สีของน้ำแอปเปิ้ล น้ำองุ่น และน้ำผลไม้อื่นๆ คงตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. กรดแล็กติก (Lactic acid)

กรดแล็กติกหรือกรดนม พบตามธรรมชาติในนมเปรี้ยว กะหล่ำปลีดอง ผักดองชนิดต่างๆ เบียร์และเนยแข็ง เป็นต้น

คุณสมบัติ เป็นผลึกหรือของเหลวข้น ไม่มีสี มีกลิ่นครีมอ่อนๆ ละลายน้ำได้ดี ให้รสเปรี้ยวปานกลาง มีการใช้กรดเป็นสารที่ช่วยเพิ่มความเป็นกรด เป็นวัตถุกันเสีย เป็นสารให้กลิ่นรส เป็นสารช่วยเน้นกลิ่นรส ช่วยควบคุมความเป็นกรด- ด่าง และเป็นตัวทำละลาย

การใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ แยม เยลลี เชอร์เบต ผลิตภัณฑ์ขนมหวาน เครื่องดื่มชนิดต่างๆ ซอส และผักดอง เป็นต้น

7. กลูโคโนเดลตาแล็กโตน (Glucono delta lactone)

คุณสมบัติ เป็นอนุพันธ์ของกลูโคส สามารถละลายน้ำได้ดีและสลายตัวอย่างช้าๆ ให้กรดกลูโคนิก เดลตา และแกมมาแล็กโตน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด- ด่างเกิดขึ้นอย่างช้าๆ เป็นกรดที่มีรสเปรี้ยวที่อ่อนมากเมื่อเทียบกับกรดชนิดอื่นๆ

การใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น ในผลิตภัณฑ์เนื้อ น้ำสลัด นม ขนมอบ ใช้เพื่อลดปริมาณการใช้กรดน้ำส้มสายชูลง ทำให้มีกลิ่นรสที่ยอมรับได้และช่วยยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้มี ใช้ใน ผลิตภัณฑ์เต้าหู้ ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมันและไขมันเป็นส่วนประกอบ ผลิตภัณฑ์นม เป็นต้น

8. กรดอะซิติก (acetic acid)

คุณสมบัติ กรดอะซิติกหรือกรดเอทาโนอิก มีลักษณะเป็นของเหลวใสหรือผลึก มีกลิ่นฉุนเฉพาะตัว รวมตัวกับน้ำหรือแอลกอฮอล์หรืออีเทอร์ได้ดี เป็นส่วนประกอบหลักของน้ำส้มสายชู

วัตถุประสงค์ในการใช้เพื่อเป็นสารให้กลิ่นรส หรือเพื่อเน้นกลิ่นรส เพิ่มความเป็นกรดให้อาหาร ช่วยควบคุมความเป็นกรด- ด่าง ช่วยยืดอายุการเก็บของอาหาร เป็นต้น

การใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีการใช้น้ำส้มสายชูมาก ได้แก่ น้ำสลัดชนิดต่างๆ มายองเนส ซอสชนิดต่างๆ ผักดองชนิดต่างๆ ผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก เป็นต้น

9. กรดอะดิปิก (Adipic acid)

คุณสมบัติ มีลักษณะเป็นผลึกหรือผงสีขาว ไม่มีกลิ่น ละลายน้ำได้เล็กน้อย แต่ละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ ดูดความชื้นได้น้อย เมื่อใส่ในอาหารจะให้รสเปรี้ยวแบบนุ่มๆ

การใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ใช้ในผลิตภัณฑ์ที่มีองุ่นเป็นส่วนประกอบ ซึ่งจะช่วยให้มีกลิ่นรสค้างอยู่ในปากนานขึ้น ใช้ในผลิตภัณฑ์ที่มีเจลาตินเป็นส่วนประกอบ ผลิตภัณฑ์อาหารผงต่างๆ

กรดอะดิปิกจะให้ประสิทธิภาพในการเป็นวัตถุกันหืนได้ดีที่สุด รองลงมาคือ กรดมาลิก กรดฟิวมาริก กรดทาร์ทาริก กรดแอสคอร์บิกและกรดซิตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid)

คุณสมบัติ เป็นกรดที่พบทั่วไปในพืช โดยเฉพาะพืชตระกูลส้ม มีลักษณะเป็นผลึก ละลายน้ำได้ดี แต่ไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ เป็นรีดิวซิงเอเจนต์ที่มีประสิทธิภาพดีมากเมื่ออยู่ในรูปของเหลว ในสภาวะที่มีอากาศและแสงจะถูกออกซิไดซ์อย่างรวดเร็วและปฏิกิริยาจะเกิดเร็วขึ้นถ้ามีด่าง เหล็ก และทองแดงเป็นตัวเร่ง แต่เมื่ออยู่ในรูปเกลือโซเดียมจะมีความคงตัวมากกว่า

และเป็นกรดที่ทำหน้าที่ป้องกันและระงับการเกิดออก์ซิเดชั่น ดังนั้นจะช่วยทำให้กลิ่นรสของเครื่องดื่มคงตัวอยู่ได้นาน ปกติสารที่ให้กลิ่นรสในเครื่องดื่มจะเป็นพวกอัลดีไฮด์ (Aldehyde) คีโตน (Ketone) และพวกคีโตนเอสเทอร์ (Ketone Ester) สารพวกนี้จะถูกออกซิไดส์ได้ง่ายหากไม่มีแอสคอร์บิก จะสูญหายไปในระหว่างการเก็บรักษา เมื่อเติมกรดแอสคอร์บิกลงไป กรดแอสคอร์บิกจะถูกออกซิไดส์แล้วสูญเสียไป แต่รสกลิ่นของเครื่องดื่มยังอยู่ ฉะนั้นการสูญเสียวิตามินซีในเครื่องดื่มจึงขึ้นอยู่กับปริมาณออกซิเจนที่หลงเหลืออยู่

เนื่องจากกรดแอสคอร์บิกเป็นวิตามินซีที่มีความสำคัญและจำเป็นแก่ร่างกาย ความต้องการของเด็กเล็ก(1-12 ปี) จะประมาณ 20 มิลลิกรัมต่อวัน ส่วนของคนโตประมาณ 30 มิลลิกรัมต่อวัน ซึ่งปกติจะได้มาจากผักผลไม้และเครื่องดื่มเป็นสำคัญ การเติมกรดแอสคอร์บิกจะขึ้นอยู่กันสภาวะทางเศรษฐกิจเป็นสำคัญ มักจะเติมก่อนพาสเจอร์ไรส์ หรือก่อนการบรรจุร้อนแล้วทำให้เย็นโดยเร็ว

กรดแอสคอร์บิกจะคงตัวที่สุดที่สภาพเป็นกรดในการผลิต หากไล่อากาศออกให้หมดแล้วรักษาระดับของเหล็กและทองแดงให้น้อยที่สุดจะรักษาปริมาณแอสคอร์บิกและรสชาติไว้ได้ดี

ในอาหารมีการใช้กรดแอสคอร์บิกเป็นวัตถุกันเสียและวัตถุกันหืน ทำให้ความเป็นกรด-ด่างของอาหารลดลง

การใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เนื้อ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม เป็นต้น

11. กรดฟอสฟอริก

คุณสมบัติ เป็นกรดอนินทรีย์ มีวัตถุประสงค์ในการใช้เพื่อช่วยเพิ่มความเป็นกรด ช่วยควบคุมความเป็นด่าง ช่วยให้อาหารมีรสเปรี้ยว และเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับโลหะที่ปนเปื้อนมาในอาหาร เป็นต้น

การใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร นิยมใช้ในเครื่องดื่มประเภทที่อัดและไม่อัดคาร์บอนไดออกไซด์ เครื่องดื่มที่ใส่กลิ่นรสผลไม้และน้ำผลไม้ เป็นต้น นอกจากนี้มีผลิตภัณฑ์เนยแข็ง เบียร์ น้ำมันพืช น้ำตาล เป็นต้น

กรดที่ใช้เป็นวัตถุกันเสีย

12. กรดเบนโซอิกและเกลือเบนโซเอต

คุณสมบัติ นิยมใช้ในรูปเกลือมากกว่ากรด เนื่องจากละลายได้ง่ายกว่าในรูปเกลือ ในรูปกรดละลายน้ำได้น้อย แต่ละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ อีเทอร์ คลอโรฟอร์มและน้ำมัน จำหน่ายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท้องตลาดจะอยู่ในรูปผงผลึกสีขาวหรือเป็นเกล็ด พบมากตามธรรมชาติในลูกพรุน แครนเบอรี พลัม อบเชย แอปเปิ้ล และมะกอกสุก

ประสิทธิภาพจะสูงที่สุดที่ช่วงความเป็นกรด- ด่าง 2.5-4.0 ในรูปของกรดที่ไม่แตกตัว จึงเหมาะที่จะใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความเป็นกรดสูง หรือมีความเป็นกรด- ด่างต่ำ

การใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ เครื่องดื่มชนิดต่างๆ ทั้งที่อัดและไม่อัดคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำหวานชนิดต่างๆ น้ำผลไม้ เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบ แยม เยลลี ผักดอง ผลไม้ตอง น้ำสลัด เป็นต้น

13. เอสเทอร์ออฟพารา-ไฮดรอกซิเบนโซอิกแอซิด (esters of p-hydroxybenzoic acid)

คุณสมบัติ มีความคงตัวดีมาก จะคงตัวในสภาวะที่มีอากาศคงตัวต่ออุณหภูมิได้ดี และอยู่ในรูปที่ไม่แตกตัวในช่วงความเป็นกรด- ด่างที่กว้างมาก

การใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ เครื่องดื่มชนิดต่างๆ ทั้งชนิดที่อัดและไม่อัดคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำหวานชนิดต่างๆ น้ำผลไม้ เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ผลิตภัณฑ์ขนมอบต่างๆ แยม เยลลี ผักดอง ผลไม้ดองต่างๆ เนยแข็ง และสารสกัดที่ให้กลิ่นรส เป็นต้น

14. กรดซอร์บิกและเกลือซอร์เบต (sorbic acid and sorbates)

คุณสมบัติ เป็นสารประกอบที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่นและไม่มีรส เวลาใช้จึงไม่ทำให้กลิ่นรสและสีของอาหารเปลี่ยนแปลง เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวเพียงชนิดเดียวที่นำมาใช้เป็นวัตถุกันเสีย เป็นสารประกอบผงสีขาวหรือเป็นเกล็ด

การใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ประเภทเนยเทียม เนยแข็ง เครื่องดื่มชนิดต่างๆ ทั้งชนิดที่อัดและไม่อัดคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำหวานชนิดต่างๆ น้ำผลไม้ เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ แยม เยลลี ผักดอง ผลไม้แห้ง ผลิตภัณฑ์เนื้อ ไก่ ปลา เป็นต้น

15. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์และเกลือซัลไฟต์ (sulfur dioxide and sulfites)

คุณสมบัติ ประสิทธิภาพจะขึ้นกับความเป็นกรด- ด่าง คือ จะต้องมีความเป็นกรด- ด่างต่ำเพื่อที่จะได้กรดซัลฟิวรัสเกิดขึ้นมากและอยู่ในรูปไม่แตกตัว

การใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ควรเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดสูงหรือความเป็นกรด- ด่างต่ำ เช่น น้ำผลไม้ต่างๆ น้ำหวานเข้มข้น และผักดอง เป็นต้น นอกจากนี้มี อุตสาหกรรมไวน์ ผลิตภัณฑ์ผักแห้ง ผลไม้แห้ง เนื้อแห้ง ปลาแห้งเส้นหมี่และก๋วยเตี๋ยว เป็นต้น

16. กรดแล็กติก (Lactic acid)

คุณสมบัติ มีการดูดความชื้นได้ง่าย เป็นของเหลวข้น มีกลิ่นกรด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยควบคุมความเป็นกรด- ด่างของอาหาร ช่วยเพิ่มกลิ่นรส แต่ให้คุณสมบัติในการเป็นวัตถุกันเสียที่สำคัญ และช่วยยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ด้วย

72119
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ เครื่องดื่มชนิดต่างๆ น้ำผลไม้ต่างๆ เนื้อปลาสด เนื้อวัวสด เนื้อไก่สดและผลิตภัณฑ์จากเนื้อหมู ไก่และปลา เป็นต้น

วิธีการเลือกใช้กรดในอาหาร ต้องคำนึงถึง

1. วัตถุประสงค์ในการใช้

2. ชนิดของกรด เพราะกรดแต่ละชนิดมีคุณสมบัติไม่เหมือนกัน ควรดูกลิ่นรสของกรดด้วย เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีกลิ่นรสตามที่ควรจะเป็นตามธรรมชาติ

3. คุณสมบัติของกรด ต้องศึกษาให้ละเอียด บางครั้งอาจพบว่า การใช้กรด 2 ชนิด จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีกว่าการใช้กรดเพียงชนิดเดียวก็ได้

4. การอนุญาตให้ใช้ตามกฎหมาย ดูว่าชนิดของกรดที่เลือกได้รับอนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารนั้นๆตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขหรือไม่

5. ชนิดของกรดที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84

2.2.2 ความเป็นกรดกับความคงตัวของเครื่องดื่ม

เป็นที่ทราบกันมานานแล้วเมื่อ pH ลดลงจะช่วยทำให้อายุการใช้ประโยชน์ของเครื่องดื่มได้นานขึ้น ดังนั้นในการผลิตเครื่องดื่มจึงต้องพยายามรักษาให้ pH ต่ำอยู่เสมอ จากการที่จุลินทรีย์ต่างๆ มักจะเจริญเติบโตได้ดีในแต่ละช่วง pH เฉพาะนอกเหนือจากช่วงนี้แล้วเป็นสภาพที่ไม่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโต ดังนั้นจุลินทรีย์จึงค่อยๆตายไปเอง ถ้าความแตกต่างของ pH ที่จุลินทรีย์เจริญเติบโตและช่วง pH ของสภาวะที่อยู่อาศัยยิ่งมีมากขึ้น การทำลายจุลินทรีย์ก็จะง่ายและเร็วขึ้นด้วย จุลินทรีย์ส่วนมากเจริญเติบโตได้ดีในช่วง pH 6.5–7.5 และจะลดการเจริญเติบโตในช่วง pH ระหว่าง 4.5-5.0 จุลินทรีย์พวกนี้ส่วนมากให้โทษต่อสุขภาพของคน ดังนั้นเครื่องดื่มทั่วๆ ไปมี pH ต่ำกว่า 4.0 จึงค่อนข้างปลอดภัย แต่อย่างไรก็ตามยังมีจุลินทรีย์อีกบางประเภทที่ชอบในสภาพเป็นกรด จุลินทรีย์พวกนี้ได้แก่ ยีสต์ รา และแลคติก บักเตรีและอะซิติคบักเตรี ดังนั้นพวกยีสต์ รา และแลคติกบักเตรีบางชนิดจึงมักก่อให้เกิดปัญหาแก่การเก็บรักษาเครื่องดื่มขึ้นได้เช่นกัน แต่อย่างไรก็ดีในเครื่องดื่มประเภทน้ำอัดลมและเครื่องดื่มอื่นๆ ที่บรรจุในภาชนะที่ถูกต้องตามกรรมวิธีการและมักจะไม่มีปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากเชื้อรา สำหรับยีสต์และแลคติกบักเตรีหากได้ลด pH ลงถึง 3.0 ทั่วๆ ไปจะป้องกันการเสื่อมเสียเนื่องจากแลคติกบักเตรี และที่ pH เดียวกันนี้ยีสต์ส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโต การลด pH ลงต่ำจึงช่วยเสริมความสามารถในการเก็บรักษาอาหารและเครื่องดื่มโดยทั่วๆไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับการใช้สารกันบูดเป็นตัวเก็บรักษา นอกจากจะเพิ่มประสิทธิภาพของการเก็บรักษาแล้วยังใช้สารกันบูดในปริมาณที่น้อยลงอีกด้วย เช่น การลด pH จาก 4.5 เป็น 3.0 จะทำให้ประสิทธิภาพของการทำลายเชื้อของเกลือเบนโซเอท ซึ่งช่วยป้องกันการเน่าเสียจะเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า และช่วงที่สารกันบูดส่วนใหญ่ทั้งเบนโซเอทและซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ให้ผลดีอยู่ในช่วง pH ตั้งแต่ 2.5- 4.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 น้ำผลไม้

2.3.1 นิยามของน้ำผลไม้ [7]

นิยามของน้ำผลไม้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม หมายถึง น้ำผลไม้ที่อยู่ในลักษณะพร้อมที่จะใช้บริโภคได้โดยตรงทำจากผลไม้สด สะอาด สุก โดยกรรมวิธีเชิงกล น้ำผลไม้นี้อาจทำจากน้ำผลไม้ที่ทำให้เข้มข้น โดยผ่านกรรมวิธีระเหยน้ำออกจนเข้มข้น แล้วนำมาเจือจางภายหลังด้วยประสงค์จะรักษาคุณภาพและองค์ประกอบสำคัญไว้ น้ำผลไม้ที่อยู่ในภาชนะบรรจุต้องผ่านกรรมวิธีการเก็บถนอมอาหาร

น้ำผลไม้จำนวนมากถูกนำมาผลิตน้ำผลไม้แปรรูปและเครื่องดื่มต่าง ๆ น้ำผลไม้บริสุทธิ์ควรประกอบด้วยน้ำผลไม้แท้ 100% หรือหากจำเป็นต้องมีการละลายด้วยเหตุผลที่จำเป็นสำหรับกระบวนการผลิตหรือเก็บรักษาน้ำผลไม้ก็ควรใช้อัตราส่วนที่น้อยมาก ๆ

2.3.2 ชนิดของน้ำผลไม้

ผลไม้ที่นำมาผลิตน้ำผลไม้ได้นั้นมีหลายชนิด เมื่อคั้นน้ำจะให้น้ำผลไม้ที่มีลักษณะสีสันและรสชาติต่างกันไป ลักษณะตามธรรมชาติของน้ำผลไม้เมื่อคั้นออกมาใหม่ ๆ เกือบทุกชนิดจะมีลักษณะขุ่น อาจมีเนื้อของผลไม้ชนิดนั้นปะปนอยู่ แต่ในด้านของผู้บริโภคนั้น สำหรับน้ำผลไม้แต่ละชนิดจะนิยมให้มีลักษณะต่างกันไป อาจแบ่งน้ำผลไม้ตามความต้องการของผู้บริโภค โดยดูจากลักษณะปรากฏออกเป็นกลุ่มได้ คือ

1. น้ำผลไม้ชนิดใส น้ำผลไม้กลุ่มนี้จะมีลักษณะใส ไม่มีเศษเนื้อของผลไม้ปะปนอยู่
2. น้ำผลไม้ขุ่นเล็กน้อย น้ำผลไม้กลุ่มนี้จะมีลักษณะขุ่นขึ้นเล็กน้อย ไม่ใสเหมือนกลุ่มแรก
3. น้ำผลไม้ขุ่นมาก น้ำผลไม้กลุ่มนี้จะมีลักษณะขุ่นมากขึ้น และอาจมีชิ้นส่วนของเนื้อของผลไม้ปะปนอยู่ด้วย
4. น้ำผลไม้ชนิดข้น เป็นน้ำผลไม้ที่มีลักษณะข้น มีความหนืดมากกว่าน้ำผลไม้ 3 กลุ่มแรก

เนคตาร์หรืออาจเรียกว่า น้ำผลไม้เทียม เพราะปกติเนคตาร์จะเตรียมจากผลไม้ที่มีเนื้อแห้งไม่ฉ่ำน้ำ โดยนำผลไม้มาบดละเอียด เติมน้ำหรือน้ำเชื่อมจนมีปริมาณน้ำตาลและความหนืดเหมาะสม บางครั้งอาจมีการเติมกรดลงไปด้วย ผลไม้ที่นิยมนำมาทำเนคตาร์ เช่น แอปปริคอท พีช แต่ถ้าแบ่งการเพิ่มหรือลดปริมาณของแข็งในน้ำผลไม้อาจแบ่งได้เป็นกลุ่ม คือ

1. เครื่องดื่มน้ำผลไม้ มันเป็นน้ำผลไม้ซึ่งนำมาทำให้เจือจางด้วยน้ำแล้วเติมน้ำตาล กรด เพื่อปรับปริมาณของแข็งและรสชาติตามต้องการ บางครั้งอาจมีการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปด้วย

2. น้ำผลไม้ เป็นน้ำผลไม้ที่ได้จากการคั้นโดยตรง ไม่ผ่านการทำให้เข้มข้นหรือการเจือจาง ตัวอย่างที่สำคัญ คือ น้ำมะเขือเทศ น้ำผลไม้ตระกูลส้ม น้ำสับปะรด น้ำองุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. น้ำผลไม้เข้มข้น ในกระบวนการผลิตนะมีการแยกนำบางส่วนออกไป การแยกมันจะใช้กระบวนการแช่แข็ง เพื่อลดการเปลี่ยนแปลงของรสชาติ น้ำผลไม้ทุกชนิดสามารถนำมาทำให้เข้มข้น โดยกระบวนการแช่แข็งนี้ได้ แต่ที่นิยมมากที่สุด คือ น้ำผลไม้ตระกูลส้ม นอกจากนั้นยังมีน้ำองุ่น น้ำสับปะรด

2.3.3 คุณค่าทางอาหารของน้ำผลไม้

คุณค่าทางผลไม้ขึ้นอยู่กับวิตามินซี (กรดแอสคอร์บิก) เป็นส่วนใหญ่ ส่วนไวตามินอื่น ๆ ได้น้อยมาก เป็นอาหารที่ประกอบด้วยสารคาร์โบไฮเดรตประเภทน้ำตาล ตัวอย่างเช่น กลูโคส ฟรุคโตส และซูโครส จึงเป็นแหล่งพลังงาน ในขณะเดียวกันน้ำผลไม้ยังมีแร่ธาตุอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์แก่ร่างกาย เช่น โพแทสเซียมซึ่งมีอยู่ค่อนข้างน้อย ยังมีแคลเซียม ฟอสฟอรัส คลอไรด์ ซัลเฟอร์-โซเดียมพอประมาณ เหล็ก, ทองแดงและอื่น ๆ ปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้ยังขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตผลไม้อีกด้วย

2.3.4 กระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตน้ำผลไม้ทุกกลุ่มจะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ เริ่มจาการทำความสะอาดและการแยกน้ำผลไม้ออกจากกาก เมื่อได้น้ำผลไม้แล้วจะมีการแปรรูปสองลักษณะ คือ ถ้าต้องการผลิตน้ำผลไม้ชนิดขุ่น จะต้องมีกระบวนการเสถียรเพคตินเพื่อมิให้ตกตะกอน หลังจากได้น้ำผลไม้ที่มีลักษณะขุ่นใสตามต้องการแล้ว จึงนำไปบรรจุภาชนะและผ่านกระบวนการเก็บรักษาตามความเหมาะสมต่อไป

2.3.4.1 การเลือกผลไม้

ผลไม้ที่จะนำมาผลิตน้ำผลไม้ควรเป็นผลไม้ที่มีกลิ่นรสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ควรมีรสค่อนข้างจัด และมีการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นไม่มากนักในระหว่างกระบวนแปรรูปและการเก็บ ผลไม้ควรถูกเก็บเกี่ยวในระยะที่มีความเหมาะแก่การทำน้ำผลไม้ ซึ่งจะต่างกันไปขึ้นกับชนิดของผลไม้ บางชนิดจะเก็บในระยะสุกงอมเต็มที่ เพื่อให้น้ำผลไม้ที่ได้มีสีเข้มและมีรสจัด แต่บางชนิดจะเก็บเมื่อยังไม่สุกเต็มที่ เพื่อมิให้ปริมาณกรดต่ำเกินไป หรือมีปริมาณน้ำตาลสูงเกินไป ผลไม้ที่สุกงอมจะมีกลิ่นหมัก หรือผลไม้ที่จะเริ่มเน่าเสียไม่ควรนำมาใช้ทำน้ำผลไม้ เพราะจะทำให้กลิ่นรสของน้ำผลไม้ที่ได้เสียไป

การซื้อผลไม้เข้าโรงงานผลิตน้ำผลไม้ ในบางประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกาจะพิจารณาปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำผลไม้ประกอบกับการจ่ายค่าวัตถุดิบด้วย เพราะน้ำผลไม้ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายสูงกว่าเมื่อนำมาผลิตผลิตภัณฑ์จะเสียค่าใช้จ่ายของกระบวนการ เช่น การทำให้เข้มข้นน้อยกว่า และใช้ปริมาณน้ำตาลเพื่อปรับปริมาณของแข็งในผลิตภัณฑ์

2.3.4.2 การทำความสะอาด

ก่อนคั้นน้ำ ผลไม้จะถูกทำความสะอาด การทำความสะอาดผลไม้เนื้อนุ่ม เช่น มะเขือเทศ หรือเบอร์รี่ชนิดต่าง ๆ จะต้องใช้สภาวะที่ไม่รุนแรงมากนักเพื่อมิให้ผลไม้ชอกช้ำ การขนถ่ายแอป-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปิ้ลภายในโรงงานมันจะใช้กระแสน้ำ ดังนั้นระหว่างการขนถ่ายจะเป็นการทำความสะอาดไปพร้อมกัน

2.3.4.3 การสกัดน้ำผลไม้

การสกัดน้ำผลไม้เกี่ยวข้องกับการลดขนาด โดยเป็นการทำลายโครงสร้างระดับเซลของผลไม้และแยกส่วนที่เป็นของเหลวออกมา วิธีการสกัดน้ำผลไม้จะขึ้นกับลักษณะโครงสร้างของผลไม้ ตำแหน่งและลักษณะของเนื้อเยื่อที่เก็บน้ำผลไม้และลักษณะของน้ำผลไม้ที่ต้องการ ผลไม้บางชนิด เช่น องุ่น และเบอร์รี่ จะมีเนื้อนุ่มและมีลักษณะชุ่มน้ำ จึงสามารถบีบและคั้นน้ำออกมาได้ง่าย ผลไม้บางชนิด เช่น ส้ม ทับทิม เซลที่เก็บน้ำผลไม้จะอยู่ภายใน ล้อมรอบด้วยเปลือกซึ่งมีสารละลายที่ทำให้สีและกลิ่นรสผิดปกติ เช่น เปลือกทับทิมที่มีแทนนินสูงทำให้มีรสฝาด การสกัดน้ำจะต้องหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนของสารเหล่านี้

โดยทั่วไปกระบวนการสกัดน้ำผลไม้จะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือการลดขนาดเนื้อผลไม้ให้ละเอียด และการแยกน้ำผลไม้ใยออกจากกาก

การทำให้เนื้อแหลกละเอียดจะช่วยให้สามารถคั้นน้ำผลไม้ได้ง่ายขึ้นและได้น้ำผลไม้ปริมาณมากขึ้น เพราะการบดจะเป็นการทำลายผนังเซลของเนื้อเยื่อ สำหรับน้ำผลไม้ชนิดไม่ข้นทั้งแบบขุ่นและใสจะไม่บดผลไม้จนละเอียดเกินไป แต่ผลไม้ที่จะนำมาทำน้ำผลไม้ชนิดข้นและเนคตาร์จะต้องบดเนื้อผลไม้จนละเอียดมาก ก่อนบดอาจมีการใช้ความร้องเพื่อช่วยให้บดได้ง่ายและละเอียดขึ้น ผลไม้จะถูกบดละเอียดจนสามารถผ่านตะแกรงขนาด 0.4 มิลลิเมตรได้ และเมื่อตักเนื้อผลไม้ขึ้นมาวางบนจานแบน จะต้องไม่มีส่วนน้ำแยกออกมาระหว่างการบด

หลังจากนั้นผลไม้จะถูกนำมาบีบเพื่อสกัดแยกน้ำออก ประสิทธิภาพในการบีบคั้นจะขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง คือ เนื้อสัมผัส พันธุ์ ความสด และความแก่อ่อนของผลไม้ การบีบคั้นน้ำผลไม้ออกมามีวิธีพื้นฐานที่นิยมใช้กัน 3 วิธีคือ การบีบด้วยไฮโดรลิค การบีบโดยใช้ลูกกลิ้ง และ การบีบด้วยสกรู

2.3.4.4 การกำจัดอากาศออก

ระหว่างการบดและการบีบคั้นน้ำจะมีอากาศเข้าไปปะปนในน้ำผลไม้ ออกซิเจนในอากาศที่ปะปนเข้าไปจะทำลายวิตามินทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีและกลิ่นรส ปฏิกิริยาเหล่านี้ถูกเร่งโดยโลหะ คือ เหล็ก และทองแดง เอนไซม์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในผลไม้จะช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงจากออกซิเจนนี้จะเกิดอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิสูง ดังนั้นก่อนให้ความร้อนจะต้องผ่านการกำจัดอากาศอากาศเสียก่อน

2.3.4.5 การทำให้ใส

สำหรับน้ำผลไม้ชนิดใส จะต้องกำจัดสารแขวนลอยที่มีในน้ำผลไม้ออก การทำให้น้ำผลไม่ใสนี้ ทำได้ 3 วิธีใหญ่ๆ คือ การทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเอง (settling) การใช้สารตกตะกอน(use of fining) และการใช้เอนไซม์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การทิ้งให้ตกตะกอน

วิธีนี้ทำได้โดยการทำน้ำผลไม้ซึ่งอาจผ่านการพาสเจอไรซ์มาก่อน หรือยังไม่ผ่านก็ได้ มาทิ้งไว้ให้เกิดการตกตะกอนในถัง เวลาที่ต้องใช้ในการตกตะกอนจะเกิดขึ้นกับน้ำผลไม้ เช่นน้ำทับทิมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์จะตกตะกอนได้น้ำผลไม้ใส หลังจากตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ในขณะที่น้ำองุ่นจะใช้เวลาหลายเดือน ในระหว่างการทิ้งให้ตกตะกอนนี้ ของแข็งที่แขวนลอยอยู่บางส่วนจะตกตะกอนลงมาด้วยช่วยให้การกรองในขั้นตอนต่อไปทำงานได้ง่ายขึ้น

2. การใช้สารช่วยตกตะกอน

น้ำผลไม้บางอย่างจะไม่ตกตะกอน หรือตกตะกอนยากเมื่อตั้งทิ้งไว้ จึงมีการเติมสารบางอย่างลงไปเพื่อช่วยการตกตะกอน สารช่วยตกตะกอนเมื่อใส่ลงไปในน้ำผลไม้จะจับตัวกันเป็นตะกอนและดึงสารแขวนลอยอื่นที่มีอยู่ในตะกอนตกลงมาด้วย สารช่วยการตกตะกอนที่ใช้กัน คือ เจลลาติน, เคซีน, อัลบูมินจากไข่และเบนโทไนต์ เป็นต้น การใช้เจลาตินจะใช้ได้ดีกับน้ำผลไม้ที่มีแทนนินเป็นองค์ประกอบ เจลาตอนจะเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับแทนนิน และดึงสารแขวนลอยอื่นลงมาตกตะกอนทั้งแอนโทไซยานิน ทำให้ความเข้มข้นนของสีน้ำผลไม้บางชนิดลดลง เคซีนผงที่ใช้ในอุตสาหกรรมเมื่อนำมาใช้งานจะเตรียมในรูปของสารละลายเคซีนก่อน กรณีที่ใช้เคซีนในรูปของเกลือเคซีนเนทซึ่งละลายน้ำได้ดี ก็ไม่จำเป็นต้องนำมาทำให้ละลายก่อน กรดที่มีอยู่ในน้ำผลไม้จะทำให้เคซีนที่เติมลงไปตกตะกอน และดึงสารแขวนลอยที่อยู่ในตะกอนตกตามด้วย ตะกอนจะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ภายใน 24-48 ชั่วโมง เคซีนจะทำให้แอนโทไซยานินตกตะกอนอย่างเช่นเดียวกับอัลบูมินจึงทำให้น้ำผลไม้สีซีดลงได้ นอกจากนั้นยังอาจทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติขึ้นด้วย เบนโทไนต์เป็นสารช่วยตกตะกอนซึ่งเกิดขึ้นตามธรรมชาติ นิยมใช้ทำให้ไวน์และน้ำส้มสายชูใส จึงสามารถนำมาใช้ในการทำให้น้ำผลไม้ใสได้ เบนโทไนต์ตกตะกอนได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูงในการช่วยตกตะกอนน้ำผลไม้

3. การใช้เอนไซม์

ความขุ่นของน้ำผลไม้จะเกิดขึ้นจากการรักษาสภาวะคอลลอยด์และสารแขวนลอยของน้ำผลไม้โดยมีเพคตินเป็นสารช่วยเพิ่มเสถียรภาพ การทำลายเพคตินด้วยเอนไซม์จึงช่วยลดเสถียรภาพของระบบทำให้เกิดการตกตะกอนของของแข็งในน้ำผลไม้เอนไซม์ที่ใช้จะอยู่ในกลุ่มของ pectolytic ซึ่งตัดโมเลกุลของเพคตินให้สั้นลงทำให้เพคตินตกตะกอน เอนไซม์ที่ใช้มาก คือ pectinesterase และ polygalacturonase ที่ผลิตได้จากเชื้อรา

ก่อนการเติมเอนไซม์ pectolytic จะทำให้น้ำผลไม้ร้อนจนมีอุณหภูมิ 80-85 องศาเซลเซียสเพื่อยับยั้งเอนไซม์อื่นที่มีอยู่ในน้ำผลไม้ก่อนโดยเฉพาะเอนไซม์กลุ่มออกซิเดส ซึ่งจะทำให้น้ำผลไม้มีสีคล้ำขึ้นเมื่อตั้งทิ้งไว้ การให้ความร้อนนี้ช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ตั้งต้นในน้ำผลไม้ด้วย หลังจากนั้นจะลดอุณหภูมิน้ำผลไม้เหลือ 55 องศาเซลเซียสจึงเติมเอนไซม์กลุ่ม pectolytic ลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลไม้พวกเบอร์รี่และองุ่น หลังจากบีบผลจนแหลกแล้วจะเติมเอนไซม์ pectolytic ลงไปก่อนการคั้นน้ำ จะช่วยเพิ่มปริมาณของน้ำผลไม้ที่คั้นได้ และยังช่วยเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำผลไม้ได้อีก

2.3.4.6 การแยกตะกอนออก

หลังจากกระบวนการทำให้ใส น้ำผลไม้ยังคงมีสารแขวนลอยขนาดเล็กมากปนอยู่ ซึ่งจะต้องแยกสารเหล่านี้ออกเพื่อให้ได้น้ำผลไม้ที่มีความใสมาก การแยกอาจทำโดยการกรองหรือการใช้แรงเหวี่ยง

การกรองแยกตะกอนออกจากน้ำผลไม้นั้นสามารถทำได้ 2 ลักษณะ คือ การกรองโดยใช้แรงดัน และการกรองโดยใช้สุญญากาศ

การกรองโดยใช้แรงดัน เป็นการกรองโดยใช้แรงดันดันน้ำผลไม้ผ่านแผ่นกรองซึ่งทำจากเซลลูโลสผสมกับแอสเบสตอส กับอัตราการกรองจะขึ้นกับชนิดและปริมาณความข่นในน้ำผลไม้

2.3.4.7 การเสถียรเพคตินในน้ำผลไม้

สำหรับน้ำผลไม้ชนิดข่น จะต้องมีการเสถียรเพคตินเพื่อให้น้ำผลไม้นั้นคงความข่นไว้ได้ตลอดอายุการเก็บ กระบวนการนี้จะตรงกันข้ามกับการทำให้ใส คือ จะต้องมีการให้ความร้อนเพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ pectolytic โดยใช้อุณหภูมิและเวลาเพียงพอที่ยับยั้งได้ ตัวอย่างเช่น เอนไซม์pectinesteraseในน้ำมะเขือเทศจะถูกยับยั้งที่อุณหภูมิ 180 องศาฟาเรนไฮต์ โดยใช้เวลา 15 วินาที ส่วนเอนไซม์ polygalacturonase จะใช้อุณหภูมิ 220 องศาฟาเรนไฮต์ 15 วินาที ดังนั้นกระบวนการผลิตน้ำมะเขือเทศจะมีการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 160-210 องศาฟาเรนไฮต์ ไปพร้อมกับการบดแยกน้ำมะเขือเทศ น้ำส้มหลังจากคั้น จะถูกทำให้ความร้อนที่อุณหภูมิ240 องศาฟาเรนไฮต์ แม้ว่าจะใช้เวลาน้อย แต่กรดแอสคอร์บิคจะถูกทำให้น้อยลง แต่อาจมีการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทนอุณหภูมิสูง หลังจากการให้ความร้อนต้องลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว เพื่อลดการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพที่ไม่ต้องการนำน้ำผลไม้ผ่านเครื่องโฮโมจิไนซ์ก็สามารถช่วยรักษาความข่นของน้ำผลไม้เอาไว้ได้

2.3.4.8 การทำให้เข้มข้น

การผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น จะต้องนำน้ำผลไม้ที่ได้มาทำให้เข้มข้น การทำให้เข้มข้นนี้จะช่วยในการเก็บรักษา คือ เป็นการเพิ่มแรงดันออสโมติก และช่วยลดการเจริญของจุลินทรีย์ การทำให้เข้มข้นยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเก็บและการขนส่ง เพราะต้องการเนื้อที่เก็บและมีน้ำหนักลดลง น้ำผลไม้เข้มข้นนี้สามารถนำไปใช้ในกระบวนการอื่น เช่นการนำไปทำน้ำผลไม้ผง หรือนำไปเติมน้ำใหม่ให้มีความเข้มข้นเหมาะสม แล้วใช้หมักไซเดอร์หรือไวน์

การทำให้เข้มข้นในสมัยก่อนจะต้มเคี่ยวด้วยความร้อนที่อุณหภูมิต่ำ วิธีนี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพอย่างมากเนื่องจากน้ำผลไม้เป็นอาหารที่ไม่ทนอุณหภูมิสูง ปัจจุบันได้มีการปรับปรุงเครื่องระเหยให้สามารถใช้ที่อุณหภูมิสูงและใช้เวลาสั้นมาก จึงทำให้เกดการแผ่น้ำผลไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นแผ่นฟิล์มบางๆเป็นพื้นผิวถ่ายเทความร้อน ทำให้สามารถระเหยอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังสามารถทำให้น้ำผลไม้เข้มข้นใช้กระบวนการที่ไม่ใช้ความร้อน เช่น การทำให้เข้มข้น โดยการแช่แข็ง (freeze concentration) วิธีนี้ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่น รส

2.3.4.9 การเก็บรักษาน้ำผลไม้

ในทางการค้าที่นิยมใช้มนการเก็บรักษาน้ำผลไม้หลายวิธี เช่น

1. การใช้ความร้อน ความร้อนจะช่วยทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้น้ำผลไม้เสื่อมเสีย ช่วยยืดอายุกาเก็บรักษาน้ำผลไม้ออกไป แต่ความร้อนจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำผลไม้ในด้านที่ไม่ต้องการด้วย ดังนั้นการให้ความร้อนกับน้ำผลไม้จึงไม่อาจใช้สภาวะที่อุณหภูมิสูงและเวลานานได้ เนื่องจากน้ำผลไม้จัดอยู่ในอาหารพวกที่มีความเป็นกรดปานกลางจนถึงความเป็นกรดสูง จึงไม่จำเป็นต้องใช้อุณหภูมิสูง การพาสเจอร์ไรซ์น้ำผลไม้โดยทั่วไปที่ไม่ผ่านการอัดก๊าซอาจทำได้โดยใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที สภาวะนี้สามารถทำลายจุลนทรีย์แต่ไม่สามารถทำลายสปอร์ได้ แต่สภาวะที่เป็นกรดน้ำผลไม้จะช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์โดยทั่วไปยกเว้นจุลินทรีย์ที่ทนกรด ถ้าน้ำผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูงอาจทำให้อุณหภูมิต่ำลง คือ 71-75 องสาเซลเซียส ยีสต์จะถูกยับยั้งเมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60-66 องสาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 นาที แต่สปอร์เราต้องใช้สภาวะที่รุนแรงกว่าคือ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที

2. การแช่แข็ง วิธีนี้สามารถเก็บรักษาน้ำผลไม้ไว้ได้เป็นเวลานาน น้ำองุ่น น้ำแอปเปิ้ล และน้ำผลไม้พวกเบอรี่ต่างๆ จะถูกแช่แข็งเก็บในอุณหภูมิ -12 ถึง -18 องศาเซลเซียส น้ำส้มและน้ำเกรฟฟรุทก็นิยมแช่แข็งที่อุณหภูมินี้เช่นกัน แต่ต้องกำจัดอากาศออกจากภาชนะบรรจุเสียก่อนการแช่แข็ง นี้ไม่สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสเหมือนกับการให้ความร้อน แต่จะเสียค่าใช้จ่ายในกระบวนการเก็บรักษาสูงกว่า

3. การใช้สารเคมี เป็นวิธีที่ไม่เหมาะสมในการเก็บรักษาน้ำผลไม้ การใช้สารเคมีจะต้องคำนึงกฎหมายข้อบังคับของการใช้ทั้งชนิดและปริมาณของสารที่ใช้ ตัวอย่างสารเคมีที่นิยมใช้ในการเก็บรักษาน้ำผลไม้ เช่น เกลือเบนโซเอท (benzoate) ที่นอยมใช้ก็คือ โซเดียมเบนโซเอทใช้กันมากกับเครื่องดื่มไม่อัดก๊าซหรืออัดในปริมาณต่ำ เบนโซเอทเป็นสารที่มีราคาถูกและเหมาะสมที่จะใช้กับน้ำผลไม้ที่มีความเป็นกรดต่ำกว่า 4.0 ปริมาณที่ใช้อยู่ในช่วง 0.05-0.10 % แต่การใชปริมาณ 0.1 %นั้น จะมีกลิ่นรสปกติของเบนโซเอทในน้ำผลไม้จนรู้สึกได้

4. การใช้ความดันสูง สามารถช่วยในการเก็บรักษาได้ น้ำองุ่นเมื่ออยู่ภายใต้ความดัน 75000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที สามารถเก็บรักษาได้นานในภาชนะปิดสนิท เหมือนกับผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อแล้ว น้ำผลไม้ที่เก็บรักษาด้วยวิธีนี้จะมีกลิ่นรสและคุณภาพเหมือนกับน้ำผลไม้สด แต่วิธีนี้มีข้อจำกัด คือ การสร้างเครื่องมือเพื่อใช้กับน้ำผลไม้ปริมาณมากในเชิงอุตสาหกรรมยังทำได้ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.10 การบรรจุและการเก็บรักษาน้ำผลไม้

ภาชนะที่นิยมใช้สำหรับบรรจุน้ำผลไม้ คือ ขวดแก้ว และมักมีฝาจีบซึ่งราคาถูกหรืออาจใช้จุกคอร์ก หรือฝาเกลียวที่ทำจากโลหะที่มีคอร์กกรองอยู่ภายใน ก่อนนำจุกมาใช้ควรนำไปนึ่งฆ่าเชื้อเสียก่อน นอกจากขวดแก้วแล้ว ภาชนะอื่นที่นิยมใช้กัน คือ กระป๋องโลหะ แลกล่องกระดาษลามิเนท

น้ำผลไม้ที่ผ่านการฆ่าเชื้อสามารถเก็บที่อุณหภูมิห้องในภาชนะที่ปิดสนิทได้เป็นระยะเวลานาน การเก็บที่อุณหภูมิต่ำลงจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาน้ำผลไม้ออกไป น้ำผลไม้มีความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายอย่างน้อย 68-70 องศาบริกซ์ อาจจะถูกเก็บในถังขนาด 200 ลิตร ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส หรืออาจนำไปบรรจุในกระป๋องเบอร์ 10 แล้วผ่านการฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิสูง หรืออาจใช้การเติมสารเคมี คือ ของผสมของกรดซอร์บิกและเบนโซเอท แล้วเก็บที่อุณหภูมิเช่เย็น

2.4 เครื่องดื่มอัดก๊าซ

2.4.1 ประเภทเครื่องดื่มอัดก๊าซ [8]

เครื่องดื่มอัดก๊าซ (Carbonated Beverages) สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. เครื่องดื่มอัดกาซที่มีแอลกอฮอล์ (Alcoholic carbonated beverages) ได้แก่ เบียร์ (Beer) แชมเปญ (Champagne) เครื่องดื่มน้ำผลไม้อัดก๊าซ soft drink และ frozen soft drink เป็นต้น

2. เครื่องดื่มอัดก๊าซที่ไม่มีแอลกอฮอล์ (Non alcoholic carbonated beverages) ได้แก่ เครื่องดื่มน้ำอัดลมต่างๆ เครื่องดื่มน้ำผลไม้อัดก๊าซ soft drink และ frozen soft drink เป็นต้น

นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งประเภทเครื่องดื่มอัดก๊าซ ตามลักษณะของปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อัดในเครื่องดื่มนั้นๆ สามารถแบ่งได้ดังนี้

1. เครื่องดื่มอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาตรมากกว่า 3.5 ปริมาตรขึ้นไป ได้แก่ Ginger alc Colas และเครื่องดื่มประเภทผสม (Mixes) เช่น club soda และ tonics เป็นต้น

2. เครื่องดื่มอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาตร 2.5 - 3.5 ปริมาตร ได้แก่ เครื่องดื่มประเภท Root-beer Lemon-lime Cream-soda และเครื่องดื่มประเภท grapefruit

3. เครื่องดื่มอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาตร1.0 – 2.5 ปริมาตร ได้แก่ เครื่องดื่มประเภท Strawberry Cherry Grape Orange Pineappleและ Punch เป็นต้น

เครื่องดื่มอัดก๊าซหรือน้ำอัดลมโดยทั่วไปหมายถึงเครื่องดื่มที่มีการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide) ในเครื่องดื่มทำให้เครื่องดื่มมีลักษณะและรสชาติดีขึ้น เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีผลต่อประสาทสัมผัสการรับรส เป็นตัวที่ทำให้เกิดความรู้สึกซาบซ่าเป็นการกระตุ้นความรู้สึกของผู้บริโภคต่อเครื่องดื่ม กระตุ้นการทำงานของกระเพาะอาหาร เนื่องจากมีการหลั่งน้ำย่อยมากขึ้น มีข้อจำกัดในการดื่มสำหรับผู้ที่ป่วยเป็นแผลในกระเพาะอาหาร นอกจากนี้การอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเครื่องดื่มยังเสริมการเก็บรักษาได้ด้วย เนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาวะในเครื่องดื่มจะปราศจากออกซิเจนเพราะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปแทนที่ ซึ่งจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต โดยเฉพาะเชื้อยีสต์และเชื้อรา ทำให้การเก็บรักษานานขึ้น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีสูตรทางเคมีว่า CO_2 เป็นก๊าซที่ได้จากการเผาไหม้หรือไฮโดรไลซิส (hydrolysis) หินอ่อนหรือหินปูน สารประเภท Dolomite สารประเภทไฮโดรเจนคาร์บอเนต หรือได้จากการหมัก (Fermentation) ของน้ำตาลโดยเชื้อยีสต์

2.4.2 คุณสมบัติของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีดังนี้คือ

1. เป็นก๊าซที่ไม่มีสี กลิ่นฉุน มีรสเป็นกรดเล็กน้อย

2. สามารถดับเปลวของกำมะถัน (S) และฟอสฟอรัส (P)

3. ไม่ช่วยในการหายใจ แต่ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย

4. ถ้าหากมีสารประเภทโปแตสเซียม (K) โซเดียม (Na) และลิเซียม (Li) ผสมอยู่จะทำให้สามารถติดไฟในบรรยากาศได้

5. ถ้าผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปในน้ำปูนใส $Ca(OH)_2$, $Ba(OH)_2$ จะไม่ละลายน้ำ แต่จะทำให้น้ำปูนใสขุ่น ดังสมการ

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

6. ละลายน้ำได้กรดคาร์บอนิค (H_2CO_3) เป็นกรดอ่อนมีรสเปรี้ยวเล็กน้อย (Faintly acid) ละลายน้ำได้ประมาณ 88ปริมาตรต่อน้ำ 100ปริมาตรที่ 20 องศาเซลเซียส

7. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถสลายตัวได้ถ้าอุณหภูมิสูงๆ โดยสลายเป็นคาร์บอนมอนออกไซด์ (CO) และออกซิเจน (O_2)

ประเทศไทยได้มีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคาร์บอนไดออกไซด์สำหรับเครื่องดื่มดังนี้ (กระทรวงอุตสาหกรรม 2540 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : คาร์บอนไดออกไซด์ มอก.568)

1. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต้องไม่มีกลิ่นผิดปกติต้องมีการตรวจสอบ Acidity Phosphine Hydrogen sulphide และ Oragnic reducing substances

2. สารประกอบอื่นที่ควบคุมปริมาณต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดตามตาราง

3. ภาชนะบรรจุก๊าซ ต้องบรรจุในภาชนะที่ทนต่อความดันและมี Safety valve ป้องกัน

2.4.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

1. ความดัน (Pressure) การละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้นเมื่อความดันเพิ่มขึ้น ตามกฎของเฮนรี่ (Henry's Law) กล่าวว่าการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิคงที่จะขึ้นอยู่กับความดันแต่เพียงอย่างเดียว แต่ต้องไม่มีก๊าซอื่นผสมอยู่ โดยการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้น 1 ปริมาตร ทุกๆ 1บรรยากาศที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อุณหภูมิ (Temperature) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะละลายได้ดีในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำมากกว่า และจะละลายได้น้อยลงเมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น

3. เวลา (Residence time) โดยทั่วไปการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการให้เกิดความสมดุลของน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถ้าให้เวลามากก็จะสามารถทำให้การจับตัวสูงขึ้นไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ความดันสูง

4. พื้นที่สัมผัส (Surface area) หากพื้นที่ผิวสัมผัสมาก จะทำให้การละลายตัวของคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นซึ่งการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสนี้จะส่งผลให้เกิดความสมดุลกับตัวแปรที่เกี่ยวข้องเบื้องต้น ดังนั้นการออกแบบอุปกรณ์ควรเลือกอุปกรณ์ที่สามารถทำให้ฟองอากาศของคาร์บอนไดออกไซด์มีขนาดเล็กซึ่งจะส่งผลถึงการรวมตัวของคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี

2.4.4 หน่วยวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์ จะแสดงอยู่ในหน่วยของ Volume หรือ กรัมของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อของเหลวหนึ่งลิตร แต่ที่นิยมใช้กันมากคือหน่วย Volume โดย 1 volume คาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ การละลายตัว 1 ลิตร เข้าไปในของเหลว 1 ลิตร ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และที่ความดัน 1 บรรยากาศ ซึ่งปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ก็จะแตกต่างกันไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์

ความหมายของคำว่า สมดุลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่จะใช้ในการอัด นั้นมีความสำคัญมาก ในการที่จะศึกษาให้เข้าใจเกี่ยวกับการทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ ในรูปของคาร์บอเนต (Carbonation) สมมุติว่าบรรจุภัณฑ์ที่มีอุณหภูมิ 36°F ทำการอัดก๊าซ 12 psi อ้างอิงตามค่ามาตรฐานของก๊าซ (ตามตาราง Chart Volume of CO_2 gas dissolved in water (ZAHM & NAGEL CO.INC, HOLLAND NY)) พบว่าจะได้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 2.8 Volume ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่นั้นไม่ใช้ค่า Volume ที่จะได้จริง แต่ต้องใช้เวลาชั่วขณะหนึ่ง ของเหลวถึงจะมีปริมาณ Volume ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 2.8 ในที่สุด

อัตราการทำให้คาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในรูปคาร์บอเนต เวลาและความดันที่ Head space จนเกิดการสมดุลนั้นจะขึ้นอยู่กับ 3 ปัจจัย คือ

1. สัดส่วนของพื้นที่ผิวสัมผัสของก๊าซและปริมาณของเหลว

2. ความแตกต่างของค่าความเข้มข้นของคาร์บอนได้ออกไซด์ ระหว่างสถานะของก๊าซและของเหลว

3. เวลาที่ใช้หลังจากอัดก๊าซเข้าสู่ตัวของเหลว

ฉะนั้น ถ้าพื้นที่ผิวสัมผัสของก๊าซถูกทำให้มากขึ้นอัตราการเปลี่ยนแปลงของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้อยู่ในรูปคาร์บอเนตก็จะมากขึ้นด้วย การเพิ่มขึ้นเป็นผลต่างระหว่างค่าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์เป็นฟังก์ชั่นกับความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 หลักการอัดก๊าซในการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง

การผลิตเครื่องดื่มอัดก๊าซแบบไม่ต่อเนื่อง โดยทั่วไปจะทำการผลิตในถังอัดความดันที่บรรจุวัตถุดิบที่ต้องการอัดก๊าซ โดยจุทำการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในถังเพื่อให้เกิดการละลายในผลิตภัณฑ์ซึ่งสามารถแบ่งออกให้เป็น 3 วิธีคือ

1. การเพิ่มความดันแล้วทิ้งให้เกิดการสมดุล (Head pressure and time)

เป็นวิธีที่จัดทำการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปในช่องว่างด้านบนของถัง (Head space) แล้วปล่อยให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ค่อย ๆ ละลายในผลิตภัณฑ์จนเข้าสู่สมดุลเป็นวิธีที่ต้องทราบระดับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต้องการในผลิตภัณฑ์ จากนั้นจึงกำหนดอุณหภูมิและความดันในการผลิตแล้วปล่อยทิ้งไว้จนเกิดการสมดุล เช่น หากต้องการคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 2.7 volume ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วให้อุณหภูมิผลิตภัณฑ์ 39 °F อ้างอิงตามค่ามาตรฐานของก๊าซ ตามตารางที่ ก.9 ภาคผนวก (Chart Volume of CO_2 gas dissolved in water (ZAHM & NAGEL CO.INC. HOLLAND, NY 14080 USA)) ค่าความดันที่ต้องใช้จะเท่ากับ 12 psi จากนั้นนำถังบรรจุผลิตภัณฑ์เข้าเครื่องทำความเย็นแล้วปล่อยไว้จนสมดุล ซึ่งอาจต้องใช้เวลานานถึง 5-7 วัน แต่สามารถลดระยะเวลาการผลิตได้โดยการเพิ่มความดันให้สูงกว่าค่าในตาราง แต่วิธีนี้อาจทำให้เกิดการละลายของคาร์บอนไดออกไซด์ที่มากเกินไป (Over carbonation) จะทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ต้องการเพราะไม่สามารถควบคุมปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้แน่นอน

2. การให้ความดันพร้อมการเขย่า (Head pressure and shake)

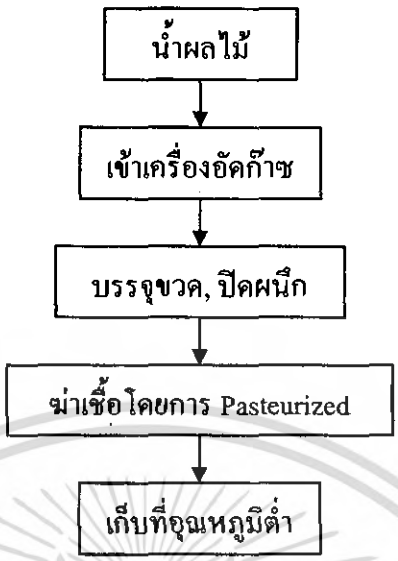
วิธีนี้จะทำให้เกิดการสมดุลวิธีหนึ่ง คือ แทนที่จะรอจนผลิตภัณฑ์สมดุลดังวิธีที่ 1 แต่จะทำการเขย่าถังบรรจุ หลักการนี้จะทำให้เกิดผลต่อกระบวนการการถ่ายเทมวลของคาร์บอนไดออกไซด์ให้ดีขึ้นเนื่องจาก บริเวณพื้นที่ผิวสัมผัสที่เกิดจากการเขย่าจะถูกทำให้มาขึ้น ซึ่งจะทำให้ระยะเวลาการผลิตสั้นลง แต่ก็ขึ้นกับความถี่ของการเข่า

3. การฉีดพ่นแก๊ส (Gas injection)

เป็นวิธีที่ใช้ในการลดเวลาที่ผลิตให้สั้นลงทำได้โดยการฉีดพ่นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีขนาดเล็กมากเข้าไปในผลิตภัณฑ์ในถังบรรจุ ให้สัมผัสกับผลิตภัณฑ์โดยตรง วิธีการนี้เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสให้มากขึ้น โดยใช้อุปกรณ์ คือ Carbonation stone และถ้าฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นี้มีขนาดเล็กมาก พื้นที่ผิวสัมผัสของฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับอากาศกับผลิตภัณฑ์ก็จะมากด้วย ทำให้อัตราการละลายของคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.6 ขั้นตอนการผลิตน้ำผลไม้อัดก๊าซ มีขั้นตอนดังนี้



1. การทำน้ำให้บริสุทธิ์ (Water Treatment)

น้ำที่จะนำมาผ่านการทำน้ำบริสุทธิ์เพื่อใช้ในการผลิตเครื่องดื่ม สิ่งแรกที่ต้องทำในการเตรียมน้ำ คือ ต้องแยกสารละลาย เช่น พวกเกลือและแร่ธาตุต่าง ๆ ออกเสียก่อน ด้วยสารเคมีและสารส้ม แล้วนำเข้าสู่ถังที่บรรจุเต็มเม็ดพลาสติกสังเคราะห์ เรียกว่า ไฮโรเจนซีโอไลท์ เม็ดพลาสติกสังเคราะห์นี้จะดูดและจับพวกแร่ธาตุต่าง ๆ ไว้ มีสภาวะเป็นกรดอ่อน ๆ จึงต้องนำมาผสมกับน้ำอีกส่วนหนึ่ง ทั้งนี้เพื่อปรับสภาพเป็นกลาง หลังจากนั้นจะผ่านไปยังถังฆ่าเชื้อแบคทีเรีย โดยใช้คลอรีนทำลาเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำให้หมดสิ้นไป แล้วน้ำจะผ่านการกรองด้วยทรายและถ่านชนิดเม็ดเพื่อกำจัดกลิ่นและสีของคลอรีนหลังจากนั้นจะผ่านไส้กรองน้ำที่มีความละเอียดมาก

2. การเตรียมน้ำเชื่อม (Simple syrup and finished syrup)

น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์จะถูกนำมาผสมกับน้ำ เพื่อให้กลายเป็นน้ำเชื่อมตามความเข้มข้นที่ต้องการ ถ้าหากว่าน้ำเชื่อมมีสีให้เติมผงถ่าน เพื่อฟอกสีน้ำให้ขาว กรองผงถ่านออกเพื่อจะได้น้ำเชื่อมที่ไม่มีสี จากนั้นนำมาผ่านการพาสเจอร์ไรซ์เพื่อฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ทำให้น้ำเชื่อมเย็นลงด้วยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อง และใช้แสงอุลตร้าไวโอเลตฆ่าเชื้อโรคในน้ำเชื่อมอีกครั้งหนึ่ง น้ำเชื่อมที่เตรียมได้นี้เรียกว่า simple syrup จากนั้นก็นำน้ำเชื่อมนี้มาผสมกับน้ำลำไยสดที่ทำการคั้นมาแล้ว โดยผสมตามความต้องการว่าจะผลิตรสชาดหรือต้องการความหวานเท่าใด ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้วปล่อยทิ้งไว้ให้ฟองอากาศบางส่วนออกให้หมด จะได้น้ำเชื่อมที่มีกลิ่นรสผสมเสร็จแล้วเรียกว่า Finished Syrup

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.7 การกรองและการทำให้น้ำผลไม้ใส

การกรองน้ำผลไม้เป็นการแยกส่วนที่ไม่ต้องการในน้ำผลไม้ออกอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งอาจใช้ผ้ากรองธรรมดา หรือตระแกรงขนาดรูต่าง ๆ หรืออาจใช้เครื่องมือเช่น เครื่องกรองแบบหมุนเหวี่ยงรอบจัด ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกรองมากของแข็งจะถูกเหวี่ยงติดผนัง ส่วนของเหลวจะอยู่ตรงกลางมีทางแยกของสองประเภทนี้ออกจากกันการทำให้น้ำผลไม้ใสหลังจากการกรองแล้วสามารถทำได้ตามวิธีดังนี้

1. ใช้ระบบความเย็น – เกลือแร่บางชนิดในน้ำผลไม้ อาจแยกตัวออกจากของเหลว โดยนำไปเก็บในห้องเย็นทำการควบคุมจุดเยือกแข็งของน้ำ เกลือแร่เหล่านี้จะค่อย ๆ ตกตะกอนแล้วแยกของเหลวออก

2. ใช้ระบบความร้อน – สารประเภทพวกโปรตีนที่แขวนลอยในน้ำผลไม้ เช่น พวกโบมิ-เลน ในน้ำสับปะรดอาจจะตกตะกอนได้ โดยนำไปต้มให้ร้อนแล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น โปรตีนจะตกตะกอนนอนก้น แล้วกรองเอาของเหลวด้านบนออกได้

3. ใช้ระบบเอนไซม์ – สารประกอบพวกโปรตีน โปรโตเพคติน แป้ง อาจแขวนลอยอยู่ในน้ำผลไม้ การใช้เอนไซม์ ที่สามารถย่อยสารอินทรีย์เหล่านี้ให้มีโมเลกุลเล็กลง และเอนไซม์สามารถเปลี่ยนสภาพสารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำให้เป็นสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ ทำให้น้ำผลไม้ใสได้

4. โดยใช้สารเคมี – สารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอน ได้แก่ พวก finning agents สารเคมีเหล่านี้เมื่ออยู่ในน้ำผลไม้บางชนิดจะตกตะกอน บางชนิดจะพองตัวขึ้น บางชนิดจะดูดเอาสารที่ทำให้ขุ่นไว้แล้วจึงตกตะกอนทีหลังสารเคมีเหล่านี้ ได้แก่ ไข่ขาว เคซีน ดินเคย์ สารเบนโทไนท์

2.4.8 การไล่อากาศ

การไล่อากาศในที่นี้ หมายถึง การไล่ก๊าซพวกออกซิเจนออกจากน้ำผลไม้ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำผลไม้ทางด้านเคมีในระหว่างการเตรียมน้ำผลไม้ หรือหลังการเตรียมน้ำผลไม้เช่น การเกิดสีน้ำตาลของน้ำผลไม้ การสูญเสียวิตามินซี การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสและสีของน้ำผลไม้ การไล่ออกซิเจนเป็นการลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ลงได้ เนื่องจากจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต การไล่อากาศทำได้ดังนี้

1. การใช้ความร้อน การนำน้ำผลไม้มาให้ความร้อนเพื่อไล่อากาศเป็นวิธีการง่าย ๆ ที่ทำกันและบรรจุผลไม้ขณะร้อนลงในขวด แล้วปิดผนึกฝาทันที

2. การใช้เครื่องดูดอากาศ วิธีนี้นิยมทำกันในอุตสาหกรรมน้ำผลไม้ ขณะที่น้ำผลไม้ผ่านการตีปั่น คั้นน้ำผลไม้ เครื่องดูดอากาศจะทำงานควบคุมปริมาณอากาศภายในเครื่องคั้นในภาชนะเก็บน้ำผลไม้ และขณะบรรจุขวดหรือกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.9 การอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์

หลังจากผสมส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องดื่มจนได้ Finished Syrup เสร็จเรียบร้อยแล้ว จากนั้น Finished Syrup และน้ำที่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์จะไหลมายังห้องผสม ทำการผสมกันในเครื่องผสมตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้และส่งเข้าเครื่องเพื่อทำให้เย็นพร้อมสำหรับการอัดก๊าซคาร์-บอนไดออกไซด์ตามปริมาณที่กำหนด

2.4.10 การล้างขวด

ขวดที่จะนำไปล้าง จะถูกล้างด้วยน้ำยาทำความสะอาด แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด นำไปต้มในน้ำร้องซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 45 – 60 องศาเซลเซียส นานประมาณ 20 – 25 นาที ซึ่งสภาวะดังกล่าวเชื้อโรคจะตายหมด หลังจากนั้นตรวจความสะอาดของขวดที่ล้างออกมาอีกครั้งหนึ่ง ขวดที่ได้จะนำไปบรรจุน้ำหวานที่ Counter Pressure Bottle Filler

2.4.11 การบรรจุขวด

เครื่องดื่มที่อัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว จะนำเข้าเครื่องการบรรจุขวด ซึ่งมีหัวบรรจุหลายหัวตามขนาดของเครื่อง ซึ่งเป็นหัวบรรจุที่ใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีการอัดก๊าซโดยเฉพาะ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่มีการอัดก๊าซจะมีความดันที่สูงกว่าปกติ ขวดที่บรรจุแล้วจะถูกปิดฝาทันทีในระหว่างการบรรจุขวด จะสุ่มเก็บตัวอย่างไปตรวจสอบคุณภาพของผลิภัณฑ์ โดยจะวัดความหวาน, ปริมาณก๊าซ, ปริมาตรการบรรจุ (Filling Height) ตลอดจนการปิดฝา (Crowner) โดยเฉพาะน้ำที่เริ่มเดิมรอบแรกต้องรีบเก็บมาทำการตรวจสอบทางจุลชีววิทยาด้วย เพื่อเป็นการตรวจสอบการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อในขั้นตอนต่าง ๆ

2.4.12 กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยวิธีพาสเจอไรซ์

หมายถึงการใช้ความร้อน 60 – 80 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาสั้น ๆ เช่น การใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ 72 องศาเซลเซียส นาน 16 วินาที เพื่อทำลายจุลินทรีย์เพียงบางส่วนในอาหาร ซึ่งมีวัตถุประสงค์ 2 ประการคือ

1. เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคที่มีอยู่ในอาหาร

2. เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหาร ทำให้อาหารเสื่อมเสียช้าลง ทำให้อาหารเก็บได้นานขึ้น

ทั้งนี้จะต้องเก็บอาหารที่ผ่านการพาสเจอไรซ์แล้วไว้ในสภาพที่จุลินทรีย์เจริญเพิ่มจำนวนได้น้อยที่สุด โดยใช่ร่วมกับ

1. วิธีแช่เย็น

2. เติมกรดให้ค่า pH ต่ำลง

3. ลดค่า a_w ให้ต่ำลง

4. เติมวัตถุกันเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์ขึ้นอยู่กับ

1. ความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารนั้น ๆ

2. คุณค่าทางอาหารที่เหลืออยู่หลังจากที่ได้รับความร้อน เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีที่สุด

2.4.13 วิธีการทดสอบเพื่อหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์

หลังจากที่ทำการอัดก๊าซลงในเครื่องดื่มแล้วโดยกำหนดระดับปริมาณ volume ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะต้องมีการทดสอบหาระดับของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมในการผลิตโดยวิธี sensory test เพื่อหาระดับของก๊าซที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

วิธีการวัดระดับของคาร์บอนไดออกไซด์นั้นสามารถที่จะวัดได้ 4 แบบ คือ

1. Manometric mothod เป็นการวัดระบบของ AOAC จะใช้หลักการการจับตัวของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแบเรียมไฮดรอกไซด์

2. Manometric procedure คล้ายกับวิธีการ Manometric mothod แต่จะเป็นการวัดโดยใช้หลักการแทนที่ของก๊าซกับเอทิลแอลกอฮอล์ ในกรณีที่มีก๊าซในปริมาณมากสามารถที่จะวัดออกมาโดยวิธีการแทนที่ก๊าซในสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ได้เช่นกัน วิธีนี้เป็นวิธีที่พัฒนามาจากเครื่องวัดความดันมาโนมิเตอร์ โดยหลักการจะให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปแทนที่เอทิลแอลกอฮอล์ในคอลัมน์ที่มีการปรับและสามารถอ่านค่าเป็นปริมาณได้ และทำการอ่านปริมาณที่ก๊าซไปแทนที่และให้คำนวณค่าปริมาณที่อ่านไปที่ค่ามาตรฐานที่ NTP หรือ STP

3. Electric conductance เป็นวิธีที่มีความแม่นยำที่สุดโดยทำการแช่ผลิตภัณฑ์ให้มีอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แล้วใช้เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าของผลิตภัณฑ์เพื่อหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ วิธีนี้ไม่สะดวกในการปฏิบัติเนื่องจากมีกรรมวิธีที่ซับซ้อนและค่าใช้จ่ายสูง

4. Piercing Device เป็นวิธีการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ขณะทำการวัด แล้วนำไปเปรียบเทียบกับตารางที่ ก.9 ภาคผนวก (Chart Volume of CO_2 gas dissolved in water (ZAHM & NAGEL CO.INC. HOLLAND, NY 14080 USA)) เป็นวิธีที่นิยมในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มก๊าซ เนื่องจากไม่ซับซ้อนและใช้เวลาไม่นาน แต่อุปกรณ์ที่ใช้วัดความดันและอุณหภูมิต้องมีความแม่นยำ จึงจะทำการวัดได้ค่าที่ถูกต้อง

2.4.13.1 หลักการทำงานและวิธีการทำงานของชุด Piercing Device

อุปกรณ์ Piercing Device เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดหาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้กับเครื่องดื่มที่มีการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ชุดอุปกรณ์เครื่องมือนี้ ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนหลักๆ ได้แก่ เกจวัดความดัน 0 – 60 psi ทำงานโดยมีเข็มเจาะเข้าไปในขวด อ่านค่าความดันแล้วจึงทำการวัดอุณหภูมิ นำความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดันและอุณหภูมิที่อ่านได้ไปหาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ในขวดจากตารางแสดงความสัมพันธ์ที่ใช้กับอุปกรณ์ชุดนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดอุปกรณ์ Piercing Device ที่ทำการออกแบบในงานวิจัยนี้เป็นการดัดแปลงจากชุดอุปกรณ์ของ The Zahm Model D.T. Piercing Device (ZAHM & NAGEL CO.INC. HOLLAND, NY 14080 USA)) แต่ดัดแปลงให้เข้ากับการทดลองของงานวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งมีราคาที่ถูกกว่ามาก

2.4.13.2. ขั้นตอนการทำงานของเครื่องวัดแบบ Piercing Device มีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการคลายน็อตที่เป็นตัวล็อคชุดแผ่นกดแล้วทำการปรับระดับความสูงให้ได้ระดับกับความสูงของภาชนะที่บรรจุผลิตภัณฑ์น้ำลำไยสดอัดก๊าซ

2. ทำการวางภาชนะบรรจุให้อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางของฐานที่ใช้เป็นที่วาง โดยที่ให้ตำแหน่งของปากขวดสวมเข้ากับรูที่เจาะไว้กับชุดแผ่นกดด้านบนซึ่งจะทำให้ปากขวดสัมผัสกับแผ่นยางพอดี

3. ทำการเลื่อนกดชุดแผ่นกดลงมา แล้วขันน็อตที่ใช้ปรับระดับให้เกิดการกดกับขวดจนแน่น

4. กดส่วนเข็มให้ทะลุส่วนของฝาจีบที่ปิดปากขวดเล็กน้อย ทำการเขย่าชุดอุปกรณ์วัดไปข้างหน้าและไปข้างหลังหลายๆครั้งจนกระทั่งค่าความดันที่อ่านได้มีค่าสูงสุด จดค่าความดันที่อ่านได้

5. คลายน็อตที่เป็นตัวล็อคชุดแผ่นกดนำภาชนะบรรจุออกจากชุดอุปกรณ์วัด แล้วทำการเปิดฝาขวดด้วยที่เปิดฝา นำเทอร์โมมิเตอร์ที่เตรียมไว้จุ่มลงในขวดเพื่อทำการวัดอุณหภูมิ ทำการแกว่งเล็กน้อย จนกระทั่งค่าอุณหภูมิที่สามารถอ่านค่าได้คงที่ (โดยปกติจะใช้เวลาตั้งแต่ 30 วินาทีถึง 1 นาที หรือมากกว่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์) ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิที่อ่านได้

6. นำค่าความดันสูงสุดกับค่าอุณหภูมิที่อ่านได้ไปทำการหาค่าปริมาณ Volume ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากตารางที่ ก.9 ภาคผนวก (Chart Volume of CO_2 gas dissolved in water (ZAHM & NAGEL CO.INC. HOLLAND, NY 14080 USA)) ที่ใช้ในการอ้างอิงตามตาราง

2.5 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

2.5.1 ความหมายการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส [9]

คุณภาพทางประสาทสัมผัส (Sensory characteristics) คือ สิ่งที่ผู้บริโภคใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า อันได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังส่วนต่างๆของร่างกาย เป็นเครื่องวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น สี ขนาด รูปร่าง ตำหนิ และเนื้อสัมผัส

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ผู้บริโภคสามารถประเมินได้ด้วยประสาทประกอบด้วย

1. ลักษณะที่มองเห็นได้ (Appearance) ได้แก่ สี ขนาดและรูปร่าง พื้นผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กลิ่น (Odour/Aroma/ Fragrance) ได้แก่

- Odour กลิ่นที่ดั้งใจสูดดม
- Aroma กลิ่นของผลิตภัณฑ์อาหาร
- Fragrance กลิ่นของน้ำหอมและเครื่องสำอาง
- Aromatics กลิ่นของอาหารที่ได้รับจากทางปาก
- Smell กลิ่นที่ตั้งใจสูดดม บางคนให้ความหมายว่า กลิ่นที่ไม่พึงประสงค์

2.5.2 ความสำคัญของการประเมินคุณภาพอาหารทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพอาหารทางประสาทสัมผัสนั้น อาจจะใช้เพื่อจุดมุ่งหมายต่อไปนี้

1. ประเมินผลการเลือกชนิด และคุณภาพของวัตถุดิบ
2. ศึกษาถึงผลกระทบจากกระบวนการผลิตต่อผลิตภัณฑ์
3. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์
4. ควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์
5. การคัดเลือกและฝึกฝนผู้ตัดสินใจ
6. ศึกษาปฏิกิริยาของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์
7. จัดลำดับชั้นและมาตรฐาน
8. การวางตัวผลิตภัณฑ์
9. การปรับปรุงสูตรของผลิตภัณฑ์
10. ลดต้นทุนการผลิต

2.5.3 การเปรียบเทียบคุณภาพเพื่อจัดอันดับ (Ranking test)

1. ความหมายและหลักการ

การเปรียบเทียบคุณภาพเพื่อจัดอันดับ (Ranking test) เป็นวิธีการวัดคุณภาพที่ใช้มานานปัจจุบันก็ยังมีผู้นิยมใช้กันมาก การวัดคุณภาพแบบนี้ผู้ทดสอบจะได้รับตัวอย่างพร้อมกันหมด ผู้ทดสอบจะต้องจัดอันดับจากต่ำไปสูงหรือจากสูงไปต่ำ โดยการเปรียบเทียบจะเปรียบเทียบตามปัจจัยคุณภาพที่กำหนด เช่น ความสด ความชอบ ความชอบ ความเข้มของกลิ่นสด ความขม เป็นต้น

2. วิธีการทดสอบ

วิธีนี้จะใช้ผู้ทดสอบมากกว่า 17 คนขึ้นไป โดยผู้ทดสอบจะต้องมีประสบการณ์เกี่ยวกับลักษณะคุณภาพในการจัดอันดับเป็นอย่างดี โดยผู้ทดสอบจะได้รับตัวอย่างและแบบสอบถาม ตามตารางที่ 6 - 8 ภาคผนวก ผู้ทดสอบต้องเรียงลำดับปัจจัยคุณภาพที่กำหนดจากน้อยไปมากหรือจากมากไปน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี

1. สามารถทำการทดสอบได้หลายๆ ตัวอย่างพร้อมกัน

2. ผู้ทดสอบไม่ต้องจดจำลักษณะคุณภาพต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. ไม่จำเป็นต้องเปรียบเทียบตัวอย่างหรือตัวเปรียบเทียบภายนอก โดยจะใช้ตัวอย่างด้วยกันเองเป็นตัวเปรียบเทียบ

4. ผู้ที่ไม่ผ่านการฝึกการทดสอบมาก่อนก็สามารถจัดอันดับได้ ถ้าการเปรียบเทียบนั้นเกี่ยวกับสีของอาหาร เพราะการเปรียบเทียบนี้จะใช้เพียงสายตาเท่านั้น

5. การวิเคราะห์ผลการทดสอบทำได้ง่าย เนื่องจากมีตารางสำเร็จรูปไว้ให้ตรวจสอบ

6. การเตาให้ตอบถูกต้องได้ยาก โดยเฉพาะในกรณีที่มีตัวอย่างจำนวนมาก

ข้อเสีย

1. ทุกตัวอย่างจะต้องแตกต่างกันถึงแม้ว่าคุณภาพจะใกล้เคียงกันมาก ทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่ตรงกับความเป็นจริง

2. ช่วงความแตกต่างระหว่างอันดับจะถือว่าเท่ากันหมด ซึ่งไม่เป็นความจริงเพราะบางช่วงอาจแตกต่างกับมาก บางช่วงอาจแตกต่างกันน้อย

3. การเตรียมตัวอย่างทำได้ยาก เนื่องจากตัวอย่างที่ใช้มีจำนวนมาก

4. ผู้ทดสอบจะต้องมีสมาธิสูงมาก เนื่องจากมีสิ่งที่ต้องการเปรียบเทียบจำนวนมาก และซับซ้อนทำให้เหนื่อยอ่อนได้ง่าย

5. การทดสอบแบบนี้ผู้ทดสอบจะต้องทดสอบกลับไปกลับมาหลายครั้ง ทำให้ต้องใช้ตัวอย่างในปริมาณมาก

การนำไปใช้ประโยชน์

1. โดยเฉพาะในงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ จะใช้ในการแยกตัวอย่างที่ไม่ดีออกจากตัวอย่างที่ดี

2. นำไปใช้ในการฝึกหัด และตรวจสอบความสามารถในการแยกแยะคุณภาพของผู้ทดสอบ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สิทธิสิน บวรธรรมบัติ (2522).[10] ได้ทำการศึกษาเครื่องดื่มอัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ชนิดผงโดยผู้ทดลองได้คิดค้นและพัฒนาเครื่องดื่มซึ่งแต่เดิมนั้นมีผู้นิยมดื่มเครื่องดื่มประเภทที่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แต่มีราคาแพงและหายาก ครั้งแรกผู้ทดลองได้ทดลองใช้โซเดียมไบคาร์บอนเนตผสมกับกรดทาร์ทาริก โดยบรรจุกันคนละห่อ เมื่อบริโภคจึงมาละลายน้ำอัตราสวน 3 : 1ในการผลิตครั้งแรกมีการใช้กรดแอสคอบิก และกรดมาลิก ผสมกับกรดทาร์ทาริกด้วย ต่อมาได้มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำอัดลมโดยการเติมกลิ่นรสผลไม้ต่าง ๆ ลงไปเติมน้ำตาลเพื่อให้น่าดื่มยิ่งขึ้น แต่ยังเป็นวิธีการค่อนข้างยุ่งยาก การอัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งการอัดแก๊สที่ถูกต้องเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในเครื่องดื่มประเภทนี้ เพราะแก๊สทำให้รสซ่าและยังเป็นประโยชน์แก่ระบบการย่อยอีกด้วย การอัดแก๊ส คือ การทำให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ละลายลงไปในน้ำโดยใช้อุณหภูมิต่ำ หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการเพิ่มความดัน เครื่องดื่มประเภทนี้จะมีแก๊สประมาณ 1 -5 ปริมาตร ปริมาตรจะเท่ากับ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วที่ 60 องศาฟาเรนไฮซ์ และที่ระดับน้ำทะเล ดังนั้นเครื่องดื่มที่บรรจุขวดเครื่องดื่มนี้มีความดันประมาณ 15 – 35 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

เรืองไชย ศรีสกุล และคณะ (2547).[8]ได้ทำการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ในส่วนของเครื่องอัดก๊าซน้ำลำไยสดพร้อมดื่มต้นแบบ โดยได้ศึกษากระบวนการผลิตน้ำลำไยสดและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผู้บริโภคต้องการ โดยปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ความดันและเวลาในการอัดก๊าซ ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำไปวิเคราะห์หาค่า pH ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการทดสอบผู้บริโภคในด้านความหวาน ความหอมและความซ่า โดยใช้การวิเคราะห์ผลด้วยวิธี ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยวิธี Spearman Rank Test จากการทดลองพบว่าการใช้ความดันสูงในการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะทำให้อัตราการละลายตัวของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้นและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการอัดก๊าซ นอกจากนี้ค่าความเป็นกรดในน้ำลำไยที่ผ่านการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วมีค่าลดต่ำลงเนื่องจากการละลายตัวของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในน้ำเพิ่มสูงขึ้น และค่าความเป็นกรดสามารถลดต่ำลงได้ถ้าใช้ความดันสูงขึ้นหรือการให้น้ำลำไยมีอุณหภูมิที่เย็นจัดก่อนที่จะเข้าทำการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่มีผลกระทบต่อความหอมของน้ำลำไยในเชิงสถิติ ความซ่าจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณ Volume ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำลำไยด้านความชอบ พบว่าน้ำลำไยที่มีปริมาณการละลายตัวของคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับปริมาณ Volume ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 1.9 – 2.8 เป็นที่ยอมรับมากที่สุด และผู้บริโภคต้องการความหวานของน้ำลำไยสดอัดก๊าซที่ 12 ^{o}Brix และความดันที่เหมาะสมในการผลิต คือ 30 psi

อมรรัตน์ มุขประเสริฐ (2545).[7] ได้ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มอัดก๊าซจากผลไม้เมืองร้อน คือ ส้ม สับปะรด และมะนาว ในกระบวนการผลิตได้เติมน้ำตาล กรดซิตริก และกรดแอสคอร์บิก แล้วพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที อัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ด้วยความดัน 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในผลิตภัณฑ์ 1.85 ปริมาตร แล้ววิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีจากการทดลอง 2 ซ้ำ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และประเมินผลลักษณะทางประสาทสัมผัสแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) จากการศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัสของกลุ่มผลิตภัณฑ์ พบว่า ผลิตภัณฑ์แต่ละกลุ่มได้รับคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทุกด้านไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดที่เหมาะสมคือ 14 ^{o}Brix โดยผลิตภัณฑ์น้ำส้มผสมน้ำสับปะรดอัดก๊าซมี pH 3.3 และผลิตภัณฑ์น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สับปะรดผสมน้ำมะนาวอัดก๊าซกับผลิตภัณฑ์น้ำส้มผสมน้ำมะนาวอัดก๊าซมี pH 2.8 ทั้งนี้คาดว่าผู้ทดสอบชิมกลุ่มนี้มีแนวโน้มชอบตัวอย่างที่มีรสชาติหวานปานกลาง pH ไม่ต่ำเกินไป แต่จะไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ที่รสเปรี้ยวจัด (pH 2.5) หรือรสหวานจัด (16 $^{\circ}$Brix)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ วัตถุดิบที่ใช้ได้แก่

1. ลำไยแห้ง
2. น้ำตาลทรายขาว
3. กรดที่ใช้ศึกษามี 3 ชนิด คือ กรดซิตริก, กรดมาลิก และกรดทาร์ทาริก

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดเครื่องมือการผลิตน้ำลำไยอัดก๊าซพร้อมดื่มด้นแบบ
2. เครื่อง pH มิเตอร์รุ่น Smartest™ series-Model pHScan 2
3. Piercing Device
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่งรุ่น Yamato HB - 120
5. เทอร์โมมิเตอร์ 150 องศาเซลเซียส
6. Refractometer ยี่ห้อ TAMCO ขนาด 0 – 32 %
7. ช้อนตวงสาร
8. ขวดแก้วพร้อมฝาจีบ

3.3 วางแผนการทดลอง

ในการทดลองนี้ต้องการศึกษาอิทธิพลของกรดที่มีผลต่อการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำลำไยอัดก๊าซ มีวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ผลด้วยวิธี ANOVA [11] และทำการทดสอบผู้บริโภคโดยการเปรียบเทียบคุณภาพเพื่อจัดอันดับ (Ranking teste) โดยใช้การวิเคราะห์ผลด้วยวิธี ANOVA และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างตัวอย่างโดยใช้ Tukey's LSD test ที่ความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.05 [12]

3.3.1 การกำหนดตัวแปรที่ศึกษา

1. ชนิดกรด ใช้กรด 3 ชนิด คือ กรดซิตริก , กรดมาลิกและกรดทาร์ทาริก
2. เวลาในการอัดก๊าซ ใช้ 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที

3.3.2 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์

- ความชอบ

3.4 ขั้นตอนการทดลอง

1. เตรียมวัตถุดิบ โดยนำลำไยแห้งมาชั่งน้ำหนักตามสูตร ลำไยแห้ง 50 กรัม ต่อ น้ำ 1 ลิตร นำไปต้มในน้ำเดือดจนเนื้อลำไยแห้งพองตัวจนมีสีจางลง
2. กรองเอาเฉพาะน้ำลำไย โดยใช้ผ้าขาวบางในการกรอง
3. เติมน้ำตาลทรายให้ได้ค่าความหวานเท่ากับ 12 ^{o}Brix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เติมกรดลงในน้ำลำไยจนมีค่า pH ตามต้องการ

5. ทำการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยชุดเครื่องมือการผลิตน้ำลำไยอัดก๊าซพร้อมดื่มต้นแบบ โดยใช้ระบบการหมุนวนก๊าซแบบนิวเมติก Stoke ที่ใช้ 7.5 Stoke/min ความดันเท่ากับ 2.5 Bar อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาในการอัดก๊าซเป็นเวลา 5 , 10 , 15 , 20 , 25 และ 30 นาที

6. ในทุก 5 นาที ทำการวัด ค่า pHโดยใช้ pH meter และวัดปริมาณการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้เครื่อง Piercing Device ทำการวัดค่าความดันสูงสุดแล้ววัดอุณหภูมิขณะวัด แล้วเปิดตารางที่ 9 ภาคผนวก (Chart Volume of CO_2 gas dissolved in water (ZAHM & NAGEL CO.INC, HOLLAND NY)) เพื่ออ่านค่าปริมาณการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

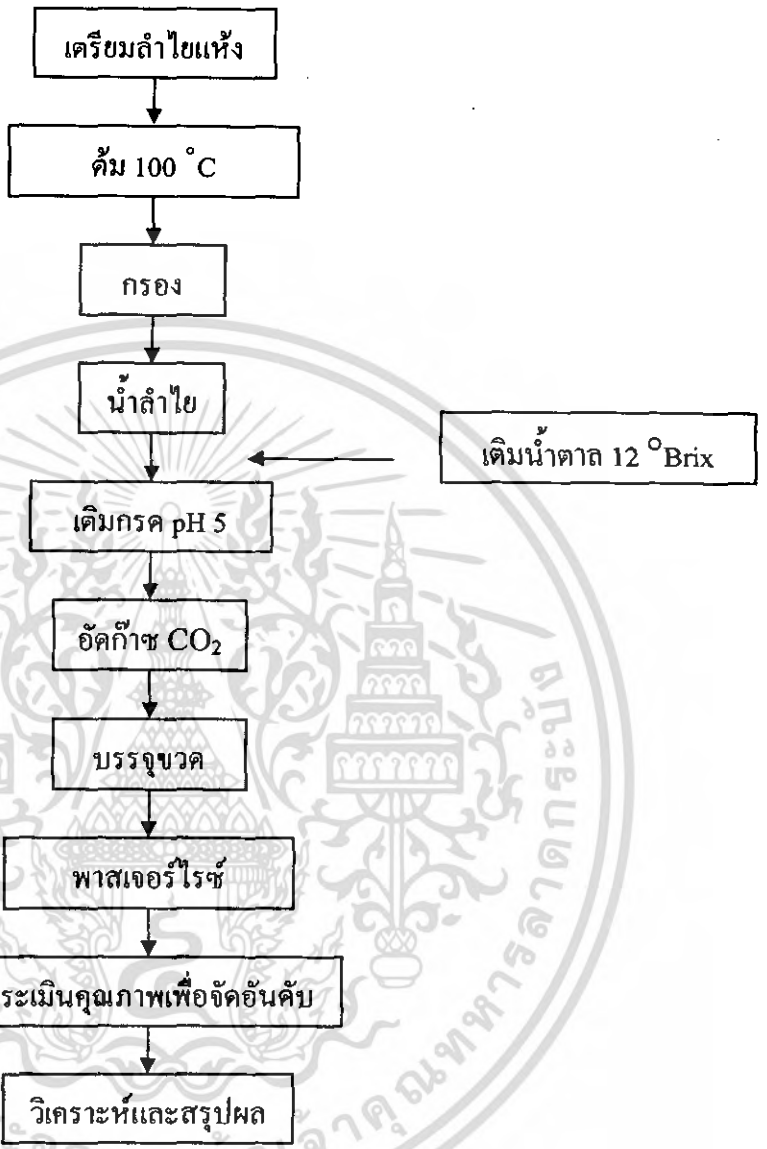
7. บรรจุขวด

8. พาสเจอร์ไรซ์ ที่อุณหภูมิ 77 ^{0}C เป็นเวลา 10 นาที

9. ทำการทดสอบผู้บริโภคโดยการเปรียบเทียบคุณภาพเพื่อจัดอันดับ (Ranking teste) โดยใช้การวิเคราะห์ผลด้วยวิธี ANOVA และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างตัวอย่างโดยใช้ LSD ตามแบบ Tukey's test ที่ความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ระยะเวลาดำเนินงาน

ขั้นตอน	ภาคเรียนที่ 1				ภาคเรียนที่ 2					หมายเหตุ
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	
1										
2										
3										
4										
5										

หมายเหตุ

1. หมายถึง รวบรวมเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
2. หมายถึง ศึกษาการใช้เครื่องและทำการทดลองกับตัวอย่าง
3. หมายถึง ดำเนินการทดลองจริง
4. หมายถึง สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง
5. หมายถึง จัดทำรูปเล่มและนำเสนอโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

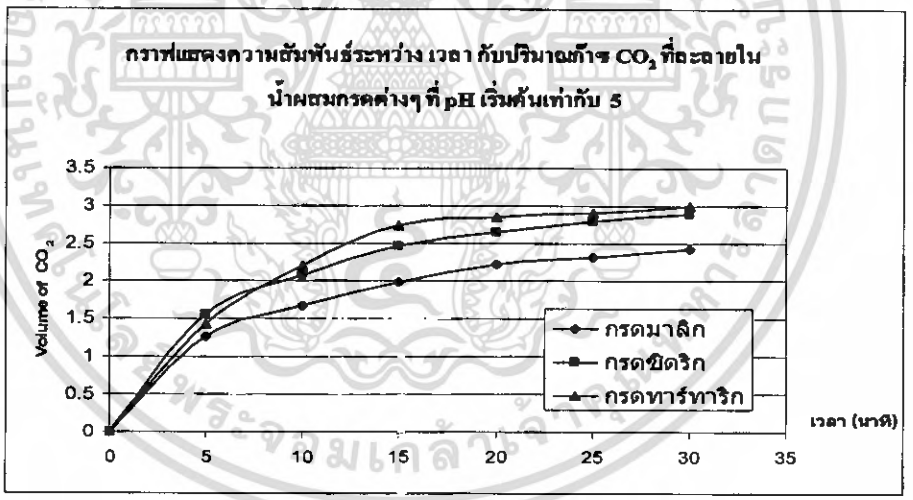
บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1. การวัดปริมาณ Volume ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และค่า pH หลังการอัดก๊าซ

ในการทดลองตอนแรกผู้ทำการทดลองได้ทดลองอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความดัน 2.5 บาร์ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส กับน้ำเปล่ามีการเติมกรดแต่ละชนิดลงไป โดยทำการเติมกรด 3 ชนิดในน้ำเปล่า ที่ pH 5 เพื่อทำการทดลองว่ากรดชนิดต่างๆ มีอิทธิพลต่อการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อย่างไรและทดลองน้ำเปล่าใส่น้ำตาล น้ำเปล่าปรับกรดใส่น้ำตาลเพื่อทำการทดลอง โดยดูว่าปริมาณน้ำตาลมีผลต่อการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือไม่และทดลองน้ำเปล่าที่มีค่า pH เริ่มต้นต่างกัน เพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า pH หลังการอัดก๊าซ

4.1.1 อิทธิพลของชนิดกรดต่อการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ทำการทดลองเติมกรดแต่ละชนิดลงในน้ำเปล่าปรับค่า pH เริ่มต้นเท่ากับ 5 ทำการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความดัน 2.5 บาร์ ควบคุมอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส และทำการวัดปริมาณ Volume และค่า pH หลังอัดก๊าซทุกๆ 5 นาที เพื่อศึกษาผลกระทบของกรดชนิดต่างๆ ที่ pH เริ่มต้นเท่ากับ 5 ทดลองได้ผล ดังรูปที่ 1. และรูปที่ 2.

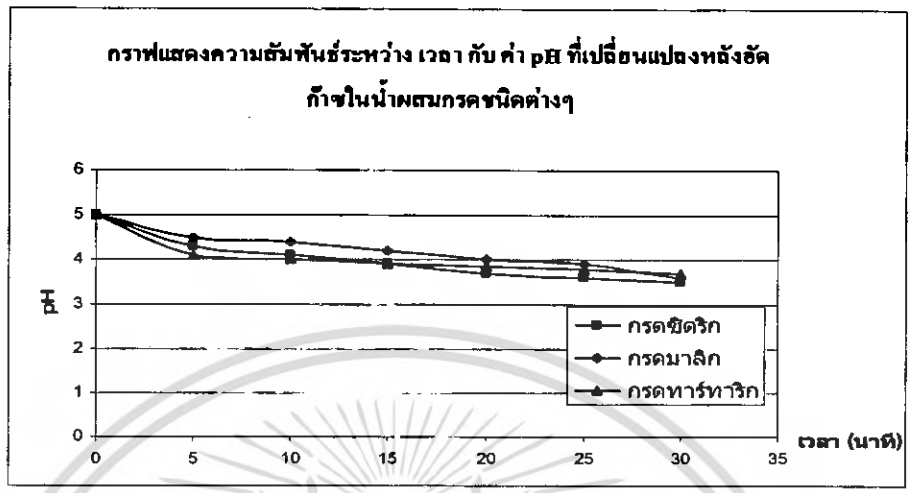


รูปที่ 1. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับปริมาณก๊าซCO_2ที่ละลายในน้ำผสมกรดต่างๆที่ pH เริ่มต้นเท่ากับ 5

จากผลการทดลองพบว่าการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำเปล่าปรับกรดทั้ง 3 ชนิด คือ กรดทาร์ทาริก กรดซิตริกและกรดมาลิก มีแนวโน้มการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลง เมื่อใช้เวลาในการอัดก๊าซเพิ่มขึ้นและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถละลายในน้ำเปล่าที่เติมกรดทาร์ทาริกได้ดีกว่ากรดซิตริกและกรดมาลิก จากตารางที่ ก.12 ภาคผนวก ค่า pK_{a1} ของกรดทาร์ทาริก กรดซิตริกและกรดมาลิก มีค่าเท่ากับ 2.98, 3.14 และ 3.40 ตามลำดับซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า pK_a จะแปรผกผันกับค่าคงที่การแตกตัวของกรดอ่อน (K_a) ดังนั้น ถ้าค่า pK_a น้อย ค่า K_a จะมาก จึงทำให้กรดทาร์ทาริกสามารถละลายได้ดีกว่ากรดซิตริกและกรดมาลิก



รูปที่ 2. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงหลังอัดก๊าซในน้ำผสมกรดชนิดต่างๆ

เมื่อพิจารณาค่า pH ที่เปลี่ยนแปลง ดังรูปที่ 2. พบว่าค่า pH จะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 5 นาทีแรก จากนั้นจึงมีการลดลงอย่างช้า ๆ โดยกรดทั้ง 3 ชนิดจะให้ค่า pH ที่ใกล้เคียงกัน จากตารางที่ ก.12 ภาคผนวก

ค่า pK_{a1} และค่า pK_{a2} ของกรดทาร์ทาริก เท่ากับ 2.98 และ 4.34

ค่า pK_{a1}, pK_{a2} และค่า pK_{a3} ของกรดซิตริก เท่ากับ 3.14, 4.77 และ 6.39

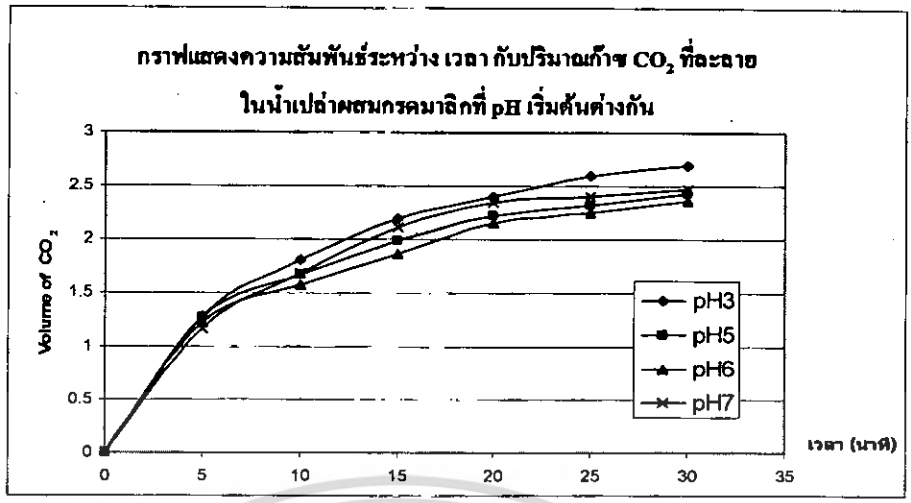
ค่า pK_{a1} และค่า pK_{a2} ของกรดมาลิก เท่ากับ 3.40 และ 5.11

เมื่อพิจารณาค่า pK_a ของกรดทั้ง 3 ชนิด พบว่า ค่า pK_{a1} น้อยกว่าค่า pK_{a2} และ pK_{a3} ในทางกลับกัน ค่าคงที่การแตกตัวของกรดอ่อน K_{a1} จะมากกว่า K_{a2} และK_{a3} ซึ่งการแตกตัวของกรดแต่ละครั้งจะให้ H^+ ไม่เท่ากัน การแตกตัวของกรดครั้งแรกจะแตกตัวได้ดีมาก มีค่า K_{a1} สูงมาก ดังนั้นเมื่อค่า K_{a1} สูงมากจะทำให้กรดแตกตัวได้มาก ค่า pH จึงลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 5 นาทีแรก แต่การแตกตัวครั้งต่อไปจะมีค่า K_a ต่ำมาก กรดจึงแตกตัวได้น้อยลง ทำให้ค่า pH ลดลงอย่างช้า ๆ เมื่อเวลาผ่านไป

4.1.2 อิทธิพลของ pH เริ่มต้นต่อการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ทำการทดลองเติมกรดมาลิกในน้ำเปล่า โดยปรับค่า pH เริ่มต้นต่าง ๆ คือ pH เท่ากับ 3, 5, 6 และ 7 ทำการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความดัน 2.5 บาร์ ควบคุมอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส และทำการวัดปริมาณ Volume และค่า pH หลังอัดก๊าซทุกๆ 5 นาที เพื่อศึกษาผลกระทบของค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) เริ่มต้นต่างกัน ได้ผลการทดลอง ดังรูปที่ 3 และ 4

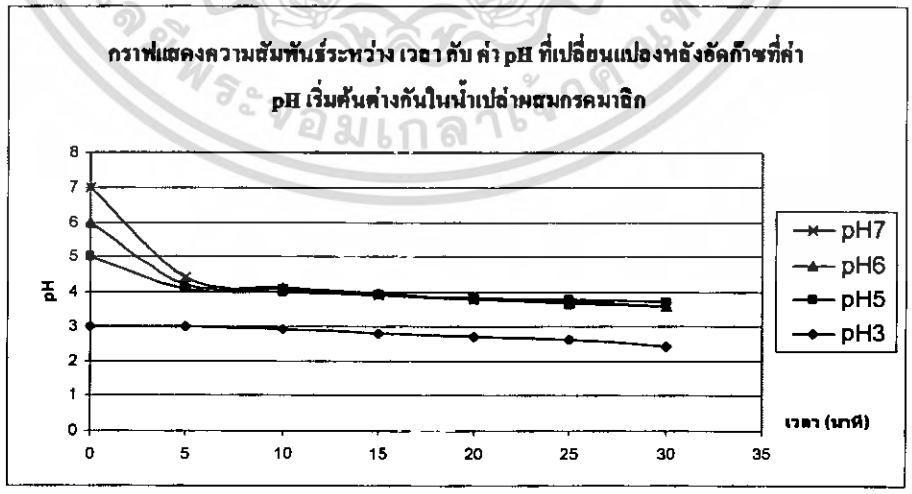
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ปริมาณก๊าซ CO_2 ที่ละลายในน้ำเปล่าผสมกรดมาลิกที่ pH เริ่มต้นต่างกัน

จากการทดลองพบว่าการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำเปล่าที่ผสมกรดมาลิกที่ pH เริ่มต้นต่างกัน เมื่ออัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แสดงในรูปที่ 3. พบว่าที่เวลาเท่ากันการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อยและมีแนวโน้มการละลายลดลงเมื่อใช้เวลาในการอัดก๊าซเพิ่มขึ้นและที่ pH เริ่มต้นเท่ากับ 3 มีการละลายได้ดีกว่าน้ำเปล่าปรับกรดมาลิกที่ pH เริ่มต้นเท่ากับ 5 และ 6 เนื่องจาก pH เท่ากับ 3 มีค่าความเป็นกรดมากกว่า ทำให้มีค่าคงที่การแตกตัวสูงกว่า (K_a) จึงละลายได้ดีกว่า

เมื่อเทียบกับน้ำเปล่า pH เท่ากับ 7 พบว่าน้ำเปล่าปรับกรดมาลิกที่ pH เริ่มต้นเท่ากับ 3 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายได้ดีกว่า



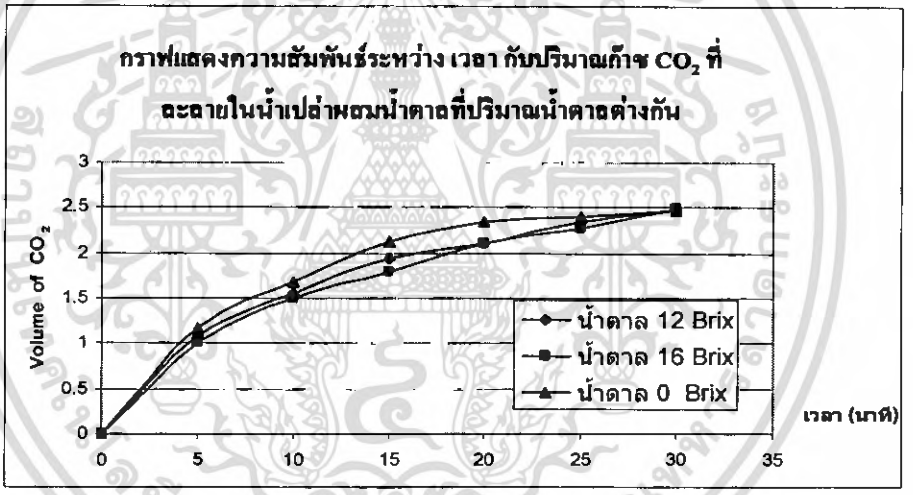
รูปที่ 4. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงหลังอัดก๊าซที่ค่า pH เริ่มต้นต่างกันในน้ำเปล่า ผสมกรดมาลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4. พบว่า ในน้ำเปล่าที่ผสมกรดมาลิกที่ pH เริ่มต้นเท่ากับ 5 และ 6 และในน้ำเปล่าที่ pH เท่ากับ 7 ค่า pH จะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 5 นาทีแรก เนื่องจากน้ำเปล่าปรับกรดชนิดเดียวกัน ที่ pH เริ่มต้นแตกต่างกัน ที่ pH เริ่มต้นน้อยกว่าจะมีค่าคงที่การแตกตัว (K_a) มากกว่า จึงแตกตัวได้ดีกว่า จึงทำให้ pH ลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 5 นาทีแรกและหลังจากนั้นกรดจะแตกตัวได้ใกล้เคียงกัน เนื่องจากค่าคงที่การแตกตัว (K_a) เริ่มใกล้เคียงกัน จึงทำให้การลดลงของค่า pH ไม่แตกต่างกัน

4.1.3 อิทธิพลของน้ำตาลต่อการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

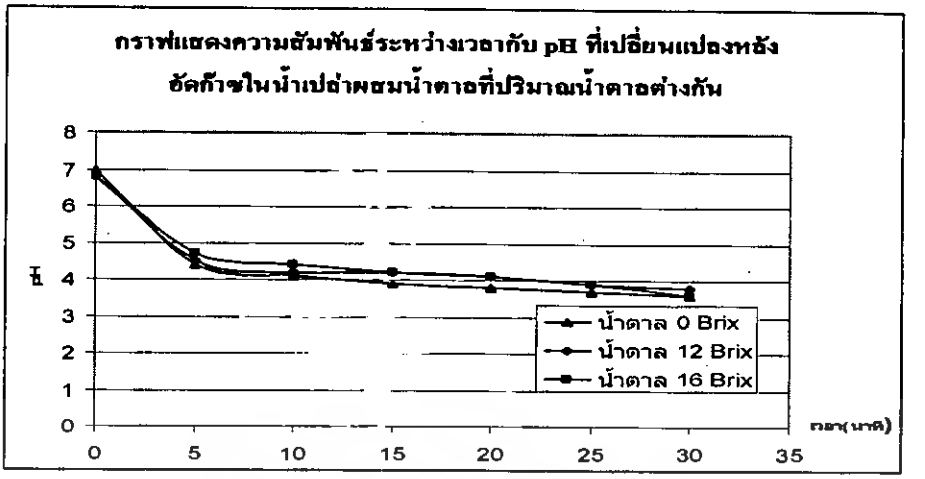
ทำการทดลองเติมน้ำตาลทรายในน้ำเปล่าที่ปริมาณน้ำตาลต่างกันคือ 12 และ 16 ^{0}Brix ทำการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความดัน 2.5 บาร์ ควบคุมอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส และทำการวัดปริมาณ Volume และค่า pH หลังอัดก๊าซทุก ๆ 5 นาที เพื่อศึกษาผลกระทบของน้ำตาลที่มีในเครื่องดื่ม ได้ผลการทดลอง ดังรูปที่ 5 และรูปที่ 6



รูปที่ 5. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับปริมาณก๊าซ CO_2 ที่ละลายในน้ำเปล่าผสมน้ำตาลที่ปริมาณน้ำตาลต่างกัน

จากการทดลองพบว่าปริมาณน้ำตาลที่ 0, 12 และ 16 ^{0}Brix ปริมาณการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าไม่แตกต่างกัน เนื่องจากน้ำตาลทรายเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ เมื่อทำปฏิกิริยากับกรดคาร์บอนิคซึ่งเกิดจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำปฏิกิริยากับน้ำ จะทำให้น้ำตาลแตกตัวเป็นน้ำตาลฟรุคโตสและน้ำตาลกลูโคส ซึ่งไม่มีผลต่อการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า ปริมาณน้ำตาลไม่มีผลต่อการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

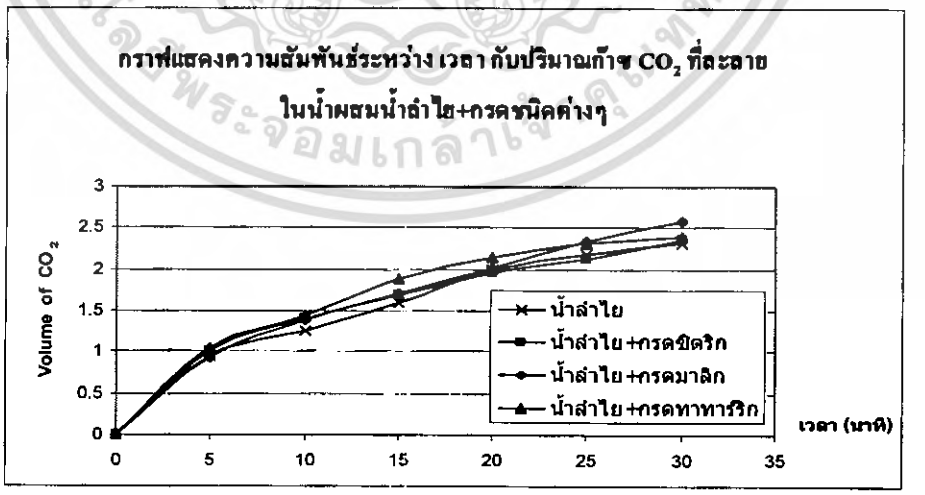


รูปที่ 6. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับ pH ที่เปลี่ยนแปลงหลังอัดก๊าซในน้ำเปล่าผสมน้ำตาลที่ปริมาณน้ำตาลต่างกัน

จากการทดลอง ดังรูปที่ 6 พบว่าที่ปริมาณน้ำตาลทั้ง 3 ระดับค่า pH ที่เวลาเดียวกันจะมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากน้ำตาลไม่มีผลต่อการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสอดคล้องกับผลของค่า Volume ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

4.1.4 ผลกระทบของชนิดกรดต่อการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำลำไยแห้ง

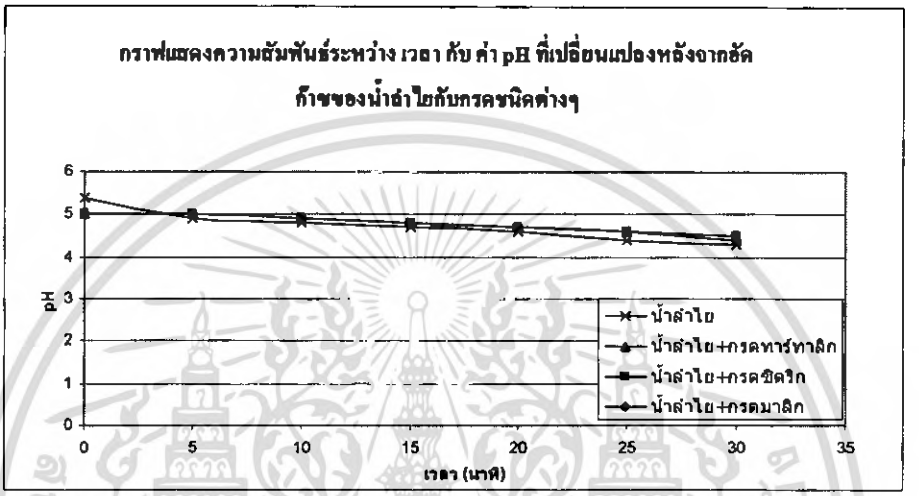
ทำการทดลองเติมกรดชนิดต่าง ๆ ลงไปในน้ำลำไยแห้ง โดยปรับ pH เริ่มต้นเท่ากับ 5 ทำการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความดัน 2.5 บาร์ ควบคุมอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส และทำการวัดปริมาณ Volume และค่า pH หลังอัดก๊าซทุก ๆ 5 นาที เพื่อศึกษาผลกระทบของกรดชนิดต่างๆ ที่ pH เริ่มต้นเท่ากับ 5 ในน้ำลำไยแห้ง ได้ผลการทดลอง ดังรูปที่ 7 และรูปที่ 8



รูปที่ 7. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับปริมาณก๊าซ CO_2 ที่ละลายในน้ำผสมน้ำลำไยกับกรดชนิดต่างๆ ที่ pH เริ่มต้นเท่ากับ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลอง ดังรูปที่ 7. พบว่าแนวโน้มการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เหมือนกับการอัดก๊าซในน้ำเปล่าปรับกรด คือช่วงแรกอัตราการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะละลายได้ดี เมื่อเวลาผ่านไปอัตราการละลายจะเริ่มลดลงและเริ่มมีอัตราการละลายค่อนข้างคงที่ อัตราการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำลำไยแห้งที่ผสมกรดชนิดต่างๆ มีค่าไม่แตกต่างกัน เนื่องจากน้ำลำไยแห้งเป็นสารละลายบัฟเฟอร์ที่สามารถต้านการเปลี่ยนแปลง pH ได้ในระดับหนึ่งจึงทำให้กรดแตกตัวได้น้อยลง การละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงละลายได้ช้า



รูปที่ 8. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ค่าpH ที่เปลี่ยนแปลงหลังจากอัดก๊าซของน้ำลำไยกับกรดชนิดต่างๆ

เมื่อพิจารณาค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงพบว่าน้ำลำไยที่เติมกรดชนิดต่างๆ มีค่า pH ที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากน้ำลำไยแห้งเป็นสารละลายบัฟเฟอร์ที่สามารถต้านการเปลี่ยนแปลง pH ได้ จึงทำให้ pH ลดลงได้ช้า

แต่เมื่อเทียบน้ำลำไยกับน้ำเปล่าปรับกรดแล้วจะพบว่าอัตราการลดลงของ pH และอัตราการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำลำไยแห้งจะช้ากว่าน้ำเปล่าปรับกรด

4.2 การทดสอบความชอบของผู้บริโภคด้วยประสาทสัมผัส

ผู้ทำการทดลองได้ทำการทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่เป็นนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมอาหารจำนวน 15 คน โดยผู้ทำการทดสอบแต่ละคนจะได้รับตัวอย่างน้ำลำไยอัดก๊าซที่มีปริมาณการละลายเท่ากับ 2.0 Volume และผ่านการพาสเจอร์ไรซ์แล้วจำนวน 3 ตัวอย่าง โดยแต่ละตัวอย่างเติมกรด 3 ชนิด คือ กรดมาลิก กรดทาร์ทาริกและกรดซิตริก โดยทำการทดสอบแบบจัดอันดับ ให้ตัวอย่างที่ชอบมากที่สุด ให้ระดับความชอบเป็นลำดับแรกและตัวอย่างที่ชอบน้อยที่สุด ให้ระดับความชอบเป็นลำดับสุดท้าย

ทำการการเปรียบเทียบคุณภาพเพื่อจัดอันดับ (Ranking teste) โดยใช้การวิเคราะห์ผลด้วยวิธี ANOVA และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างตัวอย่างโดยใช้ Tukey's LSD test ที่ความน่าจะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 0.05 โดยตอนแรกเปลี่ยนค่าลำดับความชอบไปเป็นคะแนนตามตารางที่ ก.11 ภาคผนวก นำค่าคะแนนรวมมาวิเคราะห์ ANOVA จะได้ค่า F จากการคำนวณ และนำค่า F ที่คำนวณได้มาเปรียบเทียบกับค่า F จากตารางที่ ก.10 ถ้าค่า F จากการคำนวณน้อยกว่าค่า F จากตาราง แสดงว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากนั้นทำการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างตัวอย่างโดยใช้ Tukey's LSD test ที่ความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.05 นำค่าความแตกต่างที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่า $LSD_{p=0.05}$ จากตารางที่ ก.13 ภาคผนวก โดยเปรียบเทียบทีละคู่ ถ้าค่าความแตกต่างมากกว่าค่า $LSD_{p=0.05}$ แสดงว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์พบว่ากรดมาลิกกับกรดซิตริกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับกรดทาร์ทาริกและผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่เติมกรดมาลิกมากที่สุด ได้ข้อมูลสรุปดังนี้

ตารางที่ 1. Analysis of Variance Table

Analysis of Variance Table					
Source of Variation	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Samples	2	9.34	4.67	10.61	3.29
Judges	14	0	0	0	
Error	28	12.33	0.44		
Total	44	21.67			

ตารางที่ 2. แสดงความแตกต่างของตัวอย่าง

กรดมาลิก	**กรดซิตริก**	**กรดทาร์ทาริก**
+0.45a	+0.17a	-0.62b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเติมกรด 3 ชนิด คือ กรดมาลิก กรดซิตริกและกรดทาร์ทาริกในน้ำเปล่าและน้ำลำไยเพื่อทำการวัดปริมาณ Voiume ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงหลังการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความดัน 2.5 บาร์ อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส กำหนดให้ความดันและอุณหภูมิคงที่และทำการทดลองที่ 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. การละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีความแตกต่างกันในน้ำเปล่า แต่ในน้ำลำไยแห้งไม่แตกต่างกัน

2. อัตราการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำลำไยแห้งจะน้อยกว่าในน้ำเปล่า

3. ปริมาณน้ำตาลไม่มีผลต่อการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์อัดก๊าซ

4. ผลิตภัณฑ์น้ำลำไยแห้งอัดก๊าซที่เติมกรดมาลิกและกรดซิตริกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญและผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่เติมกรดมาลิกมากที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ในการทดลองอัดก๊าซต้องควบคุมอุณหภูมิให้ได้ 5 องศาเซลเซียส ขณะทดลองใช้น้ำแข็งในการหล่อเย็น ทำให้ควบคุมอุณหภูมิได้ยากเมื่ออุณหภูมิไม่นิ่งผลการทดลองที่ได้อาจเกิดการคลาดเคลื่อน ดังนั้น ในการหล่อเย็นควรที่จะใช้สารทำความเย็นในการทำเย็นด้วยเครื่องที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้

2. การวัดค่า pH ด้วย Hand pH meter ค่า pH ที่ได้มีความละเอียดน้อยเนื่องจากมีจุดทศนิยมตำแหน่งเดียว ทำให้ค่า pH ที่อ่านได้ไม่ละเอียดพอ ดังนั้น การวัดค่า pH ควรใช้อุปกรณ์ในการวัดที่มีความละเอียดมากกว่านี้เพื่อผลการทดลองที่ได้แม่นยำมากกว่านี้

3. การเตรียมน้ำลำไยก่อนอัดก๊าซเพื่อให้ได้อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ต้องใช้เวลานานในการรอ ดังนั้น ควรเตรียมน้ำลำไยแล้วนำไปแช่เย็นไว้ก่อนทำการอัดก๊าซเพื่อให้อุณหภูมิของน้ำลำไยลดลงได้เร็วขึ้น

4. เนื่องจาก Thermocouple ที่วัดอุณหภูมิในถังอัดก๊าซสั้นทำให้การอ่านค่าอุณหภูมิที่ได้ไม่ใช่อุณหภูมิที่ใจกลางถังอัดก๊าซ ดังนั้น Thermocouple ควรจะยาวให้ถึงจุดศูนย์กลางถังอัดก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] พาวิน มะโนชัย.2547.เทคโนโลยีการผลิตลำไย.หจก.สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซนเตอร์, พิมพ์ครั้งที่1.กรุงเทพฯ.หน้า 17-20

[2] พาวิน มะโนชัย.2543.ลำไย.สาขาไม้ผล ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.สิรินาฏการพิมพ์,พิมพ์ครั้งที่ 2.เชียงใหม่.หน้า 3-97

[3] ทะนง ภัครัชพันธุ์.2534.อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม.ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.หน้า1-34

[4] Available : http://faculty.dbcc.cc.fl.us/fathif/orgacidp.htm

[5] กล้าณรงค์ ศรีรอต.2542.สารให้ความหวาน.บริษัท จาร์พา เท็คเซนเตอร์ จำกัด.กรุงเทพฯ. หน้า 29-30

[6] ศิวาพร ศิวเวชช. 2546.วัตถุเจือปนอาหาร เล่ม 1.โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.นครปฐม.หน้า 175-211

[7] อมรรัตน์ มุขประเสริฐ.2545.น้ำผลไม้ผสมอัดก๊าซ.วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 เม.ย.- มิ.ย. 2545.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. หน้า 50-56

[8] เรืองไชย ศรีสกุล และคณะ.2547.การออกแบบและพัฒนากระบวนการชุดเครื่องมือการผลิตลำไยสดอัดก๊าซพร้อมดื่มต้นแบบ.ปริญญานิพนธ์ หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.หน้า IV-51

[9] ณิชา ฉัตรชมชื่นและธนา ศิริรัตนสุวรรณ.2546.โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการทดสอบความแตกต่าง.ปริญญานิพนธ์ หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.หน้า 26-30

[10] สิทธิสิน บวรสมบัติ.2522.เครื่องดื่มอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ชนิดผง.ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[11] ยุทธ ไกยวรรณ์.2546.สถิติเพื่อการวิจัย.พิมพ์ บริษัทพิมพ์ดีจำกัด เพลท หจก.สุเนตรฟิล์ม. กรุงเทพฯ

[12] ปราณี อ่านเปรื่อง.2547.หลักการวิเคราะห์อาหารด้วยประสาทสัมผัส.พิม์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.หน้า 126-133

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 คุณค่าทางอาหารของลำไย (พาวิน, 2543)

ส่วนประกอบต่างๆ	เนื้อลำไยสด	เนื้อลำไยแห้ง
ความชื้น (%)	81.10	17.80
ไขมัน (%)	0.11	0.40
เส้นใย (%)	0.28	1.60
โปรตีน (%)	0.97	4.60
เถ้า (%)	0.56	2.86
คาร์โบไฮเดรต (%)	16.98	72.70
พลังงานความร้อน (กิโลแคลลอรี่/100กรัม)	72.79	311.80
แคลเซียม (มิลลิกรัม/100กรัม)	5.70	27.70
เหล็ก (มิลลิกรัม/100กรัม)	0.35	2.39
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/100กรัม)	35.30	159.50
วิตามินซี (มิลลิกรัม/100กรัม)	69.20	137.80
โซเดียม (มิลลิกรัม/100กรัม)	-	4.50
โพแทสเซี่ยม (มิลลิกรัม/100กรัม)	-	2012.00
ไนอาซีน (มิลลิกรัม/100กรัม)	-	3.03
วิตามินบี (มิลลิกรัม/100กรัม)	-	0.375

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 ช่วงเวลาการออกดอก การเก็บเกี่ยว และคุณลักษณะพิเศษของลำไยกะโหลกบางพันธุ์ (พาวิน, 2543)

พันธุ์	ช่วงเวลาการออกดอก	ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว	คุณสมบัติพิเศษ
อีดอ	ปลาย ธ.ค.-ม.ค.	ปลาย มิ.ย.-ส.ค.	เก็บผลก่อนพันธุ์อื่น
สีชมพู	ปลาย ธ.ค.-ม.ค.	ปลาย ก.ค.-ส.ค.	เนื้อมีสีชมพูเมื่อผลแก่ รสชาติดี
แห้ว	ปลาย ม.ค.-ต้นก.พ.	กลาง ส.ค.-ต้นก.ย.	เนื้อแน่น กรอบ รสชาติดี
เบี้ยวเขียว	ปลาย ม.ค.-ต้นก.พ.	กลาง ส.ค.-ต้นก.ย.	เก็บเกี่ยวหลังพันธุ์อื่น รสชาติดีเยี่ยม
ใบดำ	ปลาย ธ.ค.-กลาง ม.ค.	กลาง ก.ค.-ต้น ส.ค.	ออกดอกติดผลสม่ำเสมอ เมื่อผลแก่สามารถเก็บไว้บนต้นได้นานกว่าพันธุ์อื่น
อีแดงกลม	ปลาย ธ.ค.-กลาง ม.ค.	ต้น ส.ค.-ปลาย ส.ค.	ผลกลมกว่าพันธุ์อื่น เนื้อมีกลิ่นคาวคล้ายกำมะถัน
เพชรสาคร	ธ.ค.-ม.ค.(ในฤดู) ก.ค.-ส.ค.(นอกฤดู)	พ.ค. -มิ.ย. ธ.ค. -ม.ค.	เป็นพันธุ์ทวายออกดอกมากกว่าหนึ่งครั้งต่อปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 น้ำหนักผล เปลือก เนื้อ เมล็ด และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (พาวิน, 2543)

พันธุ์	น้ำหนักผล (กรัม)	น้ำหนักเปลือก(กรัม)	น้ำหนักเนื้อ(กรัม)	น้ำหนักเมล็ด(กรัม)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ(° brix)
พื้นเมือง	5.02	0.78	3.18	1.06	17-19
อีดอ	14.47	2.47	10.02	1.98	20-21
สีชมพู	12.9	1.74	9.41	1.75	21-22
ใบดำ	9.91	2.02	6.35	1.54	18-20
พวงทอง	15.17	2.37	11.5	1.3	21-22
ปู่มาตีนโค้ง	15.89	3.06	10.43	2.4	20-21
แดงกลม	13.96	2.67	9.31	1.97	18-20
แห้ว	13.9	2.4	9.59	1.91	19-20
เบี้ยวเขียว	15.28	2.97	11.14	1.17	20-22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 ส่วนประกอบของผลลำไยในระยะเก็บเกี่ยวผล (พาวิน, 2543)

ส่วนประกอบ	ปีที่ศึกษา	
	1983 (2526)	1984 (2527)
เนื้อผล (% น้ำหนักแห้ง)	19.8±0.2	16.5±0.7
เปลือกผล (% น้ำหนักแห้ง)	35.7±0.6	35.6±0.4
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (%)	20.1±0.1	18.3±0.2
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (มิลลิกรัม/กรัม)	184.0±7.0	154.0±11.0
ซูโครส (มิลลิกรัม/กรัม)	72.0±15.0	29.0±3.0
กลูโครส (มิลลิกรัม/กรัม)	22.0±17.0	17.0±1.0
ฟรุตโตส (มิลลิกรัม/กรัม)	28.0±17.0	23.0±1.0
ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (มิลลิกรัมสมมูลย์/กรัม)	2.3±0.10	2.1±0.1
pH	6.2±0.1	6.4±0.1
กรดซิตริก (มิลลิกรัมสมมูลย์/กรัม)	0.13±0.01	0.12±0.01
กรดมาลิก(มิลลิกรัมสมมูลย์/กรัม)	0.89±0.16	0.35±0.07
กรดซัคซินิก (มิลลิกรัมสมมูลย์/กรัม)	1.85±0.19	1.15±0.11
กรดแอสคอร์บิก (มิลลิกรัม/กรัม)	2.00±0.2	1.40±0.20
ปริมาณของฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัม/กรัม)	0.80±0.1	0.5±0.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 ลักษณะและสารประกอบอื่นๆที่อยู่ในก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคาร์บอนไดออกไซด์ (เรืองชัย, 2547)

คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด
ความบริสุทธิ์ (ไม่น้อยกว่าร้อยละของปริมาตร)	99.5
ความชื้น (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร)	0.5
ความเป็นกรด	สีของสารละลายตัวอย่างต้องไม่เข้มกว่าสารละลายเปรียบเทียบ
ฟอสฟีน ไฮโดรเจนซัลไฟล์ และออร์แกนนิกรีดิวซิงซับสแตนซ์	ต้องไม่พบ
ปรอท	ต้องไม่พบ

ตารางที่ ก.6 ตัวอย่างแบบการเปรียบเทียบคุณภาพเพื่อจัดอันดับ (เพ็ญขวัญ , 2536)

ชื่อผู้ทดสอบ.....			วันที่.....	
ผลิตภัณฑ์.....				
คำแนะนำ การทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา และเรียงลำดับตัวอย่างตามความหวาน จากหวานน้อย ที่สุด = 1 และหวานมากที่สุด = 4 กรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่าง				
	561	378	256	136
ลำดับ	...	...	...	...
วิจารณ์ :.....				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 ตัวอย่างแบบเปรียบเทียบคุณภาพเพื่อจัดอันดับ (ณรงค์ , 2535)

ชื่อผู้ทดสอบชิม ..... ผลิตภัณฑ์.....วันที่ .....
คำชี้แจง โปรดทำการทำสอบชิมผลิตภัณฑ์ตัวอย่างต่อไปนี้ และให้ระดับความชอบต่อผลิตภัณฑ์ดังกล่าว โดยตัวอย่างที่ท่านชอบมากที่สุด ให้ระดับความชอบลำดับแรก และตัวอย่างที่ท่านชอบน้อยที่สุดให้ระดับความชอบเป็นลำดับสุดท้าย
โปรดทดสอบชิมตัวอย่างตามลำดับที่เสนอต่อไปนี้ 817 462 149 534 ระดับความชอบ ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างรหัส ลำดับที่1 ..... ลำดับที่2 ..... ลำดับที่3 ..... ลำดับที่4 .....
ข้อเสนอแนะ..... ....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.8 ตัวอย่างแบบการเปรียบเทียบคุณภาพเพื่อจัดอันดับ (ไพโรจน์, 2535)

ครั้งที่.....

วันที่.....

การเปรียบเทียบรสเปรี้ยวของน้ำหวานเข้มข้น

ชื่อ .....

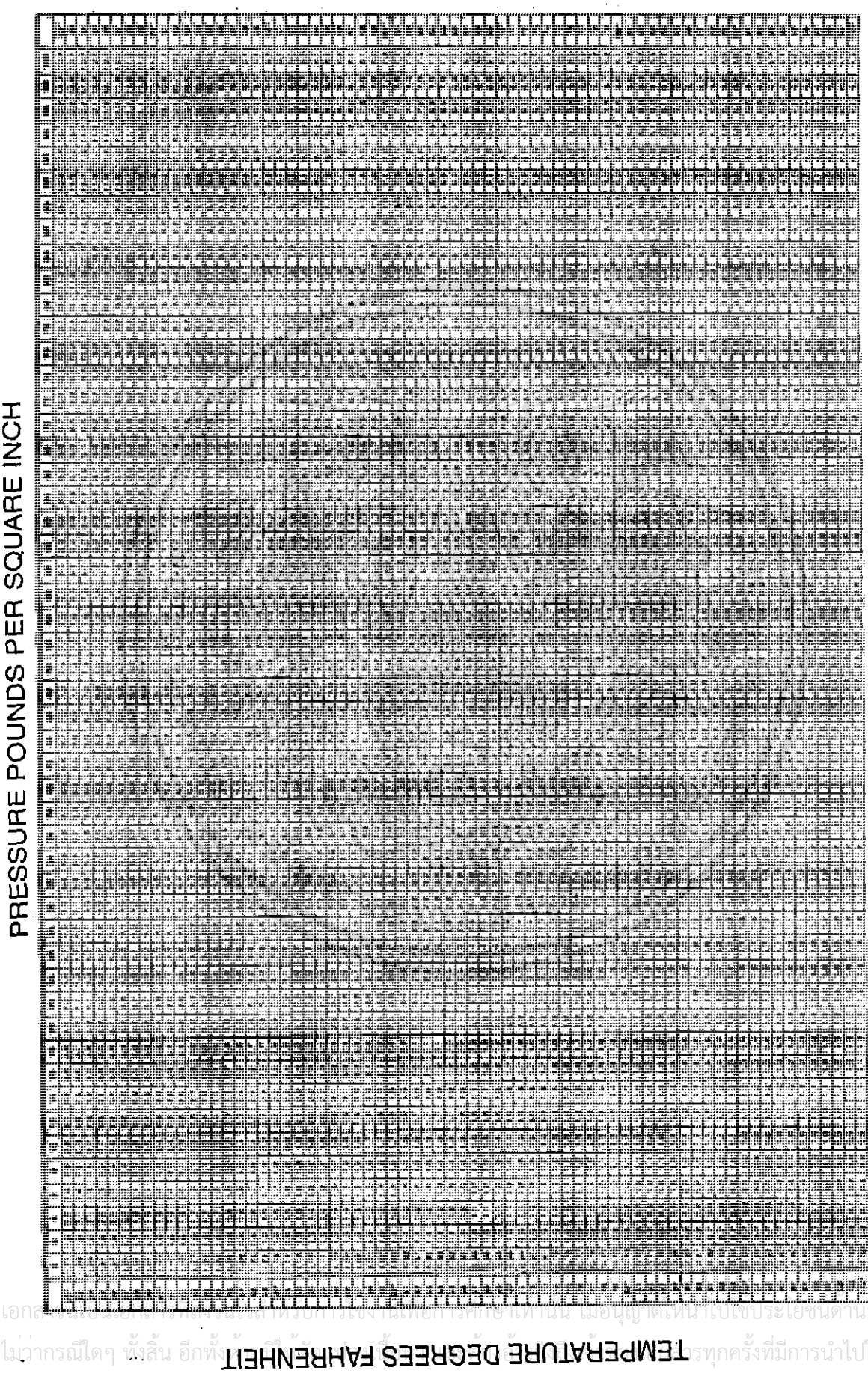
คำแนะนำ มีน้ำหวานเข้มข้นอยู่ 6 ตัวอย่าง กรุณาชิมและจัดอันดับความเปรี้ยวจากต่ำไปหาสูง
โดยใส่รหัสลงในช่องว่างให้ตรงกับอันดับที่จัดไว้

	ลำดับที่	รหัสของตัวอย่าง
เปรี้ยวน้อยที่สุด	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
เปรี้ยวมากที่สุด	6	

วิจารณ์ : .....
.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.9 Chart Volume of CO_2 gas Dissolved in Water



เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อการใช้งานในสถาบันการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.10 Chart Percentage Points of the F Disstribution (Continued)

Percentage Points of the F Distribution (*continued*)

$F_{0.05,\nu_1,\nu_2}$

ν_2 \ ν_1	Degrees of Freedom for the Numerator (ν_1)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3	254.3
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.55	1.43	1.35	1.25
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00

Degrees of Freedom for the Denominator (ν_2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.11 Chart Fisher and Yates (1942) – Ranking test (Scores for ranked data)

The mean deviations of the 1st, 2nd, 3rd . . . largest members of samples of different sizes; zero and negative values omitted.

Ordinal number	Size of Sample									
	—	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0.56	0.85	1.03	1.16	1.27	1.35	1.42	1.49	1.54
2				0.30	0.50	0.64	0.76	0.85	0.93	1.00
3						0.20	0.35	0.47	0.57	0.66
4								0.15	0.27	0.38
5										0.12
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1.59	1.63	1.67	1.70	1.74	1.76	1.79	1.82	1.84	1.87
2	1.06	1.12	1.16	1.21	1.25	1.28	1.32	1.35	1.38	1.41
3	0.73	0.79	0.85	0.90	0.95	0.99	1.03	1.07	1.10	1.13
4	0.46	0.54	0.60	0.66	0.71	0.76	0.81	0.85	0.89	0.92
5	0.22	0.31	0.39	0.46	0.52	0.57	0.62	0.67	0.71	0.75
6		0.10	0.19	0.27	0.34	0.39	0.45	0.50	0.55	0.59
7				0.09	0.17	0.23	0.30	0.35	0.40	0.45
8						0.08	0.15	0.21	0.26	0.31
9								0.07	0.13	0.19
10										0.06
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	1.89	1.91	1.93	1.95	1.97	1.98	2.00	2.01	2.03	2.04
2	1.43	1.46	1.48	1.50	1.52	1.54	1.56	1.58	1.60	1.62
3	1.16	1.19	1.21	1.24	1.26	1.29	1.31	1.33	1.35	1.36
4	0.95	0.98	1.01	1.04	1.07	1.09	1.11	1.14	1.16	1.18
5	0.78	0.82	0.85	0.88	0.91	0.93	0.96	0.98	1.00	1.03
6	0.63	0.67	0.70	0.73	0.76	0.79	0.82	0.85	0.87	0.89
7	0.49	0.53	0.57	0.60	0.64	0.67	0.70	0.73	0.75	0.78
8	0.36	0.41	0.45	0.48	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.67
9	0.24	0.29	0.33	0.37	0.41	0.44	0.48	0.51	0.54	0.57
10	0.12	0.17	0.22	0.26	0.30	0.34	0.38	0.41	0.44	0.47
11		0.06	0.11	0.16	0.20	0.24	0.28	0.32	0.35	0.38
12				0.05	0.10	0.14	0.19	0.22	0.26	0.29
13						0.05	0.09	0.13	0.17	0.21
14								0.04	0.09	0.12
15										0.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.12 Structure regulatory status, and key physical and chemical properties of several acidulants.

Acid	pK_a	Physical form	Melting point (°C)	Solubility (g/100 mL water)	Taste characteristic
Acetic	4.75	Clear colorless liquid	-8.5	Soluble	Tart and sour
Adipic	pK_{a1} = 4.43	Crystaline powder	152	1.9 g. (20°C)	Smooth lingering tartness
	pK_{a2} = 5.41			83 g. (90°C)	
citric	pK_{a1} = 3.14	Crystaline powder	Anhydrous,153	181 g. (25°C)	Tart; delivers a "burst" of tartness
	pK_{a2} = 4.77		Hydrous,135-153	208 g. (25°C)	
	pK_{a3} = 6.39				
Fumaric	pK_{a1} = 3.03	White granules or	286	0.5 g. (20°C)	Tart; has and
	pK_{a2} = 4.44	crystaline powder		9.8 g. (100°C)	affinity for grape flavors
Gluconodelta-lactone	3.70	White crystaline powder	153	59 g. (25°C)	Neutral taste with acidic aftertest when hydrolyzed
Lactic	3.86	Liquid, also available in dry form	16.8	Very soluble	Acrid
Malic	pK_{a1} = 3.40	Crystaline powder	132	62 g. (25°C)	Smooth tartness
	pK_{a2} = 5.11				
Phosphoric	pK_{a1} = 2.12	liquid		Very soluble in hot water	Acrid
	pK_{a2} = 7.21				
	pK_{a3} = 12.67				
tartaric	pK_{a1} = 2.98	Crystaline powder	168-170	147 g. (25°C)	Extremely tart; augments friut flavors
	pK_{a2} = 4.34				

ที่มา : ดัดแปลงจาก FDA (1988)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.13 Chart Tukey's test (Significant studentized range at the 5% level, p = 0.05)

Tukey's test (Significant studentized range at the 5% level, p = 0.05)

Degrees of freedom, *f*	Number of treatments, *a*																		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	18.0	26.7	32.8	37.2	40.5	43.1	45.4	47.3	49.1	50.6	51.9	53.2	54.3	55.4	56.3	57.2	58.0	58.8	59.6
2	6.09	8.28	9.80	10.89	11.73	12.43	13.03	13.54	13.99	14.39	14.75	15.08	15.38	15.65	15.91	16.14	16.36	16.57	16.77
3	4.50	5.88	6.83	7.51	8.04	8.47	8.85	9.18	9.46	9.72	9.95	10.18	10.35	10.52	10.69	10.84	10.98	11.12	11.24
4	3.93	5.00	5.76	6.31	6.73	7.06	7.35	7.60	7.83	8.03	8.21	8.37	8.52	8.67	8.80	8.92	9.03	9.14	9.24
5	3.61	4.54	5.18	5.64	5.99	6.28	6.52	6.74	6.93	7.10	7.25	7.39	7.52	7.64	7.75	7.88	7.95	8.04	8.13
6	3.46	4.34	4.90	5.31	5.63	5.89	6.12	6.32	6.49	6.65	6.79	6.92	7.04	7.14	7.24	7.34	7.43	7.51	7.59
7	3.34	4.16	4.68	5.06	5.35	5.59	5.80	5.99	6.15	6.29	6.42	6.54	6.65	6.75	6.84	6.93	7.01	7.08	7.16
8	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05	6.18	6.29	6.39	6.48	6.57	6.65	6.73	6.80	6.87
9	3.20	3.95	4.42	4.76	5.02	5.24	5.43	5.60	5.74	5.87	5.98	6.09	6.19	6.28	6.36	6.44	6.51	6.58	6.65
10	3.15	3.88	4.33	4.66	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72	5.83	5.93	6.03	6.12	6.20	6.27	6.34	6.41	6.47
11	3.11	3.82	4.26	4.58	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61	5.71	5.81	5.90	5.98	6.06	6.14	6.20	6.27	6.33
12	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.40	5.51	5.61	5.71	5.80	5.88	5.95	6.02	6.09	6.15	6.21
13	3.06	3.73	4.15	4.46	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43	5.53	5.63	5.71	5.79	5.86	5.93	6.00	6.06	6.11
14	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.56	5.64	5.72	5.79	5.86	5.92	5.98	6.03
15	3.01	3.67	4.08	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31	5.40	5.49	5.57	5.65	5.72	5.79	5.85	5.91	5.96
16	3.00	3.65	4.05	4.34	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26	5.35	5.44	5.52	5.59	5.66	5.73	5.79	5.84	5.90
17	2.98	3.62	4.02	4.31	4.52	4.70	4.86	4.99	5.11	5.21	5.31	5.39	5.47	5.55	5.61	5.68	5.74	5.79	5.84
18	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.83	4.96	5.07	5.17	5.27	5.35	5.43	5.50	5.57	5.63	5.69	5.74	5.79
19	2.96	3.59	3.98	4.26	4.47	4.64	4.79	4.92	5.04	5.14	5.23	5.32	5.39	5.46	5.53	5.59	5.65	5.70	5.75
20	2.95	3.58	3.96	4.24	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11	5.20	5.28	5.36	5.43	5.50	5.56	5.61	5.66	5.71
24	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01	5.10	5.18	5.25	5.32	5.38	5.44	5.50	5.55	5.59
30	2.89	3.48	3.84	4.11	4.30	4.46	4.60	4.72	4.83	4.92	5.00	5.08	5.15	5.21	5.27	5.33	5.38	5.43	5.48
40	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.74	4.82	4.90	4.98	5.05	5.11	5.17	5.22	5.27	5.32	5.36
60	2.83	3.40	3.74	3.98	4.16	4.31	4.44	4.55	4.65	4.73	4.81	4.88	4.94	5.00	5.06	5.11	5.15	5.20	5.24
120	2.80	3.38	3.69	3.92	4.10	4.24	4.36	4.47	4.56	4.64	4.71	4.78	4.84	4.90	4.95	5.00	5.04	5.09	5.13
∞	2.77	3.32	3.63	3.88	4.03	4.17	4.29	4.39	4.47	4.55	4.62	4.68	4.74	4.80	4.84	4.89	4.93	4.97	5.01

ภาคผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ผลการทดลองหาปริมาณการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และค่า pH ของน้ำเปล่าและน้ำลำไยอัดก๊าซที่เวลาต่างๆ

	CO_2	เวลา (นาที)						
	ครั้งที่	0	5	10	15	20	25	30
น้ำ+กรดมาลิก pH 5	1	0	1.25	1.70	2.00	2.20	2.35	2.45
	2	0	1.30	1.65	1.95	2.25	2.30	2.40
	3	0	1.25	1.65	2.00	2.20	2.30	2.45
	เฉลี่ย	0	1.26	1.66	1.98	2.21	2.31	2.43
	pH	5.00	4.10	4.00	3.90	3.85	3.80	3.70
น้ำ+กรดซิตริก pH5	1	0	1.55	2.00	2.50	2.65	2.80	2.90
	2	0	1.60	2.10	2.40	2.60	2.80	2.90
	3	0	1.50	2.10	2.50	2.70	2.80	2.85
	เฉลี่ย	0	1.55	2.06	2.46	2.65	2.80	2.88
	pH	5.00	4.50	4.40	4.20	4.00	3.90	3.60
น้ำ+กรดทาร์ทาริก pH5	1	0	1.45	2.20	2.60	2.85	2.90	3.00
	2	0	1.45	2.20	2.80	2.80	2.90	3.00
	3	0	1.45	2.20	2.80	2.90	2.95	3.00
	เฉลี่ย	0	1.45	2.20	2.73	2.85	2.91	3.00
	pH	5.00	4.30	4.10	3.90	3.70	3.60	3.50
น้ำเปล่า	1	0	1.10	1.60	2.10	2.35	2.40	2.45
	2	0	1.20	1.70	2.15	2.40	2.37	2.50
	3	0	1.20	1.75	2.10	2.30	2.42	2.45
	เฉลี่ย	0	1.16	1.68	2.11	2.35	2.40	2.46
	pH	7.00	4.40	4.10	3.90	3.80	3.70	3.60
น้ำ+กรดมาลิก pH3	1	0	1.25	1.80	2.20	2.40	2.60	2.80
	2	0	1.30	1.80	2.20	2.40	2.55	2.70
	3	0	1.30	1.80	2.20	2.40	2.65	2.60
	เฉลี่ย	0	1.28	1.80	2.20	2.40	2.60	2.70
	pH	3.00	3.00	2.90	2.80	2.70	2.60	2.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ผลการทดลองหาปริมาณการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และค่า pH ของน้ำเปล่าและน้ำลำไยอัดก๊าซที่เวลาต่างๆ (ต่อ)

	CO_2	เวลา (นาที)						
	ครั้งที่	0	5	10	15	20	25	30
	1	0	1.07	1.45	2.00	2.05	2.35	2.45
	2	0	1.07	1.60	1.90	2.15	2.35	2.50
น้ำ+น้ำตาล 16° Brix	3	0	1.07	1.60	1.90	2.10	2.35	2.47
	เฉลี่ย	0	1.07	1.55	1.93	2.10	2.35	2.47
	pH	6.80	4.70	4.50	4.30	4.10	3.90	3.60
	1	0	1.00	1.50	1.80	2.10	2.20	2.45
	2	0	0.95	1.50	1.80	2.10	2.30	2.50
น้ำ+น้ำตาล 12°Brix	3	0	1.05	1.50	1.80	2.10	2.30	2.50
	เฉลี่ย	0	1.00	1.50	1.80	2.10	2.26	2.48
	pH	6.80	4.50	4.20	4.20	4.10	3.90	3.80
	1	0	0.95	1.25	1.60	2.05	2.20	2.35
	2	0	0.95	1.25	1.60	1.90	2.15	2.25
น้ำลำไย pH5.4	3	0	0.95	1.25	1.60	2.05	2.20	2.35
	เฉลี่ย	0	0.95	1.25	1.60	2.00	2.18	2.31
	pH	5.40	4.90	4.80	4.70	4.60	4.40	4.30
	1	0	1.00	1.40	1.65	1.97	2.07	2.35
	2	0	1.00	1.40	1.75	1.95	2.12	2.35
น้ำลำไย+กรดซิตริก	3	0	1.00	1.40	1.65	1.92	2.20	2.35
	เฉลี่ย	0	1.00	1.40	1.68	1.95	2.13	2.35
	pH	5.00	5.00	4.90	4.80	4.70	4.60	4.50
	1	0	0.95	1.40	1.67	2.00	2.30	2.60
	2	0	0.92	1.37	1.72	1.95	2.35	2.60
น้ำลำไย+กรดมาลิก	3	0	0.92	1.40	1.70	2.10	2.35	2.55
	เฉลี่ย	0	0.93	1.39	1.70	2.01	2.33	2.58
	pH	5.00	5.00	4.90	4.80	4.70	4.60	4.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ผลการทดลองหาปริมาณการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และค่า pH ของน้ำเปล่าและน้ำลำไยอัดก๊าซที่เวลาต่างๆ (ต่อ)

	CO_2	เวลา (นาที)						
	ครั้งที่	0	5	10	15	20	25	30
	1	0	1.02	1.45	1.87	2.17	2.30	2.40
	2	0	1.07	1.45	1.90	2.10	2.32	2.30
น้ำลำไย+	3	0	1.02	1.45	1.85	2.17	2.32	2.45
กรดทาร์ทาริก	เฉลี่ย	0	1.04	1.45	1.87	2.15	2.31	2.38
	pH	5.00	5.00	4.90	4.80	4.70	4.60	4.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างของน้ำเปล่าอัดก๊าซ

Table Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F-Prob
Treatment	5	3.9090	0.7818	336.06	3.11	0.0000
Ex.Error	12	0.0279	0.0023			
Total	17	3.9369	0. 2316			

LSD .05 = 8.58129696142296E-02

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

-PROBLEM IDENTIFICATION=

-NUMBER OF MEANS= 6

-ERROR DEGREE OF FREEDOM= 12

-ERROR MEAN SQUARE= 2.32639074326002E-03

-STANDARD ERROR OF MEAN= 2.78471467315176E-02

NAME ID MEAN RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05

30	2.4667	A
25	2.4000	AB
20	2.3500	B
15	2.1167	C
10	1.6833	D
5	1.1667	E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างของน้ำเปล่าผสมกรดทาร์ทาริกอัดก๊าซ

Table Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F-Prob
Treatment	5	5.4761	1.0952	375.50	3.11	0.0000
Ex.Error	12	0.0350	0.0029			
Total	17	3.5111	0.3242			

LSD .05 = 9.60849077184303E-02

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

-PROBLEM IDENTIFICATION=

-NUMBER OF MEANS= 6

-ERROR DEGREE OF FREEDOM= 12

-ERROR MEAN SQUARE= 2.91666905085464E-03

-STANDARD ERROR OF MEAN= 3.11804909671343E-02

NAME ID MEAN RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05

30	3.0000	A
25	2.9167	AB
20	2.8500	B
15	2.7333	C
10	2.2000	D
5	1.4333	E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างของน้ำเปล่าผสมกรดซิตริกอัดก๊าซ

Table Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F-Prob
Treatment	5	3.8824	0.7765	372.71	3.11	0.0000
Ex.Error	12	0.0250	0.0021			
Total	17	3.9074	0.2298			

LSD .05 = 8.12065418366781E-02

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

-PROBLEM IDENTIFICATION=

-NUMBER OF MEANS= 6

-ERROR DEGREE OF FREEDOM= 12

-ERROR MEAN SQUARE= 2.08333366447514E-03

-STANDARD ERROR OF MEAN= 2.63523159290611E-02

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
	30	2.8833	A
	25	2.8000	B
	20	2.6500	C
	15	2.4667	D
	10	2.0667	E
	5	1.5500	F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างของน้ำแปล่าผสมกรดมาลิกอัดก๊าซ

Table Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F-Prob
Treatment	5	4.4310	0.8862	186.30	3.11	0.0000
Ex.Error	12	0.0571	0.0048			
Total	17	4.4881	0.2640			

LSD .05 = .122708761814415

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

-PROBLEM IDENTIFICATION=

-NUMBER OF MEANS= 6

-ERROR DEGREE OF FREEDOM= 12

-ERROR MEAN SQUARE= 4.75694298744263E-03

-STANDARD ERROR OF MEAN= 3.98201916429451E-02

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .0
	30	2.4333	A
	25	2.3167	A
	20	2.1667	B
	15	1.8000	C
	10	1.5167	D
	5	1.0083	E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างของน้ำเปล่าผสมน้ำตาล ความหวาน 12 ^{0}Brix อัดก๊าซ

Table Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F-Prob
Treatment	5	3.0140	0.6028	12.47	3.11	0.0000
Ex.Error	12	0.5800	0.0043			
Total	17	3.5940	0.2114			

LSD .05 = .391142494073425

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

-PROBLEM IDENTIFICATION=

-NUMBER OF MEANS= 6

-ERROR DEGREE OF FREEDOM= 12

-ERROR MEAN SQUARE= 4.83333391613444E-02

-STANDARD ERROR OF MEAN= .126929559416952

NAME ID MEAN RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05

30	2.4833	A
25	2.2667	A
20	2.1000	AB
15	1.8000	BC
10	1.5000	CD
5	1.3333	D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างของน้ำเปล่าผสมน้ำตาล ความหวาน 16 ^{0}Brix อัดก๊าซ

Table Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F-Prob
Treatment	5	4.1286	0.8257	354.94	3.11	0.0000
Ex.Error	12	0.0279	0.0023			
Total	17	4.1565	0.2445			

LSD .05 = 8.58129512923597E-02

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

-PROBLEM IDENTIFICATION=

-NUMBER OF MEANS= 6

-ERROR DEGREE OF FREEDOM= 12

-ERROR MEAN SQUARE= 2.32638974984785E-03

-STANDARD ERROR OF MEAN= 2.78471407858919E-02

NAME ID MEAN RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05

30	2.4750	A
25	2.3500	B
20	2.1000	C
15	1.9333	D
10	1.5500	E
5	1.0750	F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างของน้ำลำไยอัดก๊าซ

Table Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F-Prob
Treatment	5	4.4341	0.8868	3.11	5.06	0.0000
Ex.Error	12	0.0235	0.0020			
Total	17	4.4575	0.2622			

LSD .05 = .078681244752327

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

-PROBLEM IDENTIFICATION=

-NUMBER OF MEANS= 6

-ERROR DEGREE OF FREEDOM= 12

-ERROR MEAN SQUARE= 1.95577658526188E-03

-STANDARD ERROR OF MEAN= 2.553283236189 49E-02

NAME ID MEAN RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05

30	2.3173	A
25	2.1833	B
20	2.0000	C
15	1.6000	D
10	1.2500	E
5	0.9500	F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างของน้ำลำไยผสมกรดซิตริกอัดก๊าซ

Table Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F-Prob
Treatment	5	3.7090	0.7418	562.21	3.11	0.0000
Ex.Error	12	0.0158	0.0013			
Total	17	3.7249	0.2191			

LSD .05 = 6.46259973835364E-02

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

-PROBLEM IDENTIFICATION=

-NUMBER OF MEANS= 6

-ERROR DEGREE OF FREEDOM= 12

-ERROR MEAN SQUARE= 1.31944507360515E-03

-STANDARD ERROR OF MEAN= 2.09717673202582E-02

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
	30	2.3500	A
	25	2.1333	B
	20	1.9500	C
	15	1.6833	D
	10	1.4000	E
	5	1.0000	F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างของน้ำลำไยผสมกรดมาลิกอัดก๊าซ

Table Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F-Prob
Treatment	5	5.6053	1.1211	794.16	3.11	0.0000
Ex.Error	12	0.0169	0.0014			
Total	17	5.6222	0.3307			

LSD .05 = 6.68449767925566E-02

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

-PROBLEM IDENTIFICATION=

-NUMBER OF MEANS= 6

-ERROR DEGREE OF FREEDOM= 12

-ERROR MEAN SQUARE= 1.41160878425358E-03

-STANDARD ERROR OF MEAN= 2.16918478101304E-02

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
30		2.5833	A
25		2.3333	B
20		2.0167	C
15		1.7010	D
10		1.3917	E
5		0.9333	F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างของน้ำลำไยผสมกรดทาร์ทาริกอัดก๊าซ

Table Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F-Prob
Treatment	5	4.2345	0.8469	554.33	3.11	0.0000
Ex.Error	12	0.0183	0.0015			
Total	17	4.2528	0.2502			

LSD .05 = 6.95411689852115E-02

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

-PROBLEM IDENTIFICATION=

-NUMBER OF MEANS= 6

-ERROR DEGREE OF FREEDOM= 12

-ERROR MEAN SQUARE= 1.52777983082804E-03

-STANDARD ERROR OF MEAN= .022566788508987

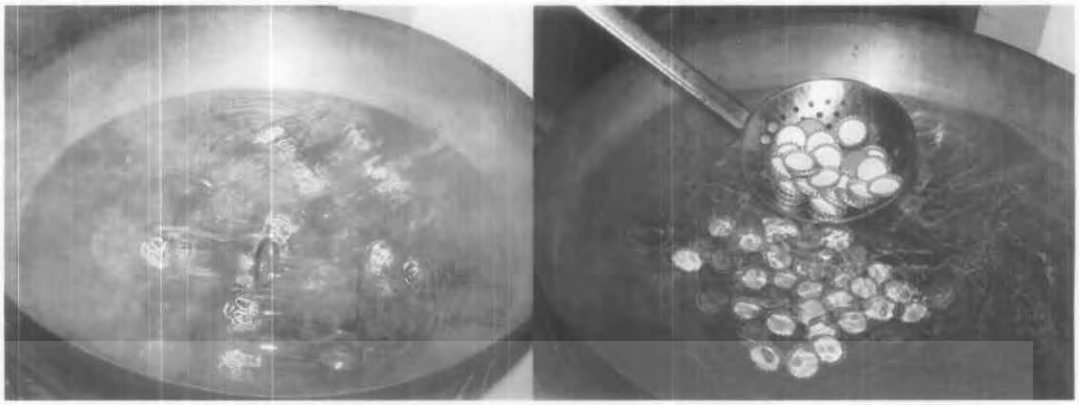
NAME ID MEAN RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05

30	2.3833	A
25	2.3250	A
20	2.1500	B
15	1.8750	C
10	1.4500	D
5	1.0417	E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.1 พาสเจอร์ไรซ์ขวดและฝาจีบ

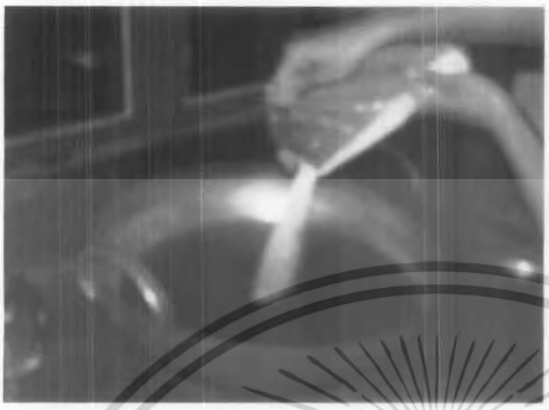
รูปที่ ค.2 เนื้อลำไยแห้ง

รูปที่ ค.3 ต้มลำไยแห้งในน้ำเดือด

รูปที่ ค.4 ลักษณะเนื้อลำไยแห้งหลังต้ม

รูปที่ ค.5 เติมกรดต่างๆ ในน้ำลำไย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.6 เติมน้ำตาลในน้ำลำไย

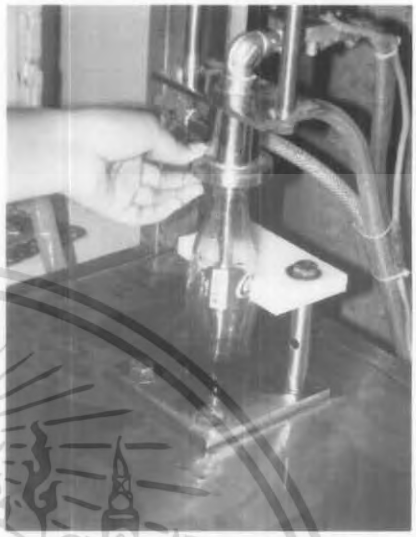
รูปที่ ค.7 วัดค่า pH

รูปที่ ค.8 ถังอัดก๊าซ

รูปที่ ค.9 ถังหล่อเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.10 ระบบหมุนวนก๊าซ

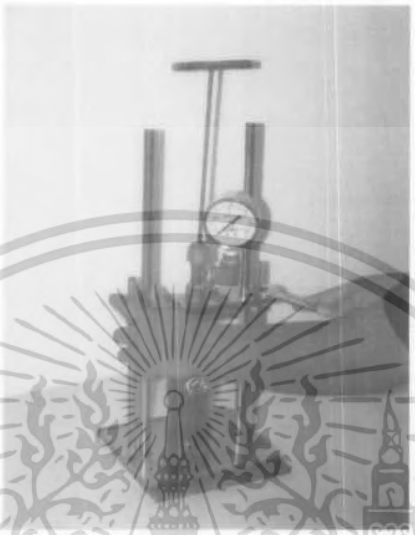


รูปที่ ค.11 ทำการบรรจุ

รูปที่ ค.12 ทำการปิดฝา

รูปที่ ค.13 ตัวอย่างน้ำลำไยอัดก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.14 วัดความดันด้วยเครื่อง Piercing Device

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้