การยืดอายุการเก็บน้ำอ้อยพร้อมดื่ม

EXTENDING THE SHELF OF SUGARCANE DRINK

วริษา เลิศรุ่งโรจน์
อภิสรา สุขพงษ์ไทย
อริสรา เขาแก้ว

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การยืดอายุการเก็บน้ำอ้อยพร้อมดื่ม

EXTENDING THE SHELF LIFE OF SUGARCANE DRINK

วริษา เลิศรุ่งโรจน์
อภิสรา สุขพงษ์ไทย
อริสรา เขาแก้ว

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การยืดอายุการเก็บน้ำอ้อยพร้อมดื่ม

EXTENDING THE SHELF LIFE OF SUGARCANE DRINK

จัดทำโดย

วริษา เลิศรุ่งโรจน์ รหัสนักศึกษา 55080055

อภิสรา สุขพงษ์ไทย รหัสนักศึกษา 55080065

อริสรา เขาแก้ว รหัสนักศึกษา 55080066

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

ธงชัย พุฒทองศิริ ..... 15 / มิย. / 2559

(ผศ.ดร. ธงชัย พุฒทองศิริ)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การยืดอายุการเก็บน้ำอ้อยพร้อมดื่ม
ชื่อนักศึกษา	วริษา เลิศรุ่งโรจน์ รหัสนักศึกษา 55080055
	อภิสรา สุขพงษ์ไทย รหัสนักศึกษา 55080065
	อริสรา เขาแก้ว รหัสนักศึกษา 55080066
หลักสูตร	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. ธงชัย พุฒทองศิริ

บทคัดย่อ

น้ำอ้อยมีอายุการเก็บรักษาที่สั้น เนื่องจากมีการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และมีปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ ซึ่งเกิดขึ้นหลังจากการหีบ เพื่อเป็นการยืดอายุการเก็บน้ำอ้อย จึงได้ใช้กระบวนการพาสเจอไรซ์ร่วมกับการปรับกรด และปรับปรุงลักษณะปรากฏของน้ำอ้อยหลังจากผ่านกระบวนการให้ความร้อนโดยใช้ไฮโดรคอลลอยด์ กัมอะราบิก โดยแบ่งการศึกษา ดังนี้ การศึกษาผลของอุณหภูมิที่เหมาะสมในการพาสเจอไรซ์ ศึกษาปริมาณกรดซิตริกที่เหมาะสมในการปรับกรด ศึกษาปริมาณของกัมอะราบิก ที่เหมาะสมโดยใช้ พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการพาสเจอไรซ์ คือ 85 องศาเซลเซียส และใช้เวลา 15 นาที ปริมาณกรดซิตริกที่เหมาะสมคือ 0.07% ปริมาณของกัมอะราบิก ที่เหมาะสม คือ 1.5% และเมื่อทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาน้ำอ้อยที่ผ่านกระบวนการ โดยเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 วัน เมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและความหนืด ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน ส่วนค่าความเป็นกรดด่างไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ทางด้านชีวภาพไม่เกิดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ในด้านผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส พบว่า เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 60 วัน คะแนนในด้านความหนืดไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ส่วนคะแนนในด้านสี, กลิ่นรส, ความหวาน, ความเปรี้ยว และความชอบรวมนั้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: น้ำอ้อย พาสเจอไรซ์ กรดซิตริก กัมอะราบิก ยืดอายุการเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Extending the Shelf life of Sugarcane drink
Student name	Warisa Lerdrungroj Student ID 55080055
	Apisara Sukpingthai Student ID 55080065
	Arissara Khaokaew Student ID 55080066
Program	Bachelor of Science in Food Science and Technology
Year	2016
Advisor	Assist.Prof.Dr. Tongchai Puttongsiri

ABSTRACT

The shelf life of sugarcane juice is quite short due to the high rate of growth of microorganisms and enzymatic reactions which take place after extraction. So pasteurization and acidification were used for process. And improve the appearance of the juice after thermal process by used hydrocolloids, gum Arabic. The study of the effects of pasteurize temperature was found 85 ° c is optimum temperature. The amount of citric acid to adjust the ph was found the optimum of citric acid that is 0.07%. The study of gum Arabic concentration to improve the appearance of the juice was found the optimum of gum Arabic is 1.50%. The study of storage time on quality of sugar cane juice was found that when stored the juice at room temperature for 60 days when chemical analysis showed that the total soluble solids content and viscosity are significant decreased after 30 days, pH and acidity are no change. And after 60 days there is no growth of microorganism. The results of the sensory analysis showed that when stored for 60 days the viscosity is no changes and scores in color, flavor, sweetness, sourness and overall are significant decreased.

Keywords: Sugarcane juice, Pasteurization, Citric acid, Gum Arabic, Extending Shelf life

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่องการยืดอายุและการปรับปรุงคุณภาพของน้ำอ้อยฉบับนี้ที่สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ.ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยที่ได้ให้คำเสนอแนะ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆมาตลอด จนปัญหาพิเศษนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้ศึกษาจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ช่วยอำนวยความสะดวก ตลอดจนเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานปัญหาพิเศษ รวมถึง คุณธงชัย ธรรมเนียมดี ที่ให้ความช่วยเหลือทางด้านวัตถุดิบที่ใช้ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ ต้องขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง และที่ขาดไม่ได้ คือ อาจารย์ และ เพื่อนๆ รวมถึงพี่ๆปริญญาโทและน้องๆคณะอุตสาหกรรมเกษตร ที่มีส่วนช่วยให้ปัญหาพิเศษในครั้งนี้สำเร็จไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณพ่อคุณแม่และครอบครัวที่คอยให้กำลังใจที่ดีพร้อมทั้งให้การสนับสนุนทุนทรัพย์และให้การช่วยเหลือในทุกๆด้าน รวมทั้งผู้ที่ไม่ได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้ทุกท่านสำหรับความช่วยเหลือและคำแนะนำดีๆ จนปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

วริษา เลิศรุ่งโรจน์
อภิสรา สุขพงษ์ไทย
อริสรา เขาแก้ว
15 มิถุนายน 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 อ้อย (Sugarcane)	3
2.2 น้ำอ้อย (Sugarcane Juice)	6
2.3 การพาสเจอไรซ์ (Pasteurization)	8
2.4 การปรับกรด (Acidification)	9
2.5 ไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloids)	10
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	13
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี	13
3.2 อุปกรณ์	13
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	14
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	17
4.1 องค์ประกอบของน้ำอ้อยสด	17
4.2 ผลของอุณหภูมิในการพาสเจอไรซ์น้ำอ้อย	18
4.3 ผลของการปรับค่าความเป็นกรดต่อคุณภาพของน้ำอ้อยพร้อมดื่ม	18
4.4 ผลของกัมอะราบิกที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสและความหนืดของน้ำอ้อย	20
4.5 อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำอ้อยพร้อมดื่ม	21
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	25
บรรณานุกรม	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	29
ภาคผนวก ก	30
ภาคผนวก ข	32
ภาคผนวก ค	36
ภาคผนวก ง	37
ภาคผนวก ง	38
ภาคผนวก ฉ	48
ภาคผนวก ช	49
ประวัติผู้เขียน	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การแบ่งไฮโดรคอลลอยด์ตามหน้าที่	10
2.2 การแบ่งไฮโดรคอลลอยด์ตามแหล่งที่มา	10
4.1 ปริมาณคุณภาพทางเคมีของน้ำอ้อยสดก่อนผ่านกระบวนการ	17
4.2 ผลของอุณหภูมิที่มีต่อคุณภาพทางเคมีของน้ำอ้อย	18
4.3 ผลของปริมาณกรดทั้งหมดที่มีต่อคุณภาพทางเคมีของน้ำอ้อยที่ผ่านการพาสเจอไรซ์	19
4.4 ผลของปริมาณกรดทั้งหมดที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำอ้อยที่ผ่านการพาสเจอไรซ์	19
4.5 ค่าความหนืดของน้ำอ้อยสดและน้ำอ้อยที่มีการเติมกัมอะราบิกในความเข้มข้นที่ต่างกัน	20
4.6 ผลของการศึกษาผลของปริมาณกัมอะราบิกที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำอ้อยพาสเจอไรซ์ที่ผ่านการปรับกรด	21
4.7 ผลของระยะเวลาในการเก็บที่มีต่อคุณภาพของน้ำอ้อยพร้อมดื่ม	21
4.8 ผลของระยะเวลาในการเก็บที่มีต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำอ้อยพร้อมดื่ม	22
4.9 คะแนนความชอบของน้ำอ้อยพร้อมดื่มเมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 60 วัน	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 อ้อยสิงคโปร์	4
2.2 อ้อยพันธุ์มอริเชียส	4
2.3 อ้อยพันธุ์บาดิลา	5
2.4 อ้อยทำน้ำตาล	5
2.5 น้ำอ้อยสด	6
2.6 น้ำอ้อยพาสเจอร์ไรซ์บรรจุขวด	7
2.7 น้ำอ้อยสเตอริไลส์บรรจุกระป๋อง	7
2.8 กรดซิตริก	9
2.9 โครงสร้างของกัมอะราบิก	11
2.10 ยางต้นอะคาเซีย	12
2.11 กัมอะราบิก	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อ้อย (Sugarcane) ถือได้ว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมาก โดยผลผลิตส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการผลิตน้ำตาลและแอลกอฮอล์ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปผลิตเป็นเครื่องดื่มได้อีกด้วย น้ำอ้อยถือเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในประเทศไทยและประเทศต่าง ๆ เช่น อินเดีย มาเลเซีย และสิงคโปร์ เนื่องจากน้ำอ้อยเป็นเครื่องดื่มที่สามารถดับกระหายได้ดี อีกทั้งยังมีคุณประโยชน์ต่อสุขภาพมากมาย อาทิ เช่น มีรสหวาน คุณสมบัติเย็น แก้ร้อนในกระหายน้ำ แก้ไอ และขับปัสสาวะ แก้พิษเหล้าเหมาะสำหรับผู้ป่วยที่มีอาการคอแห้งกระหายน้ำ ไข้สูง ปัสสาวะน้อยและเหลือง อุจจาระแข็ง อาเจียน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม น้ำอ้อยสดยังมีข้อจำกัดทางด้านการบริโภค เนื่องจากน้ำอ้อยเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณน้ำตาลสูง จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านกายภาพ ทางด้านเคมี และทางด้านชีวภาพ เช่น การเปลี่ยนแปลงของสีเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งจะทำให้น้ำอ้อยมีสีคล้ำขึ้น การเปลี่ยนแปลงทางด้านรสชาติเนื่องจากจุลินทรีย์ใช้น้ำตาลในน้ำอ้อยเพื่อการเจริญเติบโต เป็นต้น จากสาเหตุเหล่านี้จึงส่งผลให้อายุในการเก็บสั้น ทำให้มูลค่าทางการตลาดค่อนข้างต่ำ เนื่องจากส่วนใหญ่จะจำหน่ายในรูปแบบของน้ำอ้อยคั้นสด

การยืดอายุการเก็บเครื่องดื่มในปัจจุบันจะใช้การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน เช่น การพาสเจอไรซ์ หรือการสเตอริไลซ์ เป็นต้น การจะใช้ความร้อนระดับไหนขึ้นกับอายุการเก็บที่ต้องการ และต้องพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นหลังการให้ความร้อนที่จะเกิดขึ้นด้วย ปกติแล้วเครื่องดื่มที่ผลิตจากผลไม้มักเกิดตะกอนหลังจากการให้ความร้อน

ดังนั้นการศึกษากระบวนการเพื่อผลิตน้ำอ้อยพร้อมดื่มที่มีอายุการเก็บนานขึ้น โดยกระบวนการที่ศึกษาประกอบด้วยการใช้ความร้อน และปรับปรุงคุณภาพของน้ำอ้อยด้วยวัตถุเจือปนอาหาร เพื่อให้น้ำอ้อยมีคุณภาพใกล้เคียงกับน้ำอ้อยสดมากที่สุด และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จะเป็นการตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ได้ทางหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการที่เหมาะสมในการยืดอายุการเก็บรักษาน้ำอ้อย

1.2.2 เพื่อศึกษาการปรับปรุงคุณภาพน้ำอ้อยที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนด้วยวัตถุเจือปนอาหาร

1.2.3 เพื่อศึกษาอายุการเก็บน้ำอ้อยหลังจากการให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบถึงกระบวนการผลิตน้ำอ้อยพร้อมดื่มได้นานไม่ต่ำกว่า 2 เดือน

1.3.2 สามารถเพิ่มมูลค่าของน้ำอ้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 อ้อย (Sugarcane)

อ้อย (Sugarcane–*Saccharum officinarum* L.) เป็นพืชวงศ์เดียวกับหญ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งมีความสำคัญอันดับ 4 ของโลก รองจากข้าวสาลี ข้าวโพดและข้าว ตามลำดับ อ้อยเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ง่ายและเก็บเกี่ยวได้หลายครั้ง อ้อยชอบอากาศร้อนและชุ่มชื้น โดยในทั่วโลกมีประมาณ 70ประเทศทั่วโลกที่มีการเพาะปลูกอ้อย (พันธิตร์, 2548)

อ้อย ถือเป็นวัตถุดิบหลักของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลซึ่งถือว่ามีความสำคัญต่อประเทศไทย โดยประเทศไทยมีการบริโภคน้ำตาลปีละ 1.6-1.7 ล้านตัน ซึ่งคิดเป็นมูลค่าประมาณ 17,000-19,000 ล้านบาท รวมถึงการส่งออกน้ำตาลของไทยถือได้ว่า เป็นอันดับ 3 ของโลก รองจากบราซิลและสหภาพยุโรป ไทยมีการส่งออกน้ำตาลมากกว่า 3 ล้านตันต่อปี คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 9.5 ของโลก (เฉลิมพล, 2547)

2.1.1 ลักษณะทั่วไปและถิ่นกำเนิดของอ้อย (พันธิตร์, 2548)

กราสซิล (Grassl, 1968) แบ่งพืชสกุล *Saccharum* ออกเป็น 4 ชนิดคือ

1 อ้อยปลูกดั้งเดิม เป็นอ้อยที่เกิดแถบนิวกินี ลักษณะสำคัญคือลำใหญ่ ใบยาวและกว้าง มีน้ำตาลมาก เปลือกและเนื้อนิ่ม มีสีสวย ซึ่งรู้จักกันในนาม “อ้อยเคี้ยว”

2 อ้อยป่าแถบร้อน เป็นอ้อยป่าซึ่งขึ้นอยู่ทั่วไปในแถบร้อนและชุ่มชื้น อยู่เป็นกอ มีลำต้นใต้ดิน ลำต้นผอมและแข็ง ไส้กลวง รสหวานน้อย ในประเทศไทยเรียก “แขมพง” หรือ “อ้อยป่า”

3 อ้อยอินเดีย เป็นอ้อยที่มีถิ่นกำเนิดในอินเดียตอนเหนือ มีลำต้นเล็กขนาดเล็ก ใบเล็ก ข้อโป่ง เปลือกและเนื้อนิ่ม ในประเทศไทยคือ “อ้อยขาไก่”

4 อ้อยป่านิวกินี เป็นอ้อยป่าแถบเกาะนิวกินี เปลือกแข็ง มีลักษณะลำต้นใหญ่ แข็งแรง มีความหวานต่ำ

2.1.2 พันธุ์อ้อย

พันธุ์อ้อยที่นิยมในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ อ้อยเคี้ยวและอ้อยสำหรับทำน้ำตาล

2.1.2.1 อ้อยเคี้ยว (Chewing cane) คือ อ้อยที่มีเปลือกและชานนิ่ม มีความหวานในระดับปานกลางถึงสูง มีการปลูกเพื่อนำน้ำอ้อยไปบริโภคโดยตรง หรือใช้สำหรับรับประทานสด อ้อยเคี้ยวที่นิยมปลูกกันมีหลายพันธุ์ ได้แก่

1 อ้อยสิงคโปร์ (อ้อยสำลี) ลักษณะจะมีชานนิ่มมาก ลำต้นสีเหลืองเขียว ดังภาพที่ 2.1 นำมาทำเป็นน้ำอ้อยแล้วจะมีสีสวยน่ารับประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.1 อ้อยสิงคโปร์

ที่มา: Baldry (2013)

2 พันธุ์มอริเชียส ลำต้นสีม่วงแดง (ภาพที่ 2.2) พันธุ์นี้จะไม่เหมาะสำหรับทำน้ำอ้อย จึงใช้สำหรับการบริโภคโดยตรงแทน อ้อยพันธุ์นี้นิยมปลูกในจังหวัดราชบุรีและนครปฐม

ภาพที่ 2.2 อ้อยพันธุ์มอริเชียส

ที่มา: Currie (2014)

3 พันธุ์บาดิลาสีม่วงดำ ถึงแม้ว่าจะเป็นอ้อยเคี้ยว แต่ก็จะไม่ค่อยนิยมปลูกกันเพราะอ้อยพันธุ์นี้โตช้าและมีปล้องที่สั้นมาก ดังภาพที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.3 อ้อยพันธุ์บาดิลา
ที่มา: Friesema (2011)

อ้อยทั้ง 3 พันธุ์นี้จัดเป็นพวกอ้อยดั้งเดิม ซึ่งมีถิ่นกำเนิดแถบเกาะนิวกินี นอกจากนี้ก็มีอ้อยน้ำผึ้งและอ้อยขาไก่ ซึ่งยังมีปลูกบ้างในบางพื้นที่ อย่างไรก็ตามอ้อยพันธุ์อื่นๆก็สามารถเป็นอ้อยเคี้ยวได้ถ้าหากมีความหวานมากพอและไม่แข็งจนเกินไป

2.1.2.2 อ้อยทำน้ำตาล (Industrial cane) อ้อยพวกนี้เป็นจะอ้อยลูกผสมซึ่งเกิดขึ้นโดยนักผสมพันธุ์อ้อยของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก สำหรับประเทศไทยได้มีการนำพันธุ์อ้อยลูกผสมเข้ามาจากต่างประเทศตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันรวมประมาณ 220 พันธุ์และมีเพียง 20 พันธุ์ ที่ปลูกเป็นการค้าอยู่ในภาคต่าง ๆ เช่น B4098, CB38-22, CO419, CO421, FA108, F134 , F137, F138, F140, F148, F152, F153, F154, F156, H48-3166, LP (Lampang) 2595/4, NCO310, POJ2878, Pindar, Q83, Nagnar เป็นต้น

ภาพที่ 2.4 อ้อยทำน้ำตาล
ที่มา: Uribe (2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 แหล่งเพาะปลูกในประเทศไทย

ประเทศไทยมีการเพาะปลูกอ้อยทั่วทุกภาคของประเทศ ยกเว้นภาคใต้ เนื่องจากมีสภาพอากาศไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก คือ มีฝนตกชุกและมีอากาศร้อนตลอดทั้งปี ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้ไม่หวาน

สำนักงานอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม ได้แบ่งเขตการปลูกอ้อยออกเป็น 4 ภาค

ภาคกลาง ได้แก่ กาญจนบุรี สุพรรณบุรี ราชบุรี ประจวบคีรีขันธ์ นครปฐม เพชรบุรี อุทัยธานี ชัยนาท ลพบุรี อ่างทอง สิงห์บุรี เพชรบูรณ์ และสระบุรี ผลิตอ้อยได้รวมกันคิดเป็นร้อยละ 66.16 ของทั้งประเทศ

ภาคตะวันออก ได้แก่ ชลบุรี ระยอง ฉะเชิงเทรา และจันทบุรี ผลิตอ้อยได้รวมกันคิดเป็นร้อยละ 17.58 ของทั้งประเทศ

ภาคเหนือ ได้แก่ อุตรดิตถ์ กำแพงเพชร นครสวรรค์ ลำปาง สุโขทัย พิษณุโลก พิจิตร และเชียงใหม่ ผลิตอ้อยได้รวมกันคิดเป็นร้อยละ 9.39 ของทั้งประเทศ และ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ อุดรธานี ขอนแก่น บุรีรัมย์ นครพนม กาฬสินธุ์ สกลนคร ชัยภูมิ มหาสารคาม เลย และหนองคาย ผลิตอ้อยได้รวมกันคิดเป็นร้อยละ 6.87 ของทั้งประเทศ (เกษม, 2521)

2.2 น้ำอ้อย (Sugarcane Juice)

น้ำอ้อย หมายถึง เครื่องดื่มชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำอ้อยที่อยู่ในสภาพดี มาตัดเป็นท่อน ปอกเปลือก ล้างน้ำให้สะอาด ทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ นำไปบีบ (หีบ) น้ำอ้อยออก กรอง โดยไม่มีการผสมน้ำหรือผสมน้ำตาล บรรจุในภาชนะบรรจุทันที หรือนำไปผ่านกรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนก่อนบรรจุ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2546)

น้ำอ้อยสด หมายถึง น้ำอ้อยที่ไม่ผ่านกรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

ภาพที่ 2.5 น้ำอ้อยสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำอ้อยพาสเจอไรซ์ หมายถึง น้ำอ้อยที่ผ่านกรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 2.6 น้ำอ้อยพาสเจอร์ไรซ์บรรจุขวด
ที่มา: Sugarcane Island Juice Company (2016)

น้ำอ้อยสเตอริไลส์ หมายถึง น้ำอ้อยที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 2.7 น้ำอ้อยสเตอริไลส์บรรจุกระป๋อง
ที่มา: Hollonds (2016)

น้ำอ้อยเป็นเครื่องดื่มที่เป็นนิยมทั้งในเมืองและชนบท เนื่องจากเป็นเครื่องดื่มที่ให้ความสดชื่นกับร่างกายได้อย่างรวดเร็วปละมีสรรพคุณทางยามากมาย เช่น สรรพคุณในการบรรเทาอาการเจ็บคอ อาการหวัด รวมถึงยังเป็นเครื่องดื่มที่ดัชนีน้ำตาลที่ต่ำและไม่มีน้ำตาลเชิงเดี่ยว ทำให้ผู้ป่วยเบาหวานสามารถรับประทานน้ำอ้อยได้ (Khare, 2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การพาสเจอไรซ์ (Pasteurization)

การพาสเจอไรซ์เป็นกระบวนการให้ความร้อนที่ใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส โดยมีจุดประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บของอาหารออกไปอีกระยะหนึ่ง และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อสมบัติด้านประสาทสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการน้อยที่สุด

สำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดสูงคือ มีความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 4.5 การพาสเจอไรซ์ จะมีวัตถุประสงค์เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียหรือยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ส่วนอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ คือมีค่าความเป็นกรดสูงกว่า 4.5 จะทำเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (กิตติพงษ์, 2539)

วิธีการพาสเจอร์ไรซ์มี 2 วิธีคือ (สมโภช, 2540)

1. วิธีใช้ความร้อนต่ำระยะเวลานาน (LTLT : Low Temperature - Long Time) วิธีนี้ใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 62.8-65.6 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เมื่อผ่านความร้อนโดยใช้เวลาตามที่กำหนดแล้วต้องเก็บอาหารไว้ในที่เย็นซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า 7.2 องศาเซลเซียส

2. วิธีใช้ความร้อนสูงระยะเวลาสั้น (HTST : High Temperature - Short Time) วิธีนี้ใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าวิธีแรก แต่ใช้เวลาน้อยกว่าคืออุณหภูมิ 71.1 องศาเซลเซียสคงไว้เป็นเวลา 15 วินาที อาหารที่ผ่านความร้อนแล้วจะได้รับการบรรจุลงภาชนะ โดยวิธีปราศจากเชื้อแล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 7.2 องศาเซลเซียส

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการพาสเจอไรซ์น้ำอ้อยร่วมกับวิธีการปรับกรดโดยใช้กรดซิตริกพบว่าการให้ความร้อนแก่น้ำอ้อยโดยใช้อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาทีร่วมกับการปรับกรดให้มีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 4.3 บรรจุลงในขวดแก้วสามารถยืดอายุน้ำอ้อยได้นาน 120 วันที่อุณหภูมิห้อง (Yasmin และคณะ, 2010)

ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการพาสเจอไรซ์น้ำอ้อยร่วมกับการปรับค่าความเป็นกรดด่างโดยใช้เสาวรส พบว่าน้ำอ้อยที่ปรับกรดโดยเติมเกล็ดเสาวรสให้น้ำอ้อยมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 4 แล้วใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อที่ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที โดยใช้ขวด PET เป็นบรรจุภัณฑ์ สามารถยืดอายุการเก็บรักษาน้ำอ้อยได้นาน 50 วัน ที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส (Kunitake และคณะ, 2014)

ศึกษาผลของกระบวนการให้ความร้อนระดับพาสเจอไรเซชั่น 2 แบบคือ LTP (Low Temperature: 65 องศาเซลเซียส , 30 วินาที) และ HTP (High Temperature: 90 องศาเซลเซียส, 5 วินาที) ต่อคุณภาพด้านสีของน้ำทับทิมชนิดขุ่นและใสหลังจากเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง(25 องศาเซลซียส) และอุณหภูมิตู้เย็น(5 องศาเซลเซียส) พบว่า การให้ความร้อนระดับพาสเจอไรเซชั่นแบบ LTP (Low Temperature pasteurization)และเก็บที่อุณหภูมิต่ำให้ผลที่ดีกว่า (Yegara และคณะ, 2013)

ศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาน้ำอ้อยโดยใช้เทคโนโลยีเฮอร์เดิล พบว่า การใช้ความร้อน 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เติมโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 150 ppm และกรดซิตริก 0.05% และให้ความร้อนอีกครั้งที่ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที บรรจุในขวด PET แล้วนำไปฉายรังสีที่ความเข้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 กิโลเกรย์ พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาน้ำอ้อยได้นาน 90 วันที่อุณหภูมิต่ำ (Sankhla และคณะ, 2012)

2.4 อาหารปรับกรด (Acidified food)

อาหารปรับกรด (Acidified food) คือ อาหารกรดต่ำที่มีการปรับค่าความเป็นกรดด่าง โดยการเติมกรดหรืออาหารที่เป็นกรด เพื่อให้ได้อาหารที่มีค่าความเป็นกรดด่างสมดุลสุดท้ายเท่ากับ 4.6 หรือต่ำกว่า และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้มากกว่า 0.85 (U.S FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 2016)

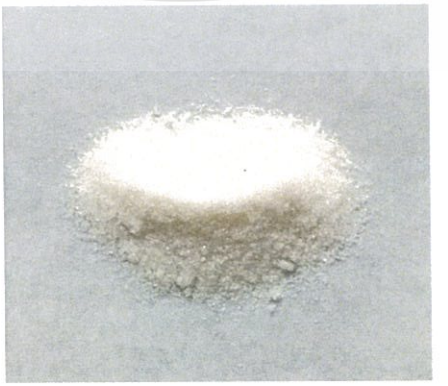
โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ความเป็นกรดของอาหาร ไปยับยั้งการงอกของสปอร์ *Clostridium botulinum* ซึ่งเป็นแบคทีเรียก่อโรค (pathogen) ที่สร้างสปอร์ (bacterial spore) ทนร้อนและเป็นการช่วยลดระดับความรุนแรงของการใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อ สำหรับอาหารประเภทกรดต่ำ (low acid food) จากระดับ Commercial Sterilization ซึ่งต้องใช้อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส ลงเป็นแค่ระดับการพาสเจอไรซ์ (pasteurization) ซึ่งใช้ความร้อนอุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส ส่งผลดีต่อคุณภาพอาหารภายหลังการฆ่าเชื้อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และปลอดภัยจากจุลินทรีย์ก่อโรค สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานที่อุณหภูมิห้องโดยไม่ต้องเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (cold storage) (พิมพ์เพ็ญ, 2559)

กรดอินทรีย์ ที่นิยมใช้สำหรับปรับให้อาหารเป็นกรด ได้แก่ กรดซิตริก (citric acid)

2.4.1 กรดซิตริก (citric acid)

กรดซิตริกเป็นกรดอินทรีย์ ที่เป็นกรดอ่อนพบได้ทั่วไปในผักและผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว ในระยะแรกการผลิตกรดซิตริกทำโดยคั้นมะนาวเพื่อให้ได้น้ำมะนาวซึ่งมีกรดซิตริกประมาณร้อยละ 7-9 แต่ในปัจจุบันสามารถผลิตได้จากการหมักกากน้ำตาล โดยจุลินทรีย์ที่นิยมใช้ในการผลิตแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เชื้อรา *Aspergillus niger* และยีสต์ *Cadida lypolitica*

ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มนิยมใช้กรดซิตริกเพื่อเป็นสารปรับแต่งกลิ่นรส สารกันหืน สารกันเสีย และใช้ในการปรับสภาวะความเป็นกรดของอาหารให้เป็นอาหารปรับกรดเพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2553)



ภาพที่ 2.8 กรดซิตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloids)

ไฮโดรคอลลอยด์เป็นพอลิแซ็กไรด์หรือโปรตีนที่เป็นพอลิเมอร์จากการที่มีโมเลกุลเดี่ยวๆ มาต่อกัน ทำให้มีน้ำหนักโมเลกุลขนาดใหญ่ ทำหน้าที่เป็นสารให้ความหนืดและ/หรือทำให้เกิดเจล เพื่อปรับเนื้อสัมผัสต่างๆ หรือใช้เป็นสารก่อให้เกิดความคงตัวแก่ผลิตภัณฑ์ต่างๆในระหว่างการเก็บ (รุ่งนภา, 2555)

ชนิดของไฮโดรคอลลอยด์แบ่งตามหน้าที่ (ตารางที่ 2.1) และแบ่งตามแหล่งที่มา (ตารางที่ 2.2) ได้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 การแบ่งไฮโดรคอลลอยด์ตามหน้าที่

ไฮโดรคอลลอยด์	หน้าที่			
	สารให้ความข้นหนืด	สารทำให้เกิดเจล	สารให้ความคงตัว	สารอิมัลซิไฟเออร์
คาร์ราจีแนน	√	√	√	√
แซนแทนกัม	√	√		√
เจลแลนกัม	√	√	√	
กัวร์กัม	√	√		
โลคัส บีนกัม	√	√		
กัมอะราบิก	√		√	√
เพกทิน	√	√	√	
เซลลูโลส			√	√
ทรากาแคนธ์	√		√	√
อัลจีเนต	√		√	
อะก้าร์	√		√	

ที่มา: รุ่งนภา (2555)

ตารางที่ 2.2 การแบ่งไฮโดรคอลลอยด์ตามแหล่งที่มา

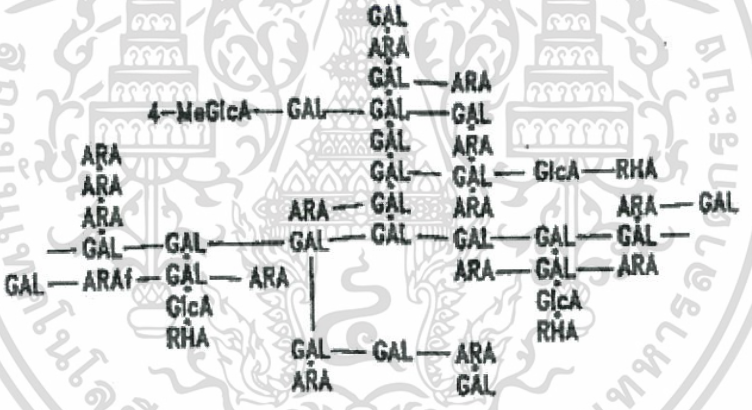
	แหล่งที่มา	**ไฮโดรคอลลอยด์**
พืช	ต้น	เซลลูโลส
	ยางจากต้น(exudates)	กัมอะราบิค กัมคารายา กัมทรากาแคนธ์
	ผล	สตาร์ช เพกติน เซลลูโลส
สาหร่าย	สาหร่ายสีแดง	วุ้น คาร์ราจีแนน
	สาหร่ายสีน้ำตาล	อัลจีเนต
จุลินทรีย์		แซนแทนกัม เคอร์ดแลน เดกซ์แทรน เจลแลนกัม เซลลูโลส
สัตว์		เจลาติน เคซีเนท โปรตีนเวย์ ไคโตแซน

ที่มา: รุ่งนภา (2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 กัมอะราบิก (Gum Arabic)

กัมอะราบิก หรือกัมอคาเซีย (Gum Acacia) เป็นกัม (gum) ซึ่งเป็นสารในกลุ่มไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) เป็นคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) ประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) มีโครงสร้างดังภาพที่ 2.9 กัมอะราบิก เป็นยาง (exudate) ที่ได้จากต้นไม้สกุลอะคาเซีย (Acacia) เช่น Acacia senegal และ Acacia seyal น้ำยางจะไหลเกาะกันเป็นก้อน เมื่อโดนความร้อนจากแสงแดดจะแห้งและแข็งตัว มีลักษณะใสคล้ายแก้วเกาะอยู่ตามกิ่งก้านและลำต้นของพืช มีสีขาวใสจนถึงสีเหลืองอำพัน ดังภาพที่ 2.9 ยางที่ได้จะถูกนำมาบดให้เป็นผงละเอียด ดังภาพที่ 2.11 กัมอะราบิกละลายได้ดีในน้ำ สามารถละลายได้ที่ความเข้มข้นสูงถึงร้อยละ 55 สารละลายที่ได้จะมีลักษณะใส ความหนืดต่ำ มีสีตั้งแต่เหลืองอ่อนไปจนถึงสีน้ำตาลส้ม และความหนืดของกัมอะราบิกยังคงตัวอยู่ที่ช่วง pH 4-10 กัมอะราบิกถูกนำมาใช้มากที่สุดในกลุ่มของไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากพืช เพราะละลายได้ดีในน้ำและทนต่อ pH แต่กัมที่ได้จาก Acacia Senegal จะมีโครงสร้างที่เป็นกิ่งแขนงมากและโมเลกุลอัดกันแน่น จึงทำได้สารละลายที่ข้นหนืดเมื่อมีความเข้มข้นสูง (ดุษฎี, 2559)



ภาพที่ 2.9 โครงสร้างของ Gum Acacia: GAL = Galactose, ARA = Arabinose, GlcA = Glucuronic acid, RHA = Rhamnose, 4-MeGlcA = 4-O-methylglucuronic acid

ที่มา: ดุษฎี (2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.10 ยางต้นอะคาเซีย
ที่มา: Barbier (2016)

ภาพที่ 2.11 กัมอะราบิก

กัมอะราบิกเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่ USFDA จัดเป็น Generally Recognized as Safe แต่ให้ใช้ในปริมาณที่จำกัดในอาหาร (GRAS/FS) โดยใช้เพื่อทำให้อิมัลชันคงตัว (Emulsifier) เช่น ในน้ำผลไม้ กัมอะราบิกจะทำหน้าที่เป็น clouding agent ทำให้เกิดความขุ่นเหมือนมีเนื้อผลไม้ ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ กัมอะราบิกจะช่วยทำให้เนื้อเรียบเนียน ลดการเกิดฟองอากาศและช่วยกักเก็บน้ำ ขนมจะนุ่ม ไม่แห้งแข็ง ใช้เป็นสารทดแทนไขมันได้ เนื่องจากสมบัติการเป็นอิมัลซิไฟเออร์ ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสนุ่ม เนียน คล้ายไขมัน และชะลอการเกิดกลิ่นหืน, Bulking agent, Carrier ใช้เพื่อการทำ flavor encapsulation โดยจะช่วยกักเก็บ ป้องกันการระเหยและสลายตัวของสารให้กลิ่นรส, Glazing agent ช่วยเคลือบบนผิวอาหารป้องการการระเหยของสารให้กลิ่นรสและป้องกันการเกิด oxidation ของอาหาร, สารเพิ่มความข้นหนืด (thickening agent), สารเพิ่มความคงตัว (stabilizing agent) เช่น ในอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์ กัมอะราบิกจะช่วยทำให้ฟองเบียร์มีความคงตัว และป้องกันการตกผลึกของน้ำตาลในลูกอมหรือลูกกวาด (พิมเพ็ญ, 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

น้ำอ้อยคั้นสด พันธุ์สิงคโปร์ เก็บเกี่ยวช่วงเดือน มกราคม-พฤษภาคม (2559)

3.1.2 สารเคมี

1. กรดซิตริก (Citric Acid Andydrous), Food grade, Chemipan Corporation Co., Ltd, China
2. กัมอะราบิก (Gum Arabic), Food grade, Chemipan Corporation Co., Ltd, Germany
3. ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein)
4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide solution)
5. น้ำกลั่น (Distilled water)
6. Plate Count Agar, Difco™, France
7. เปปโตน (Peptone)

3.2 อุปกรณ์

1. เครื่องแก้ว
2. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) : S230 SevenCompact™ conductivity, Mettler Toledo, Switzerland
3. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง : ML204/01, Mettler Toledo, Switzerland
4. เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง : PB3002-L, Mettler Toledo, Switzerland
5. เครื่องนับจำนวนโคโลนี : COLONY COUNTER Type COLONY STAR Funke Gerber, Germany
6. ตู้เขี่ยเชื้อ: AstecMicroflow, UK
7. ตู้บ่มเชื้อ: Memmert, Germany
8. เครื่องผสมละลาย (Vortex Mixer) : Wiggen Hauser, Germany
9. เครื่องวัดสีแบบสารละลาย(Hunter lab) : ColorQuest XE Spectrophotometer Color Global, US
10. เครื่องวัดความหนืด (Rheometer) : DVIII Ultra, Brookfield, USA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) : Tomy, รุ่น SS-325, Japan
12. เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Pocket Refractometer) : AGATO, Japan
13. หม้อสแตนเลส ขนาด 26 เซนติเมตร : Zebra, Thailand
14. หม้อสแตนเลส ขนาด 32 เซนติเมตร : Zebra, Thailand

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำอ้อยสด

นำน้ำอ้อยสดมาวิเคราะห์องค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง
2. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Total Soluble Solid) ด้วยเครื่อง Pocket Refractometer
3. ปริมาณกรดทั้งหมด (Total acidity) ด้วยวิธีการไตเตรท (ภาคผนวก ข.3)
4. ค่าสี ด้วยเครื่องวัดสีแบบสารละลาย (Hunter lab) (ภาคผนวก ก.1)

3.3.2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการยืดอายุและการปรับปรุงคุณภาพน้ำอ้อย

3.3.2.1 ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการพาสเจอไรซ์น้ำอ้อย

โดยนำน้ำอ้อยสดมาทดลองให้ความร้อนที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 75, 80 และ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาทีจากนั้นทำการบรรจุลงขวดแก้วปิดฝาให้สนิท แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำตัวอย่างที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพต่าง ๆ ดังนี้

1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (AOAC, 2000)
2. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Total Soluble Solid) ด้วยเครื่อง Pocket Refractometer
3. ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) ด้วยเครื่องวัด a_w

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Ducan's Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ที่ระดับความเชื่อมัน 95% เพื่อเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตน้ำอ้อยพร้อมดื่ม

3.3.2.2 ศึกษาการปรับค่าความเป็นกรดที่เหมาะสมในการยืดอายุการเก็บน้ำอ้อย

โดยนำน้ำอ้อยมาปรับค่าความเป็นกรดด้วยกรดซิตริกต่างกัน 3 ระดับ คือร้อยละ 0.06, 0.07 และ 0.08 เพื่อให้น้ำอ้อยมีค่าความแป็นกรด- ด่างน้อยกว่า 4.5 ก่อนนำไปให้ความร้อนให้ความร้อนโดยใช้อุณหภูมิที่ได้จากข้อ 3.3.2.1 การปรับกรดทำโดยหาปริมาณกรดเริ่มต้นของน้ำอ้อย ตามภาคผนวก ข.3 จากนั้นทำการคำนวณหาปริมาณกรดซิตริกที่ต้องเติมลงไปในน้ำอ้อย โดยใช้การคำนวณด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีเพียร์สัน สแควร์ (Pearson's square) (ภาคผนวก ฉ) จากนั้นนำน้ำอ้อยที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพต่าง ๆ ดังนี้

1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (AOAC, 2000)

2. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Total Soluble Solid) ด้วยเครื่อง Pocket Refractometer

3. ปริมาณกรดทั้งหมด (Total acidity) ด้วยวิธีการไตเตรท

4. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) โดยประเมินความชอบด้าน สี กลิ่น-รส ความหวาน ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ในข้อ 1 ถึง 3 ส่วนการทดสอบทางประสาทสัมผัสใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Ducan's Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพื่อคัดเลือกปริมาณกรดซิตริกที่เหมาะสมในการผลิตน้ำอ้อยพร้อมดื่ม

3.3.2.3 การปรับปรุงคุณภาพด้านลักษณะปรากฏของน้ำอ้อยพร้อมดื่ม

นำน้ำอ้อยที่ผ่านการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างจากข้อ 3.3.2.2 มาทำการเติมกัมอะราบิก ในปริมาณที่แตกต่างกันคือ ร้อยละ 1.25 และ 1.50 จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการพาสเจอไรซ์แล้วบรรจุลงภาชนะนำไปต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำตัวอย่างที่ได้มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) โดยประเมินความชอบด้าน สี กลิ่นรส ความหวาน ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Ducan's Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพื่อหาปริมาณกัมอะราบิกที่เหมาะสมในการผลิตน้ำอ้อยพร้อมดื่ม

3.3.3 ศึกษาอายุการเก็บน้ำอ้อยพร้อมดื่ม

โดยนำน้ำอ้อยพร้อมดื่มที่ผลิตโดยใช้ที่ผ่านกระบวนการตามข้อ 3.3.2 มาเก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 วัน สุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ทุก 15 วัน โดยนำมาตรวจสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ความเป็นกรด-ด่าง (AOAC, 2000)

2. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Total Soluble Solid) ด้วยเครื่อง Pocket Refractometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปริมาณกรดทั้งหมด (Total acidity) ด้วยวิธีการไตเตรท

4. ค่าสี ด้วยเครื่องวัดสีแบบสารละลาย (Hunter lab)

5. วัดความหนืดด้วยเครื่อง เครื่องวัดความหนืด (Rheometer) : DVIII Ultra, Brookfield

6. ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.122/2554) เรื่องน้ำอ้อย (ภาคผนวก จ.1)

7. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) ประเมินความชอบด้านสี กลิ่น-รส ความหวาน ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ในข้อ 1 ถึง 6 การทดสอบทางประสาทสัมผัสข้อ 7 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Ducan's Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพื่อหาอายุการเก็บน้ำอ้อยพร้อมดื่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 องค์ประกอบของน้ำอ้อยสด

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพของน้ำอ้อยสดเพื่อหาองค์ประกอบของน้ำอ้อยสดก่อนจะนำมาผ่านกระบวนการต่าง ๆโดยทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง, ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด, ค่าความเป็นกรด, ความหนืดและค่าสี ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณคุณภาพทางเคมีของน้ำอ้อยสดก่อนผ่านกระบวนการ

องค์ประกอบ	ปริมาณ
ความเป็นกรด-ด่าง	5.34±0.09
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์)	14±1.41
ค่าความเป็นกรด (ร้อยละ)	0.04
ค่าสี	
ค่าความสว่าง (L*)	97.58
ค่าสีเขียว-แดง (a*)	-0.44
ค่าสีน้ำเงิน-เหลือง (b*)	4.59

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของน้ำอ้อยสดก่อนผ่านกระบวนการ พบว่าน้ำอ้อยสดมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.34±0.09 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด คือ 14.00 องศาบริกซ์ และค่าความเป็นกรดร้อยละ0.04และค่าสีของน้ำอ้อยสดมีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 97.58 ค่าสีเขียว-แดง (a*) เท่ากับ -0.44 และ ค่าสีน้ำเงิน-เหลือง (b*) เท่ากับ 4.59 ซึ่งน้ำอ้อยสดมีสีเขียวอมเหลืองและมีความสว่างซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Lo และคณะ, 2007) ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำอ้อยสดพันธุ์สิงคโปร์พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.13±0.07 และมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 14.4±1.6 องศาบริกซ์ ดังนั้นจึงกำหนดคุณภาพน้ำอ้อยสดก่อนผ่านกระบวนการให้มีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 4-6 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้อยู่ในช่วง 13-15 องศาบริกซ์ เพื่อใช้เป็นควบคุมคุณภาพของน้ำอ้อยเพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

148889

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลของอุณหภูมิในการพาสเจอไรซ์น้ำอ้อย

จากการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการพาสเจอไรซ์น้ำอ้อยโดยใช้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน ได้แก่ 75, 80 และ 85 องศาเซลเซียส และให้ความร้อนเป็นเวลา 15 นาที นำน้ำอ้อยที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่างกันมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ดังนี้ ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ค่าความเป็นกรดด่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลของอุณหภูมิที่มีต่อคุณภาพทางเคมีของน้ำอ้อย

อุณหภูมิในการให้ความร้อน (องศาเซลเซียส)	ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้[ns]	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)
สด	0.98±0.00	5.37±0.01[a]	13.13±0.06[a]
75	0.98±0.00	5.35±0.01[b]	14.80±0.10[c]
80	0.98±0.00	5.36±0.00[b]	14.50±0.10[b]
85	0.98±0.00	5.36±0.00[ab]	14.80±0.00[c]

หมายเหตุ [ns]ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

[*a-c]อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

จากการวิเคราะห์ผลทางเคมีกายภาพของน้ำอ้อยที่ใช้อุณหภูมิในการพาสเจอไรซ์แตกต่างกัน พบว่าค่าค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) (ตารางที่ 4.2) จากผลที่ได้จะเห็นว่าน้ำอ้อยที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสม เนื่องจากเมื่อผ่านการให้ความร้อน มีปริมาณองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับน้ำอ้อยสดมากที่สุดนอกจากนี้การใช้อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสขึ้นไป ในการฆ่าเชื้อสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โพ-ลีฟีนอลออกซิเดสได้ (Kunitake และคณะ, 2014) ซึ่งโพลีฟีนอลออกซิเดสจะเป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่มีเอนไซม์มาเกี่ยวข้องซึ่งเป็นต้นเหตุของการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของน้ำอ้อยระหว่างการเก็บ

4.3 ผลของการปรับค่าความเป็นกรดต่อคุณภาพของน้ำอ้อยพร้อมดื่ม

ในการยืดอายุผลิตภัณฑ์น้ำอ้อยพร้อมดื่ม จะต้องทำการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำอ้อยให้มีค่าต่ำกว่า 4.6 เพื่อลดระดับความรุนแรงในการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อ เนื่องจากน้ำอ้อยเป็นอาหารประเภทกรดต่ำ โดยกำหนดปริมาณกรดทั้งหมดที่ต้องการปรับ ได้แก่ ร้อยละ 0.06, 0.07 และ 0.08 และคำนวณปริมาณกรดซิตริกที่ต้องเติมตามที่กำหนดไว้โดยใช้การคำนวณ (ภาคผนวก ฉ) โดยหลังจากทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรับกรดและนำไปผ่านกระบวนการให้ความร้อน จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ และวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.3 ถึง 4.4

ตารางที่ 4.3 ผลของปริมาณกรดทั้งหมดที่มีต่อคุณภาพทางเคมีของน้ำอ้อยที่ผ่านการพาสเจอไรซ์

ค่าความเป็นกรดที่ปรับก่อนให้ความร้อน (ร้อยละ)	ความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด^{ns} (องศาบริกซ์)	ความเป็นกรดหลังผ่านการให้ความร้อน^{ns} (ร้อยละ)
0.06	4.36±0.01^{a}	14.70±0.00	0.06±0.00
0.07	4.17±0.01^{b}	14.90±0.28	0.07±0.01
0.08	4.03±0.02^{c}	14.60±0.14	0.08±0.00

หมายเหตุ ^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

$^{a-c}$อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

จากการศึกษาผลของปริมาณกรดซิตริกที่เติมลงในน้ำอ้อยที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่มีต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพ ดังตารางที่ 4.3 พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและความเป็นกรดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องมาจากปริมาณกรดซิตริกที่เติมนั้นมีปริมาณน้อยเกินที่จะทำให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีความแตกต่างกัน และความร้อนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากปริมาณกรดซิตริกที่เติมมีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยจะแตกตัวให้อนุมูลกรด (H^{+}) และพบว่าการใช้ปริมาณกรดซิตริกมากขึ้น ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำลง ทั้งนี้การปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารให้ต่ำกว่า 4.6 จะทำให้สามารถใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อที่ต่ำลงได้ ซึ่งจะส่งผลดีต่อคุณภาพของอาหาร

ตารางที่ 4.4 ผลของปริมาณกรดทั้งหมดที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำอ้อยที่ผ่านการพาสเจอไรซ์

คุณลักษณะ	ปริมาณกรดทั้งหมดที่ต้องการ (ร้อยละ)		
	0.06	0.07	0.08
สี^{ns}	6.77±1.30	6.93±1.17	6.58±1.48
กลิ่นรส	6.97±1.35^{a}	6.73±1.17^{ab}	6.30±1.73^{b}
ความหวาน	6.87±1.68^{a}	6.63±1.45^{a}	5.77±1.63^{b}
ความเปรี้ยว	6.73±1.55^{a}	6.47±1.48^{a}	5.13±1.98^{b}
ความชอบรวม	7.27±1.22^{a}	6.87±1.20^{a}	5.40±1.73^{b}
การยอมรับ	ร้อยละ 100	ร้อยละ 100	ร้อยละ 100

หมายเหตุ ^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

$^{a-b}$อักษรที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของน้ำอ้อยปรับกรด ซึ่งมีความเป็นกรดทั้งหมดต่างกัน 3 ความเข้มข้น พบว่าการปรับกรดไม่มีผลต่อความชอบด้านสี แต่การใช้กรดร้อยละ 0.08 ส่งผลต่อความชอบด้านกลิ่นรส, ความหวาน, ความเปรี้ยวและความชอบรวม ของน้ำอ้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ตัวอย่าง

จากการทดลองจะพบว่าการปรับกรดส่งผลต่อคุณภาพของน้ำอ้อย ในการเลือกความเป็นกรดที่เหมาะสม คือ การปรับกรดร้อยละ 0.07 ซึ่งทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำอ้อยต่ำกว่า 4.5 โดยมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสน้อยที่สุด

4.4 ผลของกัมอะราบิกที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสและความหนืดของน้ำอ้อย

น้ำอ้อยพาสเจอไรซ์โดยใช้อุณหภูมิในการให้ความร้อน 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาทีและปรับกรดโดยใช้กรดซิตริก ถูกนำมาศึกษาผลของปริมาณกัมอะราบิก โดยเติมกัมอะราบิกความเข้มข้นต่างกัน ได้แก่ ร้อยละ 1.25 และร้อยละ 1.50 จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสและวิเคราะห์ความหนืด ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 ค่าความหนืดของน้ำอ้อยสดและน้ำอ้อยที่มีการเติมกัมอะราบิกในความเข้มข้นที่ต่างกัน

ความเข้มข้นกัมอะราบิก (ร้อยละ)	ค่าความหนืด (cP)
0	7.68 ± 0.24^{a}
1.25	8.72 ± 0.10^{ab}
1.5	9.01 ± 1.04^{b}

หมายเหตุ ^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

$^{a-b}$ อักษรที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการศึกษาผลของปริมาณกัมอะราบิกที่มีต่อความหนืดของน้ำอ้อย พบว่าการเติมกัมอะราบิกในปริมาณที่มากขึ้นทำให้น้ำอ้อยมีความหนืดเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.5) จากการศึกษาผลของปริมาณกัมอะราบิกที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำอ้อยพาสเจอไรซ์ที่ผ่านการปรับกรดโดยเติมกัมอะราบิกที่ความเข้มข้นต่างกัน พบว่าการเติมกัมอะราบิกไม่มีผลต่อคุณลักษณะของน้ำอ้อยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบยอมรับน้ำอ้อยทั้ง 2 ตัวอย่างและสามารถเลือกปริมาณกัมอะราบิกที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.25 หรือร้อยละ 1.50 ได้ทั้งสองความเข้มข้น (ตารางที่ 4.6) แต่จากการสังเกตจะเห็นว่าการใช้กัมอะราบิกเข้มข้นร้อยละ 1.50 ช่วยทำให้น้ำอ้อยมีการตกตะกอนน้อยกว่าการใช้กัมอะราบิกเข้มข้นร้อยละ 1.25 จึงเลือกใช้กัมอะราบิกเข้มข้นร้อยละ 1.50 ในการศึกษาอายุการเก็บต่อไปเนื่องจากมีลักษณะปรากฏที่ดีกว่าและช่วยไม่ให้เกิดตะกอนในผลิตภัณฑ์ได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ Chung และคณะ (2016) ซึ่งศึกษาผลของกัมอะราบิกในเครื่องดื่มน้ำแครอทม่วงซึ่งใช้กัมอาระบิกอยู่ในช่วงความเข้มข้นร้อยละ 1.25-1.50 เช่นกัน

ตารางที่ 4.6 ผลของการศึกษาผลของปริมาณกัมอะราบิกที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำอ้อยพาสเจอไรซ์ที่ผ่านการปรับกรด

คุณลักษณะ	ความเข้มข้นกัมอะราบิก (ร้อยละ)	
	1.25	1.50
สี^{ns}	7.06±1.08	6.93±1.04
กลิ่นรส^{ns}	6.26±1.20	6.63±0.96
ความหวาน^{ns}	6.30±0.91	6.33±1.26
ความเปรี้ยว^{ns}	6.23±1.09	6.13±1.19
ความหนืด^{ns}	6.43±1.07	6.50±1.07
การยอมรับ	ร้อยละ 100	ร้อยละ 100

หมายเหตุ ^{ns}ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P> 0.05)

4.5 อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำอ้อยพร้อมดื่ม

เมื่อได้สภาวะที่เหมาะสมในการยืดอายุและปรับปรุงคุณภาพน้ำอ้อยแล้ว จึงนำน้ำอ้อยที่ผ่านกระบวนการการปรับกรดร่วมกับการให้ความร้อนและเติมไฮโดรคอลลอยด์มาทำการเก็บรักษาเพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยทำการเก็บรักษาน้ำอ้อยไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 60 วัน และสุ่มมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพและจุลินทรีย์ทุกๆ 15 วัน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลง ซึ่งได้ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.7 และ ตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.7 ผลของระยะเวลาในการเก็บที่มีต่อคุณภาพของน้ำอ้อยพร้อมดื่ม

ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	ความเป็นกรด-ด่าง^{ns}	ปริมาณกรดทั้งหมด^{ns}	ความหนืด (cP)	ค่าสี		
					L*	a*^{ns}	b*^{ns}
0	15.00±0.14^{a}	4.22±0.01	0.09	1.41±0.00^{b}	96.8950^{a}	0.135	4.605
15	15.05±0.21^{ab}	4.23±0.06	0.08	2.09±0.36^{a}	95.1800^{a}	0.505	5.98
30	14.65±0.70^{c}	4.18±0.03	0.09	0.31±0.00^{c}	97.5000^{a}	0.31	3.175
45	14.95±0.70^{abc}	4.21±0.01	0.09	0.20±0.01^{c}	97.0950^{a}	0.38	3.08
60	14.60±0.00^{c}	4.21±0.21	0.09	0.65±0.01^{c}	92.8100^{b}	0.155	3.56

หมายเหตุ ^{ns}ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P> 0.05)

$^{a-c}$อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P ≤ 0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาผลของระยะเวลาในการเก็บที่มีต่อคุณภาพของน้ำอ้อยพร้อมดื่ม พบว่า ระยะเวลาในการเก็บไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ระยะเวลาการเก็บมีผลทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) (ตารางที่ 4.7) การลดลงของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำอ้อยเป็นผลมาจาก การไฮโดรไลซิสของน้ำตาลซูโครสที่มีในน้ำอ้อย โดยที่น้ำตาลซูโครสจะเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลชนิดอื่นโดยการไฮโดรไลซิสอาจเกิดจากกรดหรือเอนไซม์ (Krishnakumar และคณะ, 2013) ความหนืดของน้ำอ้อยมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) อาจเป็นผลมาจากการสูญเสียเสถียรภาพของกัมอะราบิกที่เติมลงไปจึงทำให้ความหนืดของน้ำอ้อยมีค่าลดลงเมื่อเวลาผ่านไป เมื่อเวลาผ่านไป 60 วันพบว่าค่าสีของน้ำอ้อย ในส่วนของค่าความสว่าง (L*) มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยมีแนวโน้มลดลง ส่วนค่าสีเขียว-แดง (a*) และค่าสีน้ำเงิน-เหลือง (b*) นั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนค่าความสว่างเมื่อเวลาผ่านไปพบว่าน้ำอ้อยมีค่าความสว่างลดลง คือ มีสีคล้ำขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kunitake และคณะ (2014) น้ำอ้อยมีสีคล้ำขึ้นเนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์จากการออซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิก หรือ ปฏิกิริยาที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ ได้แก่ ปฏิกิริยาเมลลาร์ดที่เกิดจากความร้อนและน้ำตาลรีดิวซ์ที่มีในน้ำอ้อย

ตารางที่ 4.8 ผลของระยะเวลาในการเก็บที่มีต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำอ้อยพร้อมดื่ม

ระยะเวลา(วัน)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/ml)
0	<30
15	<30
30	<30
45	<30
60	<30

จากตารางที่ 4.8 แสดงผลของระยะเวลาในการเก็บที่มีต่อคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำอ้อยพร้อมดื่ม พบว่าระยะเวลาในการเก็บไม่ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยจะมีปริมาณน้อยกว่า 30 cfu/ml เป็นผลมาจากความร้อนที่ใช้สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่มีในน้ำอ้อยได้ทั้งหมด สอดคล้องกับการทดลองของ Yasmin และคณะ (2010) คือไม่มีการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำอ้อยเมื่อผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 120 วัน และตลอดระยะเวลาการเก็บเชื้อจุลินทรีย์ไม่เกิน 30 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำอ้อยพร้อมดื่มซึ่งกำหนดให้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน $1x10^4$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 คะแนนความชอบของน้ำอ้อยพร้อมดื่มเมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 60 วัน

วัน	ตัวอย่าง	คุณลักษณะ						
		สี	กลิ่น-รส	ความหวาน	ความเปรี้ยว	ความหนืดns	ความชอบรวม	การยอมรับ
0	ควบคุม	7.25±1.08^{a}	7.44±1.47^{a}	7.38±1.08^{a}	7.19±1.22^{a}	7.45±1.43	7.37±0.25^{a}	ร้อยละ 100
	ทดลอง	7.42±0.78^{a}	7.31±1.03^{a}	6.77±0.82^{b}	6.47±1.05^{b}	7.02±1.20	6.84±0.83^{a}	ร้อยละ 100
15	ควบคุม	7.50±0.86^{a}	7.53±0.81^{a}	7.20±1.03^{a}	6.80±1.27^{a}	7.43±1.00	7.46±0.86^{a}	ร้อยละ 100
	ทดลอง	6.66±1.06^{b}	6.3±1.24^{b}	6.13±1.33^{b}	6.20±1.27^{b}	7.10±0.92	6.63±0.99^{b}	ร้อยละ 100
30	ควบคุม	7.13±1.95^{a}	7.50±0.68^{a}	7.36±0.92^{a}	7.10±0.99^{a}	7.63±1.12	7.30±1.20^{a}	ร้อยละ 100
	ทดลอง	7.00±0.87^{a}	7.30±0.91^{a}	7.40±1.16^{a}	6.86±1.10^{a}	7.30±0.91	7.23±1.13^{a}	ร้อยละ 90
45	ควบคุม	6.66±1.12^{b}	7.27±0.78^{a}	7.10±0.84^{a}	6.93±0.78^{a}	7.33±1.37	7.13±0.89^{a}	ร้อยละ 100
	ทดลอง	6.50±1.28^{b}	6.83±1.21^{b}	6.83±1.21^{b}	6.43±1.10^{b}	6.93±1.14	6.87±1.11^{a}	ร้อยละ 86
60	ควบคุม	7.37±1.03^{a}	7.53±0.86^{a}	7.70±1.09^{a}	7.27±0.87^{a}	7.43±1.14	7.60±0.86^{a}	ร้อยละ 100
	ทดลอง	6.40±1.13^{b}	6.47±1.04^{b}	6.73±1.05^{b}	6.40±0.93^{b}	7.07±1.11	6.60±0.81^{b}	ร้อยละ 80

หมายเหตุ ^{ns}ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

$^{a-b}$ อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

จากการศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บที่มีต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสด้านความชอบของน้ำอ้อยพร้อมดื่ม พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นมีผลทำให้น้ำอ้อยพร้อมดื่มมีคะแนนความชอบด้านสี, กลิ่นรส, ความหวาน ความเปรี้ยว และความชอบรวมของน้ำอ้อยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยในวันที่ 60 มีคะแนนความชอบน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม จากผลที่ได้อาจเกิดจากระหว่างการเก็บมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำอ้อยซึ่งส่งผลต่อรสชาติ และลักษณะปรากฏของน้ำอ้อย ส่วนคะแนนความชอบด้านความหนืด ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม อาจเป็นเพราะมีการเปลี่ยนแปลงความหนืดน้อยจนผู้ทดสอบจะสามารถรับรู้ได้ ส่วนการยอมรับของผู้ทดสอบ พบว่าเมื่อเวลาผ่านไปการยอมรับของผู้ทดสอบมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับการยอมรับในตัวอย่างควบคุม (ตารางที่ 4.9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 น้ำอ้อยสด มีค่าความเป็นกรดด่าง อยู่ในช่วง 5.34±0.09 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด อยู่ในช่วง 14±1.41 ค่าความเป็นกรดเท่ากับ ร้อยละ 0.04 และค่าสี พบว่า น้ำอ้อยสดมีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 97.58 ค่าสีเขียว-แดง (a*) เท่ากับ -0.44 และ ค่าสีน้ำเงิน-เหลือง (b*) เท่ากับ 4.59

5.1.2 สภาวะในการพาสเจอไรซ์น้ำอ้อยที่เหมาะสม คือ อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

5.1.3 การปรับค่าความเป็นกรดที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 0.07

5.1.4 ปริมาณกัมอะราบิกที่เหมาะสมในการปรับปรุงลักษณะปรากฏของน้ำอ้อยเพื่อลดการตกตะกอนและผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดคือ คือ ร้อยละ 1.50

5.1.5 น้ำอ้อยพร้อมดื่มเมื่อผ่านกระบวนการที่เหมาะสมแล้ว สามารถเก็บได้อย่างน้อย 60 วันที่อุณหภูมิห้อง

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษาการปรับปรุงสีของน้ำอ้อยหลังผ่านกระบวนการการให้ความร้อนเพื่อให้มีความเข้มเท่ากันในทุก ๆ ครั้งที่ผลิต

5.2.2 ศึกษาการปรับปรุงกลิ่นรสของน้ำอ้อยหลังผ่านกระบวนการการให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2539. กระบวนการแปรรูปอาหาร Food processing. กรุงเทพฯ: ภาควิชาอุสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เกษม สุขสถาน. 2521. โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เล่มที่ 5 เรื่องที่ 3 อ้อย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=5&chap=3&page=chap3.htm. 14 เมษายน 2559.

กระทรวงสาธารณสุข. 2556. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๓๕๖) พ.ศ. ๒๕๕๖ เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://iodinethailand.fda.moph.go.th/food/law/data/announ_moph/P356.pdf. 7 เมษายน 2559

เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง. 2547. อ้อย: เอกสารวิชาการ ลำดับที่ 9/2547. กรุงเทพฯ. กรมวิชาการเกษตร สถาบันวิจัยพืชไร่.

ดุษฎี อุตภาพ. 2559. บทที่ 4 สมบัติทางเคมีของคาร์โบไฮเดรท-ไฮโดรคอลลอยด์ และการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://eu.lib.kmutt.ac.th/elearning/Courseware/BCT611/chapter4.html. 14 เมษายน 2559.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2559. Acidified food / อาหารปรับกรด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0585/acidified-food-อาหารปรับกรด

พันธิตร์ มะลิสุวรรณ บรรณาธิการ. 2548. คู่มือการเพิ่มผลผลิตชุดการปลูกอ้อยและวิธีเพิ่มผลผลิตให้ได้ 25-30 ตันต่อไร่. กรุงเทพฯ. ยูทีไลซ์.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต บรรณาธิการ. 2555. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเกษตร.กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมโภช เปลี่ยนบางยาง. 2540. การพาสเจอร์ไรซ์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://web.ku.ac.th/schoolnet/snet4/cell/past.htm. 14 เมษายน 2559.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2553. ข้อมูลกรดซิตริก [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.ocsb.go.th/upload/journal/fileupload/146-6034.pdf. 18 เมษายน 2559.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2554. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.122/2554) : น้ำอ้อย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps122_54.pdf. 14 เมษายน 2558.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th ed. Gaintherburg, Maryland: Association of Official Analytical Chemists.

Baldry, B. 2013. Sugarcane: Cooking with Asian ingredients at home. [Online]. Available: http://www.expatliving.sg/Wine_and_dine/recipes/Sugarcane-Cooking-with-Asian-ingredients-at-home-4569.ece. 7 April 2016.

Barbier, E. 2016. Gum Arabic. [Online]. Available: http://www.resolutionpossible.co.uk/wp-content/uploads/2012/09/Gumarabic-accaciatree-The-Guardian.jpg. 7 April 2016.

Chung, C., Rojanasasithara, T., Mutilangi, M. and McClements, J.D. 2016. Enhancement of colour stability of anthocyanins in model beverages by gum arabic addition. Food Chemistry 201(2016): 14–22.

Currie, M. 2014. Sugar cane at Rhumerie De Chamarel, Mauritius. [Online]. Available: http://www.photoshelter.com/img-get/I0000WOpOhE6yLF8/s/960/640/Sugar-Cane-Rhumerie-de-Chamarel-Mauritius-5D3A7053.jpg. 7 April 2016.

Friesema, F. 2011. What's In Season at the Farmers Markets: Sugar Cane + Making Your Own Sugar From Zombie Survivalist Max Brooks. [Online]. Available: http://images2.laweekly.com/imager/black-sugar-cane-from-central-valley-farme/u/original/4219038/sugarcane2.jpg. 7 April 2016.

Grassl, C.O. 1968 . *Saccharum* names and their interpretation. Processing of the International Society of Sugar cane Technology. 13.

Hollonds, K. 2016. YEO'S Sugarcane Drink. [Online]. Available: http://whatcanieat.com.au/p/food/asian/yeo-hiap-seng-yeos-sugarcane-drink. 7 April 2016.

Khare, A., Lal, B.A., Singh, A and Singh, P.A. 2012, Shelflife Enhancement of Sugarcane Juice. Croatian Journal of Food Technology. Biotechnology and Nutrition. 7 (3-4): 179-183.

Krishnakumar, T., Thamilselvi, C. and Devadas, C.T. 2013. Effect of delayed extraction and storage on quality of sugarcane juice. African Journal of Agricultural Research. 8(10): 930-935.

Kunitake, M., Ditchfield, C., Silva, C. and Petrus, R. 2014. Effect of Pasteurization Temperature on Stability of an Acidified Sugarcane juice beverage. Ciênç Agrotec. 6 (2014): 554-561.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lo, W.M., Chua, L.S.T., Alkarhhi, A.F.M. and Azhar, M.E. 2007. Evaluation of Freeze-concentrated Sugar can officinarum juice. Journal of Tropical Agriculture and Food Sciences. 35(1)(2007): 121-129.

Sankhla, S., Chaturvedi, A., Kuna, A. and Dhanlakshmi, K. 2012. Preservation of Sugarcane Juice Using Hurdle Technology. Sugar Tech 14(2012): 26-39.

Sugarcane Island Juice Company. 2016. RAW SUGARCANE JUICE. [Online]. Available: http://www.sugarcaneisl.com/products-page/. 7 April 2016.

Uribe, R. 2006. Sugarcane. [Online]. Available: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/29/Cut_sugarcane.jpg. 7 April 2016.

U.S FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. 2015. Food and Drugs. [Online]. Available: http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=c6dc6bf1d26659ae7c0b4a6dfaae4dc6&mc=true&node=pt21.3.184&rgn=div5#se21.3.184_11033. 26 May 2016.

Vegara, S., Martí, N., Mena, P., Saura, D. and Valero, M. 2013. Effect of Pasteurization process and Storage on color and Shelf-life of Pomegranate juices. LWT-Food Science and Technology 54: 592-596.

Yasmin, A., Masood, S. and Abid, H. 2010. Biochemical analysis and Sensory evaluation of Naturally preserved Sugarcane juice. Pak. J. Biochem. Mol. Biol. 43: 144-145.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ทางกายภาพ

ก.1 การวัดสี โดยเครื่องวัดสีแบบสารละลาย (Hunter lab รุ่น ColorQuestXE)

1.1 เตรียมตัวอย่างน้ำอ้อย

1.2 เสียบปลั๊กแล้วเปิดเครื่องวัดสี พร้อมทั้งเปิดคอมพิวเตอร์

1.3 ทำการ Standardize

1.4 ทำการวัดค่าสี โดยเลือกสเกลที่จะใช้งาน วัดค่า Standard และ วัดค่า Sample

1.5 บันทึกค่าสีในค่า L*, a* และ b*

โดยค่า	L* คือ	ค่าความสว่าง	มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100
	a* คือ	ค่าสีแดงและสีเขียว	เมื่อ a* มีค่าเป็นบวกเป็นสีแดง
			เมื่อ a* มีค่าเป็นลบเป็นสีเขียว
	b* คือ	ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน	เมื่อ b* มีค่าเป็นบวกเป็นสีเหลือง
			เมื่อ b* มีค่าเป็นลบเป็นสีน้ำเงิน

ภาพที่ ก.1 เครื่องวัดสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2 การวัดความหนืด

อุปกรณ์

1. เครื่อง Brookfield Viscometer รุ่น DV III ULTRA
2. Spindle No. 18

วิธีการ

1. เสียบปลั๊กแล้วเปิดสวิตซ์ด้านหลังเครื่อง
2. หลังจากเปิดเครื่อง เครื่องจะทำการ Autozero ขั้นตอนจะแสดงบนหน้าจอของเครื่อง ให้ปฏิบัติตามขั้นดังกล่าวที่แสดงบนหน้าจอ
3. ติดตั้ง Guard และ หัว Spindle
4. ปิเปตตัวอย่าง 6 มล. ลงใน Chamber แล้วสวมเข้าใน Water Jacket
5. เลือก Select SPDL เพื่อกำหนดหมายเลขของ Spindle ที่ใช้ แล้วกด Enter
6. กำหนดความเร็วรอบในการหมุนโดยเริ่มจากน้อยไปมาก จากการกดตัวเลขบนเครื่องแล้วกด Enter
7. จากนั้นกดปุ่ม Motor on/off เพื่อให้เครื่องทำงาน
8. ค่าต่างๆ ที่วัดได้จะแสดงบนหน้าจอ

ภาพที่ ก.2 เครื่อง Brookfield Viscometer รุ่น DV III ULTRA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์ทางเคมี

ข.1 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง

อุปกรณ์

1. เครื่องวัด pH
2. บีกเกอร์ขนาด 50 มล.

วิธีการ

1. ทำการ Calibration ก่อนใช้ทุกครั้งด้วยสารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 7 และ 4 ตามลำดับ
2. ทำการวัดพีเอชของผลิตภัณฑ์แล้วอ่านค่าพีเอช จากจอมอนิเตอร์

ภาพที่ ข.1 เครื่องวัด pH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

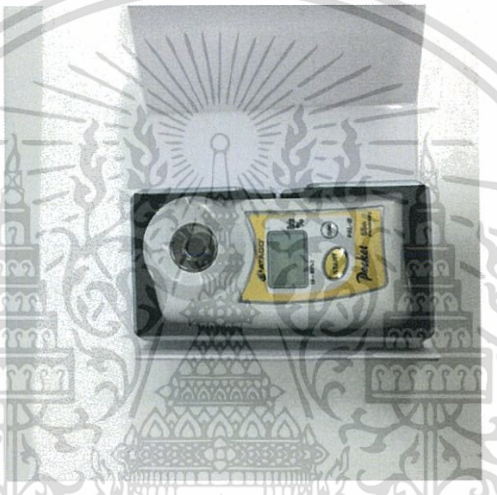
ข.2 การวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้

อุปกรณ์

1. Digital Pocket refractometer

วิธีการ

1. ก่อนทำการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทุกครั้ง ต้องทำการ calibrate เครื่อง โดยใช้น้ำกลั่นให้ค่าองศาบริกซ์ ที่ออกมาเป็น 0
2. นำตัวอย่างที่เตรียมไว้มาวัดด้วยเครื่อง Digital Pocket refractometer
3. บันทึกอุณหภูมิและค่าที่วัดได้ในหน่อยขององศาบริกซ์



ภาพที่ ข.2 เครื่อง Digital Pocket refractometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.3 การวัดค่าปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. บิวเรต
2. ขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. ฟีนอล์ฟทาลีน
2. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล

วิธีการ

1. ปิเปตตัวอย่าง 5 มล. ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มล. เติมน้ำกลั่นลงไป 20 มล. และเติมฟีนอล์ฟทาลีน 1-2 หยด เขย่าให้เข้ากัน
2. นำไปเทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล จนได้ขุดยุติเป็นสีชมพู

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก (ร้อยละ)} = \frac{\text{ไตเตอร์} \times N \times n \times 100}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง}}$$

เมื่อ N = ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มอล)

n = มิลลิอิควิวาเลนท์ = 0.07 (กรดซิตริก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

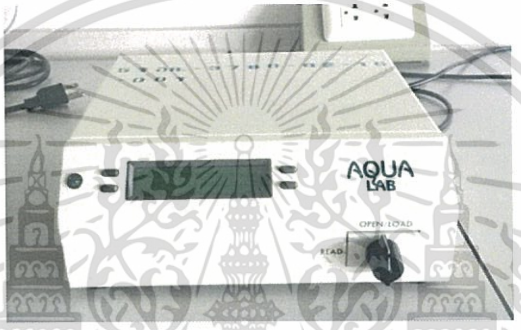
ข.4 การวัดค่าปริมาณน้ำอิสระด้วยเครื่อง Water Activity Meter (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. เครื่อง Water Activity Meter
2. ตลับสำหรับใส่ตัวอย่าง

วิธีการ

1. ทำการบรรจุตัวอย่างไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งลงในตลับที่ใส่ตัวอย่าง
2. ปิดฝาเครื่อง หมุนปุ่มวัดเพื่ออ่านค่า
3. รอจนเครื่องทำงานเสร็จจะมีเสียงเตือน บันทึกค่า Aw ที่ได้



ภาพที่ ข.4 เครื่อง Water activity meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

ค.1 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

สารเคมี

1. Plate count agar (PCA)
2. สารละลายเปปโตน (Peptone) ร้อยละ 0.1 (0.1% peptone solution)

วิธีการทดลอง

1. เขย่าตัวอย่างน้ำอ้อย แล้วเปิดฝาด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ
2. ทำการเจือจางตัวอย่างให้เป็น 1:10, 1:100 และ 1:1000ตามลำดับ โดยใช้สารละลายเปปโตนร้อยละ 0.1
3. ดูดตัวอย่างข้อ 2 อย่างละ 1มล. ลงในจานเพาะเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้ว
4. เททับด้วยอาหาร PCA ประมาณ 15 มิลลิลิตร
5. หมุนจานเพาะเชื้อเบาๆ เป็นวงกลมและขึ้นลง แล้วตั้งไว้ให้วุ้นแข็งตัวประมาณ 15 นาที
6. อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในลักษณะที่คว่ำเป็นเวลา 48 ชั่วโมง
7. ตรวจนับจำนวนโคโลนีจากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนประมาณ 30-300 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อมิลลิลิตร ตัวอย่าง (cfu/ml.)

คำนวณ cfu/g หรือ cfu/ml ของอาหาร ได้ตามสมการดังนี้

$$\text{cfu/g หรือ cfu/ml} = \frac{\sum C}{(v1n1+0.1n2)d}$$

เมื่อ v1 = ปริมาตรของสารละลายอาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเชื้อ

$\sum c$ = ผลรวมของโคโลนีที่นับไดทั้งหมดจากจานเพาะเชื้อที่นับได ในช่วง 25-250 โคโลนี

n1 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับไดในช่วง 25-250 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นแรก

n2 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25-250 โคโลนีในระดับความเข้มข้นที่ 2

d = ระดับความเข้มข้นแรกที่สามารถนับเชื้อไดในช่วง 25-250 โคโลนี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส 9-Point Hedonic Scale Test

แบบสอบถามที่นำมาใช้ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของ

ผลิตภัณฑ์น้ำอ้อย

ผลิตภัณฑ์ : น้ำอ้อย วันที่_____

ชื่อผู้ทดสอบ : .....

กรุณาทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์ และให้คะแนนความชอบตามที่ท่านรู้สึกในแต่ละปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง (กรุณาบ้วนปากก่อนทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง)

สเกลความชอบ :

1= ไม่ชอบมากที่สุด
2= ไม่ชอบมาก
3= ไม่ชอบปานกลาง
4= ไม่ชอบเล็กน้อย
5= บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ
6= ชอบเล็กน้อย
7= ชอบปานกลาง
8= ชอบมาก
9= ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง		
	ตัวอย่าง R	ตัวอย่าง 134	ตัวอย่าง 278
สี			
กลิ่นรสอ้อย			
ความหวาน			
ความเปรี้ยว			
ความหนืด			
ความชอบรวม			
การยอมรับ (✓ ยอมรับ) ✕ ไม่ยอมรับ)			

ข้อเสนอแนะ : _____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
มาตรฐานอาหารที่เกี่ยวข้อง

จ.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

มผช.๑๒๒/๒๕๕๔

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
น้ำอ้อย

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะน้ำอ้อยพร้อมดื่มที่เป็นน้ำอ้อยแท้ที่ไม่มีการเจือน้ำและไม่มีการแต่งรสด้วยน้ำตาล บรรจุในภาชนะบรรจุ ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรซ์ เก็บรักษา ขนส่ง และวางจำหน่ายโดยการแช่เย็นเพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ น้ำอ้อย หมายถึง เครื่องดื่มที่ได้จากการนำอ้อยที่อยู่ในสภาพดี มาตัดเป็นท่อน ปอกเปลือก ล้างน้ำให้สะอาด ทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ นำไปหีบ (บีบ) น้ำอ้อยออก กรอง นำไปฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรซ์ก่อนหรือหลังบรรจุ และต้องเก็บรักษาโดยการแช่เย็น

๒.๒ วิธีพาสเจอร์ไรซ์ หมายถึง กรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยทั่วไปใช้อุณหภูมิต่ำกว่า ๑๐๐ องศาเซลเซียส และใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมแล้วทำให้เย็นลงทันที

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป
ต้องเป็นของเหลวขุ่น อาจตกตะกอนเมื่อตั้งทิ้งไว้ไม่พบเศษชานอ้อย
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

๓.๒ สี
ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของน้ำอ้อย

๓.๓ กลิ่นรส
ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของน้ำอ้อย ไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นรสเปรี้ยวบูด กลิ่นไหม้เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๘.๑ แล้ว ต้องไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๓.๔ สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

๓.๕ สารที่ละลายน้ำ

ต้องไม่น้อยกว่า ๑๑ องศาบริกซ์

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

๓.๖ วัตถุเจือปนอาหาร

ห้ามใช้สีสังเคราะห์และวัตถุกันเสียทุกชนิด

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

๓.๗ สารปนเปื้อน

๓.๗.๑ ตะกั่ว ต้องไม่เกิน ๐.๕ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

๓.๗.๒ สารหนูทั้งหมด ต้องไม่เกิน ๐.๒ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

๓.๗.๓ แคดเมียม ต้องไม่เกิน ๐.๓ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

๓.๘ จุลินทรีย์

๓.๘.๑ จุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน ๑ × ๑๐๔ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ มิลลิลิตร

๓.๘.๒ ซาลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๒๕ มิลลิลิตร

๓.๘.๓ สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า ๑๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ มิลลิลิตร

๓.๘.๔ บาซิลลัส ซีเรียส ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ มิลลิลิตร

๓.๘.๕ คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ มิลลิลิตร

๓.๘.๖ ลิสเทอเรีย มอนอไซโทจีเนส ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๒๕ มิลลิลิตร

๓.๘.๗ โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า ๒.๒ ต่อตัวอย่าง ๑๐๐ มิลลิลิตร

๓.๘.๘ เอสเชอริเชีย โคไล ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๑๐๐ มิลลิลิตร

๓.๘.๙ ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ มิลลิลิตร

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

๔. สุขลักษณะ

๔.๑ สุขลักษณะในการทำน้ำอ้อย สถานประกอบการต้องได้รับอนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุข

๕. การบรรจุ

๕.๑ ให้บรรจุน้ำอ้อยในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

๕.๒ ปริมาตรสุทธิของน้ำอ้อยในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก การทดสอบให้ใช้เครื่องวัดปริมาตรที่เหมาะสม

๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุน้ำอ้อยทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(๑) ชื่อผลิตภัณฑ์ (ตาม มผช.) อาจตามด้วยชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น น้ำอ้อยพาสเจอร์ไรซ์

(๒) ส่วนประกอบที่สำคัญ เป็นร้อยละของน้ำหนักโดยประมาณ

(๓) ปริมาตรสุทธิ เป็นมิลลิลิตรหรือลิตร

(๔) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

(๕) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา เช่น ต้องเก็บไว้ในตู้เย็น

(๖) เลขสารบบอาหาร

(๗) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง น้ำอ้อยที่ทำโดยกรรมเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๗.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส สิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ถึงข้อ ๓.๔ ข้อ ๕. และข้อ ๖. ทุกรายการ จึงจะถือว่าน้ำอ้อยรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสารที่ละลายน้ำ วัตถุเจือปนอาหาร และสารปนเปื้อนให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีปริมาตรรวมไม่น้อยกว่า ๓๐๐ มิลลิลิตร กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีปริมาตรรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๕ ถึงข้อ ๓.๗ จึงจะถือว่าน้ำอ้อยรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีปริมาตรรวมไม่น้อยกว่า ๓๐๐ มิลลิลิตร กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีปริมาตรรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๘ จึงจะถือว่าน้ำอ้อยรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๗.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างน้ำอ้อยต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ และข้อ ๗.๒.๓ ทุกข้อ จึงจะถือว่าน้ำอ้อยรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๘. การทดสอบ

๘.๑ การทดสอบสีและกลิ่นรส

๘.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบน้ำอ้อย ๕ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๘.๑.๒ เทตัวอย่างน้ำอ้อยลงในแก้วใสโดยมีกระดาษสีขาวเป็นฉากหลัง ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

๘.๑.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ จ.๑

ตารางที่ จ.๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบสีและกลิ่นรส (ข้อ ๘.๑.๓)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	ระดับการตัดสิน	คะแนนที่ได้รับ
สี	สีดีตามธรรมชาติของน้ำอ้อย	๓
	สีพอใช้ใกล้เคียงกับสีตามธรรมชาติของน้ำอ้อย	๒
	สีผิดปกติหรือมีการเปลี่ยนสี	๑
กลิ่นรส	กลิ่นรสดีตามธรรมชาติของน้ำอ้อย	๓
	กลิ่นรสพอใช้ใกล้เคียงกับกลิ่นรสตามธรรมชาติของน้ำอ้อย	๒
	กลิ่นรสผิดปกติหรือมีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นรสเปรี้ยวบูด กลิ่นไหม้	๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ.2 การใช้วัตถุเจือปนอาหาร

กัมอะราบิก (Gum arabic).

(a) Acacia (gum arabic) is the dried gummy exudate from stems and branches of trees of various species of the genus Acacia, family Leguminosae.

(b) The ingredient meets the specifications of the "Food Chemicals Codex," 3d Ed. (1981), p. 7, which is incorporated by reference.

(c) The ingredient is used in food under the following conditions:

Table จ.2 Maximum Usage Levels Permitted

Food (as served)	Percent	Function
Beverages and beverage bases	2.0	Emulsifier and emulsifier salt, flavoring agent and adjuvant, formulation aid, stabilizer and thickener
Chewing gum	5.6	Flavoring agent and adjuvant, formulation aid, humectants, surface-finishing agent
Confections and frostings	12.4	Formulation aid, stabilizer and thickener, surface-finishing agent
Dairy product analogs	1.3	Formulation aid, stabilizer and thickener
Fats and oils	1.5	Formulation aid, stabilizer and thickener
Gelatins, puddings and fillings	2.5	Emulsifier and emulsifier salt, formulation aid, stabilizer and thickener
Hard candy and cough drops	46.5	Flavoring agent and adjuvant, formulation aid
Nuts and nut products	8.3	Formulation aid, surface-finishing agent
Quiescently frozen confection products	6.0	Formulation aid, stabilizer and thickener
Snack foods	4.0	Emulsifier and emulsifier salt, formulation aid
Soft candy	85.0	Emulsifier and emulsifier salt, firming agent, flavoring agent and adjuvant, formulation aid, Humectants, stabilizer and thickener, surface-finishing agent
All other food categories	1.0	Emulsifier and emulsifier salt, flavoring agent and adjuvant, formulation aid, processing aid, stabilizer and thickener, surface-finishing agent, texturizer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(d) [Reserved]

(e) Prior sanctions for this ingredient different from the uses established in this section do not exist or have been waived. (U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 2015)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ.3 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
(ฉบับที่ ๓๕๖) พ.ศ. ๒๕๕๖
เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ วรรคหนึ่ง และมาตรา ๖ (๓) (๔) (๖) (๗) และ (๑๐) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. ๒๕๒๒ อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๓ มาตรา ๔๑ มาตรา ๔๓ และมาตรา ๔๕ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข ออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิก

(๑) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๑๔) พ.ศ. ๒๕๔๓ เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ ๑๙ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๓

(๒) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๓๐) พ.ศ. ๒๕๔๔ เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๒) ลงวันที่ ๒๔ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๔๔

(๓) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๙๐) พ.ศ. ๒๕๔๘ เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๓) ลงวันที่ ๒๕ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๔๘

(๔) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๔) ลงวันที่ ๔ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๕๔

ข้อ ๒ ให้เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

ข้อ ๓ เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทตามข้อ ๒ แบ่งออกเป็น ๕ ชนิด ดังต่อไปนี้

(๑) น้ำที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือออกซิเจนผสมอยู่ด้วย

(๒) เครื่องดื่มที่มีหรือทำจากผลไม้ พืชหรือผัก ไม่ว่าจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือออกซิเจนผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ตาม

(๓) เครื่องดื่มที่มีหรือทำจากส่วนผสมที่ไม่ใช่ผลไม้ พืชหรือผัก ไม่ว่าจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือออกซิเจน ผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ตาม

(๔) เครื่องดื่มตาม (๒) หรือ (๓) ชนิดเข้มข้นซึ่งต้องเจือจางก่อนบริโภค

(๕) เครื่องดื่มตาม (๒) หรือ (๓) ชนิดแห้ง

ข้อ ๔ เครื่องดื่มตามข้อ ๒ ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(๑) มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของเครื่องดื่มนั้น

(๒) ไม่มีตะกอน เว้นแต่ตะกอนอันมีตามธรรมชาติของส่วนประกอบ

(๓) น้ำที่ใช้ผลิตต้องเป็นน้ำที่มีคุณภาพหรือมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

(๔) ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า ๒.๒ ต่อเครื่องดื่ม ๑๐๐ มิลลิลิตร โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(๕) ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (Escherichia coli)

(๖) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(๗) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์หรือสารเป็นพิษอื่นในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(๘) ตรวจพบยีสต์และเชื้อราได้ ดังนี้

(๘.๑) น้อยกว่า ๑ ในเครื่องดื่ม ๑ มิลลิลิตร สำหรับเครื่องดื่มตามข้อ ๓ (๑)

(๘.๒) น้อยกว่า ๑ ในเครื่องดื่ม ๑ มิลลิลิตร สำหรับเครื่องดื่มตามข้อ ๓ (๒) และข้อ ๓ (๓) ที่ผ่านกรรมวิธีสเตอริไลส์ หรือ ยู เอช ที

(๘.๓) น้อยกว่า ๑๐๐ ในเครื่องดื่ม ๑ มิลลิลิตร สำหรับเครื่องดื่มตามข้อ ๓ (๒) และ ข้อ ๓ (๓) ที่ผ่านกรรมวิธีอื่นนอกเหนือจากวิธีสเตอริไลส์ หรือ ยู เอช ที

(๘.๔) น้อยกว่า ๑๐ ในเครื่องดื่ม ๑ กรัม สำหรับเครื่องดื่มตามข้อ ๓ (๔) ที่ผ่านกรรมวิธีสเตอริไลส์ หรือ ยู เอช ที

(๘.๕) น้อยกว่า ๑๐๐ ในเครื่องดื่ม ๑ กรัม สำหรับเครื่องดื่มตามข้อ ๓ (๔) ที่ผ่านกรรมวิธีอื่นนอกเหนือจากวิธีสเตอริไลส์ หรือ ยู เอช ที

(๘.๖) น้อยกว่า ๑๐๐ ในเครื่องดื่ม ๑ กรัม สำหรับเครื่องดื่มตามข้อ ๓ (๕)

การตรวจวิเคราะห์ยีสต์และเชื้อราดังกล่าวให้ใช้วิธี Bacteriological Analytical Manual (BAM) Online. U. S. Food and Drug Administration ที่เป็นปัจจุบัน (updated version) หรือวิธีที่มีความถูกต้องเทียบเท่า (or equivalent method)

(๙) ไม่มีสารปนเปื้อน เว้นแต่ ดังต่อไปนี้

(๙.๑) สารหนู	ไม่เกิน ๐.๒ มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม ๑ กิโลกรัม
(๙.๒) ตะกั่ว	ไม่เกิน ๐.๕ มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม ๑ กิโลกรัม
(๙.๓) ทองแดง	ไม่เกิน ๕ มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม ๑ กิโลกรัม
(๙.๔) สังกะสี	ไม่เกิน ๕ มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม ๑ กิโลกรัม
(๙.๕) เหล็ก	ไม่เกิน ๑๕ มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม ๑ กิโลกรัม
(๙.๖) ดีบุก	ไม่เกิน ๒๕๐ มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม ๑ กิโลกรัม
(๙.๗) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	ไม่เกิน ๑๐ มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม ๑ กิโลกรัม

(๑๐) ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือใช้ร่วมกับน้ำตาล นอกจากการใช้น้ำตาลได้ โดยให้ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานอาหาร เอฟ เอ โอ/ดับบลิว เอช โอ, โคเด็กซ์ (Joint FAO/WHO, Codex) ที่ว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร และฉบับที่ได้แก้ไขเพิ่มเติม

ในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ตามวรรคหนึ่งให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

(๑๑) มีแอลกอฮอล์อันเกิดขึ้นจากธรรมชาติของส่วนประกอบและแอลกอฮอล์ที่ใช้ในกรรมวิธีการผลิตรวมกันได้ไม่เกินร้อยละ ๐.๕ ของน้ำหนัก ถ้าจำเป็นต้องมีแอลกอฮอล์ในปริมาณสูงกว่าที่กำหนดไว้ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

แอลกอฮอล์ที่ใช้ในกรรมวิธีการผลิตต้องไม่ใช้เมทิลแอลกอฮอล์

เครื่องดื่มชนิดเข้มข้นที่ต้องเจือจางหรือเครื่องดื่มชนิดแห้งที่ต้องละลายก่อนบริโภค ตามที่กำหนดไว้ในฉลาก เมื่อเจือจางหรือละลายแล้วตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มได้ตาม (๔) และมีสารปนเปื้อนได้ตามที่กำหนดไว้ใน (๙)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ ๕ เครื่องดื่มตามข้อ ๓ นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ ๔ แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะ ดังต่อไปนี้ด้วย

(๑) เครื่องดื่มตามข้อ ๓ (๒) ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามประเภทหรือชนิดของผลไม้ พืชหรือผักนั้น ๆ ที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(๒) เครื่องดื่มตามข้อ ๓ (๒) ชนิดเข้มข้นหรือชนิดแห้ง เมื่อเจือจางหรือละลายแล้วต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามประเภทหรือชนิดของผลไม้ พืชหรือผักนั้น ๆ ที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(๓) เครื่องดื่มชนิดแห้งมีความชื้นไม่เกินร้อยละ ๖ ของน้ำหนัก ถ้าเป็นเครื่องดื่มชนิดแห้งที่ผลิตจากพืชหรือผัก ให้มีความชื้นได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(๔) เครื่องดื่มตามข้อ ๓ (๒) หรือ ๓ (๓) มีวัตถุกันเสียได้ ดังต่อไปนี้

(๔.๑) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน ๗๐ มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม ๑ กิโลกรัม

(๔.๒) กรดเบนโซอิค หรือกรดซอร์บิค หรือเกลือของกรดทั้งสองนี้ โดยคำนวณเป็นตัวกรดได้ไม่เกิน ๒๐๐ มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม ๑ กิโลกรัม

เครื่องดื่มตามข้อ ๓ (๒) หรือ ๓ (๓) ชนิดเข้มข้น เมื่อเจือจางแล้วมีวัตถุกันเสียได้ไม่เกินที่กำหนดไว้ใน (๔)

เครื่องดื่มตามข้อ ๓ (๒) หรือ ๓ (๓) ชนิดแห้ง เมื่อละลายแล้วมีวัตถุกันเสียได้ไม่เกินที่กำหนดไว้ใน (๔)

การใช้วัตถุกันเสียให้ใช้ได้เพียงชนิดหนึ่งชนิดใดตามปริมาณที่กำหนดใน (๔.๑) หรือ (๔.๒) ถ้าใช้เกินหนึ่งชนิด ต้องมีปริมาณของชนิดที่ใช้รวมกันไม่เกินปริมาณของวัตถุกันเสียชนิดที่กำหนดให้ใช้น้อยที่สุด

เมื่อจำเป็นต้องใช้วัตถุกันเสียแตกต่างไปจากที่กำหนดไว้ดังกล่าวข้างต้น ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(๕) เครื่องดื่มตามข้อ ๓ (๓) ที่ใช้วัตถุแต่งกลิ่นรสที่มีกาเฟอีนตามธรรมชาติ ต้องมีปริมาณกาเฟอีนไม่เกิน ๑๕ มิลลิกรัมต่อเครื่องดื่ม ๑๐๐ มิลลิลิตร

ข้อ ๖ ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติแล้วแต่กรณีดังนี้

(๑) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษาอาหาร สำหรับเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่มิใช่ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำและชนิดที่ปรับกรด หรือ

(๒) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษาอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรด สำหรับเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรด

ข้อ ๗ ภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุเครื่องดื่ม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องภาชนะบรรจุ

ข้อ ๘ การแสดงฉลากของเครื่องดื่ม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องฉลาก เว้นแต่การใช้ชื่อเครื่องดื่มตามข้อ ๓ (๒) ที่มีหรือทำจากน้ำผลไม้ทั้งชนิดเหลวหรือชนิดแห้งและเครื่องดื่มตามข้อ ๓ (๓) ซึ่งมีกลิ่นหรือรสผลไม้ที่ได้จากการสังเคราะห์ทั้งชนิดเหลวและชนิดแห้งให้ปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(๑) เครื่องดื่มตามข้อ ๓ (๒) ให้ใช้ชื่อ ดังนี้

(๑.๑) “น้ำ ..... ๑๐๐%” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อผลไม้) สำหรับเครื่องดื่มที่มีหรือทำจากผลไม้ล้วน

(๑.๒) “น้ำ ..... ๑๐๐% จากน้ำ ..... เข้มข้น” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อผลไม้) สำหรับเครื่องดื่มที่ทำจากการนำผลไม้ชนิดเข้มข้นมาเจือจางด้วยน้ำ เพื่อให้มีคุณภาพหรือมาตรฐานเหมือนกับเครื่องดื่มตาม (๑.๑)

(๑.๓) “น้ำ .....%” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อและปริมาณเป็นร้อยละของผลไม้) สำหรับเครื่องดื่มที่มีหรือทำจากผลไม้ตั้งแต่ร้อยละ ๒๐ ของน้ำหนักขึ้นไป แต่ไม่ใช่เครื่องดื่มตาม (๑.๑)

(๑.๔) “น้ำรส .....%” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อและปริมาณเป็นร้อยละของผลไม้) สำหรับเครื่องดื่มที่มีหรือทำจากผลไม้ไม่ถึงร้อยละ ๒๐ ของน้ำหนัก

(๒) เครื่องดื่มตามข้อ ๓ (๓) ซึ่งมีกลิ่นหรือรสของผลไม้ที่ได้จากการสังเคราะห์เป็นส่วนผสม ให้ใช้ชื่อ ดังนี้

“น้ำหวานกลิ่น.....” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อกลิ่นของผลไม้ที่ได้จากการสังเคราะห์)

(๓) เครื่องดื่มตามข้อ ๓ (๔) นอกจากจะต้องใช้ชื่อเครื่องดื่มตาม (๑) หรือ (๒) โดยไม่ต้องแสดงปริมาณของผลไม้แล้วจะต้องมีข้อความ “เข้มข้น” ต่อท้ายชื่อดังกล่าว และให้แสดงข้อความ

“เมื่อเจือจางแล้วมีน้ำ .....%” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชนิดและปริมาณของผลไม้) ไว้ใต้ชื่อเครื่องดื่มด้วย

(๔) เครื่องดื่มตามข้อ ๓ (๕) นอกจากจะต้องใช้ชื่อเครื่องดื่มตาม (๑) หรือ (๒) โดยไม่ต้องแสดงปริมาณของผลไม้แล้วจะต้องแสดงข้อความ “เมื่อละลายแล้วมีน้ำ .....%” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชนิดและปริมาณของผลไม้) ไว้ใต้ชื่อเครื่องดื่ม

เครื่องดื่มที่ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล ต้องแสดงข้อความว่า “ใช้ ..... เป็นวัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อของวัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ใช้) ด้วยตัวอักษรขนาดไม่เล็กกว่า ๒ มิลลิเมตร สีของตัวอักษรตัดกับสีพื้นของฉลาก

ข้อความที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนด (ถ้ามี)

ข้อ ๙ การแสดงฉลากของเครื่องดื่มตามข้อ ๓ (๓) ที่ใช้วัตถุแต่งกลิ่นรสที่มีกาเฟอีนตามธรรมชาติ นอกจากต้องปฏิบัติตามข้อ ๘ แล้ว ให้แสดงข้อความว่า “มีกาเฟอีน” ด้วยตัวอักษรขนาดความสูงไม่น้อยกว่า ๒ มิลลิเมตร ที่อ่านได้ชัดเจน อยู่ในบริเวณเดียวกับชื่ออาหารหรือเครื่องหมายการค้า

ข้อ ๑๐ ประกาศนี้ ไม่ใช้บังคับกับเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ผลิตเพื่อจำหน่ายในการส่งออก

ข้อ ๑๑ ให้ผู้ผลิตหรือนำเข้าเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร หรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๑๔) พ.ศ. ๒๕๔๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
วิธีการคำนวณ

ฉ.1 วิธีวิเคราะห์ความเป็นกรดในน้ำอ้อยและคำนวณปริมาณกรดซิตริกที่ต้องเติม

1. วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกโดยวิธีไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์

$$\text{ปริมาณกรดซิตริก (ร้อยละ)} = \frac{\text{ปริมาตร NaOH ที่ใช้} \times \text{ความเข้มข้น NaOH} \times 64}{\text{ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้} \times 10}$$

2. Pearson's square

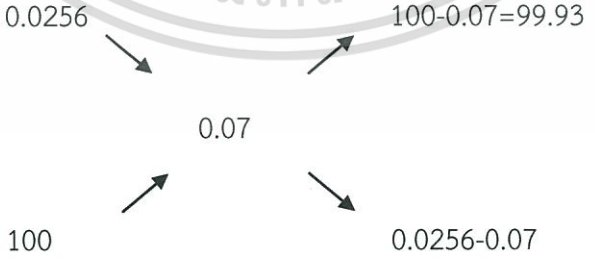
$$\text{ปริมาณกรดซิตริกที่ต้องเติม} = \frac{\text{ปริมาตรน้ำอ้อยที่ใช้} \times (X-0.07)}{99.93} \text{ กรัม}$$

ตัวอย่างการคำนวณ

1. คำนวณปริมาณกรดซิตริก

$$\text{ปริมาณกรดซิตริก (ร้อยละ)} = \frac{1 \times 0.1 \times 64}{25 \times 10} = 0.0256$$

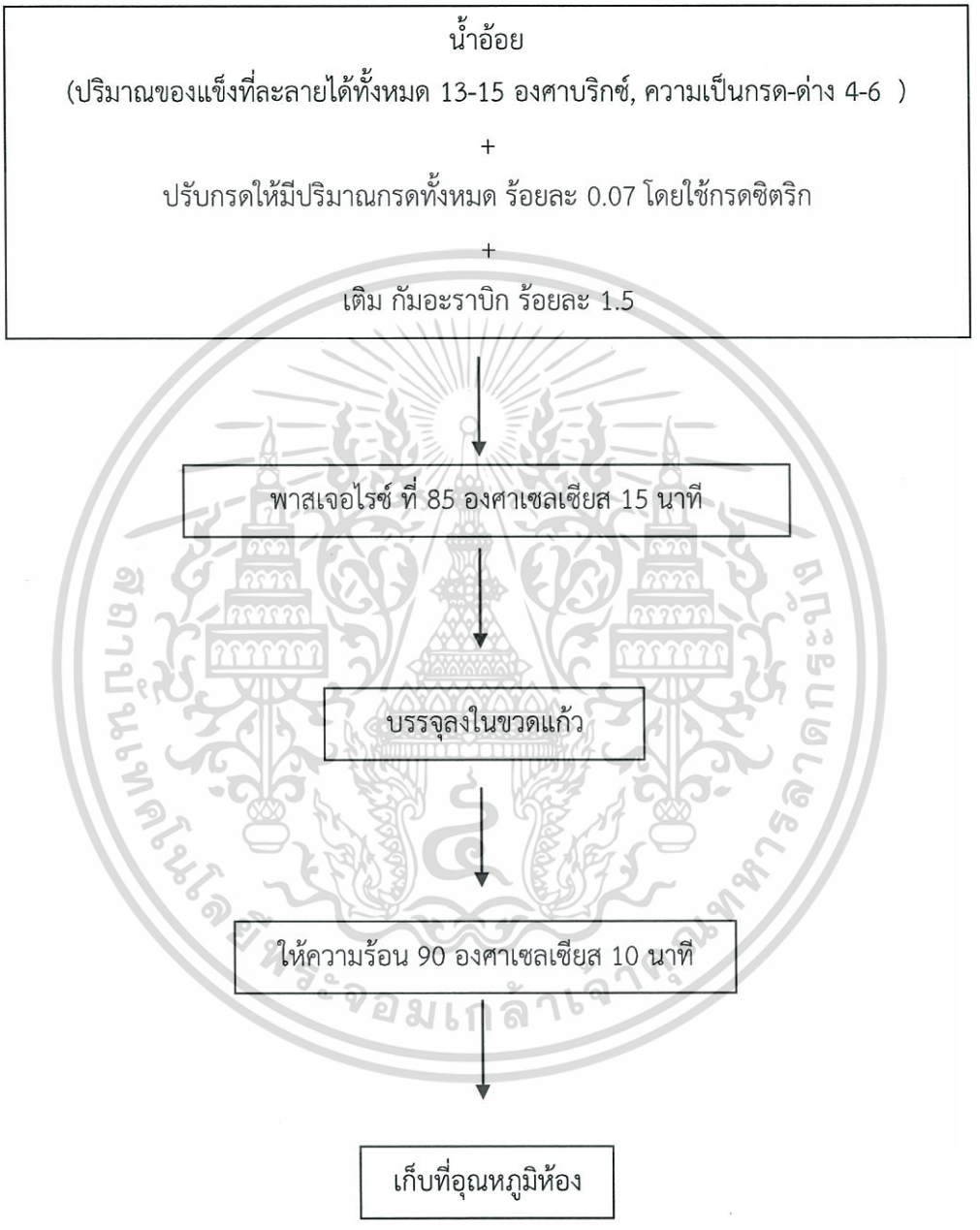
2. Pearson's square



$$\text{ปริมาณกรดซิตริกที่ต้องเติม} = \frac{1000 \times (0.0256-0.07)}{99.93} = 0.4443 \text{ กรัม}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช
กระบวนการการยืดอายุน้ำอ้อย



ที่มา: ดัดแปลงจาก Sankhla และคณะ (2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาววริษา เลิศรุ่งโรจน์
วัน เดือน ปี เกิด	15 กันยายน 2536
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาประถมศึกษาตอนต้น-ตอนปลาย: โรงเรียนแม่พระฟาติมา สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น-ตอนปลาย: โรงเรียน ศรีอยุธยาในพระอุปถัมภ์ฯ สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2559
ประสบการณ์การทำงาน	นักศึกษาฝึกงาน บริษัท มาลีสามพราน จำกัด มหาชน
และผลงานวิจัย	ผลงานการวิจัย วริษา เลิศรุ่งโรจน์, อภิสรา สุขพงษ์ไทย และ อริสรา เขาแก้ว. การยืดอายุการเก็บน้ำอ้อยพร้อมดื่ม. ปัญหาพิเศษหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2559.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวอภิสรา สุขพงษ์ไทย
วัน เดือน ปี เกิด	10 มีนาคม 2537
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาประถมศึกษาตอนต้น-ตอนปลาย: โรงเรียน อนุบาลวัดปิตุลาธิราชรังสฤษฎ์ สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น-ตอนปลาย: โรงเรียน ดัดดรุณี สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2559
ประสบการณ์การทำงาน	นักศึกษาฝึกงาน บริษัท บริษัท เป๊ปซี่-โคล่า (ไทย) เทรดดิ้ง จำกัด
และผลงานวิจัย	ผลงานการวิจัย วริษา เลิศรุ่งโรจน์, อภิสรา สุขพงษ์ไทย และ อริสรา เขาแก้ว. การยืดอายุการเก็บน้ำอ้อยพร้อมดื่ม. ปัญหาพิเศษหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2559.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวอริสรา เขาแก้ว
วัน เดือน ปี เกิด	17 กุมภาพันธ์ 2537
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาประถมศึกษาตอนต้น-ตอนปลาย: โรงเรียน อนุบาลพระนครศรีอยุธยา สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น-ตอนปลาย: โรงเรียน สาธิตมัธยมมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2559
ประสบการณ์การทำงาน	นักศึกษาฝึกงาน บริษัท บริษัท เป๊ปซี่-โคล่า (ไทย) เทรดดิ้ง จำกัด
และผลงานวิจัย	ผลงานการวิจัย วริษา เลิศรุ่งโรจน์, อภิสรา สุขพงษ์ไทย และ อริสรา เขาแก้ว. การยืดอายุการเก็บน้ำอ้อยพร้อมดื่ม. ปัญหาพิเศษหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2559.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้