สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ผสมพร้อมดื่มจากมันเทศและเผือก

นางสาวดวงพร ทัศนวุฒิกุล
นางสาวนลิน วิภาคพันธุ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72606
วัน,เดือน,ปี 20 มิ.ย. 2550
.b 11726996
.i.....

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ready to Drink Liquor Production from Sweet Potato and Taro

Duangporn Thassanawuttikul

Nalin Wipakpun

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement

for the Degree of Bachelor of Science

Department of Applied Biology

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษเรื่อง การผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ผสมพร้อมดื่มจากมันเทศและเผือก

นักศึกษา นางสาวดวงพร ทัศนวุฒิกุล **รหัสประจำตัว** 46050122

นางสาวนลิน วิภาคพันธุ์ **รหัสประจำตัว** 46050125

ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์

สาขาวิชา เทคโนโลยีชีวภาพ

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ดวงใจ โอชัยกุล

ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม นายศิริธรรม สิงห์โต

นักวิชาการ 6 ฝ่ายเทคโนโลยีชีวภาพ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ ผศ. ลินจง สุขลำภู	
กรรมการ รศ. ดวงใจ โอชัยกุล	
กรรมการ นายศิริธรรม สิงห์โต	

.....

(รศ. ดร. นวลพรรณ ณ ระนอง)

หัวหน้าภาควิชา

ลิขสิทธิ์ของภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ การผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ผสมน้ำผลไม้พร้อมดื่มจากมันเทศและเผือก
โดย นางสาวดวงพร ทัศนวุฒิกุล
นางสาวนลิน วิภาคพันธุ์
ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์
สาขาวิชา เทคโนโลยีชีวภาพ
ปีการศึกษา 2549
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ดวงใจ โอชัยกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม นายศิริธรรม สิงห์โต

บทคัดย่อ

รายงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ผสมพร้อมดื่มจากมันเทศและเผือก ซึ่งหมักโดยใช้ *Amylomyces cerevisiae* TISTR 3182 และ *Saccharomyces cerevisiae* L 43 พบว่า สุรากลั่นที่ได้จากมันเทศและเผือกมีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 52 โดยปริมาตรต่อปริมาตร การผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ผสมน้ำผลไม้พร้อมดื่ม (Ready to Drink , RTD) โดยผสมน้ำผลไม้กับสุรากลั่นที่ได้จากมันเทศและเผือก และทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ที่ได้ พบว่าสุรากลั่นที่ได้จากเผือกผสมน้ำมะนาวมีคะแนนการยอมรับสูงสุด จากนั้นนำสุราที่กลั่นได้จากเผือกผสมมะนาวมาศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วัน พบว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์ (ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช) และการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสในระหว่างการเก็บรักษา ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) รวมทั้งไม่มีจุลินทรีย์เกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่เวลาต่างๆ ผลิตภัณฑ์อาร์ทีดีมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 126.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และไม่มีเมทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Ready to drink Liquor Production from Sweet Potato and Taro
Name	Miss Duangporn Thassanawuttikul
	Miss Nalin Wipakpun
Department	Applied Biology
Program	Biotechnology
Academic Year	2006
Special Project Advisor	Assoc.Prof. Duangjai Ochaikul
Special Project Co-Advisor	Mr. Siritham Singhtho

Abstract

The objective of this reserch was studied the production of ready to drink liquor from sweet potatoes and taroes, which fermented by *Amylomyces rouxii* TISTR 3182 and *Saccharomyces cerevisiae* L 43. The results found that distilled liquor from sweet potatoes and taroes gave alcohol yield 52 percent (volume by volume). Mixing fruit juices to distilled liquor to produce Ready to Drink (RTD), sensory test found that distilled taroes liquor mixed with lime was the hightest score for acceptance products. This products was studied the shelflife during storage at 4 °C for 90 days found that chemical change (alcohol yield , total soluble solid , total acidity and pH) and sensory change had no significantly statistic difference ($P \leq 0.05$). No microbial occurred during storage. RTD product had 126.25 mg/kg sulferdioxide and no methyl alcohol.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้ได้จัดทำขึ้นตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากรองศาสตราจารย์ดวงใจ โอชัยกุล อาจารย์ที่ปรึกษา และนายศิริธรรม สิงห์โต นักวิชาการ 6 ฝ่ายเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการทำโครงงานพิเศษ และตรวจทานแก้ไขโครงงานพิเศษให้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งทางคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลินจง สุขลำภู ประธานกรรมการสอบโครงงานพิเศษ

ขอขอบพระคุณนางสาวณัฏฐนันท์ บุญเสมอ ผู้ช่วยนักวิจัย ฝ่ายเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ที่ได้กรุณาให้ความรู้ ความช่วยเหลือ และคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ตลอดมา

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ที่ให้คำปรึกษา ให้วิชาความรู้ตลอดเวลาที่ผ่านมา

ขอขอบพระคุณนักวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำโครงงานพิเศษเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำโครงงานพิเศษจนลุล่วงไปได้ด้วยดี

ดวงพร ทัศนวุฒิกุล

นลิน วิภาคพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาของโครงงานพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ	2
1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ลักษณะของอาร์ทีดี	4
2.2 ส่วนประกอบของอาร์ทีดี	4
2.3 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสุรา	4
2.4 การเตรียมน้ำส่า	8
2.5 การกลั่นสุรา	13
2.6 ชนิดของเครื่องกลั่นแอลกอฮอล์	14
2.7 การผสมและการบ่มสุรา	16
2.8 การปรุงแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำผลไม้	17
2.9 การฆ่าเชื้อ	23
2.10 การเก็บบ่มผลิตภัณฑ์	23
2.11 การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์	24
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	26
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี	26
3.2 เชื้อจุลินทรีย์	26
3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ	26
3.4 อุปกรณ์	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	27
บทที่ 4 ผลการทดลอง	36
4.1 ผลการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของน้ำส่าก่อนลงเชื้อยีสต์และหลังจากลงเชื้อยีสต์ที่ระยะเวลาต่างๆ	36
4.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสุรากลั่น	40
4.3 ผลทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค	40
4.4 ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์	42
4.5 ผลเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีของเครื่องดื่มอาร์ทีดีที่วางจำหน่ายตามท้องตลาดกับผลิตภัณฑ์อาร์ทีดีที่ผลิตขึ้น	43
4.6 ผลตรวจวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์และเมธิลแอลกอฮอล์	44
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	46
เอกสารอ้างอิง	48
ภาคผนวก	50
ภาคผนวก ก อาหารเลี้ยงเชื้อ	51
ภาคผนวก ข วิธีวิเคราะห์ทางเคมี	52
ภาคผนวก ค ตารางเทียบหาดีกรีแอลกอฮอล์ที่แท้จริงในแต่ละอุณหภูมิ	56
ภาคผนวก ง แบบทดสอบการชิมอาร์ทีดี	64
ภาคผนวก จ วิเคราะห์ผลทางสถิติ	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	เปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของมันฝรั่ง มันเทศ และเผือก	5
4.1	การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของน้ำส่ามันเทศก่อนลงเชื้อยีสต์และหลังจากลงเชื้อยีสต์ที่ระยะเวลาต่างๆ	37
4.2	การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของน้ำส่าเผือกก่อนลงเชื้อยีสต์และหลังจากลงเชื้อยีสต์ที่ระยะเวลาต่างๆ	39
4.3	องค์ประกอบทางเคมีของสุรามันเทศและสุราเผือกภายหลังการกลั่น	40
4.4	ผลทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาร์ทีดีที่ผลิตขึ้นทั้ง 10 สูตร	40
4.5	ผลการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสุราเผือกผสมน้ำมะนาวเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 90 วัน	41
4.6	ผลตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์	43
4.7	สมบัติทางเคมีของเครื่องดื่มอาร์ทีดีที่วางจำหน่ายตามท้องตลาดกับผลิตภัณฑ์อาร์ทีดีที่ผลิตขึ้น	43
4.8	ผลการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์และเมธิลแอลกอฮอล์	45
1-ค	ดีกรีแอลกอฮอล์ที่อ่านได้เทียบกับดีกรีแอลกอฮอล์ที่แท้จริงในแต่ละอุณหภูมิ	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	มันเทศ	5
2.2	เผือก	7
2.3	ขั้นตอนการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลโดยกลุ่มเอนไซม์จากราในสภาพที่มีอากาศ	11
2.4	ขั้นตอนการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์โดยกลุ่มเอนไซม์จากยีสต์ในสภาพไร้อากาศ	12
2.5	หม้อต้มแบบพื้นบ้าน	15
2.6	เครื่องกลั่นแบบใช้ฟืน	15
2.7	หอกลั่นของวอร์เท็ค	16
2.8	หอกลั่นของ ววว.	16
2.9	มะนาว	17
2.10	สับปะรด	18
2.11	ลิ้นจี่	20
2.12	มะขาม	21
2.13	แอปเปิ้ลเขียว	22
3.1	ด้านหน้าเครื่องกลั่นแอลกอฮอล์ขนาดเล็กแบบเคลื่อนที่	29
3.2	ด้านหลังเครื่องกลั่นแอลกอฮอล์ขนาดเล็กแบบเคลื่อนที่	30
4.1	กราฟการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของน้ำส่ามันเทศที่ระยะเวลาต่างๆ หลังจากลงเชื้อยีสต์	38
4.2	กราฟการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของน้ำส่าเผือกที่ระยะเวลาต่างๆ หลังจากลงเชื้อยีสต์	40
1-ข	กราฟสารละลายกลูโคสมาตรฐาน	52
2-ข	พีเอชมิเตอร์	53
3-ข	รีแฟรกโตมิเตอร์	53
4-ข	Ebulliometer	54
5-ข	แผ่นเทียบความเข้มข้นของแอลกอฮอล์	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาของโครงงานพิเศษ

จากนโยบายของรัฐบาล ตามประกาศกระทรวงการคลัง เรื่องวิธีบริหารงานสุรา พ.ศ. 2544 ได้เปิดโอกาสให้กลุ่มเกษตรกร สหกรณ์การเกษตร และนิติบุคคลต่างๆ สามารถขออนุญาตจดทะเบียนผลิตสุราแช่ เช่น ไวน์ สาโท อุ กระแช่ น้ำตาลเมา และสุรากลั่นประเภทสุราขาวได้ ผลิตภัณฑ์เหล่านี้รวมเรียกว่า สุราชุมชน ส่งผลให้ชาวบ้านทั่วไปหันมาผลิตสุราชุมชนกันมากขึ้น โดยเฉพาะสาโท ซึ่งเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่เกิดจากการหมักข้าวเหนียวนึ่งด้วยลูกแป้งเหล้า โดยใช้กรรมวิธีการผลิตตามรูปแบบดั้งเดิมที่สืบทอดต่อกันมา ทำให้ไม่สามารถควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้คงที่ และมีอายุการเก็บรักษาสั้น ส่งผลให้สาโทที่ออกวางจำหน่ายมีราคาถูก และไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเท่าที่ควร อีกทั้งวัตถุดิบที่นำมาผลิตสาโท มักจะใช้เพียงข้าวเหนียวหรือข้าวเจ้า สาโทที่ผลิตขึ้นจึงมีรสชาติไม่แตกต่างกัน และเป็นรสชาติที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่คุ้นเคยดีอยู่แล้ว ทำให้ไม่เกิดความดึงดูดใจต่อผู้บริโภค ดังนั้น การเปลี่ยนมาใช้วัตถุดิบทางการเกษตรชนิดอื่นที่มีศักยภาพและมีผลผลิตตลอดปี เช่น มันเทศ และเผือก เป็นวัตถุดิบในการทำสาโทแทนข้าวเหนียวหรือข้าวเจ้าแบบดั้งเดิม ย่อมก่อให้เกิดความแตกต่างให้กับผลิตภัณฑ์ ซึ่งถือว่าเป็นการสร้างความแปลกใหม่แก่ผู้บริโภค

สำหรับการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สุรา ผู้ผลิตส่วนใหญ่มักใช้วิธีการกลั่น โดยนำสุราแช่มากลั่นเพื่อผลิตเป็นสุรากลั่นที่มีความแรงแอลกอฮอล์สูงขึ้น มีกลิ่นและรสชาติเฉพาะตัว ซึ่งในต่างประเทศก็มีการผลิตสุรากลั่นในรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน ตัวอย่างเช่น วอดก้า (Vodka) ซึ่งเป็นสุรากลั่นที่ผลิตจากมันฝรั่ง ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ให้สูงขึ้น และเป็นการศึกษาถึงการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สุรา จึงได้ทำการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ผสมน้ำผลไม้พร้อมดื่ม (Ready to Drink หรือ RTD) โดยนำมันเทศและเผือกมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตสุรากลั่น แล้วนำมาปรุงผสมกับน้ำเชื่อมและน้ำผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว ได้แก่ น้ำมะนาว น้ำมะขาม น้ำสับปะรด น้ำลิ้นจี่ และน้ำแอปเปิ้ลเขียว มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ประมาณ 7-12 องศาบริกซ์ และความแรงแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15 ดีกรี อาร์ทีดีเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่มีกลิ่นรสของผลไม้ชัดเจน รสไม่ขม มีแคลอรีต่ำ และมีแรงแอลกอฮอล์ต่ำ ทำให้สามารถดื่มได้ทั้งผู้หญิงและผู้ชาย กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบันและยังมีตลาดรองรับอีกมาก เนื่องจากมีผู้ผลิตน้อยราย ทำให้มีราคาขายค่อนข้างสูงอยู่ที่ขวดละประมาณ 40-70 บาท สูงกว่าสาโทที่มีราคาขายอยู่ที่ขวดละประมาณ 30-40 บาท ดังนั้นจึงควรส่งเสริมให้มีการคิดค้นและพัฒนาวิธีการผลิตและการปรุงแต่งกลิ่นรสของอาร์ทีดี เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพได้มาตรฐาน เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และยังเป็นการวางรากฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งเสริมการผลิตในระดับอุตสาหกรรม เพื่อทดแทนการนำเข้าผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มแอลกอฮอล์จากต่างประเทศซึ่งมีมูลค่าสูงกว่า 6,100 ล้านบาทต่อปี (กรมศุลกากร, 2546) และยังอาจพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนี้เพื่อการส่งออกได้ต่อไปในอนาคต ยิ่งไปกว่านั้นยังเป็นการช่วยเหลือเกษตรกรให้มีรายได้จากการนำวัตถุดิบมาแปรรูปให้มีมูลค่าสูงขึ้น ก่อให้เกิดการสร้างงาน และเสริมสร้างเศรษฐกิจชุมชนให้สามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

1. เพื่อผลิตสุรากลั่นจากมันเทศและเผือกให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีความแตกต่างจากสุรากลั่นทั่วไปที่ใช้ข้าวเป็นวัตถุดิบ
2. เพื่อเพิ่มมูลค่าสุรากลั่นที่ได้โดยการปรุงแต่งด้วยน้ำเชื่อมและน้ำผลไม้ให้เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอาร์ทีดี
3. เพื่อศึกษาชนิดของผลไม้ที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มอาร์ทีดี
4. เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอาร์ทีดี

1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

ผลิตสุรากลั่นโดยใช้มันเทศและเผือกเป็นวัตถุดิบ แล้วนำสุรากลั่นที่ได้มาปรุงแต่งด้วยน้ำผลไม้ชนิดต่างๆ เพื่อผลิตเป็นเครื่องดื่มอาร์ทีดี หลังจากนั้นจึงทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบทางการเกษตรที่มีอยู่เป็นจำนวนมากและมีราคาถูก
2. ได้สุรากลั่นจากวัตถุดิบชนิดใหม่ และผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอาร์ทีดี
3. เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสุรากลั่นที่ได้โดยการผลิตเป็นเครื่องดื่มอาร์ทีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ผสมพร้อมดื่ม หรือที่เรียกว่า Ready to Drink (RTD) หรือคูลเลอร์ (Cooler) เป็นเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ผสมอยู่ โดยทั่วไปจะมีแรงแอลกอฮอล์ไม่เกินกว่าร้อยละ 15 แอลกอฮอล์ที่ใช้ผสมอาจเป็น ไวน์ รัม บรั่นดี วิสกี้ หรือวอดก้า ถ้าแอลกอฮอล์ที่ใช้ผสมเป็นไวน์ จะเรียกว่าไวน์คูลเลอร์ (Wine Cooler) ไวน์คูลเลอร์มักทำมาจากไวน์องุ่น แต่แตกต่างจากไวน์ทั่วไป ตรงที่ไวน์คูลเลอร์ใช้เวลาในการผลิตเร็วกว่า ไม่มีการเก็บบ่มเหมือนไวน์ทั่วไป อาร์ทีดีแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ อาร์ทีดีที่ทำจากสุราประเภทต่างๆ นิยมใช้วอดก้าหรือรัมเป็นหลัก ผสมกับน้ำผลไม้ ทำให้ได้อาร์ทีดีที่มีกลิ่นรสของน้ำผลไม้ชัดเจน อีกทั้งยังได้คุณค่าของน้ำผลไม้ที่ใช้เป็นส่วนผสม อาร์ทีดีอีกประเภทหนึ่งคืออาร์ทีดีที่ทำจากไวน์ผลไม้ จะเกิดการระเหยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างการหมัก ทำให้สูญเสียกลิ่นรสของผลไม้ไปด้วย แต่จะได้กลิ่นที่ยีสต์สร้างขึ้นในกระบวนการหมักมาทดแทนซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะตัว อาร์ทีดีประเภทนี้จึงนิยมอัดโซดาเพื่อให้รสชาติดียิ่งขึ้น

อาร์ทีดีมีต้นกำเนิดในสหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 1981 โดยชาวอเมริกันสองคน ชื่อ Michael Crete และ Stuart Bewley ได้ร่วมกันทดลองและผลิตออกจำหน่าย ตั้งชื่อบริษัทว่า Island Wine Cooler Company และตั้งชื่อผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายว่า Island Wine Cooler ต่อมาได้เปลี่ยนชื่อบริษัทเป็น California Cooler ในประเทศไทย บริษัทประมวลผลจำกัด เป็นบริษัทแรกที่ผลิตอาร์ทีดีออกจำหน่าย เมื่อปี พ.ศ. 2530 โดยตั้งชื่อผลิตภัณฑ์ว่า คูลเลอร์คลับ (Cooler Club) แต่ยังไม่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายในขณะนั้น อาร์ทีดีเริ่มเป็นที่รู้จักในประเทศไทยประมาณปี พ.ศ. 2540 มีมูลค่าทางการตลาดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมากถึงประมาณ 1,500 ล้านบาท ปัจจุบันอาร์ทีดีมีมูลค่าทางการตลาดอยู่ที่ประมาณ 1,000 ล้านบาท ผลิตภัณฑ์อาร์ทีดีที่เป็นที่รู้จักในประเทศไทย เช่น สปาย ไวน์คูลเลอร์ ผลิตโดยบริษัทสยามไวเนอรี่ เทรดดิ้งพลัสจำกัด ครุยเซอร์ และไนท์ ผลิตโดยบริษัททิสเวิลด์ไวด์ มาร์เก็ตติ้งจำกัด บาคาร์ดี้ บรีเซอร์ ผลิตโดยบริษัทบาคาร์ดี้ ประเทศไทยจำกัด เป็นต้น

ผลจากการขยายตลาดเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ทำให้มีการจัดประเภทเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ใหม่ อาร์ทีดีถูกแยกออกเป็นอีกประเภทหนึ่งต่างหาก จากแต่เดิมที่ได้จัดเป็นประเภทเดียวกับไวน์ ดังนั้นการตลาดแอลกอฮอล์จึงแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ ไวน์ สุรา เบียร์ และอาร์ทีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ลักษณะของเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ผสมพร้อมดื่ม (ประดิษฐ์, 2531)

1. มีปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำ ไม่เกินร้อยละ 15 โดยปริมาตร

2. อาจมีการผสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คล้ายสปาร์คลิ่งไวน์ (Sparkling Wine) หรือผสมน้ำโซดา (Carbonated Water) เพื่อเพิ่มรสชาติให้เกิดความซ่า เนื่องจากมีปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำ

3. มีรสชาติไม่ขม แตกต่างจากสุราทั่วไป

4. อาจมีการผสมน้ำผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว หรือผสมน้ำจากพืชสมุนไพร เช่น ขิง หรือใช้กลิ่นรสผลไม้สังเคราะห์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นรสของผลไม้ที่ชัดเจน โดยทั่วไปอาร์ทีดีที่ใช้น้ำผลไม้แท้จะมีลักษณะขุ่น แต่จะไม่ตกตะกอน เนื่องจากมีการเติมสารป้องกันการตกตะกอน (Emulsifier) เช่น เมธิลเซลลูโลส (Methylcellulose) เป็นต้น

5. มีรสหวานเล็กน้อย (มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ไม่เกิน 15 องศาบริกซ์)

6. อาจมีรสเปรี้ยวเล็กน้อย (รสเปรี้ยวจากผลไม้ หรือจากการเติมกรดซิตริก)

7. เติมวัตถุกันเสีย (Preservatives) หรืออาจพาสเจอไรซ์ด้วยความร้อนเพื่อยับยั้งและทำลายจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อน

2.2 ส่วนประกอบของเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ผสมพร้อมดื่ม (ประดิษฐ์, 2531)

1. สุรา ได้แก่ วอดก้า รัม ไวน์ บรั่นดีและวิสกี้ เป็นต้น

2. น้ำผลไม้คั้นรสเปรี้ยว เช่น น้ำมะนาว น้ำสับปะรด น้ำมะขาม เป็นต้น หรืออาจใช้กลิ่นและรสผลไม้สังเคราะห์ หรือน้ำจากสมุนไพรอื่นๆ

3. น้ำโซดา หรือน้ำดื่มอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

4. น้ำตาลหรือน้ำเชื่อม

5. กรดซิตริก

6. วัตถุกันเสีย เช่น โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ โพแทสเซียมซอร์เบต และโพแทสเซียมเบนโซเอต เป็นต้น หรืออาจพาสเจอร์ไรซ์ด้วยความร้อนแทนการเติมวัตถุกันเสีย

อนึ่งส่วนประกอบทั้งหมดดังที่กล่าวมาข้างต้นนี้ ไม่จำเป็นต้องมีครบทั้งหมด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้บริโภค และความนิยมของผู้บริโภค

2.3 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ผสมพร้อมดื่ม

อาร์ทีดีส่วนใหญ่นิยมใช้วอดก้าเป็นส่วนประกอบหลัก วอดก้าเป็นสุราของต่างประเทศที่ผลิตจากมันฝรั่ง (Potato) ซึ่งเป็นพืชหัวที่มีลักษณะคล้ายกับมันเทศ (Sweet Potato , Yam) และเผือก (Taro) ซึ่งเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่มีมากในประเทศไทย พบได้ และปลูกได้ทุกภาคของประเทศ ในปี พ.ศ. 2546 พื้นที่ปลูกมันเทศทั่วประเทศไทยมีประมาณ 30,905 ไร่ ผลผลิตทั้งหมดประมาณ 56,432 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 1.82 ตัน/ไร่ พื้นที่ปลูกเผือกทั่วประเทศไทยมีประมาณ 41,394 ไร่ ผลผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งหมดประมาณ 102,126 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 2.1 ตัน/ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547) มันเทศมีคุณค่าทางเภสัชวิทยา เนื่องจากมีสารเบต้าแคโรทีนที่ลดความเสี่ยงต่อการก่อเซลล์มะเร็งในอวัยวะภายในของสตรีหลายชนิด เช่น มะเร็งมดลูก มะเร็งรังไข่ มะเร็งเต้านม และมีเกลือโปแตสเซียมช่วยในการรักษาสมดุลของของเหลวในร่างกาย ทำให้การทำงานของหัวใจ และความดันโลหิตปกติ (แสงไทย, 2545) เผือกสามารถใช้เป็นยาระบาย ขับปัสสาวะ ห้ามเลือดและใช้รักษาโรคเกี่ยวกับกระเพาะและลำไส้ นอกจากนี้ยังพบว่ามันเทศและเผือกมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่ามันฝรั่ง แสดงในตารางที่ 1 โดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรตนั้นมีอยู่สูงกว่ามันฝรั่งมาก ซึ่งเหมาะแก่การนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตสุรา

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของมันฝรั่ง มันเทศ และเผือก

คุณค่าทางโภชนาการ ต่อ 100 กรัมของส่วนที่กินได้ โดยน้ำหนักแห้ง	มันฝรั่ง	มันเทศ	เผือก
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	19.0	25.0	27.0
โปรตีน (กรัม)	2.0	2.2	1.7
ไขมัน (กรัม)	0.1	0.3	0.25
เส้นใย (กรัม)	2.2	1.0	0.89
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	20.0	25.0	8.0
ไรโบฟลาวิน (มิลลิกรัม)	0.03	0.05	0.04
ไนอาซิน (มิลลิกรัม)	1.1	1.7	0.9

2.3.1 มันเทศ

รูปที่ 2.1 มันเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ipomoea batatas*

ชื่อสามัญ Sweet Potato , Yam

วงศ์ Convolvulaceae

2.3.1.1 ลักษณะทั่วไป

เป็นไม้เลื้อยลำต้นทอดไปตามหน้าดิน มียางสีขาว ใบเป็นใบเดี่ยวรูปหัวใจมีแฉกแหลม บริเวณแก้มใบทั้งสองข้างเป็นสีเขียวอมแดง ดอกเป็นช่อรูปปากแตรสีม่วงอ่อน ผลรูปไข่ มีเปลือกแข็งหุ้มภายในมีเมล็ดสีดำ หัวมีลักษณะเรียบหรือขรุขระ ด้านหัวท้ายเรียวตรงกลางป่องออก สีผิวของหัวและสีของเนื้ออาจจะเป็นสีแดง เหลือง ขาว หรือสีนวล แตกต่างกันไปตามพันธุ์

2.3.1.2 การจัดจำแนกชนิดของมันเทศ

แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ตามอายุ ได้แก่

1. พันธุ์เบา อายุประมาณ 90 วัน หลังจากปลูกจนถึงเก็บหัว เช่น พันธุ์กัวเตมาลา พันธุ์พม. 02 นส.25 และโนนนาด เป็นต้น

2. พันธุ์กลาง อายุประมาณ 120 วัน หลังจากปลูกถึงเก็บหัว เช่น พันธุ์ห้วยสีทน 1 พันธุ์ไทจุง พันธุ์โอกุต พันธุ์หัวโตแดง และพันธุ์หัวโตขาว เป็นต้น

3. พันธุ์หนัก อายุประมาณ 150 วัน หลังจากปลูกถึงเก็บหัว เช่น พันธุ์ L 89 พันธุ์ L 4-116 พันธุ์ L 3-64 พันธุ์เซนเทเนียล (Centenial) และพันธุ์โรสเซนเทเนียล (Rose Centenial) เป็นต้น

2.3.1.3 พันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทย

มี 2 พันธุ์ ได้แก่

1. พันธุ์ไทจุง เป็นพันธุ์ที่นำมาจากไต้หวัน เถาไม่เลื้อยมากนัก ลำต้นมีลักษณะคล้ายเป็นพุ่มใบเป็นแฉก หัวมีรูปร่างคล้ายรูปไข่ เนื้อในมีสีเหลือง เมื่อต้มหรือนึ่งแล้วยังคงมีความเหนียว ไม่เละ ให้ผลผลิตประมาณ 3-4 ตัน/ไร่

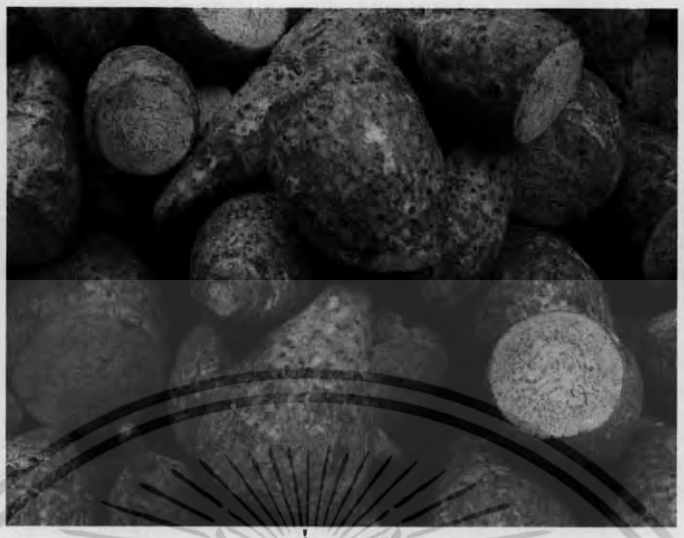
2. พันธุ์ห้วยสีทน 1 เป็นพันธุ์ที่เกิดจากการคัดเลือกพันธุ์ นำมาจากไต้หวัน สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินทุกชนิด ลักษณะเถาเลื้อยยาว ใบกว้างพอประมาณลงหัวเร็ว เนื้อในมีสีแดงอมเหลือง มีรสหวาน เป็นที่ต้องการของตลาด ให้ผลผลิตประมาณ 3-4 ตัน/ไร่

2.3.1.4 ประโยชน์ที่ได้จากมันเทศ

ใช้เป็นอาหาร เช่น ต้ม เผา เชื่อม แกงเลียง เป็นต้น ใช้ในอุตสาหกรรมการกลั่นสุรา ใช้เลี้ยงสัตว์โดยเฉพาะสุกร นอกจากนี้ ยอดมันเทศยังใช้รับประทานแทนผัก และใช้เลี้ยงสัตว์ได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 เผือก



รูปที่ 2.2 เผือก

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Colocasia esculenta*

ชื่อสามัญ Taro

วงศ์ Araceae

2.3.2.1 ลักษณะทั่วไป

ลำต้นสูงประมาณ 0.4-2 เมตร ลำต้นใต้ดินเจริญเติบโตกลายเป็นหัว และมีหัวเล็ก ๆ ล้อมรอบรูปร่างของหัว ขนาด และสีของเนื้อเผือก มีความแตกต่างกันออกไปตามพันธุ์ ใบมีลักษณะเป็นรูปหัวใจขนาดใหญ่ มีสีต่างๆ กัน ดอกประกอบด้วย 2-5 ช่อดอก อยู่ในก้านใบ ช่อดอกมีก้านยาว 15-30 เซนติเมตร ดอกบานทยอยกันเรื่อยๆ ผลมีสีเขียว เปลือกบาง ไม่ค่อยมีเมล็ด

2.3.2.2 การจัดจำแนกชนิดของเผือก

1. จำแนกตามกลิ่นของหัว มี 2 ประเภท คือ

- เผือกหอม เผือกชนิดนี้เวลาต้มหรือประกอบอาหารจะมีกลิ่นหอม ได้แก่ เผือกหอมเชียงใหม่ พันธุ์พจ.016 พันธุ์พจ.08 และพันธุ์พจ.019 เป็นต้น

- เผือกชนิดไม่หอม เผือกชนิดนี้เวลาต้มหรือประกอบอาหารจะไม่มีกลิ่นหอม แต่มีเนื้อเหนียวแน่น น่ารับประทาน ได้แก่ พันธุ์พจ.06 พันธุ์พจ.025 และพันธุ์พจ.012 เป็นต้น

2. จำแนกตามสีของเนื้อ มี 2 ประเภท คือ

- เผือกเนื้อสีขาวหรือสีครีม ได้แก่ พันธุ์พจ.06 พันธุ์พจ.07 พันธุ์พจ.025 พันธุ์พจ. 014 (เผือกบราซิล) พันธุ์ศรีปาลาวี (อินเดีย) และพันธุ์ศรีรัศมี (อินเดีย) เป็นต้น

- เผือกเนื้อสีขาวปนม่วง ได้แก่ เผือกหอมเชียงใหม่ พันธุ์ พจ.016 พันธุ์พจ.08 พันธุ์พจ.05 และ พันธุ์พจ.020 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.3 การนำมาใช้ประโยชน์

ส่วนใหญ่ใช้เป็นอาหารที่สำคัญของประชากรในหลายประเทศ เช่น ต้ม เผา อบ ทอด ดาก แห้ง นอกจากนี้บางแห่งทำเป็นแป้งเพื่อทำขนมปัง อาหารทารก เครื่องดื่ม ขนม ใช้เป็นอาหารเพื่อป้องกันโรคแพ้บางอย่างในทารก และใช้แทนธัญพืชในการรักษาโรคเกี่ยวกับกระเพาะ ลำไส้ ใบอ่อนและก้านใบใช้รับประทานได้

2.4 การเตรียมน้ำส่า (เจริญ, 2545)

2.4.1 การเตรียมหัวเชื้อ

จากกระบวนการผลิตในปัจจุบันสามารถแบ่งลักษณะของหัวเชื้อ ออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ การใช้ลูกแป้งแบบดั้งเดิมและการใช้จุลินทรีย์บริสุทธิ์

2.4.1.1 การใช้ลูกแป้ง

ลูกแป้ง ตามพระราชบัญญัติ พ.ศ. 2493 มาตรา 4 จัดเป็นเชื้อสุราอย่างหนึ่ง ตามนิยามดังนี้ เชื้อสุรา หมายถึง แป้งเชื้อสุรา แป้งข้าวหมัก หรือเชื้อใดๆ เมื่อหมักกับวัตถุหรือของเหลวอื่นๆ แล้วสามารถทำให้เกิดแอลกอฮอล์ที่ใช้ทำสุราได้ (มนตรี, 2521) การผลิตลูกแป้งมีสูตรต่างกันหลายตำรับ ผู้ผลิตมักสงวนไว้เป็นความลับ แต่องค์ประกอบที่สำคัญก็คือ ปลายข้าวดิบ หรือข้าวสารบดละเอียด ซึ่งใช้ได้ทั้งข้าวเหนียวและข้าวเจ้า ห รืออาจใช้แป้งถุงสำเร็จรูป นำมาผสมกับเครื่องเทศสมุนไพรต่างๆ ซึ่งจะมีสารส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดจำเป็น เป็นแหล่งคาร์บอน ไนโตรเจน วิตามินและเกลือแร่ ที่ช่วยส่งเสริมการการเจริญเติบโตและกระบวนการหมักของราและยีสต์ เช่น รากหวาย มีน้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอน อบเชย นอกจากให้กลิ่นหอมแล้ว ยังเป็นแหล่งของแร่ธาตุสำคัญสำหรับการหมัก และสารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดไม่จำเป็น เช่น Essential Oil และสารระเหย กานพลู มีสารยับยั้งแบคทีเรียแลกติกและราหลายชนิดที่ไม่ต้องการ เป็นต้น มีรายงานปริมาณการใช้และผลการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในเครื่องเทศสมุนไพรไทยหลายชนิด เช่น กานพลู ปริมาณที่สามารถยับยั้งแบคทีเรียแลคติกและราหลายชนิดให้ได้ผลนั้นต้องใช้ถึงร้อยละ 30 ผู้ผลิตลูกแป้งมักไม่นิยมใช้เครื่องเทศสมุนไพรอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงชนิดเดียวในปริมาณมาก แต่นิยมใช้หลากหลาย ชนิดอย่างละเล็กน้อยผสมกัน เพื่อเสริมฤทธิ์ซึ่งกันและกัน (Synergistic effect) นับเป็นภูมิปัญญาที่น่ายกย่องของบรรพบุรุษ (บัญญัติ, 2527) ดังนั้นการเก็บลูกแป้งไว้นานๆ อาจทำให้สารเหล่านี้สูญเสียคุณสมบัติเนื่องจากการระเหยจนหมดไปได้ การทำลูกแป้งเริ่มจากการผสมข้าวกับเครื่องเทศแล้วปั้นเป็นก้อน โรยด้วยผงลูกแป้งเก่า บ่มในบรรยากาศที่ควบคุมระดับความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิเป็นเวลา 2 วัน สังเกตการเจริญของเส้นใยราปกคลุมไปทั่วเห็นเป็นสีขาว จากนั้นลดระดับความชื้นสัมพัทธ์ลง ช่วงนี้ยีสต์จะใช้น้ำตาลและสร้างก๊าซออกมาหลักการเดียวกับการขึ้นฟูของแป้งหมักสำหรับทำขนมปัง ผึ่งลมต่ออีก 1-2 วัน จากนั้นนำออกตาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แดดอีก 1-2 วัน จนลูกแป้งแห้งและมีน้ำหนักเบา วัดค่าความชื้นสุดท้ายได้น้อยกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก หรือมีค่า Available Water (a_w) ไม่เกิน 0.85

2.4.1.2 การใช้เชื้อบริสุทธิ์

การใช้เชื้อบริสุทธิ์เป็นการเลี้ยงราบริสุทธิ์ที่ได้ทำการคัดเลือกคุณสมบัติและความเหมาะสมต่อชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ ถ่ายสปอร์หรือเส้นใยราสายพันธุ์ที่ต้องการลงในวัตถุดิบที่ล้างสะอาดและนึ่งจนสุก (มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 44-45) ปล่อยให้ราเจริญเติบโตที่อุณหภูมิ 34-36 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 5-6 วัน จะปรากฏเส้นใยจำนวนมากปกคลุมบนผิวหน้าวัตถุดิบ หลังจากนั้นทำการขยายขนาดหัวเชื้อ โดยเตรียมวัตถุดิบนึ่งสุกตามปริมาณที่ต้องการ ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ถ่ายหัวเชื้อที่เตรียมไว้ลงไปคลุกเคล้าให้เข้ากัน บ่มทิ้งไว้เป็นเวลา 2 วัน ในช่วงเวลานี้ให้คลุกเคล้าเป็นระยะๆ เมื่อสิ้นสุดการบ่มเชื้ออุณหภูมิจะสูงขึ้นจนถึง 42 องศาเซลเซียส และมีเส้นใยสีขาวปกคลุมอยู่ทั่วบริเวณผิวหน้าของวัตถุดิบ หัวเชื้อที่ได้นี้จะมีเอนไซม์ กรดอินทรีย์ วิตามิน และสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญของยีสต์ในขั้นตอนการหมัก

2.4.2 ขั้นตอนการหมัก (ยุพกนิษฐ์, 2546)

ปฏิกิริยาการหมักสาโทจัดเป็น Multiparallel Fermentation หมายถึงกระบวนการหมักที่มีหลายปฏิกิริยา และจะเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน แบ่งเป็นสองขั้นตอนยึดหลักตามสภาวะของการหมักและประเภทของจุลินทรีย์ เริ่มจากขั้นตอนที่หนึ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล โดยราจะสร้างเอนไซม์กลุ่มอะไมเลส ประกอบด้วยแอลฟาอะไมเลส (alpha amylase) เบต้าอะไมเลส (beta amylase) และกลูโคอะไมเลส (glucoamylase) ย่อยโครงสร้างแอลฟาฟอร์มในโมเลกุลของเม็ดแป้งให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลใหญ่ น้ำตาลโมเลกุลคู่ และน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ตามลำดับ สภาวะการหมักต้องการอากาศสำหรับการเจริญของรา (Aerobic Fermentation) ใช้เวลาประมาณ 3 วัน รากลุ่มที่มีความสำคัญและมีบทบาทในการสร้างเอนไซม์ปริมาณมาก ได้แก่ ราใน Class-Zygomycetes Order-Mucorales Family-Mucoraceae ได้แก่ จีนัสสำคัญ คือ *Rhizopus* sp. เช่น *R. oligosporus, R. japonicas, R. oryzae* และ *R. arrhizus* จีนัส *Mucor* sp. เช่น *M. rouxii* และ *M. fragilis* และจีนัส *Amylomyces* sp. ได้แก่ *Amylomyces rouxii* และราใน Class-Deuteromycetes Order-Moniliales Family-Moniaceae ได้แก่ จีนัสสำคัญ คือ *Aspergillus* sp. เช่น *A. oryzae* และ *A. niger* คุณสมบัติของราในคลาสแรกคือ สร้างเอนไซม์ที่มีกิจกรรมสูงพร้อมกับสร้างกรดอินทรีย์ เช่น กรดฟูมาลิก กรดซิตริกและกรดแลกติก ทำให้น้ำส่าเกิดรสเปรี้ยว แต่การย่อยแป้งเกิดไม่สมบูรณ์ คือให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์น้อยกว่าเมื่อเทียบกับราในคลาสหลัง ยกเว้นรา *Amylomyces rouxii* ที่มีระดับการสร้างน้ำตาลรีดิวซ์สูงสุดในกลุ่ม เนื่องจากมีเอนไซม์ glucoamylase และไม่ทำให้น้ำส่าเกิดรสเปรี้ยว (แผนภูมิแสดงการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลโดยรา แสดงในรูปที่ 3) กรดที่เกิดขึ้นนี้เป็นตัวยับยั้งจุลินทรีย์อื่นที่เป็นสาเหตุของการปนเปื้อนได้ เรียกว่า Protected Fermentation ราสร้างเอนไซม์จำนวนมากออกมาย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลเฟอร์เมนต์ ได้แก่ มอลโตไดรโอส (maltotriose) มอลโตส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(maltose) กลูโคส (glucose) และน้ำตาลนอนเฟอร์เมนต์ ได้แก่ ลิมิตเดกซ์ตริน (limit dextrin) และสร้างกรดอินทรีย์ นอกจากนี้ยังสร้างสารอาหารและวิตามินที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญของยีสต์ สำหรับยีสต์ในระยะแรกที่มีอากาศจะยังไม่เกิดกระบวนการหมัก แต่จะมีการแตกหน่อเพิ่มจำนวนเซลล์อย่างรวดเร็วจนมีปริมาณที่มากพอ ประกอบกับสภาวะความเป็นกรดที่ราสร้างให้ ร่วมกับเป็นระยะที่ผู้ผลิตเติมน้ำสะอาดที่ผ่านการฆ่าเชื้อและมีคุณภาพเทียบเท่าน้ำบริโภคลงไป เพื่อเจือจางความหวานหรือเพื่อปรับค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ให้มีค่าประมาณ 20-22 องศาบริกซ์ ทำให้เป็นสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ดังนั้นราซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศ (Strictly Aerobe) ในการเจริญจะหยุดกิจกรรม ส่วนยีสต์ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่เจริญได้ทั้งสองสภาวะ (Facultative Anaerobe) จะเปลี่ยนรูปแบบการสร้างพลังงานจากการหายใจที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Respiration) มาเป็นกระบวนการหมักหรือการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Alcoholic Fermentation หรือ Anaerobic Respiration) ซึ่งเป็นส่วนของขั้นตอนที่สอง ที่เป็นกระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลรีดิวซ์ให้เป็นแอลกอฮอล์ แต่พบว่ามียีสต์บางจีนัสที่มีเอนไซม์ glucoamylase สามารถเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลเฟอร์เมนต์ ได้แก่ ยีสต์ในกลุ่ม Ascomycetous yeast Class-Ascomycetes Subclass-Hemiascomycetoideae Order-Endomycetales Family-Saccharomycedeae ได้แก่ จีนัสสำคัญ คือ *Endomycopsis* sp. เช่น *E. fibuligera* ส่วนยีสต์หมักแอลกอฮอล์ ได้แก่ *Saccharomyces* sp. เช่น *S. cerevisiae, S. diastaticus* และ *Hensenula* sp. และยีสต์ใน Class-Blastomycetes Family - Cryptococcaceae ได้แก่ จีนัสสำคัญ คือ *Torulopsis* sp. สามารถเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทนต่อความเป็นกรด ทนต่อความเข้มข้นของน้ำตาล และทนต่อระดับแอลกอฮอล์ได้ดี เมื่อต้องการให้ยีสต์เปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ ต้องปรับสภาวะการหมักให้อยู่ในสภาพไร้อากาศ (แผนภูมิแสดงการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์แสดงในรูปที่ 4)

ปัจจัยที่มีผลต่อการหมักสาโทระยะนี้คือ

1. อัตราส่วนระหว่างข้าวต่อราและยีสต์

2. ช่วง Lag Phase ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตเพิ่มปริมาณเซลล์ของยีสต์ ณ อุณหภูมิการหมักนั้นๆ

3. องค์ประกอบของสารอาหารและปริมาณกรดอินทรีย์

4. ปริมาณออกซิเจน

5. ความสามารถในการทนต่อสภาวะต่างๆ ของยีสต์ เช่น ระดับแอลกอฮอล์ กรดอินทรีย์ รวมทั้งอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นขณะที่เซลล์มีกิจกรรม เป็นต้น

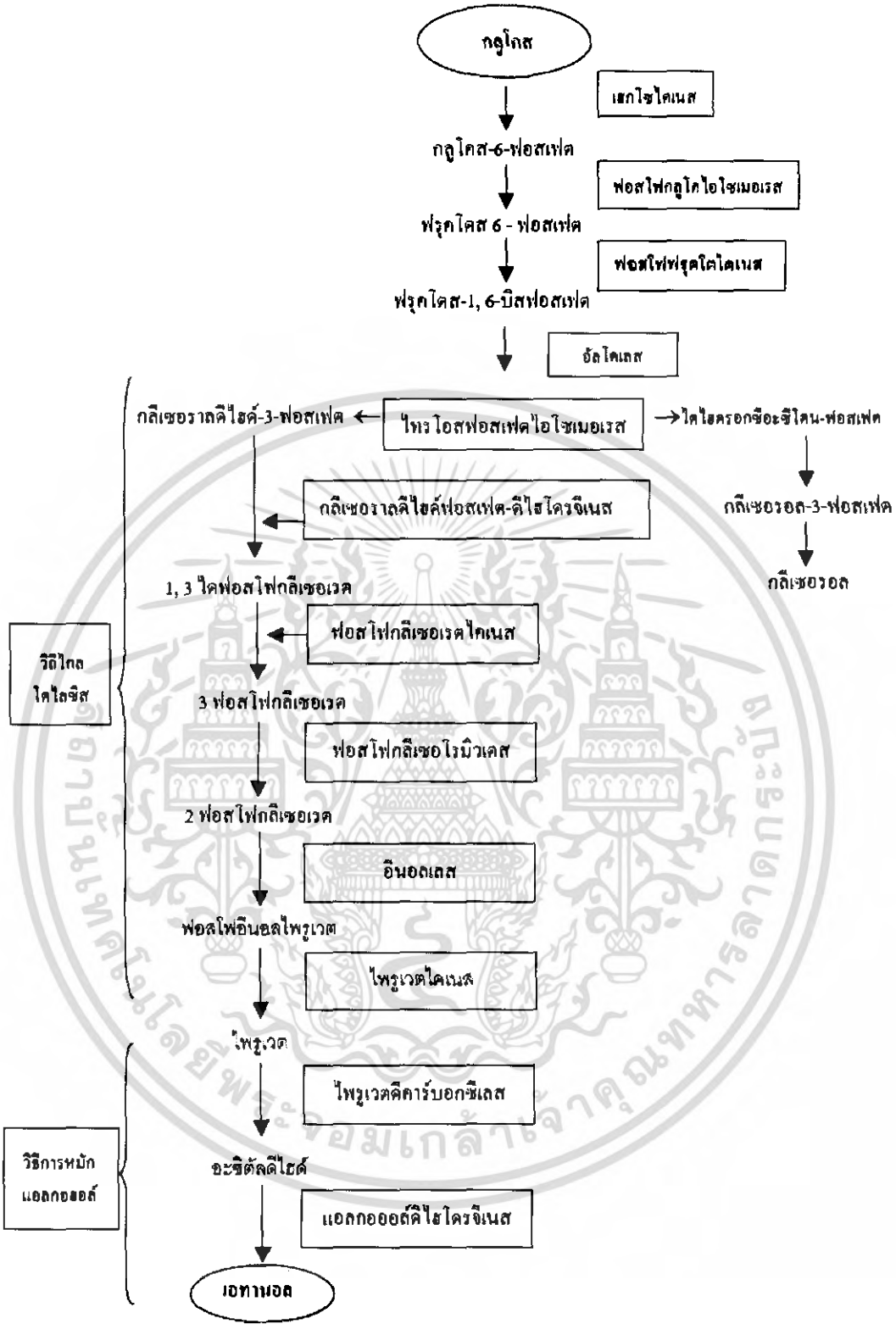
ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นในถังหมัก จึงเริ่มจากการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลเฟอร์เมนต์ชนิดต่างๆ น้ำตาลกลูโคส กรดแลคติก และกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ ฯลฯ โดยเอนไซม์อะไมเลสจากรา ตามด้วยยีสต์ที่เปลี่ยนน้ำตาลเฟอร์เมนต์และน้ำตาลกลูโคสให้เป็นแอลกอฮอล์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และความร้อน พร้อมๆ กับการผลิตกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ เช่น กรดมาลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดซัคซินิก กรดแลคติก กรดแอซีติก ฯลฯ นอกจากนี้ยังพบกิจกรรมของเอนไซม์ชนิดอื่น เช่น เอนไซม์โปรติเอสย่อยสลายโปรตีนเป็นเปบไทด์และกรดอะมิโน และเอนไซม์ไลเปสเปลี่ยนไขมันเป็นกรดไขมันและกลีเซอรอลเกิดเป็นกลิ่นรสที่มีความซับซ้อน นอกจากนี้สารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นสามารถทำปฏิกริยากันเองเกิดเป็นสารอินทรีย์ชนิดใหม่ๆ ช่วยเพิ่มความซับซ้อนที่เป็นความหอมเฉพาะตัวหากบ่มเป็นเวลานาน ได้แก่ กรดอะมิโนบางตัว เช่น ลิวซีน ถูกยีสต์เปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ประเภทไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ และถูกเปลี่ยนต่อไปโดยอะซิทิล โคเอนไซม์เอ เป็นไอโซเอมิลแอซีเทต ทำให้เกิดกลิ่นที่ดีขึ้น นอกจากนี้ กรดลิวซินิกที่เปลี่ยนมาจากกรดอะมิโนลิวซีน ยังเป็นสารตั้งต้นของสารเอสเทอร์ชนิดเอธิลลิวซิเนตซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นหอม ระดับการสร้างสารให้กลิ่นรส (flavor compound) และสารประกอบหอมระเหย (volatile compounds) ได้แก่ อะซิทัลดีไฮด์ และไดอะซิทิล หรืออะซิโทน หรืออะซิโทอิน ยังขึ้นกับเอนไซม์หลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารประกอบคาร์บอนิล ได้แก่ เอนไซม์อัลดีไฮด์ ดีไฮโดรจีเนส และแอลกอฮอล์ ดีไฮโดรจีเนส ที่สร้างสารอะซิทัลดีไฮด์และเอทิลแอลกอฮอล์จากน้ำตาลกลูโคส กรดอะมิโนบางตัว เช่น แอสพาติก ทรีโอนีน และเมทไธโอนีน ร่วมกับเอนไซม์ทรีโอนีน อัลโดเลส ที่สามารถสังเคราะห์อะซิทัลดีไฮด์จากกรดอะมิโนทรีโอนีนได้ด้วยเช่นกัน

รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลโดยกลุ่มเอนไซม์จากราในสภาพที่มีอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์โดยกลุ่มเอนไซม์จากยีสต์ในสภาพไร้อากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การกลั่นสุรา (เจริญ, 2545)

การกลั่นคือการแยกสารตั้งแต่ 2 ชนิดที่อยู่ในของผสมออกจากกัน โดยอาศัยหลักความแตกต่างของจุดเดือด และหลักการแลกเปลี่ยนมวลสารระหว่างสองสถานะ คือสถานะของเหลวกับสถานะไอ หลักการกลั่นสุราให้มีคุณภาพ มีดังนี้

2.5.1 การแบ่งส่วนน้ำสุรา

เนื่องจากการกลั่นเป็นการแยกสารตามความสามารถในการระเหย สารที่ระเหยง่ายซึ่งได้แก่ แอลกอฮอล์จะควบแน่นออกมาก่อน สารที่ระเหยยากกว่าแอลกอฮอล์จะออกมาทีหลัง จึงสามารถแยกสารพิษที่ไม่ต้องการออกได้ โดยแบ่งน้ำสุราเป็นส่วนหัว ส่วนกลาง และส่วนหาง

ส่วนหัวคือเมธิลแอลกอฮอล์ เป็นสารพิษที่ทำให้ตาบอด และถ้าบริโภคในปริมาณมากทำให้เสียชีวิตได้ ดังนั้นจึงต้องทำการแยกส่วนหัวออกประมาณ 50 มิลลิลิตร ต่อน้ำส่า 200 ลิตร ส่วนกลางเป็นเอธิลแอลกอฮอล์ที่ต้องการ และเมื่ออุณหภูมิหม้อกลั่นสูงขึ้นเรื่อยๆ ในหม้อต้มแบบพื้นบ้าน ส่วนหางจะเริ่มควบแน่นออกมาเมื่ออุณหภูมิใกล้ 100 องศาเซลเซียส ผู้ผลิตต้องฝึกดมกลิ่นและแยกส่วนหางนี้ออกไป ซึ่งมีส่วนผสมของฟูเซลออยล์ ที่ทำให้ปวดหัว และมีกลิ่นฉุน

ปัจจัยที่ทำให้เกิดสารฟูเซลออยล์ได้แก่

1. สายพันธุ์ยีสต์
2. อุณหภูมิ (อุณหภูมิสูง ผลิตมาก)
3. การกวนและการให้อากาศ (ไม่ควรกวนน้ำหมักหลังจากการหมักเริ่มต้นแล้ว)
4. องค์ประกอบของน้ำหมัก (ควรมีอาหารสมบูรณ์)

เครื่องกลั่นสุราชุมชนที่มีจำหน่ายอยู่นั้นมีข้อจำกัดหลายอย่าง โดยเฉพาะการใช้ฟืนหรือเตาแก๊สเป็นแหล่งให้ความร้อน ซึ่งทำให้ควบคุมอุณหภูมิการกลั่นได้ยาก หากใช้ความร้อนมากเกินไปจะทำให้น้ำส่าไหม้ เกิดกลิ่นเหม็น และทำให้สารพิษในส่วนหางปนออกมากับน้ำสุรา ดังนั้นจึงไม่ควรรีบร้อนเร่งไฟเพื่อให้ผลิตได้เร็วๆ และเทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิในหม้อกลั่น ควรวัดอุณหภูมิของส่วนไอ เพื่อให้ผู้กลั่นสามารถปรับความร้อนได้อย่างเหมาะสม

เมื่อเริ่มต้นต้มน้ำส่าจนอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 78–85 องศาเซลเซียส จึงเริ่มเก็บน้ำสุราได้ และพยายามคงอุณหภูมินี้ไว้ให้ได้นานๆ เมื่ออุณหภูมิเริ่มสูงเกิน 90 องศาเซลเซียส ให้คอยดมกลิ่นส่วนหาง โดยแบ่งสุราเป็นส่วนๆ เมื่อเริ่มได้กลิ่นส่วนหาง ให้นำส่วนนั้นไปรวมกับน้ำส่าชุดต่อไป เพื่อทำการกลั่นใหม่

2.5.2 การกลั่นหลายครั้ง

การผลิตสุราพื้นบ้านธรรมดา การแยกส่วนหัวและส่วนหางจะสามารถทำให้สุราไม่มีกลิ่นเหม็น และปลอดภัยเพียงพอ แต่สำหรับสุราบางชนิด การแยกส่วนหัวหางออกอาจยังไม่เพียงพอ เนื่องจากไม่ต้องการให้มีกลิ่นของวัตถุดิบหลงเหลืออยู่เลย เช่น วอดก้า และรัม หรือสุราสำหรับนำไปปรุงแต่งรสชาติต่างๆ ในประเทศไทยไม่สามารถผลิตวอดก้าและรัม เพราะกฎหมายให้เรียกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุราขาว แต่อาจผลิตสุราในรูปแบบนั้นได้ โดยเรียกชื่อเป็นอย่างอื่น เพื่อย้ายจากตลาดล่างทำให้สามารถจำหน่ายได้ในราคาสูงขึ้น

การกลั่นสุราให้ไม่มีกลิ่นของวัตถุดิบ ทำได้โดยกลั่น 2 ครั้งขึ้นไป หรือใช้เครื่องกลั่นแบบมีระบบรีฟลักซ์ และอาจนำสุรามากรองผ่านผงถ่านเพื่อดูดซับกลิ่น

2.6 ชนิดของเครื่องกลั่นแอลกอฮอล์

2.6.1 เครื่องกลั่นแบบหม้อต้ม

เป็นเครื่องกลั่นแบบที่ใช้กันทั่วไป ในอุตสาหกรรมการกลั่นสุราของต่างประเทศก็ใช้เครื่องกลั่นแบบนี้ เพียงแต่มีการออกแบบและวัสดุแตกต่างกัน และมีขนาดใหญ่กว่าที่ใช้ในการผลิตสุราชุมชน หลักการง่ายๆ คือมีหม้อต้ม ใช้ความร้อนจากไอน้ำ จากไฟฟ้า หรือจากก๊าซหุงต้ม ทำให้น้ำส่าร้อนขึ้นเกิดเป็นไอระเหยขึ้นไป ส่งผ่านคอห่านไปยังคอนเดนเซอร์ควบแน่นให้เป็นของเหลว มักใช้ทองแดงเป็นวัสดุในการทำหม้อต้มสุรา ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้จากประสบการณ์แต่โบราณ ปัจจุบันโรงกลั่นสุราทั้งวิสกี้และบรั่นดีของต่างประเทศก็ยังนิยมใช้หม้อทองแดงกันอยู่

ข้อดีของการใช้ทองแดงเป็นวัสดุในการทำหม้อต้มสุรา ได้แก่

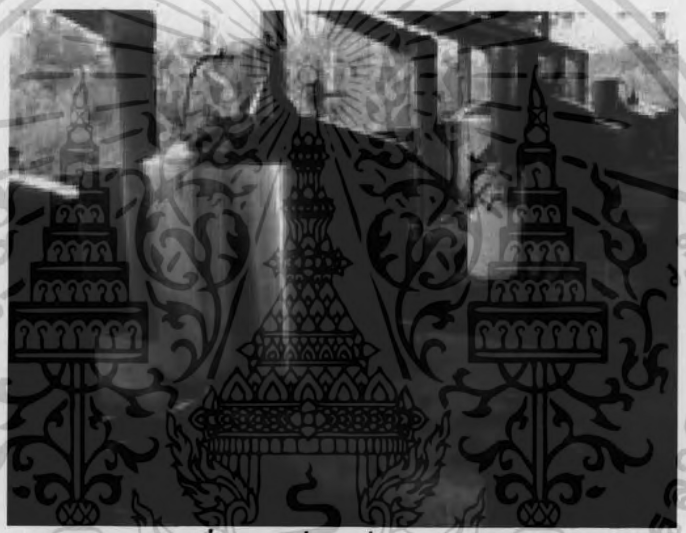
1. ทองแดงช่วยสลายสารประกอบซัลเฟอร์และเอสเทอร์ที่เกิดในระหว่างการหมัก ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในสุรากลั่น
2. ทองแดงนำความร้อนได้ดีมาก ทำให้ช่วยป้องกันน้ำส่าไหม้
3. ทองแดงช่วยป้องกันการเกิดสารเอธิลคาร์บาเมท (Ethylcarbamate) ซึ่งเป็นสารพิษที่เกิดจากไซยาไนด์
4. ทองแดงช่วยทำให้กลิ่นของสุราดีขึ้น

ในมาตรฐานสุราของกรมสรรพสามิต มีการตรวจวิเคราะห์ทองแดง ถึงแม้ทองแดงจะสามารถละลายได้เล็กน้อย ทำให้สุราที่กลั่นได้อาจมีสีเขียวอ่อนๆ แต่จากผลการตรวจวิเคราะห์พบว่ามีทองแดงต่ำกว่ามาตรฐานน้ำดื่ม และการล้างหม้อกลั่นให้สะอาดทุกครั้ง จะช่วยชะทองแดงที่ละลายออกมาได้

หากใช้เครื่องกลั่นที่ทำจากสเตนเลสสตีล อาจใช้ทองแดงเป็นส่วนประกอบของเครื่องกลั่นบางส่วน โดยเฉพาะส่วนที่สัมผัสกับไอ เช่น ข้อต่อบริเวณคอห่าน หรือบรรจุลวดทองแดงไว้ในท่อเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 หม้อต้มแบบพื้นบ้าน



รูปที่ 2.6 เครื่องกลั่นแบบใช้ฟืน

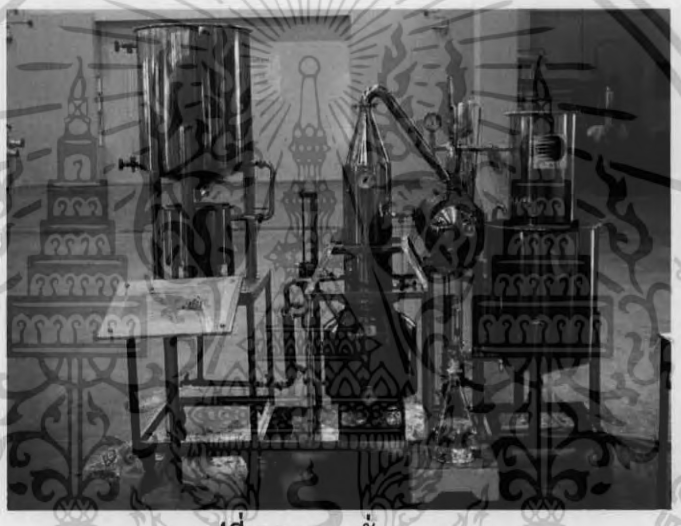
2.6.2 เครื่องกลั่นแบบหอกลั่น

หม้อต้มสุราแบบพื้นบ้าน ไอมีโอกาสสัมผัสกับของเหลวน้อย ทำให้ต้องกลั่นหลายครั้งจึงจะได้แอลกอฮอล์ที่เข้มข้น ดังนั้นหากทำการแบ่งส่วนของไอที่ควบแน่นจนกลายเป็นของเหลวแล้วให้ไหลกลับเข้าสู่หม้อกลั่นโดยไหลสวนทางกับไอที่ระเหยขึ้นมา จะทำให้ไอและของเหลวมีโอกาสสัมผัสกันมากขึ้น เหมือนกับเกิดการกลั่นและควบแน่นกลับไปกลับมาหลายๆ ครั้ง ไอที่ขึ้นมาสุดท้ายมีความบริสุทธิ์มากขึ้น ทำให้สามารถตัดส่วนหัวและส่วนหางได้อย่างแม่นยำมากขึ้น

ของเหลวที่ควบแน่นจากไอแล้วปล่อยให้ไหลกลับเข้ามานี้ เรียกว่า รีฟลักซ์ ในหอกลั่นแอลกอฮอล์ที่ต้องการความบริสุทธิ์สูงๆ จะมีการวางถาดที่มีรูพรุนไว้เป็นชั้นๆ เพื่อให้ไอที่เคลื่อนที่ขึ้นมาบนหอกลั่นไหลผ่านของเหลวที่ไหลลงมาขังอยู่ในถาด ทำให้ทั้งสองส่วนได้สัมผัสกันได้ดีขึ้น ยิ่งมีจำนวนถาดมากเท่าใด ยิ่งทำให้ได้แอลกอฮอล์ที่บริสุทธิ์มากขึ้นเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.7 หอกลั่นของเวอร์เท็ค



รูปที่ 2.8 หอกลั่นของ วว.

2.7 การผสมและการบ่มสุรา

เทคนิคการผสมและการบ่มสุรานั้น เป็นขั้นตอนในการผลิตสุราที่สำคัญมาก และเป็นศิลปะที่ผู้ผลิตต้องเรียนรู้หาประสบการณ์ด้วยตนเอง การผสมและการบ่มสุรา จะทำให้สุราที่กลั่นได้มีกลิ่นรส และความกลมกล่อมเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก

2.7.1 การผสมสุรา

สุราที่กลั่นจากหม้อต้มธรรมดา จะมีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เปลี่ยนไปเรื่อยๆ ในระหว่างการกลั่น ส่วนที่กลั่นออกมาได้ในตอนแรกจะมีดีกรีสูงกว่าส่วนที่ออกมาทีหลัง ดังนั้นจึงต้องนำสุราที่แบ่งเป็นส่วนๆไว้ มาผสมกันเพื่อให้ได้ดีกรีตามต้องการ (ต่ำกว่า 40 ดีกรี) หรืออาจจะนำสุราดีกรีสูงๆ มาผสมน้ำเพื่อให้ได้แรงแอลกอฮอล์ 35–40 ดีกรี บางครั้งการเติมน้ำลงไปทำให้สุราขุ่น ทั้งนี้เนื่องจากน้ำที่ใช้มีแร่ธาตุต่างๆ อยู่ ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์เกิดเป็นตะกอนขึ้น จึงควรใช้น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลั่นที่มีคุณภาพสูงเพื่อไม่ให้เกิดตะกอนดังกล่าว นอกจากนั้นอาจมีการผสมสุราที่กลั่นหลายครั้งจนไม่มีกลิ่นวัตถุดิบกับสุราที่กลั่นครั้งเดียว เพื่อให้มีกลิ่นวัตถุดิบเท่าที่ต้องการ หรือผสมระหว่างสุราที่บ่มกับสุราที่ไม่บ่ม เป็นต้น

2.7.2 การบ่มสุรา

สุราที่กลั่นได้ล้วนๆ กับสุราที่นำไปผสมน้ำจะมีรสชาติต่างกัน แม้จะมีแรงแอลกอฮอล์เท่ากันก็ตาม ทั้งนี้เป็นเพราะสุราที่ผสมน้ำ ส่วนที่เป็นแอลกอฮอล์ยังไม่ผสมเข้ากับน้ำอย่างสมบูรณ์ เนื่องจากในระดับโมเลกุลเล็กๆ ของน้ำและแอลกอฮอล์ยังไม่เรียงตัวเข้ากันอย่างเป็นระเบียบ ดังนั้นสุราที่ผสมแล้วจึงควรเก็บบ่มไว้สักระยะหนึ่ง เพื่อให้เกิดความกลมกล่อม โดยไม่จำเป็นต้องบ่มในถังไม้โอ๊ค อาจบ่มไว้เป็นเวลานาน 6 เดือน เพื่อชิมเทียบกับที่สุราที่ผสมได้ใหม่ๆ

สุราที่มีคุณภาพสูงของนานาชาติ ต้องบ่มไว้ในถังไม้โอ๊คทั้งสิ้น ทั้งวิสกี้ บรั่นดี รัม และเตกิล่า การบ่มในไม้โอ๊คทำให้สุรามีสีเข้มขึ้น ซึ่งปัจจุบันกฎหมายไทยยังไม่อนุญาตให้ชุมชนผลิตได้ หากสามารถบ่มในไม้โอ๊คได้ จะทำให้สุรามีรสชาติดีขึ้นมาก

2.8 การปรุงแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำผลไม้

ปรุงแต่งโดยการผสมสุรากับน้ำผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว เช่น น้ำมะนาว น้ำสับปะรด น้ำมะขาม น้ำลิ้นจี่ เป็นต้น และน้ำเชื่อม ตามสัดส่วนที่พอเหมาะเพื่อให้ได้รสชาติตามที่ต้องการ มีรสหวานและเปรี้ยวเล็กน้อย ปรับให้ผลิตภัณฑ์มีแรงแอลกอฮอล์ตามที่ต้องการ (ไม่เกิน 15 ดีกรี) และควบคุมให้มีความคงที่ของรสชาติ ได้แก่ ค่าความหวาน ปริมาณแอลกอฮอล์ ค่ากรดทั้งหมด ค่าสี และค่าความใส เป็นต้น อาจมีการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อเพิ่มความซ่า ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสชาติดีขึ้น

ผลไม้ที่ใช้ในการปรุงแต่งกลิ่นรสของอาร์ทีดี ได้แก่

2.8.1 มะนาว

รูปที่ 2.9 มะนาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
72606

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Citrus aurantifolia Swing*

ชื่อสามัญ Lime, Common Lime

วงศ์ Rutaceae

2.8.1.1 ลักษณะทั่วไป

เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ทรงพุ่ม มีหนามตามต้น ก้านใบสั้น ตัวใบรูปร่างกลมรี ขอบใบหยักเล็กน้อย ปลายและโคนใบมน ดอกเล็กสีขาวอมเหลืองกลิ่นหอมอ่อนๆ ผลกลมเปลือกบางเรียบ มีน้ำมาก รสเปรี้ยว เปลือกผลมีน้ำมัน กลิ่นหอม รสขม

2.8.1.2 พันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทย

1. มะนาวไข่ มีลักษณะผลกลม หัวท้ายยาว ผลโต ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 เซนติเมตร เปลือกบาง เหมาะสำหรับทำมะนาวดองได้ดี

2. มะนาวแป้น มีลักษณะผลใหญ่ ทรงผลค่อนข้างกลมแป้นเปลือกบาง น้ำหนักมากกว่ามะนาวไข่ น้ำมีกลิ่นหอม นิยมนำมาทำน้ำมะนาวดื่มได้ดี

3. มะนาวทราย เป็นมะนาวที่ออกลูกตลอดปี มีทรงพุ่มสวยจึงใช้เป็นไม้ประดับ ไม่นิยมนำมาบริโภค เพราะน้ำไม่หอม มีรสขมเจือปน

4. มะนาวพันธุ์อื่น ๆ ได้แก่ มะนาวฮิตาชิ มะนาวหวาน มะนาวปีนัง มะนาวโมซี มะนาวพม่า และมะนาวหนัง เป็นต้น

2.8.1.3 ประโยชน์ของมะนาว

น้ำมะนาวมีสารเคมีหลายชนิด เช่น slaronoid, organic acid, citral และวิตามินซี ฯลฯ น้ำมะนาวมีฤทธิ์รักษาโรคลักปิดลักเปิดเนื่องจากมีวิตามินซีสูง และมีฤทธิ์ในการแก้ไอขับเสมหะ โดยกรดที่มีอยู่ในน้ำมะนาวกระตุ้นให้มีการขับน้ำลายออกมา ทำให้เกิดการชุ่มคอ จึงลดอาการไอลงได้ ผิวเปลือกของมะนาวมีน้ำมันหอมระเหยโวลาทิล มีฤทธิ์ขับลม แก้ท้องอืดเฟ้อ

2.8.2 สับปะรด

รูปที่ 2.10 สับปะรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ananas Comosus*

ชื่อสามัญ Pineapple

วงศ์ Bromeliaceae

2.8.2.1 ลักษณะทั่วไป

เป็นพืชล้มลุก ลำต้นสั้นและแข็ง ใบออกสลับโดยรอบต้น ใบเรียวยาว ปลายแหลม มีหนามเล็กน้อย ดอกออกเป็นช่อ ช่อดอกมีก้านยาว ผลรูปร่างเป็นรูปไข่หรือทรงกระบอก เปลือกผลเมื่อดิบสีเขียวคล้ำ เมื่อแก่จัดจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมส้ม

2.8.2.2 พันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทย

1. พันธุ์ปัตตาเวีย รู้จักแพร่หลายในชื่อสับปะรดศรีราชา และชื่ออื่นๆ เช่น ปราณบุรี สามร้อยยอด แหล่งปลูกที่สำคัญคือ ประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี เพชรบุรี ลำปาง นิยมปลูกกันมากเพื่อส่งโรงงานอุตสาหกรรม หรือเพื่อขายผลสดเพราะมีรสหวานฉ่ำมีน้ำมาก ผลมีขนาดและรูปทรงต่างกันไป มีน้ำหนักผลอยู่ระหว่าง 2-6 กิโลกรัม แต่โดยปกติจะมีน้ำหนักประมาณ 2.5 กิโลกรัม

2. พันธุ์อินทรชิต เป็นพันธุ์พื้นเมืองที่เก่าแก่ที่สุดในประเทศไทย แหล่งปลูกที่สำคัญได้แก่จังหวัดฉะเชิงเทรา ผลมีขนาดเล็กกว่าพันธุ์ปัตตาเวีย รสหวานอ่อน เปลือกผลเหนียวแน่นทนทานต่อการขนส่ง เหมาะสำหรับบริโภคสด

3. พันธุ์ขาว เป็นพันธุ์พื้นเมือง นิยมปลูกร่วมกับพันธุ์อินทรชิต แหล่งปลูกที่สำคัญคือจังหวัดฉะเชิงเทรา เนื้อผลสีเหลืองทอง รสหวานอ่อน ผลมีขนาดปานกลาง คุณภาพของเนื้อไม่ค่อยดีนักน้ำหนักเฉลี่ย 0.85 กิโลกรัม

4. พันธุ์ภูเก็ตหรือสวี นิยมปลูกกันมากในสวนยางจังหวัดภูเก็ต ชุมพร นครศรีธรรมราช และตราด มีชื่อเรียกอื่นๆ อีกเช่น พันธุ์ชุมพร พันธุ์สวี พันธุ์ตราดสีทอง ผลมีขนาดเล็กกว่าทุกพันธุ์ที่กล่าวมา ตาลึก เปลือกหนาเนื้อหวานกรอบสีเหลืองเข้ม เยื่อใยน้อย มีกลิ่นหอม เหมาะสำหรับบริโภคสด เป็นที่นิยมมากในภาคใต้

5. พันธุ์นางแลหรือน้ำผึ้ง แหล่งปลูกที่สำคัญคือจังหวัดเชียงราย มีลักษณะคล้ายคลึงกับพันธุ์ปัตตาเวีย แต่มีรูปร่างของผลกลมกว่า เปลือกบางกว่า และรสหวานจัดกว่า ผลแก่มีเนื้อในสีเหลืองเข้ม มีเยื่อใยน้อยเหมาะสำหรับบริโภคสด เป็นที่นิยมมากในภาคเหนือ ผลมีเปลือกบางมากขนส่งทางไกลไม่ดีนัก

2.8.2.3 ประโยชน์ของสับปะรด

มีเกลือแร่ วิตามินต่างๆ และมีเอนไซม์บรอมีลิน (Bromelin) ช่วยย่อยโปรตีนไม่ให้ตกค้างในลำไส้ บรรเทาอาการท้องผูก ขับปัสสาวะ และช่วยย่อยอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 ลิ้นจี่

รูปที่ 2.11 ลิ้นจี่

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Litchi chinensis Sonn*

ชื่อสามัญ Lychee และ Linchee

ชื่อวงศ์ Sapindaceae

2.8.3.1 ลักษณะทั่วไป

เป็นไม้ยืนต้น สูง 10-12 เมตร ใบหนารูปรีเป็นใบประกอบแบบขนนก มี 2-4 คู่ ผลกลมมีขนาด 2.5-4 เซนติเมตร เมื่อสุกจะมีสีแดงสด เปลือกแข็งกรอบ ผิวขรุขระ เนื้อขาว ฉ่ำน้ำ เมล็ดยาวรี สีน้ำตาล

2.8.3.2 พันธุ์ลิ้นจี่ที่นิยมปลูกในประเทศไทย

แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ตามแหล่งที่ปลูก ได้แก่

1. กลุ่มพันธุ์ที่ปลูกทางภาคเหนือ เป็นพันธุ์ที่ต้องการความหนาวเย็นมากและยาวนานก่อนการออกดอกมากกว่าพันธุ์ที่ปลูกทางภาคกลาง ได้แก่ พันธุ์ฮงฮวย พันธุ์จักรพรรดิ พันธุ์กิมเจง พันธุ์กิมจี๊ พันธุ์โอวเฮียะ พันธุ์กวางเจา และพันธุ์บริวสเตอร์ เป็นต้น

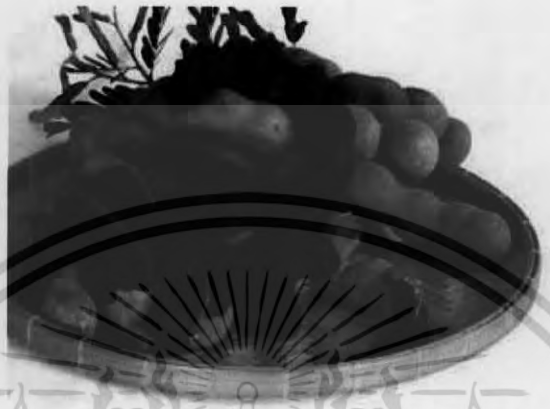
2. กลุ่มพันธุ์ที่ปลูกในภาคกลาง ภาคตะวันออกและภาคตะวันตก เป็นพันธุ์ที่ต้องการความหนาวเย็นไม่มากและหนาวเย็นไม่นานก็สามารถชักนำให้ออกดอกได้ ปลูกในที่ราบต่ำแถวอำเภออัมพวา และอำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ได้แก่ พันธุ์ค่อม (ค่อมลำเจียก) พันธุ์เขียวหวาน พันธุ์กะโหลกใบยาว พันธุ์สำเภาแก้ว พันธุ์กระโถนท้องพระโรง พันธุ์สาแหรกทอง พันธุ์จีน พันธุ์ไทยธรรมดา พันธุ์ไทยใหญ่ พันธุ์กะโหลกใบไหม้ พันธุ์กะโหลกในเตา พันธุ์ช่อระกำ และพันธุ์ทิพย์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3.3 ประโยชน์ของลิ้นจี่

เนื้อลิ้นจี่มีรสหวานอมเปรี้ยว มีน้ำตาลซูโครส น้ำตาลกลูโคส โปรตีน ไขมัน วิตามินซี และกรดซิตริก มีฤทธิ์ช่วยย่อยอาหาร บำรุงม้าม บำรุงปราสาท และแก้กระหาย

2.8.4 มะขาม



รูปที่ 2.12 มะขาม

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Tamarindus indica*

ชื่อสามัญ Tamarind

วงศ์ Fabaceae

2.8.4.1 ลักษณะทั่วไป

มะขามเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ เปลือกต้น ขรุขระและหนา สีน้ำตาลอ่อน ใบ เป็นใบประกอบขนาดเล็ก ออกตามกิ่งก้านใบเป็นคู่ ดอกออกเป็นช่อเล็กๆ ตามปลายกิ่ง หนึ่งช่อมี 10-15 ดอก กลีบดอกสีเหลืองและมีจุดประสีแดงอยู่กลางดอก ผล เป็นฝักยาวประมาณ 3-20 เซนติเมตร รูปร่างโค้ง ฝักอ่อนมีเปลือกสีเขียวอมเทา เนื้อในติดกับเปลือก เมื่อแก่ฝักเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล แข็งกรอบและหักง่าย เนื้อในกลายเป็นสีน้ำตาล มีรสเปรี้ยวและหวานแตกต่างไปตามพันธุ์

2.8.4.2 พันธุ์มะขามที่นิยมปลูกในประเทศไทย

สามารถจำแนกออกเป็นมะขามหวานและมะขามเปรี้ยว สำหรับมะขามหวานที่พบเห็นและปรากฏอยู่ทุกวันนี้ มีอยู่มากกว่า 20 พันธุ์ บางพันธุ์อาจจะมีลักษณะและรูปร่างคล้ายคลึงกัน เจ้าของพันธุ์จะตั้งชื่อขึ้นมาเอง โดยยึดเอาแหล่งปลูกหรือชื่อเจ้าของนั้นตั้งเป็นชื่อพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์หมื่นจง พันธุ์สีทอง พันธุ์ศรีชมพู พันธุ์น้ำผึ้ง พันธุ์น้ำดุกหรือปากดุก พันธุ์ขันตี พันธุ์อินทผาลัม พันธุ์แจ้ห่ม (นายปัน) พันธุ์เจ้าห่ม (ครูประชาสาร) พันธุ์มหาจรูญ พันธุ์ครูอินทร์ พันธุ์ไผ่ใหญ่ พันธุ์พระโรจน์ พันธุ์ครูบัวพันธุ์ พันธุ์ส้มป่อย พันธุ์นิ่มนวล พันธุ์นาศรีนวล พันธุ์นวลละออง นอกจากนี้ก็ยังมีพันธุ์อื่นๆ เช่น พันธุ์นากว้าง พันธุ์กงสะเด็น พันธุ์หลังแตก และพันธุ์เจ้าเนื้อเศรษฐกิจ (เมล็ดลีบ) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.4.3 ประโยชน์ของมะขาม

ยอดอ่อนและฝักอ่อนมีวิตามินเอมาก เนื้อฝักมะขามที่แก่จัด เรียกว่า มะขามเปียก ประกอบด้วยกรดอินทรีย์หลายตัว เช่น กรดทาร์ทาริค กรดซิตริก เป็นต้น ทำให้ออกฤทธิ์เป็นยาระบาย แก้อาการท้องผูก ลดความร้อนของร่างกาย ขับเสมหะและทำให้ชุ่มคอ

2.8.5 แอปเปิ้ลเขียว

รูปที่ 2.13 แอปเปิ้ลเขียว

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Malus domestiga*

ชื่อวงศ์ Rosaceae

ชื่อสามัญ green apple และ Granny Smith

2.8.5.1 ลักษณะทั่วไป

เป็นไม้เนื้อแข็ง รูปร่างของยอดที่เจริญเต็มวัยจะแตกต่างไปตามชนิดและพันธุ์ โดยทั่วไปต้นแอปเปิ้ลมีรูปร่างเกือบเป็นทรงกลม บางพันธุ์มีลักษณะสูงชะลูด หรือมีลักษณะเป็นพุ่ม ใบเป็นใบเดี่ยวขอบเป็นหยัก ผลคล้ายชมพู่มีรอยบุ๋มทางด้านขั้วและก้นผล มีสีผิวต่างกันตั้งแต่สีเขียว สีเหลือง จนถึงสีน้ำตาลแดงเข้ม เนื้อมักจะมีสีขาวหรือขาวนวลมีลักษณะหยาบ

2.8.5.2 พันธุ์แอปเปิ้ล

มีทั้งหมดประมาณ 2,000 พันธุ์ แต่พันธุ์ที่ดีและนิยมปลูกมีเพียง 4 พันธุ์ ได้แก่

1. พันธุ์แอนนา เป็นพันธุ์ที่ผสมขึ้นมาในประเทศอิสราเอล ผลแก่จัดจะมีสีเหลืองสด ขนาดใหญ่ปานกลาง รูปผลค่อนข้างยาว มีแหล่งปลูกอยู่ที่ดอยอ่างขาง

2. พันธุ์เอน เชเมอ ผลค่อนข้างกลมขนาดเล็กว่าพันธุ์แอนนาเล็กน้อย มีสีเหลืองจัด มีแหล่งปลูกอยู่ที่ดอยอ่างขาง

3. พันธุ์โรม บิวตี้ เป็นพันธุ์ที่ปล่อยละอองเรณูหลังจากออกช่อดอกแล้ว ดังนั้น พันธุ์นี้จึงไม่มีประโยชน์ที่จะใช้เป็นตัวถ่ายละอองเรณูแก่พันธุ์อื่นๆ ได้

4. พันธุ์แกลนด์ อเล็กเซนเดอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.5.3 ประโยชน์ของแอปเปิ้ล

แอปเปิ้ลมีกรดอินทรีย์หลายชนิด วิตามินเอ วิตามินซี แคลเซียม ฟอสฟอรัส เบต้าแคโรทีน และเพคติน มีคุณสมบัติช่วยลดความอยากอาหาร ลดโคเลสเตอรอล รักษาอาการท้องผูก นอนไม่หลับ รักษาโรคเกี่ยวกับไต บำรุงปอด และบำรุงร่างกายทารก

2.9 การฆ่าเชื้อ

ทำได้ 3 วิธี คือ

2.9.1 การใช้สารเคมี

การเติมสารเคมีเพื่อฆ่าเชื้อเป็นที่นิยมมากในกลุ่มผู้ผลิตในประเทศไทย เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว และมีต้นทุนต่ำที่สุด สารเคมีที่อนุญาตให้ใช้ได้มี 3 ชนิด ปริมาณสารที่ตกค้างในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุขวดจำหน่ายต้องมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานของมอก. ไวน์ 2089-2544 ได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร กรดซอร์บิก ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร และกรดเบนโซอิก ไม่เกิน 250 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

2.9.2 การใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรเซชั่น

การใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรเซชั่นที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที หรือที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 15-30 นาที นอกจากจะสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ราและยีสต์ในการหมักได้หมด รวมทั้งฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค (Pathogenic Microorganisms) และจุลินทรีย์ปนเปื้อนชนิดอื่นที่เป็นอันตรายแล้ว ยังสามารถหยุดปฏิกิริยาจากเอนไซม์และทำลายเอนไซม์ได้อีกด้วย

2.9.3 การกรองไร้เชื้อ

วิธีนี้จะแยกจับจุลินทรีย์ทุกชนิดโดยใช้เยื่อกรองขนาด 0.2 ไมครอน ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่สูญเสียกลิ่นรสเนื่องจากไม่ต้องผ่านความร้อน และไม่มีการเจือปนสารเคมีใดๆ เป็นวิธีที่ดีที่สุด แต่เนื่องจากข้อจำกัดด้านค่าใช้จ่ายของเครื่องมือและอุปกรณ์ จึงไม่เป็นที่นิยมสำหรับผู้ผลิตในประเทศไทยที่มีทุนน้อย

2.10 การเก็บบ่มผลิตภัณฑ์

ผู้ผลิตอาร์ทีดีส่วนใหญ่ต้องการผลิตเร็วและจำหน่ายเร็ว เพราะต้องการความสดใหม่และกลิ่นรสที่ชัดเจนของน้ำผลไม้ ซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดนี้ ดังนั้นจึงไม่มีขั้นตอนการเก็บบ่มเหมือนสุราประเภทอื่นๆ เช่น ไวน์ หรือวิสกี้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ (เทคโนโลยีอาชีวศึกษา, 2531)

2.11.1 สาเหตุการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์แอลกอฮอล์

2.11.1.1 จุลินทรีย์พวก Facultative anaerobe

เช่น ยีสต์ป่า (Wild Yeast) ซึ่งสามารถเจริญในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และสร้างกรดระเหย ทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่ต้องการ และทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะขุ่น ยีสต์มักปนเปื้อนมาจากผลไม้ แต่สามารถป้องกันได้โดยการเติมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือทำการพาสเจอไรซ์ด้วยความร้อน

2.11.1.2 แบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติก (Lactic Acid Bacteria)

เช่น *Lactobacillus* sp. , *Leuconostoc* sp. และ *Acetobacter* sp. เป็นสาเหตุให้เกิดการเสื่อมเสียได้หลายแบบ เช่น ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดรสขม เกิดเมือกเหนียว ค่าพีเอชลดลง ปริมาณน้ำตาลลดลง เป็นต้น

นอกจากนี้ ยีสต์และราก็เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ได้เช่นกัน เช่น *Candida mycoderma* โดยจุลินทรีย์ชนิดนี้จะเจริญเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ อยู่บนผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ราจำพวก *Mucor* sp. , *Penicillium* sp. และ *Aspergillus* sp. มักปนเปื้อนมาจากอุปกรณ์ หรือวัตถุดิบ ดังนั้นวิธีการป้องกันที่ดีที่สุดคือการทำความสะอาดอุปกรณ์และวัตถุดิบก่อนทำการผลิต

2.11.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมเสียโดยจุลินทรีย์ (Frazier and Westhoff, 1988)

2.11.2.1 พีเอช

รา ยีสต์ และแบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติก สามารถเจริญได้ที่พีเอช 3.3-3.5 พีเอชต่ำสุดที่จุลินทรีย์สามารถเจริญได้ขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ โดยทั่วไปแล้วผลิตภัณฑ์ที่มีพีเอชต่ำจะมีการเสื่อมเสียน้อยกว่าพีเอชสูง

2.11.2.2 ปริมาณน้ำตาล

จุลินทรีย์สามารถใช้น้ำตาลในผลิตภัณฑ์เป็นแหล่งคาร์บอนในการเจริญเติบโต ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณน้ำตาลสูงจึงเสื่อมเสียได้ง่าย ซึ่งปริมาณน้ำตาลเพียงร้อยละ 0.5-1.0 ก็เพียงพอต่อการเจริญของจุลินทรีย์และทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมเสียได้

2.11.2.3 ความเข้มข้นของปริมาณแอลกอฮอล์

จุลินทรีย์แต่ละชนิดมีความทนต่อแอลกอฮอล์ไม่เท่ากัน แอลกอฮอล์ร้อยละ 14-15 สามารถยับยั้งแบคทีเรียที่สร้างกรดอะซิติกได้ แต่ *Leuconostoc* sp. ทนแอลกอฮอล์ได้สูงกว่าร้อยละ 14 ในขณะที่ *Lactobacillus* sp. ทนแอลกอฮอล์ได้ประมาณร้อยละ 18 อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณแอลกอฮอล์สูง โอกาสเสื่อมเสียจะน้อยลง

2.11.2.4 ความเข้มข้นของไวตามินและสารที่มีผลต่อการเจริญเติบโต

เชื้อ *Acetobacter* sp. สามารถสร้างไวตามินได้ด้วยตัวเอง แต่บางชนิดต้องการไวตามินที่มีอยู่แล้วในแหล่งอาหาร เช่น แบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติก เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.2.5 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากจุลินทรีย์จะถูกยับยั้งได้มาก ความเข้มข้นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 75-200 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร พอเพียงที่จะยับยั้งจุลินทรีย์ แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของกลุ่มจุลินทรีย์ พีเอช และปริมาณน้ำตาลด้วย

2.11.2.6 อุณหภูมิในการเก็บรักษา

การเสื่อมเสียเกิดขึ้นรวดเร็วที่สุด ที่อุณหภูมิ 20-35 องศาเซลเซียส และช้าลงตามการลดลงของอุณหภูมิ

2.11.2.7 อากาศ

เมื่อไม่มีอากาศจุลินทรีย์พวกที่ต้องการอากาศในการเจริญ เช่น รา ยีสต์ และแบคทีเรียที่สร้างกรดอะซิติกจะไม่สามารถเจริญได้ แต่แบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติกสามารถเจริญได้ดีในที่ไม่มีอากาศ

อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ที่มีพีเอชและปริมาณน้ำตาลต่ำ ประกอบกับมีปริมาณเอทานอลและความดันคาร์บอนไดออกไซด์สูง จะช่วยลดการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

1. มันเทศ
2. เผือก
3. มะนาว
4. สับปะรด
5. มะขามเปียก
6. ลิ้นจี่
7. แอปเปิ้ลเขียว
8. น้ำมะพร้าว
9. น้ำกลั่น
10. แป้งข้าวเหนียว ยี่ห้อ ช้างสามเศียร
11. น้ำตาลทรายขาว ยี่ห้อ วังขนาย
12. ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (Diammonium hydrogen phosphate) ยี่ห้อ Merck
13. โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (Potassium metabisulphite) ยี่ห้อ Ajax Finechem
14. 3-5 ไดไนโตรซาลิไซลิก (3,5-dinitrosalicylic acid) ยี่ห้อ Fluka
15. ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein)
16. โซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล

3.2 เชื้อจุลินทรีย์

1. เชื้อ *Amylomyces rouxii* TISTR 3182
2. เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR L43

3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ (ภาคผนวก ก)

1. อาหารน้ำมะพร้าว
2. อาหารน้ำสับปะรด
3. อาหารยีสต์มอลต์ (Yeast Malt Broth)
4. อาหาร PDA (Potato Dextrose Agar)
5. อาหาร PCA (Plate Count Agar)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 อุปกรณ์

1. เครื่องแก้ว
    1.1 ขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตรและ 1 ลิตร
    1.2 บีกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิลิตรและ 1 ลิตร
    1.3 กระบอกตวง ขนาด 500 มิลลิลิตรและ 1 ลิตร
    1.4 หลอดทดลอง ขนาด 20x150 มิลลิเมตร
    1.5 บิวเรตต์
2. เครื่องครัว
    2.1 มีด
    2.2 เขียง
    2.3 หม้อสแตนเลส
    2.4 เครื่องคั้นน้ำผลไม้
3. เข็มเขี่ยเชื้อ
4. ออโต้ปิเปตต์ ยี่ห้อ Socorex ขนาด 20–200 ไมโครลิตร และ 100–1,000 ไมโครลิตร
5. เครื่องเขย่าผสม (Vortex) ยี่ห้อ Genie
6. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Satorius
7. ถังหมักแสตนเลส ขนาด 100 ลิตร
8. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ ยี่ห้อ Hirayama รุ่น HV-85
9. สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) ยี่ห้อ Secomam รุ่น Uvikon xs
10. พีเอชมิเตอร์ (pH Meter) ยี่ห้อ Cinsorp รุ่น C 830
11. รีแฟรกโตมิเตอร์ (Refractrometer) ยี่ห้อ Atago
12. อีบูลิโอมิเตอร์ (Ebulliomter) ยี่ห้อ Dujardin-Salleron

3.5 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.5.1 ผลิตสุรากลั่นจากมันเทศและเผือก

3.5.1.1 การเตรียมแป้งรา

เขี่ยเชื้อ *Amylomyces rouxii* TISTR 3182 ลงบนจานอาหาร PDA บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน จากนั้นเขี่ยเชื้อที่ได้ลงในหลอดอาหาร Yeast Malt Broth ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จำนวน 2 หลอด บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน เทเชื้อที่ได้พร้อมทั้งอาหารลงในถุงพลาสติกที่บรรจุแป้งข้าวเหนียวหนัก 20 กรัม ซึ่งผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จำนวน 2 ถุง บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน เทแป้งราที่ได้ และน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ลงในแป้งข้าวเหนียวที่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนึ่งฆ่าเชื้อแล้วปริมาณ 200 กรัม จำนวน 2 ถุง นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน จะได้แป้งราเพื่อนำมาใช้ในการทดลองต่อไป

3.5.1.2 การเตรียมหัวเชื้อยีสต์

เขี่ยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR L43 จำนวน 1 ลูป ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 100 มิลลิลิตร ที่บรรจุอาหารน้ำมะพร้าว (ภาคผนวก ก) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร จำนวน 2 ขวด นำไปเลี้ยงบนเครื่องเขย่าด้วยความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 วัน จากนั้นเทเชื้อยีสต์ที่ได้ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร ที่บรรจุอาหารน้ำมะพร้าวปริมาตร 200 มิลลิลิตร จำนวน 2 ขวด นำไปเลี้ยงบนเครื่องเขย่า ด้วยความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 วัน เทเชื้อยีสต์ที่ได้ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 5,000 มิลลิลิตร ที่บรรจุอาหารน้ำสับปะรด (ภาคผนวก ก) ปริมาตร 2,000 มิลลิลิตร จำนวน 2 ขวด นำไปเลี้ยงบนเครื่องเขย่าด้วยความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 วัน นำหัวเชื้อยีสต์ที่ได้ไปหาปริมาณเชื้อเริ่มต้นโดยวิธี Spread plate เพื่อควบคุมให้มีปริมาณเชื้อประมาณ 10^7 เซลล์ต่อมิลลิลิตร จะได้หัวเชื้อยีสต์เพื่อนำมาใช้ในการทดลองต่อไป

3.5.1.3 ขั้นตอนการหมัก

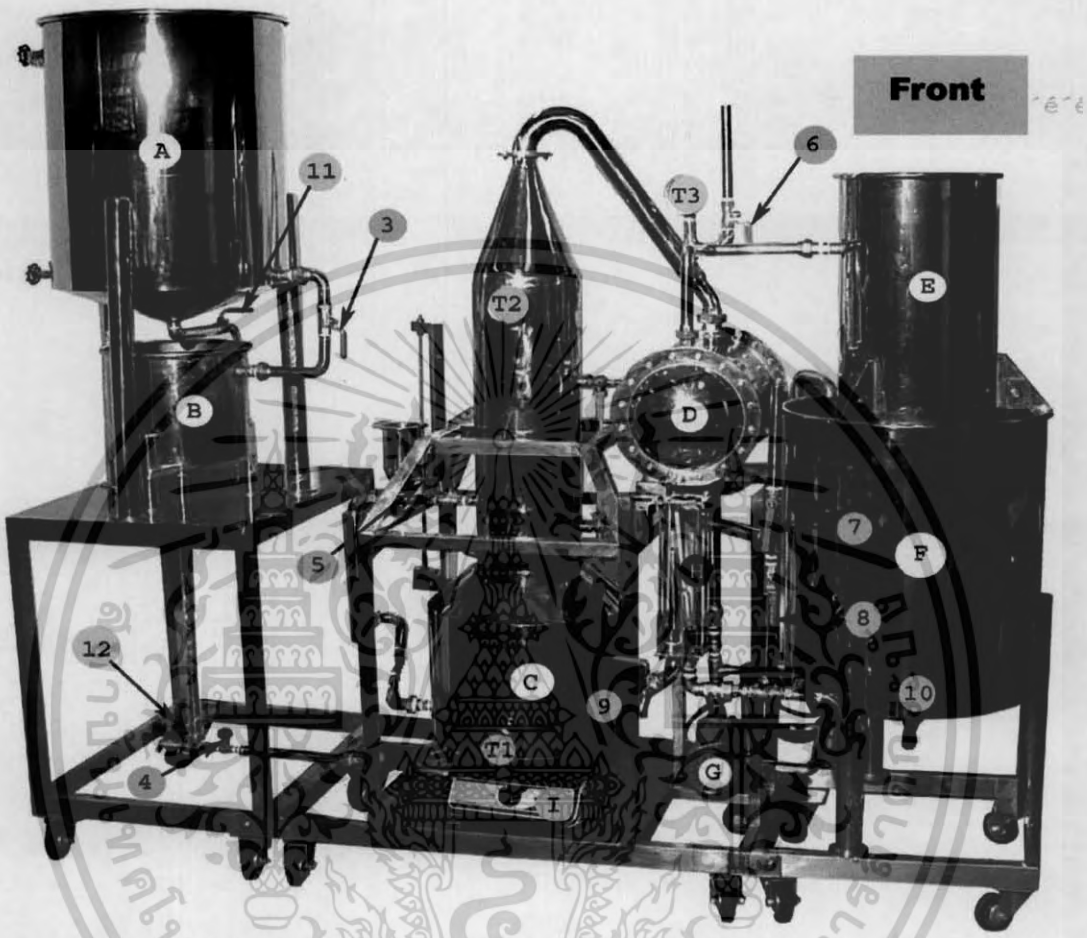
ล้างมันเทศและเผือกให้สะอาด ปอกเปลือกและหั่นเป็นชิ้นลูกเต๋า ให้มีขนาดประมาณ 2x2x2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ชนิดละ 10 กิโลกรัม นำไปนึ่งจนสุก ใส่ลงในถังหมักขนาด 100 ลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการเติมโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) ผสมน้ำในอัตราส่วน 0.2 กรัมต่อลิตร คลุมปากถังด้วยถุงพลาสติกเป็นเวลา 1 วัน จำนวน 2 ถัง จากนั้นใส่แป้งรา 200 กรัม และน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปริมาตร 5 ลิตร ลงในถังหมัก หมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 วัน นำน้ำส่าที่ได้ไปวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้โดยใช้ Hand refractometer ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธีดีเอ็นเอส และค่าพีเอชโดยใช้ pH meter (ภาคผนวก ข) ทำการผ่าน้ำโดยเติมน้ำเชื่อมที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 20 องศาบริกซ์ ปริมาตร 15 ลิตร และเติมไดแอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.1 โดยปริมาตรต่อปริมาตร จากนั้นเติมหัวเชื้อยีสต์ที่มีปริมาณเชื้อ 10^7 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ร้อยละ 10 โดยปริมาตรต่อปริมาตร ลงในถังหมัก หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำส่า ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ด้วยวิธีปลอดเชื้อในวันที่ 0 4 7 9 11 และ 13 ของการหมัก เพื่อวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ค่าพีเอช และความเข้มข้นของแอลกอฮอล์โดยใช้ Ebulliometer (ภาคผนวก ข) เมื่อหมักครบ 14 วัน นำน้ำส่าที่ได้ไปทำการกลั่นต่อไป

การทดลองในขั้นตอนนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) โดยทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ นำค่าที่ได้มาประมวลผลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS/PC Version 13.0 ในการวิเคราะห์ F-test และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

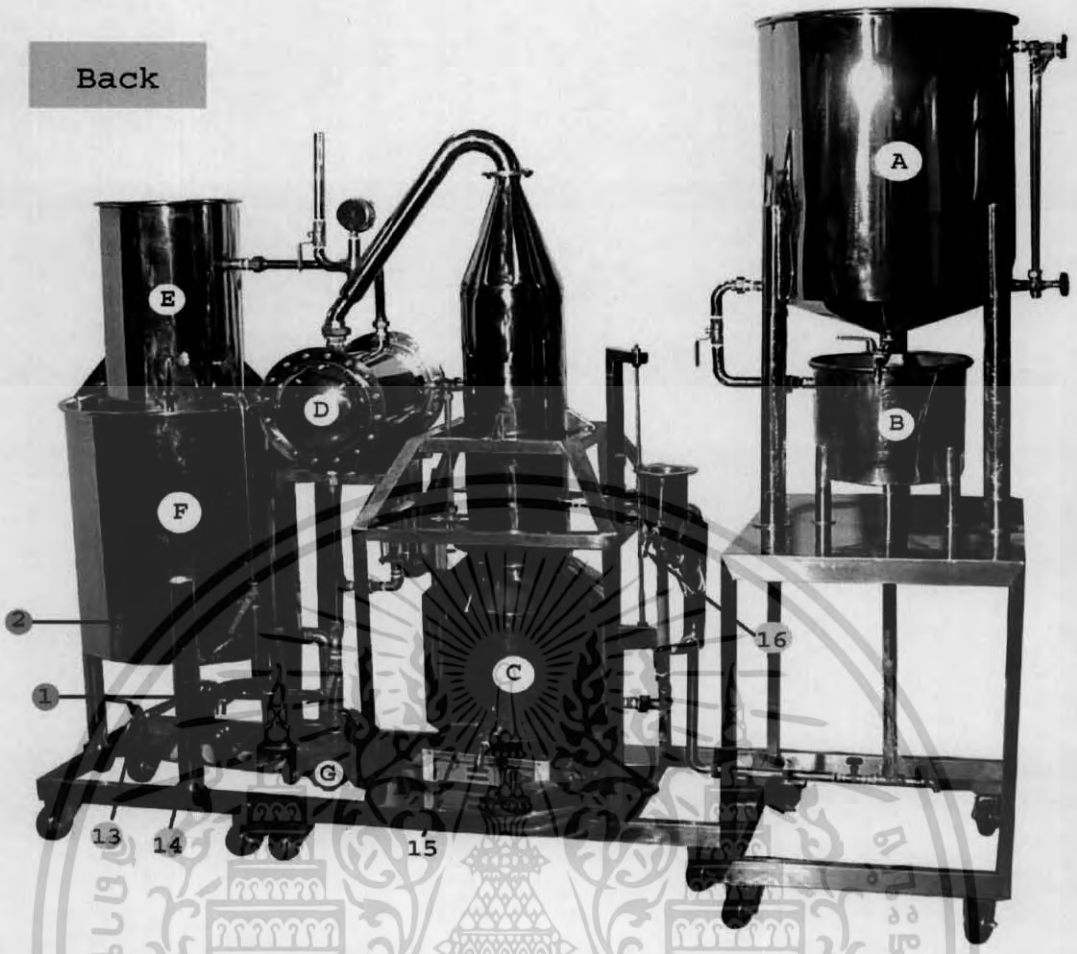
3.5.1.4 ขั้นตอนการกลั่น

ทำการกลั่นสุราโดยใช้เครื่องกลั่นแอลกอฮอล์ขนาดเล็กแบบเคลื่อนที่ (Small Mobile Alcohol Distillator [SMAD]) ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)



รูปที่ 3.1 ด้านหน้าเครื่องกลั่นแอลกอฮอล์ขนาดเล็กแบบเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ด้านหลังเครื่องกลั่นแอลกอฮอล์ขนาดเล็กแบบเคลื่อนที่

รายละเอียดของส่วนประกอบเครื่องกลั่นแอลกอฮอล์ขนาดเล็กแบบเคลื่อนที่

A ถังรับน้ำส่า (Broth tank)

B ถังควบคุมอัตราการป้อนน้ำส่า (Feed control tank)

C หม้อต้มกลั่น (Distillation Pot)

D เครื่องควบแน่น (Condenser)

E หอทำน้ำให้เย็น (Cooling tower)

F ถังรับน้ำ (Water tank)

G เครื่องสูบน้ำ (Water pump)

H กระบอกแก้วรองรับแอลกอฮอล์เพื่อตรวจสอบดีกรีแอลกอฮอล์ (Alcohol checking tube)

I เตาแก๊ส (Stove)

T1 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิหม้อต้ม

T2 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิหอกลั่น

T3 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิไอแอลกอฮอล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 วาล์วเปิดน้ำเข้าเครื่องควบแน่น

2 วาล์วเปิดน้ำส่า

3 วาล์วควบคุมการป้อนน้ำส่าเข้าหม้อต้มกลั่น

4 วาล์วป้อนน้ำส่าเข้าหม้อต้มกลั่น

5 วาล์วระบายไอร้อน

7 วาล์วระบายไอเย็น

8 วาล์วควบคุมการไหลแอลกอฮอล์เข้ากระบอกแก้ว

9 วาล์วให้แอลกอฮอล์ไหลลงสู่ภาชนะรองรับแอลกอฮอล์

10 วาล์วระบายแอลกอฮอล์ที่ไม่ต้องการ

11 วาล์วระบายน้ำของถังรับน้ำส่า

12 วาล์วระบายน้ำของถังควบคุมอัตราการป้อนน้ำส่า

13 วาล์วระบายน้ำของถังรับน้ำ

14 วาล์วระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ

15 วาล์วระบายน้ำของหม้อต้มกลั่น

16 ท่อระบายน้ำกากส่าจากหม้อต้ม

การใช้งานเครื่องกลั่นแอลกอฮอล์ขนาดเล็กแบบเคลื่อนที่

1. ขั้นตอนการทำให้น้ำไหลเวียนในเครื่องควบแน่น

1.1 ตรวจสอบวาล์วหมายเลข 13 และ 14 อยู่ในตำแหน่งปิด

1.2 เติมน้ำสะอาดลงในถังรับน้ำ (F) ประมาณ 80% ของความสูงถัง

1.3 เปิดวาล์วน้ำหมายเลข 1

1.4 เปิดวาล์วน้ำหมายเลข 2

1.5 เสียบปลั๊กไฟเพื่อเดินเครื่องของมอเตอร์เครื่องสูบน้ำ (G)

เมื่อทำตามข้อ 1.1–1.4 น้ำจะไหลผ่านเครื่องควบแน่น (D) แล้วไหลเข้าหอทำน้ำให้เย็น (E) จะเกิดการกระจายของน้ำภายในถัง (E) โดยน้ำจะลดอุณหภูมิต่ำลง แล้วผ่านลงไปที่ถังรับน้ำ (F)

2. ขั้นตอนการกลั่นแอลกอฮอล์

2.1 ตรวจสอบวาล์วหมายเลข 9 10 11 12 และ 15 อยู่ในตำแหน่งปิด

2.2 เทน้ำส่าที่กรองกากออกแล้วใส่ลงถังรับน้ำส่า (A) ประมาณร้อยละ 80 ของความสูงถัง ซึ่งสังเกตได้จากหลอดแก้วบอกระดับที่ข้างถัง

2.3 เปิดวาล์วหมายเลข 3 4 5 6 7 และ 8 ตามลำดับ

2.4 น้ำส่าจะไหลลงสู่ถังควบคุมอัตราการป้อนน้ำส่า (B) แล้วไหลผ่านท่อที่ก้นถังเข้าสู่หม้อต้มกลั่น (C)

2.5 เปิดไฟเตาแก๊ส โดยควบคุมไฟให้มีความร้อนเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 หม้อต้มกลั่นจะเริ่มร้อนขึ้นโดยอ่านอุณหภูมิได้จากเครื่องมือวัด T1 T2 และ T3 ตามลำดับ โดยที่อุณหภูมิที่ตำแหน่ง T1 อยู่ระหว่าง 95–105 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ตำแหน่ง T2 อยู่ระหว่าง 90–100 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่ตำแหน่ง T3 อยู่ระหว่าง 85–95 องศาเซลเซียส

2.7 เมื่อสังเกตเห็นแอลกอฮอล์เริ่มไหลเข้าสู่กระบอกแก้ว (H) ใส่อุปกรณ์วัดความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ พร้อมกับอุปกรณ์วัดอุณหภูมิในกระบอกแก้ว

2.8 นำภาชนะมารองรับแอลกอฮอล์วางไว้ต่ำกว่าวาล์วหมายเลข 9

2.9 เปิดวาล์วหมายเลข 9

2.10 อ่านค่าความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่ได้จากกระบอกแก้ว และนำไปเทียบกับตารางอ่านค่าความเข้มข้นของแอลกอฮอล์จริงที่แต่ละอุณหภูมิ (ภาคผนวก ค)

3. ขั้นตอนหยุดการกลั่นแอลกอฮอล์

3.1 ปิดวาล์วหมายเลข 5

3.2 เติมน้ำในถังรับน้ำส่า (A) พร้อมล้างให้สะอาด ปิดวาล์วท่อน้ำทิ้งหมายเลข 11 จนน้ำไหลหมดถัง (A) แล้วเติมน้ำลงไปอีกครั้งประมาณร้อยละ 80 ของถัง

3.3 เปิดวาล์วหมายเลข 12 ล้างน้ำส่าทิ้ง จนน้ำที่ออกมาใส แล้วปิดวาล์วหมายเลข 12

3.4 เปิดวาล์วหมายเลข 4 และ 5

3.5 ต้มกลั่นจนน้ำทิ้งจากท่อระบายน้ำทิ้งหมายเลข 16 ใส แสดงว่าล้างหอกลั่นสะอาดแล้ว

3.6 ปิดเตาแก๊ส (I)

3.7 ทิ้งให้หม้อต้มกลั่น (C) มีอุณหภูมิที่ลดลงแล้วเปิดวาล์วระบายน้ำทิ้งออกจากหม้อต้มกลั่นด้วยวาล์วหมายเลข 15 เมื่อน้ำไหลออกจนหมดแล้วปิดวาล์วหมายเลข 15 ดังเดิม

4. วิธีการอ่านค่าความเข้มข้นแอลกอฮอล์ และเทียบค่ากับตาราง

เนื่องจากเครื่องวัดความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ (Alcohol Meter) ทั่วๆ ไป จะใช้วัดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส หากต้องการวัดที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส ต้องนำไปเปรียบเทียบกับตารางค่าความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่อ่านได้ (ภาคผนวก ค) เพื่อเทียบหาค่าความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่แท้จริงของแต่ละอุณหภูมิ

3.5.1.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสุรากลั่น

เก็บตัวอย่างสุรามันเทศและสุราเผือกที่กลั่นได้ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร โดยวิธีปลอดเชื้อด้วยกระบอกตวงที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เพื่อวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ค่าพีเอช และปริมาณแอลกอฮอล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 ผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ผสมพร้อมดื่ม

ผสมสุราเผือกและสุรามันเทศที่มีความแรงแอลกอฮอล์ 52 ดีกรี น้ำเชื่อมที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 15 องศาบริกซ์ และน้ำผลไม้ชนิดต่างๆ ได้แก่ น้ำมะนาว น้ำสับปะรด น้ำลิ้นจี่ น้ำแอปเปิ้ลเขียว ซึ่งเตรียมจากผลไม้คั้นสด และน้ำมะขาม ซึ่งเตรียมจากมะขามเปียกหนัก 200 กรัม ผสมน้ำกลั่นปริมาตร 2 ลิตร นำไปต้มให้เดือด เป็นเวลา 15 นาที สุราผสมน้ำผลไม้พร้อมดื่มที่ได้จะมีแรงแอลกอฮอล์ 15 ดีกรี และมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้อยู่ในช่วง 7-12 องศาบริกซ์ และมีปริมาณกรดทั้งหมด อยู่ในช่วงร้อยละ 1.0-4.3 โดยใช้อัตราส่วนในการผสม ดังนี้

1. รสสับปะรด	**สัดส่วน (ร้อยละโดยปริมาตร)**
- สุราเผือกหรือสุรามันเทศ	29
- น้ำสับปะรดที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 8 องศาบริกซ์	58
- น้ำเชื่อม	13
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 7.40 องศาบริกซ์	
ปริมาณกรดทั้งหมด ร้อยละ 1.47	

2. รสมะนาว	**สัดส่วน (ร้อยละโดยปริมาตร)**
- สุราเผือกหรือสุรามันเทศ	29
- น้ำมะนาว	19
- น้ำเชื่อม	52
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 12.50 องศาบริกซ์	
ปริมาณกรดทั้งหมด ร้อยละ 4.24	

3. รสมะขาม	**สัดส่วน (ร้อยละโดยปริมาตร)**
- สุราเผือกหรือสุรามันเทศ	29
- น้ำมะขามเปียก	47
- น้ำเชื่อม	24
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 10.00 องศาบริกซ์	
ปริมาณกรดทั้งหมด ร้อยละ 2.52	

4. รสแอปเปิ้ลเขียว	**สัดส่วน (ร้อยละโดยปริมาตร)**
- สุราเผือกหรือสุรามันเทศ	29
- น้ำแอปเปิ้ลเขียวที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 7.00 องศาบริกซ์	71
- น้ำตาลทรายขาว	3.3 กรัม/ลิตร
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 8.00	
ปริมาณกรดทั้งหมด ร้อยละ 1.21	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. รสลิ้นจี่	สัดส่วน (ร้อยละโดยปริมาตร)
- สุราเผือกหรือสุรามันเทศ	29
- น้ำลิ้นจี่ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 9.00 องศาบริกซ์	61
- น้ำเชื่อม	1
- น้ำกลั่น	9
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 9.20 องศาบริกซ์	
ปริมาณกรดทั้งหมด ร้อยละ 1.15	

จากนั้นทำการฆ่าเชื้อเครื่องดื่มอาร์ทีดีปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร โดยการเติมโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ในอัตราส่วน 0.2 กรัมต่อลิตร บรรจุลงในขวดแก้ว นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน

3.5.3 ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ประเมินคุณภาพสุราผสมพร้อมดื่มทั้ง 10 สูตร ที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ให้คะแนนลงในแบบประเมินความพึงพอใจ (ภาคผนวก ง) นำค่าที่ได้มาประมวลผลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS/PC Version 13.0 ในการวิเคราะห์ F-test และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของดันแคน โดยใช้แผนการทดลองแบบแฟกทอเรียล และใช้วิธีการสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomize Complete Block, RCB) เลือกอาร์ทีดีที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด มาศึกษาอายุการเก็บรักษา เปรียบเทียบสมบัติทางเคมีกับเครื่องดื่มอาร์ทีดีที่วางจำหน่ายตามท้องตลาด และตรวจวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์และเมธิลแอลกอฮอล์ในผลิตภัณฑ์อาร์ทีดีที่ได้

3.5.4 ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

ทำการผลิตอาร์ทีดีชนิดที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด บ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วัน โดยสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ด้วยวิธีปลอดเชื้อในวันที่ 30 45 60 75 และ 90 โดยนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่าต่างๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

วัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ค่าพีเอช ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ และปริมาณกรดทั้งหมด (ภาคผนวก ข) การทดลองในขั้นตอนนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ นำค่าที่ได้มาประมวลผลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS/PC Version 13.0 ในการวิเคราะห์ F-test และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของดันแคน

2. ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์

ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ด้วยวิธี Drop Plate โดยหยดตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้น $10^{-1} - 10^{-7}$ ปริมาตร 20 ไมโครลิตรลงบนอาหาร PCA (ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน และตรวจสอบปริมาณยีสต์และรา ด้วยวิธี Drop Plate โดยหยดตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้น 10^{-1} – 10^{-7} ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ลงบนอาหาร PDA (ภาคผนวก ก) บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

3. ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน ให้คะแนนลงในแบบประเมินความพึงพอใจ (ภาคผนวก ง) นำค่าที่ได้มาประมวลผลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS/PC Version 13.0 ในการวิเคราะห์ F-test และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของดันแคน ใช้แผนการทดลองแบบแฟกทอเรียล และใช้วิธีการสุ่มในบล็อกสมบูรณ์

3.5.5 เปรียบเทียบสมบัติทางเคมีของเครื่องดื่มอาร์ทีดีที่วางจำหน่ายตามท้องตลาดกับผลิตภัณฑ์อาร์ทีดีที่ผลิตขึ้น

เปรียบเทียบปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ค่าพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์อาร์ทีดีที่ทำจากสุราเผือกผสมน้ำมะนาวที่ผลิตขึ้นซึ่งผ่านการบ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน กับผลิตภัณฑ์อาร์ทีดียี่ห้อสปาย รสมะนาว และ บาคาร์ดี บรีซเซอร์ รสมะนาว

3.5.6 ตรวจวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์และเมธิลแอลกอฮอล์

ส่งตัวอย่างอาร์ทีดีที่ทำจากสุราเผือกผสมน้ำมะนาวที่ผลิตขึ้นและผ่านการบ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน ไปวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์และเมธิลแอลกอฮอล์ที่สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ผลการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของน้ำส่าก่อนลงเชื้อยีสต์และหลังลงเชื้อยีสต์

4.1.1 น้ำส่ามันเทศ

ผลจากการใช้รา *Amylomyces rouxii* TISTR 3182 หมักมันเทศเพื่อให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล ใช้เวลา 3 วัน พบว่ามีน้ำตาลรีดิวซ์ 3.42 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 2.80 องศาบริกซ์ และมีพีเอช 5.15 จากนั้นจึงทำการเติมน้ำเชื่อมที่มีความหวาน 20 องศาบริกซ์ ลงในน้ำส่า เพื่อเพิ่มปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และเป็นการปรับสภาวะให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเซลล์ยีสต์ โดยใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* L 43 เปลี่ยนน้ำตาลที่เกิดขึ้นให้เป็นแอลกอฮอล์ ใช้ระยะเวลาในการหมัก 14 วัน ผลการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบต่างๆ ของการหมักที่เกิดขึ้น พบว่า ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีค่าสูงสุดในวันที่ 4 ของการหมัก และค่อยๆ ลดลง เนื่องจากในช่วง 4 วันแรก เป็นช่วงที่ยีสต์ใช้ในการปรับตัวเพื่อให้เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต และการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ ทำให้ปริมาณเซลล์ยังไม่มากจึงมีการใช้น้ำตาลเพื่อการเจริญเติบโตในปริมาณน้อย ประกอบกับรายังสามารถผลิตน้ำตาลได้ ทำให้น้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เพิ่มสูงขึ้น โดยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีค่าสูงสุดที่ 79.42 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้สูงสุดมีค่า 23.50 องศาบริกซ์ ในวันที่ 4 ของการเติมเชื้อยีสต์ หลังจากนั้นยีสต์มีการปรับตัวและเพิ่มจำนวนจนมีปริมาณมาก เชื้อรามีการเจริญลดลงเนื่องจากปริมาณสารอาหารเริ่มต้นลดลง และมีปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดจากการหมักของยีสต์เพิ่มขึ้น รวมทั้งพีเอชของน้ำส่าลดลง ซึ่งสภาวะเหล่านี้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อรา ทำให้เชื้อรามีการเจริญลดลงและตายในที่สุด เนื่องจากยีสต์สามารถใช้น้ำตาลในการดำรงชีวิตได้ดีกว่า ทำให้ปริมาณน้ำตาลลดลง ปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะ 7 วันแรก แต่ภายหลังจากวันที่ 7 ปริมาณแอลกอฮอล์ที่สูงขึ้นทำให้การเจริญของยีสต์ลดลง หลังจากนั้นปริมาณแอลกอฮอล์มีค่าใกล้เคียงกับวันที่ 7 ตลอดการหมัก หลังจากหมักครบ 14 วัน ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้ร้อยละ 13.30 โดยปริมาตรต่อปริมาตร สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชระหว่างการหมักพบว่า พีเอชมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรกจนกระทั่งวันที่ 4 ของการหมัก หลังจากนั้นมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการหมัก

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบต่างๆ ระหว่างการหมัก ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ พีเอช และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

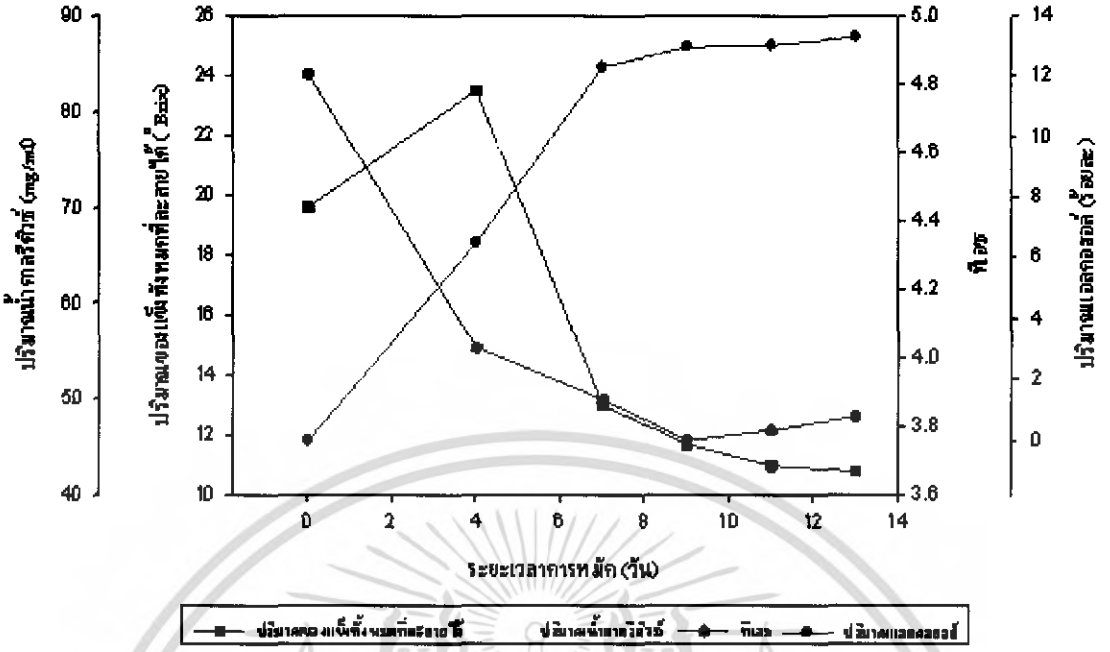
ปริมาณแอลกอฮอล์ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95 แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของน้ำส่ามันเทศก่อนลงเชื้อยีสต์และภายหลังลงเชื้อยีสต์ที่เวลาต่างๆ ของการหมัก โดยหมักที่อุณหภูมิห้องนาน 14 วัน

วันที่	ของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	พีเอช	แอลกอฮอล์ (ร้อยละ ; ปริมาตรต่อปริมตร)
หมักด้วย *A. rouxii* TISTR 3182 เป็นเวลา 3 วัน	2.80	3.42	5.15	0
ภายหลังใส่เชื้อยีสต์ (วัน) 0	19.60 [b]	48.24 [c]	4.83 [a]	0 [f]
4	23.50 [a]	79.42 [a]	4.03 [b]	6.50 [e]
7	13.00 [c]	62.27 [b]	3.88 [c]	12.30 [d]
9	11.70 [d]	56.73 [c]	3.76 [f]	12.96 [c]
11	11.00 [e]	49.32 [d]	3.79 [e]	13.02 [b]
13	10.80 [f]	43.49 [f]	3.83 [d]	13.30 [a]

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของน้ำส่ามันเทศในระหว่างการหมักที่เวลาต่างๆ โดยหมักที่อุณหภูมิห้องนาน 14 วัน

4.1.2 น้ำส่าเผือก

น้ำส่าเผือกมีผลการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกันกับน้ำส่ามันเทศ จากการใช้รา *Amylomyces rouxii* TISTR 3182 หมักเผือกเพื่อให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล ใช้เวลา 3 วัน พบว่ามีน้ำตาลรีดิวซ์เกิดขึ้น 4.99 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 3.20 องศาบริกซ์ และมีพีเอช 5.36 จากนั้นจึงทำการเติมน้ำเชื่อมที่มีความหวาน 20 องศาบริกซ์ ลงในน้ำส่าเพื่อเพิ่มปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และเป็นการปรับสภาวะให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเซลล์ยีสต์ โดยใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* L 43 เปลี่ยนน้ำตาลที่เกิดขึ้นให้เป็นแอลกอฮอล์ ใช้ระยะเวลาในการหมัก 14 วัน ผลการเปลี่ยนแปลงระหว่างการหมักที่เกิดขึ้น พบว่า ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีค่าสูงสุดในวันที่ 4 ของการหมัก จากนั้นจึงค่อยๆ ลดลง โดยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีค่าสูงสุดที่ 64.08 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้สูงสุดมีค่า 22.70 องศาบริกซ์ พีเอชมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรกจนกระทั่งวันที่ 4 ของการหมัก หลังจากนั้นมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการหมัก ปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะ 7 วันแรก หลังจากนั้นมีค่าเกือบคงที่ตลอดการหมัก ซึ่งหลังจากหมักครบ 14 วัน ปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุดที่ได้คือร้อยละ 15.20 โดยปริมาตรต่อปริมาตร

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบต่างๆ ระหว่างการหมัก ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ พีเอช และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

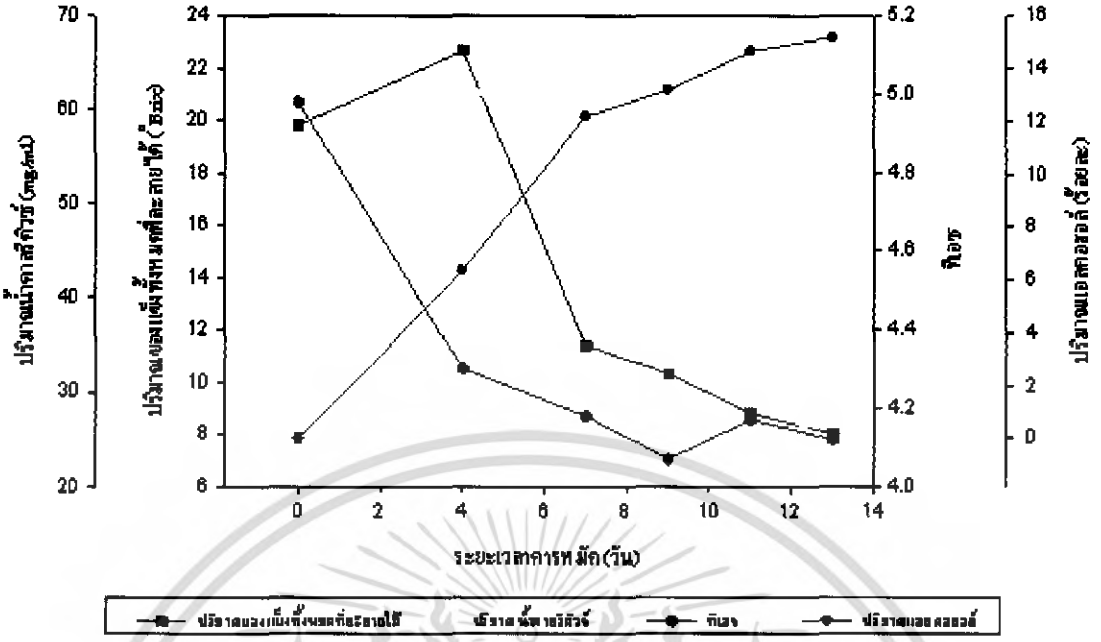
ปริมาณแอลกอฮอล์ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95 แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของน้ำส่าเผือกก่อนลงเชื้อยีสต์และภายหลังลงเชื้อยีสต์ที่เวลาต่างๆ ของการหมัก โดยหมักที่อุณหภูมิห้องนาน 14 วัน

วันที่	ของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	พีเอช	แอลกอฮอล์ (ร้อยละ ; ปริมาตรต่อปริมตร)
หมักด้วย *A. rouxii* TISTR 3182 เป็นเวลา 3 วัน	3.20	4.99	5.36	0
ภายหลังใส่เชื้อยีสต์ (วัน) 0	19.80[b]	49.54[b]	4.98[a]	0[f]
4	22.70[a]	64.08[a]	4.30[b]	6.35[c]
7	11.40[c]	48.82[c]	4.18[c]	12.20[d]
9	10.30[d]	37.47[d]	4.07[f]	13.19[c]
11	8.80[c]	29.66[e]	4.17[d]	14.67[b]
13	8.00[f]	24.55[f]	4.12[e]	15.20[a]

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของน้ำส่าเผือกในระหว่างการหมักที่เวลาต่างๆ โดยหมักที่อุณหภูมิห้องนาน 14 วัน

4.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสุรากลั่น

องค์ประกอบทางเคมีของสุรามันเทศและสุราเผือกมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันมาก ซึ่งสุราทั้งสองชนิดมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 15.60 องศาบริกซ์ ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 52 โดยปริมาตรต่อปริมาตร และตรวจไม่พบปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ แต่พีเอชของสุราทั้งสองชนิดมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย โดยสุรามันเทศมีพีเอช 3.03 และสุราเผือกมีพีเอช 2.97 แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 องค์ประกอบทางเคมีของสุรามันเทศและสุราเผือกภายหลังการกลั่น

ชนิดสุรา	ของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	พีเอช	แอลกอฮอล์ (ร้อยละ ; ปริมาตรต่อปริมตร)
สุรามันเทศ	15.60	0	3.03	52.00
สุราเผือก	15.60	0	2.97	52.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

นำสุรามันเทศและสุราเผือกที่ได้จากการกลั่นมาผสมน้ำผลไม้ชนิดต่างๆ ดังนี้ น้ำสับปะรด น้ำมะนาว น้ำมะขาม น้ำแอปเปิ้ลเขียว และน้ำลิ้นจี่ ตามอัตราส่วนต่างๆ จากนั้นนำสุราผสมน้ำผลไม้แต่ละชนิดมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ผลการประเมินคุณภาพสุราผสมน้ำผลไม้พร้อมดื่มทั้ง 10 สูตร ที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน และนำคะแนนที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบแฟกทอเรียลและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของดันแคน จากผลการทดสอบสามารถแบ่งผลิตภัณฑ์ออกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีการยอมรับผลิตภัณฑ์ต่ำ คือ สุรามันเทศผสมน้ำแอปเปิ้ลเขียว ซึ่งมีคะแนนการยอมรับ 4.00 กลุ่มที่มีการยอมรับผลิตภัณฑ์ปานกลาง คือ สุรามันเทศผสมน้ำสับปะรด สุรามันเทศผสมน้ำมะนาว สุรามันเทศผสมน้ำมะขาม สุรามันเทศผสมน้ำลิ้นจี่ สุราเผือกผสมน้ำสับปะรด สุราเผือกผสมน้ำมะขาม สุราเผือกผสมน้ำแอปเปิ้ลเขียว และสุราเผือกผสมน้ำลิ้นจี่ ซึ่งมีคะแนนการยอมรับ 8.00, 11.33, 13.00, 9.33, 8.00, 10.00, 10.00 และ 13.33 ตามลำดับ และกลุ่มที่มีการยอมรับผลิตภัณฑ์สูง คือ สุราเผือกผสมน้ำมะนาว ซึ่งมีคะแนนการยอมรับ 15.00 ดังนั้นจึงได้คัดเลือกสุราเผือกผสมน้ำมะนาวเพื่อทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ และเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีกับเครื่องดื่มอาร์ทีดีที่วางจำหน่ายตามท้องตลาด รวมทั้งตรวจวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์และเมธิลแอลกอฮอล์ต่อไป

ตารางที่ 4.4 ผลทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาร์ทีดีที่ผลิตขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

สูตรที่	ชนิดของอาร์ทีดี	คะแนนการยอมรับในผลิตภัณฑ์
1	สุรามันเทศผสมน้ำสับปะรด	8.00 [b]
2	สุรามันเทศผสมน้ำมะนาว	11.33 [b]
3	สุรามันเทศผสมน้ำมะขาม	13.00 [b]
4	สุรามันเทศผสมน้ำแอปเปิ้ลเขียว	4.00 [c]
5	สุรามันเทศผสมน้ำลิ้นจี่	9.33 [b]
6	สุราเผือกผสมน้ำสับปะรด	8.00 [b]
7	สุราเผือกผสมน้ำมะนาว	15.00 [a]
8	สุราเผือกผสมน้ำมะขาม	10.00 [b]
9	สุราเผือกผสมน้ำแอปเปิ้ลเขียว	10.00 [b]
10	สุราเผือกผสมน้ำลิ้นจี่	13.33 [b]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

4.4 ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

4.4.1 ผลวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์

ผลวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์อาร์ทีดีที่ผลิตจากสุราเผือกผสมน้ำมะนาวภายหลังจากเก็บบ่มผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วัน และเก็บตัวอย่างในวันที่ 30 45 60 75 และ 90 พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ พีเอช ปริมาณแอลกอฮอล์ และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริก ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความคงตัวสูง และมีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 90 วัน

ตารางที่ 4.5 ผลการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสุราเผือกผสมน้ำมะนาวเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 90 วัน

วันที่	ของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	พีเอช	แอลกอฮอล์ (ร้อยละ ; ปริมาตรต่อปริมาตร)	กรดทั้งหมด (ร้อยละ)
30	12.40[a]	2.76[a]	15.00[a]	4.20[a]
45	12.40[a]	2.75[a]	15.00[a]	4.26[a]
60	12.60[a]	2.76[a]	15.00[a]	4.26[a]
75	12.60[a]	2.77[a]	15.00[a]	4.20[a]
90	12.60[a]	2.76[a]	15.00[a]	4.26[a]

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

4.4.2 ผลตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์

ภายหลังจากเก็บบ่มผลิตภัณฑ์อาร์ทีดีที่ผลิตจากสุราเผือกผสมน้ำมะนาวที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วัน และเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในวันที่ 30 45 60 75 และ 90 เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ด้วยวิธี Drop Plate โดยหยดตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้น $10^{-1} - 10^{-7}$ ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ลงบนอาหารพีซีเอ บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน และตรวจสอบปริมาณยีสต์และรา ด้วยวิธี Drop Plate โดยหยดตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้น $10^{-1} - 10^{-7}$ ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บนอาหารพีดีเอ บ่มที่อุณหภูมิ 30 อ งศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน พบว่าไม่มีเชื้อจุลินทรีย์เจริญบนอาหารทั้งสองชนิด แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและมีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 90 วัน

4.4.3 ผลตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

ภายหลังจากเก็บบ่มผลิตภัณฑ์อาร์ทีดีที่ผลิตจากสุราเผือกผสมน้ำมะนาวที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วัน และเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในวันที่ 30 45 60 75 และ 90 เพื่อทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ กลิ่น สี รสชาติ ความหวาน ความขม ความแรงแอลกอฮอล์ และการยอมรับ โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน ให้คะแนนลงในแบบประเมินความพึงพอใจ พบว่า ผลการตรวจสอบไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์อาร์ทีดีที่ทำการผลิตขึ้นมีความคงตัวสูง ณ สภาวะการเก็บบ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำให้กลิ่น สี รสชาติ ความหวาน ความขม ความแรงแอลกอฮอล์ของผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้ผู้บริโภคยังคงให้การยอมรับ เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 90 วัน

ตารางที่ 4.6 ผลตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

วันที่	กลิ่น	ความเหมาะสมของผลไม้	สี	รสชาติ	ความหวาน	ความขม	แรงแอลกอฮอล์	การยอมรับ
30	1.0 [a]	1.6 [a]	2.0 [a]	1.5 [a]	1.5 [a]	1.0 [a]	1.0 [a]	1.6 [a]
45	1.0 [a]	2.0 [a]	1.9 [a]	1.6 [a]	1.4 [a]	1.0 [a]	1.1 [a]	2.0 [a]
60	1.0 [a]	2.0 [a]	2.0 [a]	1.5 [a]	1.5 [a]	1.0 [a]	1.0 [a]	2.0 [a]
75	1.0 [a]	2.0 [a]	2.0 [a]	1.5 [a]	1.6 [a]	1.1 [a]	1.0 [a]	2.1 [a]
90	1.0 [a]	1.9 [a]	2.0 [a]	1.6 [a]	1.5 [a]	1.0 [a]	1.1 [a]	2.0 [a]

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

4.5 ผลเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีของเครื่องดื่มอาร์ทีดีที่วางจำหน่ายตามท้องตลาดกับผลิตภัณฑ์อาร์ทีดีที่ผลิตขึ้น

สมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากสุราเผือกผสมน้ำมะนาวเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายในท้องตลาด ยี่ห้อสปาย รสมะนาว และบาคาร์ดี บรีซเซอร์ รสมะนาว พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้มีค่าใกล้เคียงกัน สปายมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 12.40 องศาบริกซ์ บาคาร์ดี บรีซเซอร์มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 12.40 องศาบริกซ์ อาร์ทีดีที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตจากสุราเผือกผสมน้ำมะนาวมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 12.60 องศาบริกซ์ พีเอชมีค่าใกล้เคียงกัน สปายมีพีเอช 2.79 บาคาร์ดี บรีซเซอร์มีพีเอช 2.76 อาร์ทีดีที่ผลิตจากสุราเผือกผสมน้ำมะนาวมีพีเอช 2.76 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริกมีค่าใกล้เคียงกัน สปายมีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริกร้อยละ 4.12 บาคาร์ดี บรีซเซอร์มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริกร้อยละ 4.16 อาร์ทีดีที่ผลิตจากสุราเผือกผสมน้ำมะนาวมีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริกร้อยละ 4.26 แต่ปริมาณแอลกอฮอล์มีค่าแตกต่างกัน สปายมีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 4.00 โดยปริมาตรต่อปริมาตร บาคาร์ดี บรีซเซอร์มีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 5.60 โดยปริมาตรต่อปริมาตร อาร์ทีดีที่ผลิตจากสุราเผือกผสมน้ำมะนาวมีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 15.00 โดยปริมาตรต่อปริมาตร เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาร์ทีดีที่ผลิตขึ้นไม่มีการผ่านขั้นตอนการฆ่าเชื้อโดยการใช้ความร้อน ทั้งนี้เพื่อต้องการรักษากลิ่นและรสของผลิตภัณฑ์ไว้ ดังนั้นจึงได้ผลิตผลิตภัณฑ์ให้มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงถึงร้อยละ 15.00 เพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิดที่เป็นสาเหตุการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ เพราะจุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะไม่สามารถเจริญที่ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์สูงถึงร้อยละ 15.00 ได้

ตารางที่ 4.7 สมบัติทางเคมีของเครื่องดื่มอาร์ทีดีที่วางจำหน่ายตามท้องตลาดกับผลิตภัณฑ์อาร์ทีดีที่ผลิตขึ้น

ผลิตภัณฑ์	ของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	พีเอช	กรดทั้งหมด (ร้อยละ)	แอลกอฮอล์ (ร้อยละ ; ปริมาตรต่อปริมาตร)
สปาย	12.40	2.79	4.12	4.00
บาคาร์ดี บรีซเซอร์	12.40	2.76	4.16	5.60
อาร์ทีดีที่ผลิตขึ้น	12.60	2.76	4.26	15.00

4.6 ผลตรวจวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์และเมธิลแอลกอฮอล์

ส่งตัวอย่างอาร์ทีดีที่ผลิตจากสุราเผือกผสมน้ำมะนาวซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อโดยการเติมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) ความเข้มข้น 0.2 กรัมต่อลิตรก่อนการบรรจุขวด และผ่านการบ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน ไปตรวจวิเคราะห์หาซัลเฟอร์ไดออกไซด์และเมธิลแอลกอฮอล์ ที่สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผลการตรวจวิเคราะห์ไม่พบเมธิลแอลกอฮอล์ และตรวจพบปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 126.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งผลที่ได้พบสารทั้งสองชนิดต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนชนิดเมรัยซึ่งกำหนดไว้ว่า เมธิลแอลกอฮอล์ในผลิตภัณฑ์ต้องมีปริมาณไม่เกิน 420 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร และซัลเฟอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์ต้องมีปริมาณไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร แสดงว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมีคุณภาพได้มาตรฐานและปลอดภัยต่อผู้บริโภค

ตารางที่ 4.8 ผลการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์และเมธิลแอลกอฮอล์

รายการวิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์	วิธีวิเคราะห์
เมธิลแอลกอฮอล์ (ร้อยละ ; ปริมาตรต่อปริมาตร)	0.00	AOAC 983.13 , 2000
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	126.25	AOAC 990.28 , 2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 ผลการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของน้ำส่ามันเทศและน้ำส่าเผือกที่ได้จากการหมักด้วยเชื้อรา *Amylomyces rouxii* TISTR 3182 เป็นเวลา 3 วัน และตามด้วยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* L 43 หมักต่อเป็นเวลา 14 วัน พบว่าในช่วงแรกของการหมักด้วยเชื้อรา *A. rouxii* TISTR 3182 น้ำส่ามันเทศและน้ำส่าเผือกมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้น้อยมาก คือ 2.80 และ 3.20 อาศาบริกซ์ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากมันเทศและเผือกที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบมีสภาพไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อรา เนื่องจากชิ้นมันเทศและเผือกมีขนาดใหญ่เกินไป และใช้เวลาในการนึ่งมันเทศและเผือกน้อยเกินไป ทำให้เชื้อราเจริญและแทงเส้นใยเข้าไปในวัตถุดิบได้ยาก กระบวนการย่อยแป้งเป็นน้ำตาลจึงเกิดขึ้นได้น้อย เมื่อเติมยีสต์ *S. cerevisiae* L 43 ห มักน้ำตาลที่เกิดขึ้นให้เป็นแอลกอฮอล์ พบว่าเชื้อ *S. cerevisiae* L 43 ใช้เวลาในการปรับตัวในช่วงแรกของการหมักค่อนข้างนาน ดังนั้นในช่วงแรกของการหมักเชื้อรา *A. rouxii* TISTR 3182 ยังคงย่อยแป้งเป็นน้ำตาลได้ดี ทำให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูง โดยจะพบว่าในวันที่ 4 ของการหมัก น้ำส่ามันเทศและน้ำส่าเผือกมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 23.50 และ 22.70 องศาบริกซ์ตามลำดับ และมีปริมาณแอลกอฮอล์เกิดขึ้นน้อย หลังจากนั้นเชื้อ *S. cerevisiae* L 43 หมักน้ำตาลที่เกิดขึ้นเปลี่ยนไปเป็นแอลกอฮอล์ ปริมาณแอลกอฮอล์จะเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก ในวันที่ 14 ของการหมัก น้ำส่ามันเทศและน้ำส่าเผือกมีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 13.30 และ 15.20 ปริมาตรต่อปริมาตร ตามลำดับ

5.2 เมื่อนำสุรามันเทศและสุราเผือกมาทำการกลั่น พบว่าภายหลังการกลั่นสุรามันเทศและสุราเผือกมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เท่ากัน คือ 15.6 องศาบริกซ์ มีปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากัน คือ ร้อยละ 52 โดยปริมาตรต่อปริมาตร ไม่พบน้ำตาลรีดิวซ์หลงเหลืออยู่ และค่าพีเอชในสุรามันเทศและสุราเผือกมีค่า 3.03 และ 2.97 ตามลำดับ

5.3 นำสุรามันเทศและสุราเผือกที่ได้จากการกลั่นมาผสมน้ำผลไม้ชนิดต่างๆ เพื่อทำเป็นสุรากลั่นผสมน้ำผลไม้พร้อมดื่ม (RTD) พบว่าสุราเผือกผสมน้ำมะนาวได้รับการยอมรับมากที่สุด

5.4 นำสุราเผือกผสมน้ำมะนาวมาศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วัน ในระหว่างการเก็บรักษาสุราเผือกผสมน้ำมะนาวมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ พีเอช ปริมาณแอลกอฮอล์ และปริมาณกรดทั้งหมดน้อยมาก และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สำหรับการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษา 90 วัน อาจเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์มีปริมาณแอลกอฮอล์สูง คือ ร้อยละ 15 โดยปริมาตรต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาตร และมีปริมาณกรดทั้งหมดสูง คือ ร้อยละ 4.26 ซึ่งไม่เหมาะต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่มาปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ และเมื่อทดสอบการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสระหว่างการเก็บรักษา พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงด้านสี รสชาติ ความหวาน ความขม แรงแอลกอฮอล์ และการยอมรับผลิตภัณฑ์น้อยมาก และไม่แตกต่างทางสถิติ

5.5 จากการเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของสุราเผือกผสมน้ำมะนาวกับเครื่องดื่มอาร์ทีดีชนิดอื่นที่วางจำหน่าย คือ สปายรสมะนาว และบาคาร์ดี บรีซเซอร์รสมะนาว พบว่า ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ และค่าพีเอชใกล้เคียงกัน แต่สุราเผือกผสมน้ำมะนาวที่ผลิตได้จะมีปริมาณแอลกอฮอล์ และปริมาณกรดทั้งหมดสูงกว่าผลิตภัณฑ์อาร์ทีดีที่วางจำหน่าย

5.6 ผลิตภัณฑ์อาร์ทีดีที่ผลิตได้มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 126.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และไม่พบเมธิลแอลกอฮอล์ จึงมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

ข้อเสนอแนะ

1. สุราที่กลั่นได้จากเผือกและมันเทศมีกลิ่นเฉพาะตัวที่ชัดเจนมาก เมื่อนำไปผสมกับน้ำผลไม้ทำให้กลิ่นของสุราผสมผลไม้ที่ได้ไม่เข้ากันและเกิดกลิ่นที่ไม่ชวนดื่ม ดังนั้นควรใช้วิธีการกลั่นแบบกลั่นซ้ำ เพื่อลดกลิ่นเฉพาะตัวของสุรากลั่นที่ได้ให้เหลือน้อยที่สุด เมื่อนำมาปรุงด้วยน้ำผลไม้จึงจะได้สุราผสมน้ำผลไม้ที่มีกลิ่นรสของผลไม้ชัดเจน

2. น้ำผลไม้ที่ใช้ในการปรุงแต่งรสชาติ มีความสำคัญอย่างมากต่อคุณภาพของสุราผสมน้ำผลไม้พร้อมดื่ม เนื่องจากหากใช้น้ำผลไม้ที่คั้นไม่ดี เช่น น้ำมะนาวที่มีรสขม หรือน้ำมะขามที่ขุ่น จะทำให้สุราผสมน้ำผลไม้ที่ได้มีรสชาติไม่ดี หรือมีลักษณะที่ไม่ชวนดื่ม เช่น มีลักษณะขุ่น หรือเกิดตะกอนนอนก้น ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ไม่พึงประสงค์ ดังนั้น จึงควรเลือกใช้วิธีการคั้นน้ำผลไม้ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เช่น การผ่านกระบวนการกรอง เพื่อให้น้ำผลไม้ที่คั้นได้มีคุณภาพดีขึ้น นอกจากนี้ การใช้น้ำผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวจัดจะให้รสชาติของสุราผสมน้ำผลไม้ที่ดีกว่าการใช้น้ำผลไม้ที่มีรสหวาน

3. ผลไม้บางชนิดเมื่อปอกเปลือกแล้วสัมผัสกับอากาศจะเกิดการออกซิไดซ์ทำให้เกิดสีน้ำตาลขึ้นได้ เช่น แอปเปิ้ล ดังนั้นจึงควรป้องกันโดยการนำผลไม้ที่ปอกแล้วไปแช่น้ำเกลือหรือน้ำผสมน้ำมะนาวทันที เพื่อลดการเปลี่ยนสีของผลไม้

4. หากต้องการให้สุราผสมน้ำผลไม้มีลักษณะขุ่นเป็นเนื้อเดียวกัน แต่ไม่ตกตะกอน ทำได้โดยเติมสารจำพวกอิมัลซิไฟเออร์ เช่น เมธิลเซลลูโลส เพกติน และกัม ลงในสุราผสมน้ำผลไม้ที่ปรุงเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549. มันเทศ. [Online]. Available :
http://www.doae.go.th/library/html/detail/paddy/c10.htm

กองส่งเสริมและฝึกอบรม สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2545. มาตรฐานยกระดับสุราแช่ (ไวน์ไทย). **สมอสาร**. 327, 2-4.

จริยา เดชกุญชร และ ดวงฤทัย ธำรงโชติ. 2546. **สาโท**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ศรีสยามการพิมพ์.

เจริญ เจริญชัย. 2549. การผลิตสุรากลั่นชุมชน. [Online]. Available :
http://www.surathai.net/images/1144824858/distill.pdf.

ณัฐกิตติ์ ธรรมเจริญ. 2546. **เหล้าพื้นบ้าน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : อินเตอร์มีเดีย.

เทคโนโลยีและอาชีวศึกษา. 2531. เทคโนโลยีการหมักดอง. สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร.

นภา โล่ทอง. 2537. **กล้าเชื้ออาหารหมักและเทคโนโลยีการผลิต**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ฟันนี่พับลิชชิ่ง.

นฤมล คงทน และ สุนทรีย์ เกตุคง. 2546. **สุราแช่ ภูมิปัญญาไทยเตรียมขยายสู่สากล**. สถาบันอาหาร. 28, 14-27.

ประดิษฐ์ ครุวัณณา. 2546. **ไวน์ ศาสตร์และศิลป์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประดิษฐ์ ครุวัณณา. 2531. **ไวน์ผลไม้ในประเทศไทย**. ชมรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 1, 6-8.

ประเวศ วะสี นิธิ เอียวศรีพงศ์ กมล กมลตระกูล และ สมเกียรติ พงษ์ไพบูลย์. 2544. **เหล้าพื้นบ้าน ภูมิปัญญาไทและสิทธิอันชอบธรรมของชาวบ้านกับการแก้ปัญหาความยากจน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : เดือนตุลา.

ไพบูลย์ ด่านวิรุทัย และ พัฒนา เหล่าไพบูลย์. 2548. **ไวน์ผลไม้และสาโท ผลิตด้วยความมั่นใจได้อย่างไร**. พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น. คลังนานาวิทยา.

พิสิฐ ศรีสุริยจันทร์. 2545. กล้าเชื้อสุราแช่. [Online]. Available :
http://www.agro.cmu.ac.th/e_books /Phisit/Alcohol%20Inoculum.pdf.

มนตรี เชาวน์สังเกต. 2521. การคัดเลือกสายพันธุ์ยีสต์และราเพื่อใช้ผลิตไวน์ข้าว. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 2549. เครื่องกลั่นสุราไทย. [Online]. Available :
http://www.surathai.net/index.php?lay=show&ac=article&Id=175286&Ntype=4.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยุพกนิษฐ์ พ่วงวีระกุล. 2546. **กระบวนการผลิตสาโทและจุลชีววิทยาของสาโท**. สถาบันอาหาร. 28, 64-80.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2549. เครื่องกลั่นแอลกอฮอล์ขนาดเล็กแบบเคลื่อนที่. [Online]. Available : www.clinictech.most.go.th/techlist/upload/alcohol.pdf.

สมศักดิ์ สุริโย และ จรุงศรี บุญมาก. 2549. การปลูกเผือก. [Online]. Available : www.doae.go.th/library/html/detail/peak/index.htm.

แสงไทย เค้าภูไทย. 2545. **ขุมทองเหล้าไทย ไวน์ผลไม้**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : อินฟอร์มีเดีย บุ๊คส์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2544. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สุรากลั่น. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม. 2088-2544.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เมรัย. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม. 34/2546.

Dung, N.T.P., Rombouts, F.M. and Nout, M.J.R. 2006. Functionality of selected strains of moulds and yeasts from Vietnamese rice wine starters. *Food Microbiology*. 23, 331-340.

Dung, N.T.P., Rombouts, F.M. and Nout, M.J.R. 2006. Characteristics of some traditional Vietnamese starch-based rice wine fermentation starters (men). *LWT*. 40, 130-135.

Dung, N.T.P., Rombouts, F.M. and Nout, M.J.R. 2005. Development of defined mixed-culture fungal fermentation starter granulate for controlled production of rice wine. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 6, 429–441.

Frazier, W.C. and Westhoff, D.C. 1988. Food Microbiology. 4th ed. Singapore : McGraw-Hill Book Company.

Klosowski Grzegorz and Czuprynski Boguslaw. 2005. Kinetics of acetals and esters formation during alcoholic fermentation of various starchy raw materials with application of yeasts *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Food Engineering*. 72, 242-246.

Polychroniadou, E., Kanellake, M., Iconomopoulou, M., Koutinas, A.A., Marchant, R. and Banat, I.M. 2002. Grape and apple wines volatile fermentation products and possible relation to spoilage. *Biosesource Technology*. 87, 337-339.

Wikipedia, the free encyclopedia. 2549. Sweet Potato. [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Sweet_potato.

Wikipedia, the free encyclopedia. 2549. Taro. [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Taro.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. สูตรอาหารน้ำมะพร้าว

น้ำมะพร้าว	1.0	ลิตร
เปปโตน (Peptone)	5.0	กรัม
ยีสต์สกัด (Yeast Extract)	2.5	กรัม
เด็กซ์โตรส (Dextrose)	160	กรัม

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2. สูตรอาหารน้ำสับปะรด

น้ำสับปะรด	1.0	ลิตร
ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต	1.0	กรัม
น้ำตาลทราย	160	กรัม
น้ำกลั่น	1.0	ลิตร

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

3. สูตรอาหาร Yeast Malt Broth

Yeast Malt Broth 21.0 กรัม ต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

4. สูตรอาหาร PDA

Potato Dextrose Agar 39.0 กรัม ต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

5. สูตรอาหาร PCA

Plate Count Agar 23.5 กรัม ต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

1. การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธีดีเอ็นเอส

1. ปิเปตสารละลายกลูโคสความเข้มข้น 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง หลอดละ 1 มิลลิลิตร

2. เตรียม Blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนสารละลายกลูโคส

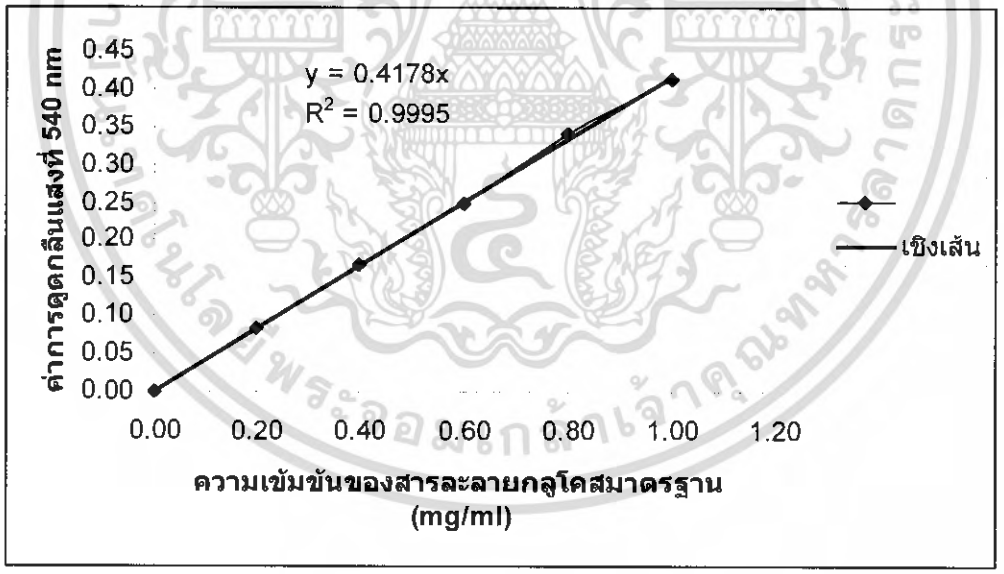
3. ปิเปต 3,5-dinitrosalicylic Acid (DNS) 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองทุกหลอด

4. นำไปต้มในน้ำเดือดนาน 5 นาที จากนั้นนำไปแช่ในน้ำแข็งนาน 5 นาที

5. เติมน้ำกลั่นปริมาตร 20 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

6. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร เพื่อสร้างกราฟสารละลายกลูโคสมาตรฐาน

7. การวิเคราะห์สารตัวอย่างทำตามวิธีขั้นต้น โดยใช้สารตัวอย่างแทนสารละลายกลูโคสมาตรฐาน และเทียบหาค่าปริมาณน้ำตาลกลูโคสจากกราฟ



รูปที่ 1-ข กราฟสารละลายกลูโคสมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวัดค่าพีเอช

รูปที่ 2-ข พีเอชมิเตอร์

1. ล้างแท่งแก้วอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด ใช้กระดาษทิชชูซับให้แห้ง
2. ปรับเครื่องมือให้ได้มาตรฐานตามคำแนะนำในคู่มือด้วยสารละลายบัฟเฟอร์
3. จุ่มแท่งแก้วอิเล็กโทรดลงในสารตัวอย่าง รอจนค่าพีเอชที่ปรากฏบนหน้าจอคงที่

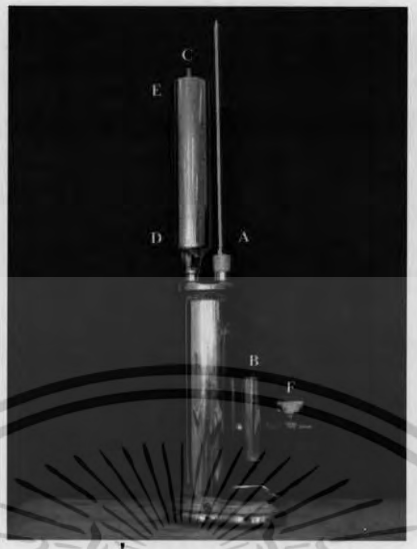
3. วิธีการวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

รูปที่ 3-ข รีแฟรกโตมิเตอร์

1. ล้างบริเวณที่ใช้สำหรับหยดสารตัวอย่างของเครื่องรีแฟรกโตมิเตอร์ด้วยน้ำกลั่น และซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู
2. หยดน้ำส่า 1 หยด ลงบนบริเวณหยดสาร ปิดฝาพลาสติกให้สนิท
3. อ่านค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้จากเครื่องรีแฟรกโตมิเตอร์ โดยส่องดูขีดสีฟ้าที่ปรากฏขึ้น ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ (°Brix)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

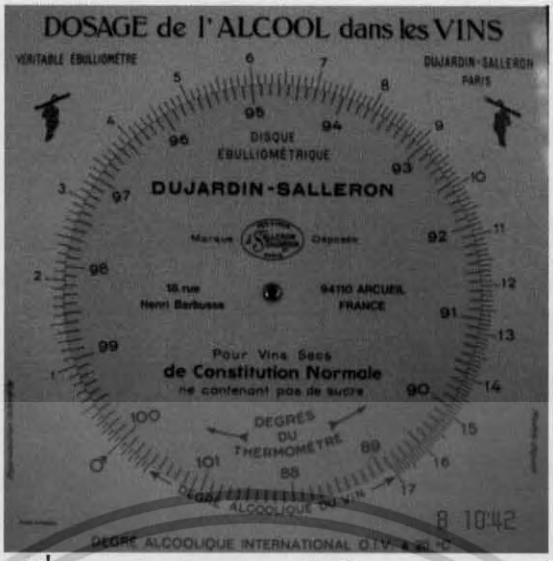
4. วิธีการวัดความเข้มข้นของแอลกอฮอล์โดยใช้เครื่อง Ebulliometer



รูปที่ 4-ข Ebulliometer

1. เตรียมตะเกียงแอลกอฮอล์ให้เรียบร้อย
2. ใช้น้ำกลั่นล้างกลั้ว Boiler ให้ทั่ว แล้วเทน้ำออกทางช่อง A
3. ใช้กระบอกตวงแก้วตวงน้ำกลั่นให้ถึงขีด EAU กรอกใส่ช่อง A ใส่เทอร์โมมิเตอร์เข้าที่
4. เติมน้ำเย็นลงในกระบอก D-E
5. จุดตะเกียงแล้ววางไว้ใต้กระบอก B หลังจากนั้นระดับปรอทจะสูงขึ้นและมีไอน้ำระเหยออกมาจากส่วนบนของเครื่องมือ เมื่อระดับปรอทอยู่นิ่งแล้ว ให้อ่านค่าจุดเดือดของน้ำกลั่นที่ได้จากเทอร์โมมิเตอร์
6. นำค่าที่อ่านได้ไปตั้งค่าในแผ่นอ่านความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ โดยตั้งจุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์ที่อ่านได้ให้ตรงกับ 0.0 ดีกรี (ดูจากสเกลด้านนอก) เมื่อทำดังนี้เครื่องก็พร้อมที่จะตรวจสอบ
7. ตรวจสอบความเข้มข้นแอลกอฮอล์ของสารตัวอย่างตามวิธีขั้นต้น โดยใช้สารตัวอย่างแทนน้ำกลั่น นำจุดเดือดของสารตัวอย่างที่ได้ไปเทียบหาความเข้มข้นของแอลกอฮอล์จากแผ่นอ่านความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่ได้ตั้งค่าไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5-ข แผ่นเทียบความเข้มข้นของแอลกอฮอล์

5. การวัดปริมาณกรดทั้งหมด (Total acidity)

หาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปร้อยละของกรดซิตริก มีวิธีการดังนี้

1. นำตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ปริมาตร 10 มิลลิลิตร มาทำการเจือจางด้วยน้ำปลอดคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาตร 90 มิลลิลิตร

2. เติมสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 3 หยด ไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล จนกระทั่งถึงจุดยุติ สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู

3. ปริมาณกรดคำนวณเป็นร้อยละของกรดซิตริก ตามสูตร

$$\text{ร้อยละของกรดซิตริก} = \frac{\text{มิลลิลิตรของ NaOH} \times \text{N ของNaOH} \times 210.14 \times 100}{1{,}000 \times 10 \text{ (มิลลิลิตรของตัวอย่าง)}}$$

(มวลโมเลกุลของกรดซิตริก เท่ากับ 210.14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางที่ 1-ค ดีกรีแอลกอฮอล์ที่อ่านได้เทียบกับดีกรีแอลกอฮอล์ที่แท้จริงในแต่ละอุณหภูมิ

ดีกรีแอลกอฮอล์ที่อ่านได้	ดีกรีแอลกอฮอล์ที่แท้จริงในแต่ละอุณหภูมิ										
	30.0	**31.0**	**32.0**	**33.0**	**34.0**	**35.0**	**36.0**	**37.0**	**38.0**	**39.0**	**40.0**
30.0	25.7	25.3	24.9	24.5	24.0	23.6	23.2	22.7	22.3	21.9	21.5
30.1	25.8	25.4	25.0	24.6	24.1	23.7	23.3	22.8	22.4	22.0	21.6
30.2	25.9	25.5	25.1	24.7	24.2	23.8	23.4	23.0	22.5	22.1	21.7
30.3	26.0	25.6	25.2	24.8	24.3	23.9	23.5	23.1	22.6	22.2	21.8
30.4	26.1	25.7	25.3	24.9	24.4	24.0	23.6	23.2	22.7	22.3	21.9
30.5	26.2	25.8	25.4	25.0	24.5	24.1	23.7	23.3	22.8	22.4	22.0
30.6	26.3	25.9	25.5	25.1	24.6	24.2	23.8	23.4	22.9	22.5	22.1
30.7	26.4	26.0	25.6	25.2	24.7	24.3	23.9	23.5	23.0	22.6	22.2
30.8	26.5	26.1	25.7	25.3	24.8	24.4	24.0	23.6	23.2	22.7	22.3
30.9	26.7	26.2	25.8	25.4	25.0	24.5	24.1	23.7	23.3	22.8	22.4
31.0	26.8	26.3	25.9	25.5	25.1	24.6	24.2	23.8	23.4	22.9	22.5
31.1	26.9	26.4	26.0	25.6	25.2	24.7	24.3	23.9	23.5	23.0	22.6
31.2	27.0	26.5	26.1	25.7	25.3	24.8	24.4	24.0	23.6	23.1	22.7
31.3	27.1	26.6	26.2	25.8	24.5	24.9	24.5	24.1	23.7	23.2	22.8
31.4	27.2	26.7	26.3	25.9	25.5	25.0	24.6	24.2	23.8	23.4	22.9
31.5	27.3	26.8	26.4	26.0	25.6	25.1	24.7	24.3	23.9	23.5	23.0
31.6	27.4	26.9	26.5	26.1	25.7	25.3	24.8	24.4	24.0	23.6	23.1
31.7	27.5	27.0	26.6	26.2	25.8	25.4	24.9	24.5	24.1	23.7	23.2
31.8	27.6	27.1	26.7	26.3	25.9	25.5	25.0	24.6	24.2	23.8	23.3
31.9	27.7	27.3	26.8	26.4	26.0	25.6	25.1	24.7	24.3	23.9	23.4
32.0	27.8	27.4	26.9	26.5	26.1	25.7	25.2	24.8	24.4	24.0	23.6
32.1	27.9	27.5	27.0	26.6	26.2	25.8	25.3	24.9	24.5	24.1	23.7
32.2	28.0	27.6	27.1	26.7	26.3	25.9	25.4	25.0	24.6	24.2	23.8
32.3	28.1	27.7	27.2	26.8	26.4	26.0	25.6	25.1	24.7	24.3	23.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1-ค (ต่อ)

ดีกรีแอลกอฮอล์ที่อ่านได้	ดีกรีแอลกอฮอล์ที่แท้จริงในแต่ละอุณหภูมิ										
	30.0	**31.0**	**32.0**	**33.0**	**34.0**	**35.0**	**36.0**	**37.0**	**38.0**	**39.0**	**40.0**
32.4	28.2	27.8	27.3	26.9	26.5	26.1	25.7	25.2	24.8	24.4	24.0
32.5	28.3	27.9	27.4	27.0	26.6	26.2	25.8	25.3	24.9	24.5	24.1
32.6	28.4	28.0	27.5	27.1	26.7	26.3	25.9	25.4	25.0	24.6	24.2
32.7	28.5	28.1	27.7	27.2	26.8	26.4	26.0	25.5	25.1	24.7	24.3
32.8	28.6	28.2	27.8	27.3	26.9	26.5	26.1	25.6	25.2	24.8	24.4
32.9	28.7	28.3	27.9	27.4	27.0	26.6	26.2	25.8	25.3	24.9	24.5
33.0	28.8	28.4	28.0	27.5	27.1	26.7	26.3	25.9	25.4	25.0	24.6
33.1	28.9	28.5	28.1	27.6	27.2	26.8	26.4	26.0	25.5	25.1	24.7
33.2	29.0	28.6	28.2	27.7	27.3	26.9	26.5	26.1	25.6	25.2	24.8
33.3	29.1	28.7	28.3	27.8	27.4	27.0	26.6	26.2	25.7	25.3	24.9
33.4	29.2	28.8	28.4	27.9	27.5	27.1	26.7	26.3	25.9	25.4	25.0
33.5	29.3	28.9	28.5	28.1	27.6	27.2	26.8	26.4	26.0	25.5	25.1
33.6	29.4	29.0	28.6	28.2	27.7	27.3	26.9	26.5	26.1	25.6	25.2
33.7	29.5	29.1	28.7	28.3	27.8	27.4	27.0	26.6	26.2	25.7	25.3
33.8	29.6	29.2	28.8	28.4	27.9	27.5	27.1	26.7	26.3	25.9	25.4
33.9	29.7	29.3	28.9	28.5	28.0	27.6	27.2	26.8	26.4	26.0	25.5
34.0	29.8	29.4	29.0	28.6	28.1	27.7	27.3	26.9	26.5	26.1	25.6
34.1	29.9	29.5	29.1	28.7	28.3	27.8	27.4	27.0	26.6	26.2	25.7
34.2	30.0	29.6	29.2	28.8	28.4	27.9	27.5	27.1	26.7	26.3	25.8
34.3	30.1	29.7	29.3	28.9	28.5	28.0	27.6	27.2	26.8	26.4	26.0
34.4	30.2	29.8	29.4	29.0	28.6	28.1	27.7	27.3	26.9	26.5	26.1
34.5	30.3	29.9	29.5	29.1	28.7	28.2	27.8	27.4	27.0	26.6	26.2
34.6	30.4	30.0	29.6	29.2	28.8	28.4	27.9	27.5	27.1	26.7	26.3
34.7	30.5	30.1	29.7	29.3	28.9	28.5	28.0	27.6	27.2	26.8	26.4
34.8	30.6	30.2	29.8	29.4	29.0	28.6	28.1	27.7	27.3	26.9	26.5
34.9	30.7	30.3	29.9	29.5	29.1	28.7	28.2	27.8	27.4	27.0	26.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1-ค (ต่อ)

ดีกรีแอลกอฮอล์ที่อ่านได้	ดีกรีแอลกอฮอล์ที่แท้จริงในแต่ละอุณหภูมิ										
	30.0	**31.0**	**32.0**	**33.0**	**34.0**	**35.0**	**36.0**	**37.0**	**38.0**	**39.0**	**40.0**
35.0	30.8	30.4	30.0	29.6	29.2	28.8	28.3	27.9	27.5	27.1	26.7
35.1	30.9	30.5	30.1	29.7	29.3	28.9	28.5	28.0	27.6	27.2	26.8
35.2	31.0	30.6	30.2	29.8	29.4	29.0	28.6	28.1	27.7	27.3	26.9
35.3	31.2	30.7	30.3	29.9	29.5	29.1	28.7	28.2	27.8	27.4	27.0
35.4	31.3	30.8	30.4	30.0	29.6	29.2	28.8	28.3	27.9	27.5	27.1
35.5	31.4	30.9	30.5	30.1	29.7	29.3	28.9	28.5	28.0	27.6	27.2
35.6	31.5	31.0	30.6	30.2	29.8	29.4	29.0	28.6	28.1	27.7	27.3
35.7	31.6	31.1	30.7	30.3	29.9	29.5	29.1	28.7	28.2	27.8	27.4
35.8	31.7	31.2	30.8	30.4	30.0	29.6	29.2	28.8	28.3	27.9	27.5
35.9	31.8	31.4	30.9	30.5	30.1	29.7	29.3	28.9	28.5	28.0	27.6
36.0	31.9	31.5	31.0	30.6	30.2	29.8	29.4	29.0	28.6	28.1	27.7
36.1	32.0	31.6	31.1	30.7	30.3	29.9	29.5	29.1	28.7	28.2	27.8
36.2	32.1	31.7	31.2	30.8	30.4	30.0	29.6	29.2	28.8	28.4	27.9
36.3	32.2	31.8	31.3	30.9	30.5	30.1	29.7	29.3	28.9	28.5	28.0
36.4	32.3	31.9	31.4	31.0	30.6	30.2	29.8	29.4	29.0	28.6	28.1
36.5	32.4	32.0	31.6	31.1	30.7	30.3	29.9	29.5	29.1	28.7	28.2
36.6	32.5	32.1	31.7	31.2	30.8	30.4	30.1	29.6	29.2	28.8	28.4
36.7	32.6	32.2	31.8	31.3	30.9	30.5	30.1	29.7	29.3	28.9	28.5
36.8	32.7	32.3	31.9	31.4	31.0	30.6	30.2	29.8	29.4	29.0	28.6
36.9	32.8	32.4	32.0	31.6	31.1	30.7	30.3	29.9	29.5	29.1	28.7
37.0	32.9	32.5	32.1	31.7	31.2	30.8	30.4	30.0	29.6	29.2	28.8
37.1	33.0	32.6	32.2	31.8	31.3	30.9	30.5	30.1	29.7	29.3	28.9
37.2	33.1	32.7	32.3	31.9	31.4	31.0	30.6	30.2	29.8	29.4	29.0
37.3	33.2	32.8	32.4	32.0	31.6	31.1	30.7	30.3	29.9	29.5	29.1
37.4	33.3	32.9	32.5	32.1	31.7	31.2	30.8	30.4	30.0	29.6	29.2
37.5	33.4	37.5	33.0	32.6	32.2	31.8	31.3	30.9	30.5	30.1	29.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1-ค (ต่อ)

ดีกรีแอลกอฮอล์ที่อ่านได้	ดีกรีแอลกอฮอล์ที่แท้จริงในแต่ละอุณหภูมิ										
	30.0	**31.0**	**32.0**	**33.0**	**34.0**	**35.0**	**36.0**	**37.0**	**38.0**	**39.0**	**40.0**
37.6	33.5	33.1	32.7	32.3	31.9	31.5	31.0	30.6	30.2	29.8	29.4
37.7	33.6	33.2	32.8	32.4	32.0	31.6	31.1	30.7	30.3	29.9	29.5
37.8	33.7	33.3	32.9	32.5	32.1	31.7	31.2	30.8	30.4	30.0	29.6
37.9	33.8	33.4	33.0	32.6	32.2	31.8	31.4	30.9	30.5	30.1	29.7
38.0	33.9	33.5	33.1	32.7	32.3	31.9	31.5	31.0	30.6	30.2	29.8
38.1	34.0	33.6	33.2	32.8	32.4	32.0	31.6	31.1	30.7	30.3	29.9
38.2	34.1	33.7	33.3	32.9	32.5	32.1	31.7	31.3	30.8	30.4	30.0
38.3	34.2	33.8	33.4	33.0	32.6	32.2	31.8	31.4	30.9	30.5	30.1
38.4	34.3	33.9	33.5	33.1	32.7	32.3	31.9	31.5	31.1	30.6	30.2
38.5	34.4	34.0	33.6	33.2	32.8	32.4	32.0	31.6	31.2	30.7	30.3
38.6	34.5	34.1	33.7	33.3	32.9	32.5	32.1	31.7	31.3	30.8	30.4
38.7	34.6	34.2	33.8	33.4	33.0	32.6	32.2	31.8	31.4	31.2	30.5
38.8	34.7	34.3	33.9	33.5	33.1	32.7	32.3	31.9	31.5	31.1	30.7
38.9	34.8	34.4	34.0	33.6	33.2	32.8	32.4	32.0	31.6	31.2	30.8
39.0	34.9	34.5	34.1	33.7	33.3	32.9	32.5	32.1	31.7	31.3	30.9
39.1	35.0	34.6	34.2	33.8	33.4	33.0	32.6	32.2	31.8	31.4	31.0
39.2	35.1	34.7	34.3	33.9	33.5	33.1	32.7	32.3	31.9	31.5	31.1
39.3	35.2	34.8	34.4	34.0	33.6	33.2	32.8	32.4	32.0	31.6	31.2
39.4	35.3	34.9	34.5	34.1	33.7	33.3	32.9	32.5	32.1	31.7	31.3
39.5	35.4	35.0	34.6	34.2	33.8	33.4	33.0	32.6	32.2	31.8	31.4
39.6	35.5	35.1	34.7	34.3	33.9	33.5	33.1	32.7	32.3	31.9	31.5
39.7	35.7	35.2	34.8	34.4	34.0	33.6	33.2	32.8	32.4	32.0	31.6
39.8	35.8	35.3	34.9	34.5	34.1	33.7	33.3	32.9	32.5	32.1	31.7
39.9	35.9	35.4	35.0	34.6	34.2	33.8	33.4	33.0	32.6	32.2	31.8
40.0	36.0	35.6	35.1	34.7	34.3	33.9	33.5	33.1	32.7	32.3	31.9
40.1	36.1	35.7	35.2	34.8	34.4	34.0	33.6	33.2	32.8	32.4	32.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1-ค (ต่อ)

ดีกรีแอลกอฮอล์ที่อ่านได้	ดีกรีแอลกอฮอล์ที่แท้จริงในแต่ละอุณหภูมิ										
	30.0	**31.0**	**32.0**	**33.0**	**34.0**	**35.0**	**36.0**	**37.0**	**38.0**	**39.0**	**40.0**
40.2	36.2	35.8	35.4	34.9	34.5	34.1	33.7	33.3	32.9	32.5	32.1
40.3	36.3	35.9	35.5	35.0	34.6	34.2	33.8	33.4	33.0	32.6	32.2
40.4	36.4	36.0	35.6	35.2	34.7	34.3	33.9	33.5	33.1	32.7	32.3
40.5	36.5	36.1	35.7	35.3	34.9	34.4	34.0	33.6	33.2	32.8	32.4
40.6	36.6	36.2	35.8	35.4	35.0	34.6	34.1	33.7	33.3	32.9	32.5
40.7	36.7	36.3	35.9	35.5	35.1	34.7	34.2	33.8	33.4	33.0	32.6
40.8	36.8	36.4	36.0	35.6	35.2	34.8	34.4	33.9	33.5	33.1	32.7
40.9	36.9	36.5	36.1	36.7	35.3	34.9	34.5	34.1	33.6	33.2	32.8
41.0	37.0	36.6	36.2	36.8	35.4	35.0	34.6	34.2	33.8	33.3	32.9
41.1	37.1	36.7	36.3	35.9	35.5	35.1	34.7	34.3	33.9	33.5	33.1
41.2	37.2	36.8	36.4	36.0	35.6	35.2	34.8	34.4	34.0	33.6	33.2
41.3	37.3	36.9	36.5	36.1	35.7	35.3	34.9	34.5	34.1	33.7	33.3
41.4	37.4	37.0	36.6	36.2	35.8	35.4	35.0	34.6	34.2	33.8	33.4
41.5	37.5	37.1	36.7	36.3	35.9	35.5	35.1	34.7	34.3	33.9	33.5
41.6	37.6	37.2	36.8	36.4	36.0	35.6	35.2	34.8	34.4	34.0	33.6
41.7	37.7	37.3	36.9	36.5	36.1	35.7	35.3	34.9	34.5	34.1	33.7
41.8	37.8	37.4	37.0	36.6	36.2	35.8	35.4	35.0	34.6	34.2	33.8
41.9	37.9	37.5	37.1	36.7	36.3	35.9	35.5	35.1	34.7	34.3	33.9
42.0	38.0	37.6	37.2	36.8	36.4	36.0	35.6	35.2	34.8	34.4	34.0
42.1	38.1	37.7	37.3	36.9	36.5	36.1	35.7	35.3	34.9	34.5	34.1
42.2	38.2	37.8	37.4	37.0	36.6	36.2	35.8	35.4	35.0	34.6	34.2
42.3	38.3	37.9	37.5	37.1	36.7	36.3	35.9	35.5	35.1	34.7	34.3
42.4	38.4	38.0	37.6	37.2	36.8	36.4	36.0	35.6	35.2	34.8	34.4
42.5	38.5	38.1	37.7	37.3	36.9	36.5	36.1	35.7	35.3	34.9	34.5
42.6	38.6	38.2	37.8	37.4	37.0	36.6	36.2	35.8	35.4	35.0	34.6
42.7	38.7	38.3	37.9	37.5	37.1	36.7	36.3	35.9	35.5	35.1	34.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1-ค (ต่อ)

ดีกรีแอลกอฮอล์ที่อ่านได้	ดีกรีแอลกอฮอล์ที่แท้จริงในแต่ละอุณหภูมิ										
	30.0	**31.0**	**32.0**	**33.0**	**34.0**	**35.0**	**36.0**	**37.0**	**38.0**	**39.0**	**40.0**
42.8	38.8	38.4	38.0	37.6	37.2	36.8	36.4	36.0	35.6	35.2	34.8
42.9	38.9	38.5	38.1	37.7	37.3	36.9	36.5	36.1	35.7	35.3	34.9
43.0	39.0	38.6	38.2	37.8	37.4	37.0	36.6	36.2	35.8	35.4	35.0
43.1	39.1	38.7	38.3	37.9	37.5	37.1	36.7	36.3	35.9	35.5	35.1
43.2	39.2	38.8	38.4	38.0	37.6	37.2	36.8	36.4	36.0	35.6	35.2
43.3	39.3	38.9	38.5	38.1	37.7	37.3	36.9	36.5	36.1	35.7	35.3
43.4	39.4	39.0	38.6	38.2	37.8	37.4	37.0	36.6	36.2	35.8	35.5
43.5	39.5	39.1	38.7	38.3	37.9	37.5	37.1	36.8	36.4	36.0	35.6
43.6	39.6	39.2	38.8	38.4	38.0	37.6	37.3	36.9	36.5	36.1	35.7
43.7	39.7	39.3	38.9	38.5	38.2	37.8	37.4	37.0	36.6	36.2	35.8
43.8	39.8	39.4	39.0	38.7	38.3	37.9	37.5	37.1	36.7	36.3	35.9
43.9	39.9	39.5	39.2	38.8	38.4	38.0	37.6	37.2	36.8	36.4	36.0
44.0	40.0	39.7	39.3	38.9	38.5	38.1	37.7	37.3	36.9	36.5	36.1
44.1	40.2	39.8	39.4	39.0	38.6	38.2	37.8	37.4	37.0	36.6	36.2
44.2	40.3	39.9	39.5	39.1	38.7	38.3	37.9	37.5	37.1	36.7	36.3
44.3	40.4	40.0	39.6	39.2	38.8	38.4	38.0	37.6	37.2	36.8	36.4
44.4	40.5	40.1	39.7	39.3	38.9	38.5	38.1	37.7	37.3	36.9	36.5
44.5	40.6	40.2	39.8	39.4	39.0	38.6	38.2	37.8	37.4	37.0	36.6
44.6	40.7	40.3	39.9	39.5	39.1	38.7	38.3	37.9	37.5	37.1	36.7
44.7	40.8	40.4	40.0	39.6	39.2	38.8	38.4	38.0	37.6	37.2	36.8
44.8	40.9	40.5	40.1	39.7	39.3	38.9	38.5	38.1	37.7	37.3	36.9
44.9	41.0	40.6	40.2	39.8	39.4	39.0	38.6	38.2	37.8	37.4	37.0
45.0	41.1	40.7	40.3	39.9	39.5	39.1	38.7	38.3	37.9	37.5	37.1
45.1	41.2	40.8	40.4	40.0	39.6	39.2	38.8	38.4	38.0	37.6	37.2
45.2	41.3	40.9	40.5	40.1	39.7	39.3	38.9	38.5	38.1	37.7	37.3
45.3	41.4	41.0	40.6	40.2	39.8	39.4	39.0	38.6	38.2	37.8	37.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1-ค (ต่อ)

ดีกรีแอลกอฮอล์ที่อ่านได้	ดีกรีแอลกอฮอล์ที่แท้จริงในแต่ละอุณหภูมิ										
	30.0	**31.0**	**32.0**	**33.0**	**34.0**	**35.0**	**36.0**	**37.0**	**38.0**	**39.0**	**40.0**
45.4	41.5	41.1	40.7	40.3	39.9	39.5	39.1	38.7	38.3	37.9	37.5
45.5	41.6	41.2	40.8	40.4	40.0	39.6	39.2	38.8	38.4	38.0	37.6
45.6	41.7	41.3	40.9	40.5	40.1	39.7	39.3	38.9	38.5	38.1	37.7
45.7	41.8	41.4	41.0	40.6	40.2	39.8	39.4	39.0	38.6	38.2	37.9
45.8	41.9	41.5	41.1	40.7	40.3	39.9	39.5	39.1	38.7	38.3	38.0
45.9	42.0	41.6	41.2	40.8	40.4	40.0	39.6	39.2	38.8	38.5	38.1
46.0	42.1	41.7	41.3	40.9	40.5	40.1	39.7	39.3	39.0	38.6	38.2
46.1	42.2	41.8	41.4	41.0	40.6	40.2	39.8	39.4	39.1	38.7	38.3
46.2	42.3	41.9	41.5	41.1	40.7	40.3	39.9	39.6	39.2	38.8	38.4
46.3	42.4	42.0	41.6	41.2	40.8	40.4	40.0	39.7	39.3	38.9	38.5
46.4	42.5	42.1	41.7	41.3	40.9	40.5	40.2	39.8	39.4	39.0	38.6
46.5	42.6	42.2	41.8	41.4	41.0	40.6	40.3	39.9	39.5	39.1	38.7
46.6	42.7	42.3	41.9	41.5	41.1	40.7	40.4	40.0	39.6	39.2	38.8
46.7	42.8	42.4	42.0	41.6	41.2	40.9	40.5	40.1	39.7	39.3	38.9
46.8	42.9	42.5	42.1	41.7	41.3	41.0	40.6	40.2	39.8	39.4	39.0
46.9	43.0	42.6	42.2	41.8	41.5	41.1	40.7	40.3	39.9	39.5	39.1
47.0	43.1	42.7	42.3	41.9	41.6	41.2	40.8	40.4	40.0	39.6	39.2
47.1	43.2	42.8	42.4	42.0	41.7	41.3	40.9	40.5	40.1	39.7	39.3
47.2	43.3	42.9	42.5	42.2	41.8	41.4	41.0	40.6	40.2	39.8	39.4
47.3	43.4	43.0	42.6	42.3	41.9	41.5	41.1	40.7	40.3	39.9	39.5
47.4	43.5	43.1	42.7	42.4	42.0	41.6	41.2	40.8	40.4	40.0	39.6
47.5	43.6	43.2	42.8	42.5	42.1	41.7	41.3	40.9	40.5	40.1	39.7
47.6	43.7	43.3	43.0	42.6	42.2	41.8	41.4	41.0	40.6	40.2	39.8
47.7	43.8	43.4	43.1	42.7	42.3	41.9	41.5	41.1	40.7	40.3	39.9
47.8	43.9	43.5	43.2	42.8	42.4	42.0	41.6	41.2	40.8	40.4	40.0
47.9	44.0	43.6	43.3	42.9	42.5	42.1	41.7	41.3	40.9	40.5	40.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1-ค (ต่อ)

ดีกรีแอลกอฮอล์ที่อ่านได้	ดีกรีแอลกอฮอล์ที่แท้จริงในแต่ละอุณหภูมิ										
	30.0	**31.0**	**32.0**	**33.0**	**34.0**	**35.0**	**36.0**	**37.0**	**38.0**	**39.0**	**40.0**
48.0	44.1	43.8	43.4	43.0	42.6	42.2	41.8	41.4	41.0	40.6	40.3
48.1	44.2	43.9	43.5	43.1	42.7	42.3	41.9	41.5	41.1	40.7	40.4
48.2	44.3	44.0	43.6	43.2	42.8	42.4	42.0	41.6	41.2	40.8	40.5
48.3	44.4	44.1	43.7	43.3	42.9	42.5	42.1	41.7	41.3	41.0	40.6
48.4	44.5	44.2	43.8	43.4	43.0	42.6	42.2	41.8	41.4	41.1	40.7
48.5	44.7	44.3	43.9	43.5	43.1	42.7	42.3	41.9	41.5	41.2	40.8
48.6	44.8	44.4	44.0	43.6	43.2	42.8	42.4	42.0	41.7	41.3	40.9
48.7	44.9	44.5	44.1	43.7	43.3	42.9	42.5	42.1	41.8	41.4	41.0
48.8	45.0	44.6	44.2	43.8	43.4	43.0	42.6	42.2	41.9	41.5	41.1
48.9	45.1	44.7	44.3	43.9	43.5	43.1	42.7	42.4	42.0	41.6	41.2
49.0	45.2	44.8	44.4	44.0	43.6	43.2	42.8	42.5	42.1	41.7	41.3
49.1	45.3	44.9	44.5	44.1	43.7	43.3	42.9	42.6	42.2	41.8	41.4
49.2	45.4	45.0	44.6	44.2	43.8	43.4	43.0	42.7	42.3	41.9	41.5
49.3	45.5	45.1	44.7	44.3	43.9	43.5	43.2	42.8	42.4	42.0	41.6
49.4	45.6	45.2	44.8	44.4	44.0	43.6	43.3	42.9	42.5	42.1	41.7
49.5	45.7	45.3	44.9	44.5	44.1	43.7	43.4	43.0	42.6	42.2	41.8
49.6	45.8	45.4	45.0	44.6	44.2	43.8	43.5	43.1	42.7	42.3	41.9
49.7	45.9	45.5	45.1	44.7	44.3	44.0	43.6	43.2	42.8	42.4	42.0
49.8	46.0	45.6	45.2	44.8	44.4	44.1	43.7	43.3	42.9	42.5	42.1
49.9	46.1	45.7	45.3	44.9	44.5	44.2	43.8	43.4	43.0	42.6	42.2
50.0	46.2	45.8	45.4	45.0	44.6	44.3	43.9	43.5	43.1	42.7	42.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบการชิม RTD

อายุ ☐ 20 – 30 ☐ 30 – 40 ☐ 40 – 50

เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

1. กลิ่นผลไม้

☐ ชัดเจน ☐ ได้กลิ่นเล็กน้อย ☐ ไม่ได้กลิ่นเลย

2. กลิ่นผลไม้เป็นกลิ่นอะไร

_____

3. ความเหมาะสมของผลไม้

☐ เหมาะสมมาก ☐ พอใช้ได้ ☐ ไม่เหมาะสม

4. สี

☐ ชอบมาก ☐ ปานกลาง ☐ ไม่ชอบ

5. ความหวาน

☐ หวานพอดี ☐ หวานน้อยไป ☐ หวานเกินไป

6. ความขม

☐ ไม่ขม ☐ ขมเล็กน้อย ☐ ขมมาก

7. รสชาติ

☐ อร่อยมาก ☐ พอใช้ได้ ☐ ไม่อร่อย

8. แรงแอลกอฮอล์

☐ แรงพอดี ☐ แรงเกินไป ☐ อ่อนเกินไป

9. ความพึงพอใจโดยรวม

☐ ชอบมาก ☐ ชอบ ☐ พอรับได้ ☐ ต้องปรับปรุง

RTD ในความคิดของคุณควรจะใส หรือขุ่น

☐ ใส ☐ ขุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การให้คะแนนจากแบบทดสอบ มีดังนี้

1. กลิ่นผลไม้

- ชัดเจน = 2
- ได้กลิ่นเล็กน้อย = 1
- ไม่ได้กลิ่น = 0

2. กลิ่นผลไม้เป็นกลิ่นอะไร

- ตอบถูก = 1
- ตอบผิด = 0

3. ความเหมาะสมของผลไม้

- เหมาะสมมาก = 2
- พอใช้ได้ = 1
- ไม่เหมาะสม = 0

4. สี

- ชอบมาก = 2
- ปานกลาง = 1
- ไม่ชอบ = 0

5. ความหวาน

- หวานพอดี = 2
- หวานน้อยไป = 1
- หวานเกินไป = 0

6. ความขม

- ไม่ขม = 2
- ขมเล็กน้อย = 1
- ขมมาก = 0

7. รสชาติ

- อร่อยมาก = 2
- พอใช้ได้ = 1
- ไม่อร่อย = 0

8. แรงแอลกอฮอล์

- แรงพอดี = 2
- แรงเกินไป = 1
- อ่อนเกินไป = 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ความพึงพอใจโดยรวม

- ชอบมาก = 3
- ชอบ = 2
- พอรับได้ = 1
- ต้องปรับปรุง = 0

ส่วนข้อสุดท้ายนั้นไม่นำมาคิดคะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

วิเคราะห์ผลทางสถิติ

1. ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของสมบัติทางเคมีของน้ำส่ามันเทศ

1.1 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

ANOVA

Brix

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	422.324	5	84.465	38009.200	.000
Within Groups	.027	12	.002		
Total	422.351	17			

Brix

	treat	N	Subset for alpha = .05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	13	3	10.8000					
	11	3		11.0000				
	9	3			11.7000			
	7	3				13.0000		
	0	3					19.6000	
	4	3						23.4333
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

1.2 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

ANOVA

sugar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2543.610	5	508.722	9E+011	.000
Within Groups	.000	12	.000		
Total	2543.610	17			

sugar

	treat	N	Subset for alpha = .05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	13	3	43.478800					
	0	3		48.241033				
	11	3			49.320000			
	9	3				56.725000		
	7	3					62.271000	
	4	3						79.418000
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 พีเอช

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.481	5	.496	89317.000	.000
Within Groups	.000	12	.000		
Total	2.481	17			

pH

	treat	N	Subset for alpha = .05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	9	3	3.7600					
	11	3		3.7900				
	13	3			3.8300			
	7	3				3.8800		
	4	3					4.0300	
	0	3						4.8267
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

1.4 ปริมาณแอลกอฮอล์

ANOVA

Alcohol

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	437.029	5	87.406	2E+007	.000
Within Groups	.000	12	.000		
Total	437.029	17			

Alcohol

	treat	N	Subset for alpha = .05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	0	3	.0000					
	4	3		6.5033				
	7	3			12.3000			
	9	3				12.9600		
	11	3					13.0200	
	13	3						13.3000
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของสมบัติทางเคมีของน้ำส่าเผือก

2.1 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

ANOVA

Brix

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	574.086	5	114.817	2E+007	.000
Within Groups	.000	12	.000		
Total	574.086	17			

Brix

	treat	N	Subset for alpha = .05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	13	3	8.0000					
	11	3		8.8000				
	9	3			10.3000			
	7	3				11.4000		
	0	3					19.8033	
	4	3						22.7000
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

2.2 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

ANOVA

Sugar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3201.998	5	640.400	1E+012	.000
Within Groups	.000	12	.000		
Total	3201.998	17			

Sugar

	treat	N	Subset for alpha = .05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	13	3	24.554000					
	11	3		29.658000				
	9	3			37.473000			
	7	3				48.818700		
	0	3					49.536033	
	4	3						64.082000
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 พีเอช

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.750	5	.350	63013.000	.000
Within Groups	.000	12	.000		
Total	1.750	17			

pH

	treat	N	Subset for alpha = .05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	9	3	4.0700					
	13	3		4.1200				
	11	3			4.1700			
	7	3				4.1800		
	4	3					4.3000	
	0	3						4.9833
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

2.4 ปริมาณแอลกอฮอล์

ANOVA

Alcohol

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	530.345	5	106.069	2E+007	.000
Within Groups	.000	12	.000		
Total	530.345	17			

Alcohol

	treat	N	Subset for alpha = .05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	0	3	.0000					
	4	3		6.3467				
	7	3			12.2000			
	9	3				13.1900		
	11	3					14.6700	
	13	3						15.2000
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผลทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: value

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	272.800[a]	9	30.311	3.331	.012
Intercept	3121.200	1	3121.200	342.989	.000
treat	272.800	9	30.311	3.331	.012
Error	182.000	20	9.100		
Total	3576.000	30			
Corrected Total	454.800	29			

a. R Squared = .600 (Adjusted R Squared = .420)

value

	treat	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
Duncan[a,b]	4.00	3	4.0000		
	1.00	3	8.0000	8.0000	
	6.00	3	8.0000	8.0000	
	5.00	3	9.3333	9.3333	9.3333
	8.00	3		10.0000	10.0000
	9.00	3		10.0000	10.0000
	2.00	3		11.3333	11.3333
	3.00	3		13.0000	13.0000
	10.00	3		13.3333	13.3333
	7.00	3			15.0000
	Sig.		.059	.073	.056

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 9.100.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงทางเคมีระหว่างการเก็บรักษา

4.1 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

ANOVA

Brix

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.003	4	.001	1.000	.452
Within Groups	.007	10	.001		
Total	.009	14			

Brix

	tert	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan[a]	30	3	12.5667
	45	3	12.6000
	60	3	12.6000
	75	3	12.6000
	90	3	12.6000
	Sig.		.176

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4.2 พีเอช

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.000	4	.000	.000	1.000
Within Groups	.000	10	.000		
Total	.000	14			

pH

	tert	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan[a]	30	3	2.7600
	45	3	2.7600
	60	3	2.7600
	75	3	2.7600
	90	3	2.7600
	Sig.		1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ปริมาณแอลกอฮอล์

ANOVA

alcohol

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.000	4	.000	.000	1.000
Within Groups	2.000	10	.200		
Total	2.000	14			

alcohol

	tert	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan[a]	30	3	15.0000
	45	3	15.0000
	60	3	15.0000
	75	3	15.0000
	90	3	15.0000
	Sig.		1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4.4 ปริมาณกรดทั้งหมด

ANOVA

acid

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.006	4	.001	3.000	.072
Within Groups	.005	10	.000		
Total	.011	14			

acid

	treat	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan[a]	30	3	4.2200
	75	3	4.2200
	45	3	4.2600
	60	3	4.2600
	90	3	4.2600
	Sig.		.067

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

5.1 กลิ่น

ANOVA

Smell

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.000	4	.000	.000	1.000
Within Groups	.020	10	.002		
Total	.020	14			

Smell

	Day	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan[a]	30	3	2.0000
	45	3	2.0000
	60	3	2.0000
	75	3	2.0000
	90	3	2.0000
	Sig.		1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

5.2 ความเหมาะสมของผลไม้

ANOVA

Suitabirity

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.344	4	.086	1.449	.288
Within Groups	.593	10	.059		
Total	.937	14			

Suitabirity

	Day	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan[a]	30	3	1.6000
	90	3	1.8667
	45	3	1.9667
	60	3	2.0000
	75	3	2.0000
	Sig.		.094

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 สี

ANOVA

color

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.011	4	.003	1.000	.452
Within Groups	.027	10	.003		
Total	.037	14			

color

	Day	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan[a]	45	3	1.9333
	30	3	2.0000
	60	3	2.0000
	75	3	2.0000
	90	3	2.0000
	Sig.		.176

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

5.4 รสชาติ

ANOVA

Taste

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.016	4	.004	3.000	.072
Within Groups	.013	10	.001		
Total	.029	14			

Taste

	Day	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan[a]	30	3	1.5000
	60	3	1.5000
	75	3	1.5000
	45	3	1.5667
	90	3	1.5667
	Sig.		.067

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 ความหวาน

ANOVA

Sweetness

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.007	4	.002	1.249	.352
Within Groups	.013	10	.001		
Total	.020	14			

Sweetness

	Day	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan[a]	45	3	1.4667
	60	3	1.5000
	90	3	1.5000
	30	3	1.5033
	75	3	1.5333
	Sig.		.068

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

5.6 ความขม

ANOVA

Bitterness

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.011	4	.003	1.000	.452
Within Groups	.027	10	.003		
Total	.037	14			

Bitterness

	Day	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan[a]	30	3	1.0000
	45	3	1.0000
	60	3	1.0000
	90	3	1.0000
	75	3	1.0667
	Sig.		.176

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7 ความแรงแอลกอฮอล์

ANOVA

Alcohol

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.016	4	.004	3.000	.072
Within Groups	.013	10	.001		
Total	.029	14			

Alcohol

	Day	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan[a]	30	3	1.0000
	60	3	1.0000
	75	3	1.0000
	45	3	1.0667
	90	3	1.0667
	Sig.		.067

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

5.8 การยอมรับ

ANOVA

Accept

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.353	4	.088	1.425	.295
Within Groups	.620	10	.062		
Total	.973	14			

Accept

	Day	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan[a]	30	3	1.6333
	45	3	1.9667
	60	3	2.0000
	90	3	2.0000
	75	3	2.0667
	Sig.		.079

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้