การเปรียบเทียบการผลิตไวน์อ้อยผสมมะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยเซลล์ยีสต์อิสระและเซลล์ยีสต์ตรึงรูป

COMPARISION OF SUGARCANE MIXED WITH CARUNDA WINE PRODUCTION BY FREE AND IMMOBILIZED YEAST CELL

พรชนก สุริยันต์
พรชนัน เกิดทรัพย์
พรทิวา นิธิชัยธนา

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPARISION OF SUGARCANE MIXED WITH CARUNDA WINE PRODUCTION BY FREE AND IMMOBILIZED YEAST CELL

PORNCHANOK SURIYAN
PORNCHANAN KERDSUB
PORNTHIWA NITHICHAITHANA

SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
(INDUSTRIAL MICROBIOLOGY)
DEPARTMENT OF BIOLOGY, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การเปรียบเทียบการผลิตไวน์อ้อยผสมมะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยเซลล์ยีสต์อิสระและเซลล์ยีสต์ตรึงรูป Comparision of Sugarcane Mixed with Carunda Wine Production by Free and Immobilized Yeast Cell
ชื่อนักศึกษา	นางสาวพรชนก สุริยันต์ รหัสนักศึกษา56051026 นางสาวพรชนัน เกิดทรัพย์ รหัสนักศึกษา56051027 นางสาวพรทิวา นิธิชัยธนา รหัสนักศึกษา56051028
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต(จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.มงคล เพ็ญสายใจ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รศ.ดร.นวลพรรณ ณ ระนอง

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม) ประจำปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.วีนา ชูโชติ ประธานกรรมการ	
รศ.ดร.นวลพรรณ ณ ระนอง กรรมการ	
ผศ. มงคล เพ็ญสายใจ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การเปรียบเทียบการผลิตไวน์อ้อยผสมมะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยเซลล์ยีสต์อิสระและเซลล์ยีสต์ตรึงรูป Comparision of Sugarcane Mixed with Carunda Wine Production by Free and Immobilized Yeast Cell
ชื่อนักศึกษา	นางสาวพรชนก สุริยันต์ รหัสนักศึกษา 56051026 นางสาวพรชนัน เกิดทรัพย์ รหัสนักศึกษา 56051027 นางสาวพรทิวา นิธิชัยธนา รหัสนักศึกษา 56051028
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.มงคล เพ็ญสายใจ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รศ.ดร.นวลพรรณ ณ ระนอง

บทคัดย่อ

เครื่องดื่มแอลกอฮอล์แบบใหม่ที่ต้มจากน้ำอ้อยสดผสมกับน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยใช้สายพันธุ์ของยีสต์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ *Saccharomyces cerevesiae* TISTR 5013 และ *Saccharomyces cerevesiae* TISTR 5019 ในรูปแบบเซลล์อิสระและเซลล์ตรึงรูป มีการเติมแหล่งไนโตรเจนความเข้มข้นที่แตกต่างกันเข้าไปด้วย คือ ร้อยละ 0.03 , ร้อยละ 0.06 และ ร้อยละ 0.09 พารามิเตอร์ที่สำคัญของน้ำอ้อยหมักที่ผสมกับน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ เช่น ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณน้ำตาลและปริมาณกรดฟีนอลิก ซึ่งถูกตรวจสอบในระหว่างกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ เพื่อประเมินประสิทธิผลของยีสต์ต่อคุณภาพไวน์ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระยะเวลาการหมักแอลกอฮอล์และปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำอ้อยหมักที่ผสมกับน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ 14 วัน พบว่าไวน์ที่หมักโดย *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5013 แบบเซลล์อิสระที่แหล่งไนโตรเจนความเข้มข้นร้อยละ 0.03 มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุดร้อยละ 14.0 อีกทั้งการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าไวน์ที่ใช้เชื้อทั้ง 2 สายพันธุ์ ในรูปแบบเซลล์ตรึงรูป ให้ไวน์ที่ใส่และสว่างมากกว่าเซลล์อิสระ

คำสำคัญ : ไวน์อ้อย , เซลล์อิสระ , เซลล์ตรึงรูป , ยีสต์ , *Saccharomyces cerevesiae*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Comparision of Sugarcane Mixed with Carunda Wine Production by Free and Immobilized Yeast Cell
Students	Miss Pornchanok Suriyan Student ID 56051026
	Miss Pornchanan Kerdsub Student ID 56051027
	Miss Pornthiwa Nithichaithana Student ID 56051028
Degree	Bachelor of Science (Industrial Microbiology)
Department	Biology
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2016
Advisor	Asst.Prof.Mongkol Phensaijai
Co-advisor	Assoc.Prof.Dr.Nuanphan Na Ranong

Abstract

A new alcoholic drink was brewed from fresh sugarcane juice mixed with carunda juice using different strains of yeast, viz., *Saccharomyces cerevesiae* TISTR 5013 and *Saccharomyces cerevesiae* TISTR 5019 by free cell and immobilized yeast cell. Different concentrate nitrogen sources such as 0.03% 0.06% and 0.09% were filled. The main characteristic parameters of fermented sugarcane juice mixed with carunda juice such as alcohol content, totals sugar and phenolic acid were investigated during the process of alcoholic fermentation in order to evaluate the effect of yeast to the quality of wine. The results showed that alcoholic fermentation period and the alcohol content of fermented sugarcane juice mixed with carunda juice ranged from 14 days it was found that wine fermented by *S. cerevesiae* TISTR 5013 free cell concentration nitrogen source 0.03 % has the highest alcohol content 14.0 %. with respect to sensory evaluation. Wine obtained by using two strains by immobilized yeast cell was found clearer and brighter appearance than free cell.

Keyword : Sugarcane wine, Free cell, Immobilization, yeast,
Saccharomyces cerevesiae

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีเนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากหลายๆฝ่ายที่ได้ให้ความกรุณาทั้งด้านความรู้ คำแนะนำ ตลอดจนการแก้ไขและตรวจทานโครงงานพิเศษฉบับนี้ให้ลุล่วงสมบูรณ์ ผู้ทำโครงงานพิเศษขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.มงคลเพ็ญสายใจ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และเอาใจใส่ตลอดการดำเนินงานรวมถึงให้ความกรุณาในการตรวจทานโครงงานพิเศษชี้แนะและแก้ไขข้อผิดพลาด เพื่อให้รูปเล่มโครงงานพิเศษสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นและให้ยืมอุปกรณ์ต่าง ๆ ทำให้โครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณผู้ที่ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำตลอดการโครงงานพิเศษ ในความกรุณาช่วยเหลือและให้กำลังใจมาโดยตลอด

พรชนก สุริยันต์
พรชนัน เกิดทรัพย์
พรทิวา นิธิชัยธนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ซ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 ขอบเขต 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 หลักการแยกประเภทของไวน์ 3
2.2 มาตรฐานไวน์สมุนไพร 4
2.2.1 คุณลักษณะทางเคมี 4
2.2.2 คุณลักษณะทางกายภาพ 4
2.2.3 สิ่งแปลกปลอม 4
2.2.4 ความเสถียร 4
2.2.5 การบรรจุ 4
2.3 ประโยชน์ของไวน์ 5
2.4 การเก็บรักษาไวน์ 5
2.5 จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักไวน์ 5
2.5.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของยีสต์ 8
2.6 อ้อย 10
2.6.1 การจำแนกอ้อยทางพฤกษศาสตร์ 11
2.6.2 อ้อยที่ใช้ในการหมักไวน์ 11
2.6.3 ประโยชน์ของอ้อย 11
2.7 มะม่วงหาวมะนาวโห่ 12
2.7.1 ลักษณะของต้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ 13
2.7.2 ประโยชน์และสรรพคุณของมะม่วงหาวมะนาวโห่ 14
2.8 ขั้นตอนการผลิตไวน์ 14
2.8.1 การเตรียมหัวเชื้อ 14
2.8.2 การคัดเลือกผลไม้ 14
2.8.3 การเตรียมน้ำผลไม้ 15
2.8.4 การฆ่าเชื้อในน้ำผลไม้ 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยผู้ใช้งานต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.5 การหมักไวน์และการใส่หัวเชื้อ 16
2.8.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 16
2.9 การทดสอบทางประสาทสัมผัส 18
2.9.1 สี 18
2.9.2 กลิ่นและรสชาติ 19
2.9.3 รสชาติ 20
2.10 สารประกอบฟีนอล 21
2.11 การตรึงเซลล์ด้วยแคลเซียมอัลจิเนต 22
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 23
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี 23
3.1.1 จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง 23
3.1.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง 23
3.1.3 อุปกรณ์ 23
3.1.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ 23
3.1.5 สารเคมี 24
3.2 วิธีการวิจัย 24
3.2.1 ปัจจัยในการวิจัย 24
3.2.2 วิธีการทดลอง 24
3.2.3 วิธีการทางการวิเคราะห์ 28
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 32
4.1 การเปรียบเทียบปริมาณแอลกอฮอล์ที่แหล่งไนโตรเจนความเข้มข้นแตกต่างกัน 32
4.2 การเปรียบเทียบปริมาณกรดฟีนอลิก 36
4.3 การเปรียบเทียบน้ำตาล 38
4.4 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 40
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 42
เอกสารอ้างอิง 43
ภาคผนวก ก 46
ภาคผนวก ข 47
ภาคผนวก ค 48
ภาคผนวก ง 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
2.1 ตัวอย่างยีสต์*Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ต่างๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมไวน์..... 7
3.1 ตารางแสดงปัจจัยต่าง ๆ ในการทดลอง 24
4.1 อัตราการเจือจางสารละลายกลูโคสเข้มข้นเพื่อเตรียมสารละลายกลูโคสมาตรฐาน 29
4.2 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างไวน์ 5 ปัจจัย..... 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 มะม่วงหาวมะนาวโห่ 13
2.2 ขั้นตอนการผลิตไวน์ 17
2.3 โครงสร้างกรดฟีนอลิก แบบ C6-C1 21
3.1 หัวเชื้อเริ่มต้นปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที 25
3.2 การหยดยีสต์ผสมกับโซเดียมอัจจิเนต 25
3.3 น้ำอ้อยสด 26
3.4 น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ 26
3.5 ไวน์ในรูปแบบเซลล์ตรึงรูปและเซลล์อิสระก่อนนำไปหมัก 27
3.6 ไวน์ในรูปแบบเซลล์ตรึงรูป 28
3.7 ebulliometer วัดปริมาณแอลกอฮอล์ 30
4.1 กราฟแสดงปริมาณแอลกอฮอล์ที่แหล่งไนโตรเจนความเข้มข้นร้อยละ 0.03 32
4.2 กราฟแสดงปริมาณแอลกอฮอล์ที่แหล่งไนโตรเจนความเข้มข้นร้อยละ 0.06 33
4.3 กราฟแสดงปริมาณแอลกอฮอล์ที่แหล่งไนโตรเจนความเข้มข้นร้อยละ 0.09 34
4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบกรดฟีนอลิกของ *S. cerevisiae* TISTR 5013 36
4.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบกรดฟีนอลิกของ *S. cerevisiae* TISTR 5019 37
4.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลของ *S. cerevisiae* TISTR 5013 38
4.7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลของ *S. cerevisiae* TISTR 5019 39
4.8 การประเมินทางด้านประสาทสัมผัสทั้งเพศชายและเพศหญิง 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไวน์ถือเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ได้รับความนิยมไปทั่วโลกทั้งในแง่ของสุขภาพ วัฒนธรรมต่างๆ แต่ไม่มีปรากฏแน่ชัดว่าไวน์เข้ามาในไทยตั้งแต่สมัยใด มีเพียง "จดหมายเหตุการณ์เดินทางครั้งที่สอง" ของบาทหลวงตาชาร์ด กล่าวไว้ว่า "ไวน์เป็นสิ่งของมีค่า" จนปี พ.ศ. 2534 มีผู้ผลิตไวน์คุณภาพมาตรฐานสากลตามกฎหมายได้เป็นรายแรกของประเทศไทย จากนั้นจึงมีผู้ทยอยผลิตไวน์มากขึ้น หลังจากคณะรัฐมนตรีอนุญาตให้สามารถผลิตไวน์ผลไม้ได้เสรี เมื่อเดือนธันวาคม 2542 จึงเห็นได้ว่าในหลายพื้นที่ภาคต่างๆในประเทศไทยได้นำเอาผลไม้ท้องถิ่นมาแปรรูปเป็นไวน์ซึ่งเป็นสินค้า OTOP โครงงานพิเศษนี้จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาไวน์โดยใช้สินค้าเกษตรของไทย คืออ้อยมาใช้เป็นวัตถุดิบหลัก โดยมีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปเอเชีย ในลำต้นอ้อยที่นำมาใช้ทำน้ำตาลมีปริมาณซูโครสประมาณร้อยละ 17-35 ซึ่งเป็นผลผลิตทางการเกษตรอันดับต้นๆของประเทศไทย โดยปกติแล้วน้ำอ้อยสดจะเก็บรักษาคุณภาพในตู้เย็นได้ประมาณ 24 ชั่วโมง จึงได้นำมาถนอมอาหารโดยการนำมาหมักเป็นไวน์น้ำอ้อย รวมถึงได้เพิ่มประโยชน์โดยการผสมผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ปัจจุบันค่อนข้างหารับประทานได้ยาก นอกจากผู้รู้เท่านั้นที่นำมาปลูกไว้ สำหรับคนโบราณแล้วผลไม้ชนิดนี้ถือว่ามีคุณประโยชน์อย่างยิ่ง เพราะเป็นมีฤทธิ์เป็นยาสมุนไพรซึ่งมีสรรพคุณที่หลากหลายในการช่วยซ่อมแซมร่างกายและช่วยรักษาโรคได้แทบทุกชนิด และยังอุดมไปด้วยวิตามินซี กรดฟีนอลิก สารกลุ่มแอนโทไซยานิน ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ชนานันท์, 2559) นอกจากผลแล้ว ส่วนอื่นๆยังมีประโยชน์อีกด้วย ไม่ว่าจะเป็นราก ใบ ยอดอ่อน เมล็ด เนื้อไม้ และแก่น ล้วนแต่มีสรรพคุณทางยาทั้งสิ้น ไม่เว้นแม้กระทั่งยางช่วยในการสมานแผล สามารถรักษากลากเกลื้อนและรักษาตาปลาได้โดยปกติแล้วการหมักไวน์จะใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ในลักษณะเซลล์อิสระ (Free cell) ในไวน์

ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ศึกษาความแตกต่างของยีสต์ *S. cerevisiae* สายพันธุ์ TISTR 5013 และ TISTR 5019 ในลักษณะการหมักไวน์ที่แตกต่างกัน คือลักษณะเซลล์อิสระและเซลล์ตรึงรูป เนื่องจากการตรึงเซลล์เป็นเทคนิคที่ใช้กันมากในกระบวนการหมักทางชีวภาพ เพื่อเพิ่มความทนทานให้แก่เซลล์ในการใช้งานหรือการนำเซลล์มาใช้ใหม่ และยังช่วยลดการปนเปื้อนและแยกผลผลิตได้ง่ายจากการปนเปื้อน รวมถึงศึกษาปริมาณของความแตกต่างแหล่งไนโตรเจนที่ใช้ในการหมักเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ที่หมักจากน้ำอ้อยผสมน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นระยะเวลา 14 วัน ซึ่งในระหว่างกระบวนการหมักได้วิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรดฟีนอลิก ความเป็นกรด-ด่าง ร่วมกับมีการประเมินผลเกี่ยวกับประสิทธิภาพของยีสต์มีผลต่อคุณภาพเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และมีการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสในด้านสี รสชาติ กลิ่นรส และความใส ซึ่งจะแสดงผลเพื่อนำไปพัฒนาเครื่องดื่มผลิตภัณฑ์จากอ้อยผสมน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) ศึกษาการหมักไวน์ของเชื้อยีสต์ 2 สายพันธุ์
2) ศึกษาความแตกต่างของเซลล์ตรึงรูปกับเซลล์อิสระของเชื้อยีสต์แต่ละสายพันธุ์ที่มีผลต่อการหมักไวน์
3) ศึกษาปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมในการหมักไวน์
4) ศึกษาผลิตไวน์ในสภาวะเหมาะสมเพื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบของไวน์ที่ได้และทดสอบทางประสาทสัมผัส

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาการผลิตไวน์จากอ้อยผสมมะม่วงหาวมะนาวโห่โดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 2 สายพันธุ์ในลักษณะเซลล์อิสระกับเซลล์ตรึงรูป และศึกษาปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมในการหมักไวน์อ้อย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถนำอ้อยซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจของไทยมาเพิ่มมูลค่าได้
2) เพิ่มมูลค่าให้กับอ้อยและมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วยการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ไวน์
3) เป็นการพัฒนาไวน์อ้อยให้มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับกับผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ไวน์เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่รู้จักกันตั้งแต่ยุคก่อนคริสต์ศักราช 5,000 ปี ซึ่งถือว่าเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ มีสรรพคุณทางยา (สารต้านอนุมูลอิสระ) ลดโรคหัวใจและหลอดเลือด ลดความเสี่ยงของโรคเบาหวาน ไวน์ทำมาจากการหมักอย่างสมบูรณ์หรือการหมักบางส่วนขององุ่นหรือผลไม้อื่นๆ โดยทั่วไปการผลิตไวน์จะเกี่ยวข้องกับยีสต์ไวน์โดยเฉพาะ *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* (Joshi *et al*., 2017)

โดยธรรมชาติแล้วหลักการแยกประเภทของไวน์ จะขึ้นอยู่กับพันธุ์องุ่นโดยถ้าเป็นพันธุ์องุ่นดำหรือองุ่นแดงมักจะนำมาทำเป็นไวน์แดงหรือไวน์ชมพู ถ้าเป็นองุ่นขาวหรือองุ่นเขียวมักจะนำมาทำเป็นไวน์ขาว นอกจากนี้ประเทศฝรั่งเศสซึ่งเป็นแหล่งของการผลิตไวน์ชั้นเลิศของโลกก็จะมีการแบ่งประเภทของไวน์ออกเป็นเมืองที่ทำการผลิตด้วยเช่นเดียวกัน เพราะเชื่อกันว่าพื้นที่การผลิตไวน์ของแต่ละเมืองก็จะมีสภาพแวดล้อม สภาพอากาศ ที่แตกต่างกันออกไปทำให้รสชาติของไวน์มีความแตกต่างกันออกไปด้วยเช่นเดียวกัน (นิรนาม, 2560)

2.1 หลักการแยกประเภทของไวน์ (Şen, 2014)

การแบ่งประเภทของไวน์สามารถแบ่งตามได้หลายลักษณะ เช่น แบ่งตามปริมาณแอลกอฮอล์ได้ 2 ประเภท คือ

1. ไวน์สำหรับดื่มบนโต๊ะอาหาร (table wine) ซึ่งจะมีแอลกอฮอล์ร้อยละ 9-14
   1.1 ไวน์ที่ไม่มีฟองแก๊ส (still wine) ซึ่งแบ่งประเภทย่อยตามสีของไวน์ ได้แก่
      1.1.1 ไวน์แดง เป็นไวน์ระเภทที่ถูกทำมาจากองุ่นดำหรือองุ่นแดงและมีการเติมเปลือกองุ่น ขั้วองุ่น และเมล็ดองุ่น ลงไปในขณะที่บ่ม
      1.1.2 ไวน์ขาว เป็นไวน์ที่ทำมาจากองุ่นขาวหรือองุ่นเขียว หรืออาจจะเป็นองุ่นดำหรือองุ่นแดงก็ได้เพียงแต่ว่าจะถูกบ่มโดยเนื้อหรือน้ำเพียงอย่างเดียว
      1.1.3 ไวน์สีชมพูดอกกุหลาบ เป็นไวน์ที่ถูกทำมาจากองุ่นแดงหรือองุ่นดำ แต่กระบวนการบ่มเปลือก ขั้ว หรือเมล็ดจะถูกบ่มกับน้ำองุ่นเพียงช่วงระยะเวลาสั้นๆ
   1.2 ไวน์แบบมีฟองแก๊ส (sparking wine) เป็นไวน์ที่มีการเติมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ลงไป

2. ไวน์ฟอร์ติไฟด์ (fortified wine) ซึ่งเป็นไวน์ที่มีแอลกอฮอล์สูงที่สุดร้อยละ 17-22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 มาตรฐานไวน์สมุนไพร

ไวน์สมุนไพร หมายถึง สุราแช่ชนิดหนึ่ง ซึ่งทำจากการนำวัตถุดิบจำพวกสมุนไพร มาผ่านกรรมวิธีการผลิตไวน์สมุนไพร มีแรงแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15 ดีกรีต่อร้อยละโดยปริมาตร หากมีการผสมสุรากลั่นต้องมีแรงแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15 ดีกรีต่อร้อยละโดยปริมาตรโดยมีคุณลักษณะที่ต้องการดังนี้

2.2.1 คุณลักษณะทางเคมี

2.2.1.1 แรงแอลกอฮอล์ต้องไม่เกิน 15 ดีกรีต่อร้อยละโดยปริมาตรและมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนจากที่ระบุไว้ที่ฉลากได้ไม่เกิน ±1 ดีกรีต่อร้อยละโดยปริมาตร

2.2.1.2 เมทิลแอลกอฮอล์ต้องไม่เกิน 420 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.1.3 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.1.4 กรดซอร์บิกหรือเกลือของกรดซอร์บิก ต้องไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.1.5 กรดเบนโซอิกหรือเกลือของกรดเบนโซอิก ต้องไม่เกิน 250 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.1.6 ทองแดงต้องไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.1.7 เหล็กต้องไม่เกิน 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.1.8 ตะกั่วต้องไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.1.9 สารหนูต้องไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.1.10เฟอร์โรไซยาไนด์ต้องไม่พบ

2.2.2 คุณลักษณะทางกายภาพ

2.2.2.1 ความใสตามลักษณะของไวน์สมุนไพร

2.2.2.2 สีเป็นไปตามธรรมชาติของวัตถุดิบที่ใช้ทำ

2.2.2.3 ต้องมีกลิ่นของสมุนไพรที่นำมาผลิตไวน์สมุนไพรตามที่ระบุไว้ที่ฉลากและไม่มีกลิ่นน้ำส้มสายชูหรือกลิ่นอื่นๆที่ไม่พึงประสงค์ปรากฏเด่นชัด

2.2.2.4 รสชาติ มีความเป็นกรดหวานฝาดเฝื่อนขมและกลมกล่อมตามธรรมชาติของวัตถุดิบที่ใช้ทำ

2.2.3 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่วัตถุดิบที่ใช้ทำ

2.2.4 ความเสถียร

ต้องไม่ปรากฏฟองในภาชนะบรรจุอันเนื่องมาจากการหมักซ้ำ

2.2.5 การบรรจุ

ให้บรรจุไวน์สมุนไพรในภาชนะบรรจุที่เหมาะสมสะอาดแห้ง ปิดได้สนิทและไม่ทำปฏิกิริยากับไวน์สมนุไพรที่บรรจุอยู่ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ประโยชน์ของไวน์

ไวน์เกิดจากการหมักของผลไม้ เป็นเครื่องดื่มผลไม้ที่ปกติมีแอลกอฮอล์อยู่เพียงร้อยละ 9 -15 เท่านั้นไม่มากเท่าสุรา แต่ได้รับประโยชน์ของผลไม้ได้และวิตามินต่างๆที่ผลไม้ชนิดนั้นมี หากดื่มในประมาณที่จำกัดจะเป็นการบำรุงร่างกายและมีประโยชน์คือ

- เนื่องจากมีแอลกอฮอล์พอก็จะใช้ฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้
- สามารถดื่มได้หลายโอกาสเหมาะสมกับทุกเพศ เช่น งานเลี้ยงทางสังคม งานรื่นเริง เป็นต้น
- ช่วยให้รสชาติของอาหารบางชนิดเมื่อดื่มเข้าไปกับการรับประทานอาหาร เช่น ปลา ไก่ เนื้อ และสามารถช่วยเจริญอาหาร
- มีแร่ธาตุและ วิตามินต่างๆ ที่ทำให้ร่างกายแข็งแรง
- ทำให้หัวใจสูบฉีดได้ดี บำรุงระบบไหลเวียนโลหิต
- ใช้รักษาโรคเจ็บป่วยบางชนิด และบำบัดความเจ็บปวด
- สามารถดัดแปลงเป็นอย่างอื่นได้ เช่น น้ำส้มสายชู บรั่นดี แชมเปญ เป็นต้น แต่ไวน์นั้นหากดื่มมากเกินไปเป็นระยะเวลานานจะเกิดอาการเมา และก่อให้เกิดพิษสุราเรื้อรัง ทำให้เกิดอาการทางตับและโรคอื่นๆ ต้องดื่มให้พอเหมาะ

2.4 การเก็บรักษาไวน์

การเก็บรักษาไวน์ที่ต้องเก็บเป็นจำนวนมาก ควรเก็บไว้ในที่อากาศถ่ายเทสะดวก แสงแดดส่องไม่ถึงเพราะจะทำให้รสชาติเสีย ควรอยู่ในอุณหภูมิ 10 - 15 องศาเซลเซียส และมีความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 65-80 ไม่ควรต่ำหรือสูงกว่า ต้องวางขวดไวน์ตะแคงหรือว่าให้เอียง 45 องศาเพราะว่าจะทำให้น้ำไวน์นั้นมาอยู่ที่จุกทำให้เปียกไม่ให้อากาศซึมผ่านมากไป ถ้าไวน์เปิดขวดแล้วควรเก็บในตู้เย็นหรือควรดื่มให้หมดเร็วที่สุดไม่ควรเกิน 6 วัน (นิรนาม, 2560)

2.5 จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักไวน์

ยีสต์เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทำไวน์ แต่เดิมการหมักไวน์เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ โดยยีสต์ที่มีอยู่ในโรงงานไวน์และยีสต์ที่อยู่ในผลไม้ แต่การอาศัยธรรมชาตินั้นทำให้ได้การเจริญของยีสต์ที่ไม่แน่นอน ในการหมักอาจเกิดยีสต์ที่มีคุณสมบัติที่ไม่ต้องการ และการหมักเกิดขึ้นช้า ดังนั้นจึงมีการพัฒนากล้าเชื้อยีสต์ขึ้น เพื่อใช้ในการหมักไวน์และได้คัดเลือกพันธุ์ยีสต์ที่เหมาะสมในการหมักไวน์ คือ ผลิตแอลกอฮอล์และสารที่ให้กลิ่นรสที่ดี มีคุณสมบัติในการตกตะกอน และสามารถฆ่ายีสต์พันธุ์อื่นได้ ดังนั้นยีสต์ที่ใช้ทำไวน์ จึงไม่เหมือนยีสต์ทำเบียร์ หรือยีสต์ทำขนมปัง ซึ่งยีสต์ดังกล่าวจะเน้นการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่จะทำให้ขนมปังขึ้นฟูแต่ยีสต์ที่ใช้ทำไวน์ เบียร์ หรือขนมปัง แม้จะมีคุณสมบัติแตกต่างกันมาก แต่ก็จัดเป็นยีสต์ชนิดเดียวกัน คือ *S. cerevisiae* เพียงแต่ต่างสายพันธุ์กัน ยีสต์ทำไวน์มีสายพันธุ์ต่างๆ กันเป็นจำนวนมาก ตามคุณสมบัติและแหล่งที่มาที่แยกได้ ดังตัวอย่างยีสต์ที่มีจำหน่ายในทางการค้า ในตารางที่ 2.1 การเลือกใช้ยีสต์ในการทำไวน์ ควรใช้ยีสต์ที่มีแหล่งที่มา มีชื่อรหัสชัดเจน ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบและการพัฒนาคัดเลือกยีสต์ที่เหมาะสมกับไวน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละชนิดต่อไป ไม่ควรใช้ยีสต์ที่ขอต่อๆ กันมา เพราะจะไม่ทราบสายพันธุ์และคุณสมบัติของยีสต์ที่แน่นอน

มียีสต์บางชนิดอาจเจริญเติบโตในระหว่างการหมักไวน์ ซึ่งเป็นยีสต์ที่มาจากผลไม้ เช่น *Kloeckera apiculata, Pichia membranefaciens* หรือ *Candida* spp. แต่ยีสต์เหล่านี้จะเจริญเติบโตเพียงระยะสั้นๆ และช่วยให้ไวน์มีรสชาติที่สลับซับซ้อนยิ่งขึ้น (ยกเว้นในน้ำผลไม้ที่ผ่านการต้มฆ่าเชื้อ)

ยีสต์ที่หมักไวน์นั้น มาจากแหล่งกำเนิด 3 แหล่ง ได้แก่ ผิวของผลองุ่น เครื่องมือในโรงหมัก และจากยีสต์ที่เติมลงไป สำหรับบนผิวของผลองุ่น ร้อยละ 50-75 เป็นยีสต์รูปผลมะนาว (apiculate yeasts) ได้แก่ *Kloeckera apiculata* , *Hanseniaspora* รองลงมาได้แก่ยีสต์กลุ่ม *Candida* (*C. stellate* และ *C. pulcherrima*) *Cryptococcus, Rhodotorula, Pichia, Kluyveromyces* และ *Hansenula* แต่ปรากฏว่ายีสต์ *S. cerevisiae* จะมีอยู่ในปริมาณน้อยมาก ซึ่งตรงข้ามกับความเชื่อเดิมที่ว่า *S. cerevisiae* มาจากผลองุ่น (นิรนาม, 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ต่างๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมไวน์ (นิรนาม, 2553)

สายพันธุ์หรือรหัสทางการค้า	คุณสมบัติ
Prise de Mousse	ยีสต์จาก Institute Pasteur champagne สายพันธุ์ bayanus
Lalvin K1-V1116	แยกจาก Montpellier ฝรั่งเศส เหมาะสำหรับหมักไวน์แดง เป็น killer ทนแอลกอฮอล์ได้ถึง ร้อยละ14 หมักได้ดีที่อุณหภูมิสูง เริ่มการหมักได้เร็ว เหมาะในการเริ่มการหมักที่หยุดชะงัก
Lalvin EC-1118 (champagne)	สำหรับไวน์ขาวและแดงที่ต้องการหมักอย่างรวดเร็วและรสชาติกลางๆ เป็น killer และหมักได้ระหว่าง 8-30 องศาเซลเซียสและแอลกอฮอล์ ร้อยละ16
Red Star Montrachet	หมักอย่างรวดเร็ว ทนต่อซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ให้กลิ่นรสที่ดี เป็นยีสต์สำหรับไวน์ทั่วไป
Enoferm BDX	ยีสต์จากฝรั่งเศสที่ใช้กันทั่วโลกสำหรับหมักไวน์แดงที่จะเก็บนานๆ ไม่ทน killer หมักได้ระหว่าง 18-30 องศาเซลเซียสถึงแอลกอฮอล์ ร้อยละ16
Enoferm M1	จากMassey University ใช้ผลิตไวน์ขาวที่มีกลิ่นรส หรือเพิ่มความซับซ้อนให้กับไวน์แดงที่เก็บ เป็น killer ผลิตเอสเทอร์ในปริมาณสูง ให้กลิ่นผลไม้ผสม เมื่อหมักที่อุณหภูมิต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของยีสต์ (Mohd *et al*., 2017)

มีหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของยีสต์สำหรับการผลิตเอทานอลเพื่อให้ยีสต์สามารถเกิดกิจกรรมได้อย่างสม่ำเสมอ และสามารถใช้สารตั้งต้นเพื่อทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ คือ แอลกอฮอล์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงที่สุด

2.5.1.1 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

การเติมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลงในน้ำผลไม้ (เช่น เติมในรูปโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์,KMS) เพื่อควบคุมปฏิกิริยาออกซิเดชั่น และยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ธรรมชาติ โดยลดปริมาณยีสต์เริ่มต้นในน้ำผลไม้ลงประมาณ 10 เท่า และทำให้เกิดระยะพักตัว (lag phase) ประมาณ 1-2 วัน ก่อนเริ่มเกิดการหมัก อย่างไรก็ตาม ความเชื่อเดิมที่ว่า ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ยับยั้งยีสต์ธรรมชาติ แต่ปล่อยให้ *S. cerevisiae* เจริญต่อไปนั้น ไม่เป็นความจริง เนื่องจากแม้มีการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในปริมาณ 50-100 กรัมต่อลิตร แต่ยีสต์ *Kloeckera* และ *Candida* ยังสามารถเจริญได้

2.5.1.2 อุณหภูมิ

อุณหภูมิของการหมักมีผลต่ออัตราการเจริญของยีสต์และระยะเวลาของการหมัก ปริมาณของยีสต์สปีชีส์ต่างๆ ที่มีผลต่อการหมัก และปฏิกิริยาชีวเคมีของยีสต์ที่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีและรสชาติของไวน์อัตราการเจริญของยีสต์จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจาก 10-25 องศาเซลเซียส ไวน์ขาวหมักที่อุณหภูมิ 10-20 องศาเซลเซียส และไวน์แดงหมักที่อุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส ปัจจุบันผู้ผลิตหมักไวน์ขาวที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อรักษาสารระเหยกลิ่นรสไว้ให้ได้มากที่สุด และมีการพัฒนายีสต์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิต่ำการหมักที่อุณหภูมิต่างๆ มีผลต่อปฏิกิริยาชีวเคมีของยีสต์ด้วย ในการหมักที่อุณหภูมิต่ำ การผลิตแอลกอฮอล์โมเลกุลสูงในปริมาณลดลง แต่จะมีการผลิตสารพวกเอสเทอร์ ในปริมาณมากขึ้น ได้แก่ isoamyl , acetate , isobutyl , acetate และ ethyl acetate เป็นต้น ดังนั้นไวน์ขาวที่ต้องการกลิ่นรสจากการหมัก จึงนิยมหมักที่อุณหภูมิต่ำ ส่วนไวน์แดง หมักที่อุณหภูมิสูงกว่าไวน์ขาว เพื่อให้เกิดการสกัดสีจากเปลือกองุ่น แต่ไม่ใช้อุณหภูมิสูงเกินไป ซึ่งทำให้เกิดการผลิตสารแอลกอฮอล์โมเลกุลสูง ที่ทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ และอุณหภูมิที่สูงไป อาจทำให้ยีสต์ชะงักการเจริญ

อัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้รับผลกระทบโดยตรงจากอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นซึ่งไม่เป็นผลดีต่อการเจริญเติบโตของเซลล์ซึ่งเป็นปัจจัยสร้างความเครียดให้แก่จุลินทรีย์ ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสำหรับการหมักอยู่ระหว่าง 20-35 องศาเซลเซียส เซลล์อิสระของ *S. cerevisiae* มีอุณหภูมิที่เหมาะสมใกล้กับ 30 องศาเซลเซียส ขณะที่เซลล์ตรึงรูปมีอุณหภูมิที่เหมาะสมสูงขึ้นเล็กน้อยเนื่องจากความสามารถในการถ่ายเทความร้อนจากผิวภายนอกอนุภาคไปยังเซลล์ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.3 ปริมาณน้ำตาล

น้ำตาลในน้ำองุ่น มีปริมาณระหว่าง 125-250 กรัมต่อลิตร เป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตส อย่างละเท่าๆ กัน น้ำองุ่นบางชนิดอาจมีน้ำตาลสูงมากถึง 400 กรัมต่อลิตร เช่น องุ่นที่เกิดเชื้อรา *Botrytis cinerea* อัตราการหมักของ *S. cerevisiae* จะลดลง เมื่อความเข้มข้นของน้ำตาลสูงเกิน 200 กรัมต่อลิตร (ประมาณ 20 บริกซ์) การเพิ่มขึ้นของความเข้มน้ำตาลในระดับหนึ่งทำให้อัตราการหมักเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการใช้ความเข้มข้นของน้ำตาลมากเกินไปทำให้อัตราการหมักอยู่ในสภาวะคงที่ เนื่องจากความเข้มข้นของการใช้น้ำตาลอยู่นอกเหนือความสามารถในการดูดซึมของเซลล์จุลินทรีย์ โดยทั่วไปอัตราการผลิตเอทานอลสูงสุดทำได้ก็ต่อเมื่อใช้น้ำตาลที่มีความเข้มข้น 150 กรัมต่อลิตร ความเข้มข้นของน้ำตาลเริ่มต้นได้รับการพิจารณาว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตเอทานอล การผลิตเอทานอลสูงและผลผลิตในการหมักแบบกะสามารถทำได้โดยใช้ความเข้มข้นของน้ำตาลเริ่มต้นสูงขึ้น อย่างไรก็ตามต้องใช้เวลาในการหมักนานขึ้นและต้นทุนที่สูงขึ้น

2.5.1.4 ไนโตรเจน

กรดอะมิโนอิสระและอิออนของแอมโมเนียม เป็นแหล่งไนโตรเจนหลักที่ยีสต์ใช้ในระหว่างการหมักแอลกอฮอล์ ในน้ำองุ่นทั่วๆไป เชื่อว่ามีไนโตรเจนเหล่านี้อย่างเหลือเฟือ แต่ในปัจจุบันพบว่าอาจมีไม่เพียงพอ โดยเฉพาะในน้ำองุ่นที่มีการทำให้ใสก่อนการหมัก นอกจากนั้นยีสต์ยังต้องการไนโตรเจนมากขึ้นเมื่อน้ำองุ่นนั้นมีปริมาณน้ำตาลสูง การหมักไวน์ในปัจจุบันจึงมักมีการเติมสารไนโตรเจนลงในน้ำองุ่น เช่น ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต เพื่อให้แน่ใจว่าไนโตรเจนจะไม่เป็นตัวจำกัดการหมัก

2.5.1.5 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

น้ำองุ่น มีความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 3.0-4.0 ขึ้นกับปริมาณกรดทาร์ทาริก และกรดมาลิกในน้ำองุ่น อัตราการเจริญของ *S. cerevisiae* จะลดลงเมื่อความเป็นกรด-ด่างลดลงจาก 3.5 เป็น 3.0 และยีสต์ชนิดอื่นๆ ก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกัน (นิรนาม, 2553) ความเป็นกรด-ด่างในอาหารเหลวที่มีผลต่อการปนเปื้อนของแบคทีเรีย การเจริญเติบโตของยีสต์ อัตราการหมักและการสร้างผลพลอยได้จากผลิตภัณฑ์ ความสามารถในการซึมผ่านของสารอาหารที่จำเป็นต่อเซลล์ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนในน้ำหมักนอกจากนี้การอยู่รอดและการเจริญเติบโตของยีสต์ได้รับอิทธิพลจากค่าความเป็นกรด-ด่างในช่วง 2.75-4.25 สำหรับการผลิตเอทานอล ช่วงความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมของ *S. cerevisiae* คือ 4.0-5.0 เมื่อความเป็นกรด - ด่างต่ำกว่า 4.0 จะต้องใช้ระยะบ่มนาน แต่ความเข้มข้นของเอทานอลไม่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามเมื่อความเป็นกรด-ด่างสูงกว่า 5.0 ความเข้มข้นของเอทานอลลดลงอย่างมาก

2.5.1.6 เวลา

เวลาในการหมักส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ เวลาหมักที่สั้นลงทำให้เกิดการหมักที่ไม่มีประสิทธิภาพเนื่องจากการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ไม่เพียงพอ ในทางกลับกันระยะเวลาการหมักนานขึ้นจะมีผลต่อการเป็นพิษของเชื้อจุลินทรีย์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการหมักแบบกะ เนื่องจากมีความเข้มข้นสูงเอทานอลในน้ำหมัก การหมักที่สมบูรณ์สามารถทำได้ในอุณหภูมิที่ต่ำลงโดยใช้เวลาในการหมักนานขึ้นซึ่งส่งผลให้ค่าผลได้เอทานอลต่ำที่สุด (Mohd *et al.*, 2017)

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.7 อัตราการเขย่า

อัตราการเขย่าควบคุมโดยการซึมผ่านของสารอาหารจากน้ำหมักไปยังเซลล์ภายในและการกำจัดเอทานอลออกจากเซลล์ไปสู่อาหารเหลวที่หมัก ยิ่งอัตราการเขย่าเพิ่มมากขึ้น จะเพิ่มปริมาณการใช้น้ำตาลและลดการยับยั้งเซลล์จากเอทานอล อัตราการเขย่าต่อการหมักโดยเซลล์ยีสต์คือ 150-200 รอบต่อนาที อัตราการเขย่าที่เร่งเกินไม่เหมาะสำหรับการผลิตเอทานอลอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากเป็นสาเหตุของการจำกัดการเกิดกิจกรรมของเซลล์

2.5.1.8 ความเข้นข้นของหัวเชื้อ

ความเข้มข้นของหัวเชื้อไม่มีผลต่อความเข้มข้นของเอทานอลขั้นสุดท้าย แต่ส่งผลต่ออัตราการใช้น้ำตาลและการผลิตเอทานอล การผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ตั้งแต่ 1×10^4 ถึง 1×10^7 เซลล์ต่อมิลลิลิตร (Mohd *et al*., 2017)

2.6 อ้อย (ชื่อวิทยาศาสตร์ *Saccharum officinarum L.*)

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมาก อ้อยที่นำมาคั้นน้ำสำหรับดื่ม เป็นอ้อยที่ปลูกบริเวณที่ราบลุ่ม พื้นที่ดินเหนียว ประชาชนเรียกว่า อ้อยเหลือง หรือ อ้อยสิงคโปร์ นิยมปลูกกันมากในบริเวณจังหวัดอ่างทอง พระนครศรีอยุธยา สุพรรณบุรี และนครปฐม เป็นต้น พ.ศ. 2550 ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี (ปัจจุบันเปลี่ยนชื่อเป็น ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี) กรมวิชาการเกษตร ดำเนินการศึกษาวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยขึ้นมาใหม่ คือ พันธุ์สุพรรณบุรี 80

ในปีการผลิต 2558-2559 มีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยทั่วประเทศ ในเขตพื้นที่สำรวจรวม 47 จังหวัด จำนวน 11,012,839 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ปลูกอ้อยส่งโรงงาน 10,278,045 ไร่ และพื้นที่ปลูกอ้อยทำพันธุ์ 734,794 ไร่ โดยมีพื้นที่เพิ่มขึ้นจากปีการผลิต 2557/58 จำนวน 481,912 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 4.58 เนื่องจากรัฐบาลผลักดันนโยบายบริหารพื้นที่เกษตรกรรมของพืช โดยเปลี่ยนพื้นที่ปลูกข้าวที่อยู่ในพื้นที่ไม่เหมาะสมไปสู่การปลูกอ้อยโรงงาน เนื่องจากอ้อยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วนเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่อุตสาหกรรมที่ต่อเนื่องได้นอกจากจะผลิตเป็นน้ำตาลทรายแล้ว ยังนำผลพลอยได้จากการผลิตไปเป็นวัตถุดิบผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนและยังนำกากอ้อยไปเป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้าหรือนำไปผลิตเป็นเยื่อกระดาษได้อีกด้วย (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 การจำแนกอ้อยทางพฤกษศาสตร์

ทางพฤกษศาสตร์จัดลำดับอ้อยดังนี้ (เกษม, 2523)
วงศ์ (Family) Gramineae ซึ่งได้แก่หญ้าที่มีลำต้นเป็นข้อและปล้อง
สกุล (Genus) *Saccharum*
ชนิด(Species) *officinarum ,spontaneum ,barberi ,robustum*

2.6.2 อ้อยที่ใช้ในการหมักไวน์

อ้อยที่ใช้คั้นน้ำคือพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ปลูกที่จังหวัดชลบุรี เป็นพันธุ์ที่ได้มาจากการผสมเปิดของอ้อยพันธุ์ SP 074 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี โดยมีลักษณะเด่น คือ

- ให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 4,913 ลิตรต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์สิงคโปร์ โดยให้ผลผลิตน้ำอ้อยเฉลี่ยสูงเป็น 2.3 เท่าของพันธุ์สิงคโปร์
- น้ำอ้อยสดมีค่าความหวาน (บริกซ์) 16.1 ที่อายุ 8 เดือน ซึ่งสูงกว่าพันธุ์สิงคโปร์ ร้อยละ 10
- แตกกอดี โดยให้จำนวนลำต่อไร่เฉลี่ย 12,198 ลำ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์สิงคโปร์ถึง ร้อยละ 91
- สามารถไว้ตอได้ดี ไม่ต้องปลูกใหม่ทุกปี
- ให้น้ำอ้อยสีเขียวอมเหลือง รสชาติหวานหอม
- เก็บไว้ในตู้เย็นได้เพียง 1-2 วันเนื่องจากน้ำอ้อยหลัง 24 ชั่วโมง ถึงแม้จะเก็บในตู้เย็น น้ำอ้อยสดจะตกตะกอนและเปลี่ยนรสกลิ่น เนื่องมาจาก เกิดจากการหมักและเอนไซม์ จึงได้มีการพัฒนา ขั้นตอนเก็บรักษาน้ำอ้อยให้มีคุณภาพและปลอดภัยโดยใช้ Ohmic heating เป็นเทคโนโลยีใหม่ในอุตสาหกรรมอาหาร (Brochier *et al*., 2016)

ลักษณะประจำพันธุ์

- ลำมีสีเขียวอมเหลือง ขนาดใหญ่ ไม่มีร่องเหนือตา
- ข้อโปน รูปร่างทรงกระบอก
- ตารูปกลม วงเจริญสีเหลืองนูน จุดราก 3 แถวไม่เป็นระเบียบ
- กาบใบมีสีเขียวปนม่วง ที่กลางกาบใบมีขนเล็กน้อย
- หูใบข้างหนึ่งเป็นรูปใบหอก ใบมีขนาดใหญ่ปลายใบโค้ง

พื้นที่ที่เหมาะในการปลูกเป็นพื้นที่ดอนหรือที่ลุ่มไม่มีน้ำท่วมขัง และสามารถปลูกได้ตลอดปี (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี, 2560)

2.6.3 ประโยชน์ของอ้อย

2.6.3.1. ใช้เป็นอาหารมนุษย์

ส่วนของลำต้นที่เก็บน้ำตาล สามารถนำมาเป็นอาหารของมนุษย์ได้ เช่น ทำเป็นอ้อยควั่น หรือบีบเอาน้ำอ้อย เพื่อบริโภคโดยตรง หรือทำเป็นไอศกรีม เป็นต้น นอกจากนี้ ยังใช้ลำต้นประกอบอาหาร เช่น ต้มเค็มปลาได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3.2. ใช้เป็นอาหารสัตว์

ใบ ยอด และส่วนของลำต้นที่ยังอ่อนใช้เป็นอาหารสัตว์ เช่น วัวควายได้โดยตรง แต่ถ้าต้องการให้ได้ผลดี ควรใช้วิธีหมัก ก่อนให้สัตว์กิน โดยใช้ยอดสด 100 กิโลกรัม กากน้ำตาล 5 กิโลกรัม แอมโมเนียมซัลเฟต 1 กิโลกรัม และน้ำ 1 กิโลกรัม

2.6.3.3. ใช้เป็นเชื้อเพลิง

ในอนาคตเมื่อเชื้อเพลิงที่ได้จากไม้หายาก ใบอ้อยแห้ง (trash) อาจจะเป็นแหล่งของพลังงาน และเชื้อเพลิงที่สำคัญ ทั้งนี้ เพราะใบอ้อยแห้ง ให้พลังงานค่อนข้างสูงมาก กล่าวกันว่า คุณค่าของพลังงานที่ได้จากใบอ้อยแห้ง ของอ้อยที่ให้ผลผลิตไร่ละ 16 ตัน นั้นเพียงพอสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดกลาง ทำงานได้ถึง 80 ชั่วโมง ในปัจจุบันใบอ้อยแห้งถูกเผาทิ้งไปอย่างน่าเสียดาย

2.6.3.4. ใช้เป็นวัตถุคลุมดิน หรือบำรุงดิน

ใบอ้อยแห้งเมื่อใช้คลุมดินจะช่วยรักษาความชื้น และป้องกันวัชพืชด้วย ในขณะเดียวกัน ก็จะกลายเป็นอาหารของจุลินทรีย์ต่างๆ ซึ่งบางพวกสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ ทำให้ไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้น อันเป็นผลดีแก่อ้อย นอกจากนี้รากและเหง้าที่อยู่ในดิน เมื่อเน่าเปื่อยผุพัง จะเป็นปุ๋ยแก่ดินนั้นต่อไป

2.6.3.5 การใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม

ประโยชน์ที่สำคัญของอ้อยก็คือ เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมน้ำตาล คือ ในทางเคมี น้ำตาลส่วนใหญ่ที่ได้จากอ้อย เป็นน้ำตาลซูโครส นอกจากนี้น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรุกโทส ซึ่งทั้งสองชนิดนี้รวมเรียกว่า น้ำตาลอินเวิร์ต (invert sugar) ในทางการค้า น้ำตาลจากอ้อยมีชื่อเรียกต่างๆ กันตามความบริสุทธิ์ และกรรมวิธีในการผลิต เช่น น้ำตาลแดง หรือน้ำตาลทรายแดง (brown sugar) น้ำตาลดิบ หรือน้ำตาลทรายดิบ (raw sugar) น้ำตาลทรายขาว (white sugar หรือ plantation white sugar) น้ำตาลทรายบริสุทธิ์

อย่างไรก็ตาม ในการผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อยโดยตรง มีผลพลอยได้ (by-products) เกิดขึ้นหลายอย่าง ที่สำคัญได้แก่ ชานอ้อย กากตะกอน (filter mud, filter cake) และกากน้ำตาล (molasses) ทั้งน้ำตาลและผลพลอยได้ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง คือ การใช้ประโยชน์น้ำตาล และการใช้ประโยชน์ผลพลอยได้ ชานอ้อย ซึ่งได้จากโรงงานน้ำตาล (เกษม, 2523)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 มะม่วงหาวมะนาวโห่ (กชกร และคณะ, 2557)

อาณาจักร	Plantae
ดิวิชั่น	Magnoliophyta
คลาส	Magnoliopsida
ออเดอร์	Gentianales
วงศ์	Apocynaceae
สกุล	*Carissa*
ชื่อสามัญ/ชื่ออังกฤษ	Bengal-Currants, Carandas-plum, Karanda
ชื่อวิทยาศาสตร์	*Carissa carandas L.*
ชื่อท้องถิ่น/ชื่ออื่นๆ	หนามขี้แฮด (เชียงใหม่) หนามแดง (กรุงเทพฯ)มะนาวไม่รู้โห่ (ภาคกลาง) มะนาวโห่ (ภาคใต้)

มะม่วงหาวมะนาวโห่จัดเป็นผลไม้สมุนไพรชนิดหนึ่ง เป็นชื่อที่เพี้ยนมาจากชื่อ “มะม่วงไม่รู้หาวมะนาวไม่รู้โห่” พรรณไม้ชนิดนี้มีลักษณะของผลจะมีสีแดงเรียวเล็กคล้ายกับมะเขือเทศราชินี สำหรับรสชาติของผลสุกจะออกหวานนุ่มลิ้น แต่ถ้ายังไม่สุกจะรสเปรี้ยวจี๊ดเข็ดฟัน มีธาตุเหล็ก และ วิตามินซีสูง เมื่อกัดไปแล้วจะมียางเหนียวๆ ฝาดคอ เป็นผลไม้ในวรรณคดีเรื่องพระรถเมรี หรือที่รู้จักกันคือ นางสิบสอง

2.7.1 ลักษณะของต้นมะม่วงหาวมะนาวโห่

ลำต้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ หรือ หนามแดง เป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก สูงประมาณ 2-5 เมตร เปลือกลำต้นสีน้ำตาลเข้ม เมื่อใช้มีดสับยางสีขาวไหลออกมา ลำต้นแตกกิ่งจำนวนมาก และมีหนามแหลมคม ยาวประมาณ 2 นิ้ว ใบแทงออกเป็นใบเดี่ยว แทงออกตรงข้ามกันบนกิ่ง ใบมีรูปทรงไข่และป้อม สีเขียวเข้ม โคนใบมน ปลายใบโค้งหยักเข้าตรงกลาง ใบกว้างประมาณ 2-4 เซนติเมตร ยาวประมาณ 4-8 เซนติเมตร แผ่นใบและขอบใบเรียบ แผ่นใบเกลี้ยง และเป็นมัน ท้องใบมีสีจางกว่าด้านบน และมีเส้นใบมองเห็นได้ชัดเจนดอกแทงออกเป็นช่อบริเวณซอกใบตามปลายกิ่ง มีก้านชูดอกสีแดงเข้มมีกลีบรองดอก กลีบดอกมี 5 กลีบ สีขาวอมชมพู ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร โคนกลีบเชื่อมติดกัน ปลายกลีบแยกออกและมีรูปทรงกรวย ภายในดอกประกอบด้วยเกสรตัวผู้ 5 อัน และเกสรตัวเมีย 1 อัน ส่วนด้านล่างสุดเป็นรังไข่ที่เจริญต่อมาเป็นผลผลมะม่วงหาวมะนาวโห่มีรูปร่างกลม และรีขนาดผลประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 2-4 เซนติเมตร ผลอ่อนมีเปลือกสีขาว แล้วเปลี่ยนเป็นสีแดงอมชมพู และเมื่อสุกเต็มที่มีสีดำ ส่วนเนื้อเมื่อยังดิบมีสีขาว และเมื่อสุกเต็มที่มีสีแดงอมชมพู เนื้อผลมีลักษณะกรอบแม้เมื่อสุกแล้ว และภายในผลบริเวณตรงกลางจะมีเมล็ดแทรกรวมกันอยู่ 4-6 เมล็ด เมล็ดมีรูปร่างแบน มีเปลือกหุ้มเมล็ดสีน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 มะม่วงหาวมะนาวโห่

2.7.2 ประโยชน์และสรรพคุณของมะม่วงหาวมะนาวโห่

ผลอุดมไปด้วยสารแอนโทไซยานิน เป็นสารสีม่วงแดง และมีสารกลุ่มฟีนอลลิกปริมาณมากโดยสารประกอบฟีนอลิกเป็นสารแอนติออกซิแดนท์ซึ่งสูงกว่าวิตามินซีหลายพันเท่า ช่วยต้านมะเร็งและชะลอความแก่ มีประโยชน์ช่วยให้ร่างกายสดชื่นและกระชุ่มกระชวย มีธาตุเหล็กสูง ช่วยบำรุงเลือด ช่วยรักษาและบรรเทาอาการของโรคถุงลมโป่ง พองโรคตับ โรคเกาต์ และไทรอยด์ โรคอัมพฤกษ์ อัมพาตช่วยบรรเทาอาการมือเท้าชา ลดอาการไอ ลดอาการภูมิแพ้ ผลสุกมีวิตามินซีสูง ช่วยลดอาการเลือดออกตามไรฟัน ช่วยขับปัสสาวะ ช่วยฆ่าเชื้อและสมานแผล ช่วยลดอาการปวดเมื่อยตามร่างกายและข้อ

ใบและยอดอ่อนแก้อาการเจ็บคอ รักษาแผลในปาก ช่วยลดไข้ มีสรรพคุณแก้อาการท้องเสีย

รักษาโรคลมชัก โรคบิด ไข้มาลาเลีย แก้อาการปวดในช่องหู ช่วยรักษาริดสีดวงทวาร

รากช่วยบรรเทาอาการไข้ ช่วยถอนพิษไข้ ดับพิษร้อน บำรุงกระเพาะอาหาร ขับพยาธิได้หลายชนิด รักษาอาการคันตามผิวหนัง ช่วยรักษาแผลเบาหวาน

ลำต้นและเนื้อไม้มีสรรพคุณช่วยให้ร่างกายแข็งแรง กระปรี้กระเปร่า แก้อาการอ่อนเพลียและเมื่อยล้า บำรุงกำลังและร่างกาย ทำให้มีกำลังวังชาดี ช่วยบำรุงธาตุ ทำให้อวัยวะต่างๆของร่างกายทำงานได้อย่างสมดุล ใช้รักษาโรคผิวหนังเรื้อรัง ทำให้ผิวพรรณชุ่มชื่นขึ้น

ยางสามารถใช้เป็นยา ช่วยรักษาโรคเท้าช้าง ช่วยสมานแผล ทำให้แผลหายเร็วขึ้น รักษากลากเกลื้อน รักษาหูดได้ และรักษาตาปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ขั้นตอนในการผลิตไวน์

2.8.1 การเตรียมหัวเชื้อ (ปิยดา, 2550)

นำน้ำผลไม้คั้นเอาแต่น้ำ และปรับความหวานด้วยน้ำตาลให้ได้ 18 องศาบริกซ์ นำไปต้มให้เดือด เทใส่ฟลาสก์ ขนาด 250 มิลลิลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใช้จุกสำลีปิด นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ใส่ลงในน้ำผลไม้ ปิดปากขวดด้วยจุกสำลี ทิ้งให้เย็น หลังจากนั้นใส่เชื้อยีสต์ลงในน้ำผลไม้ นำไปวางบนเครื่องเขย่าที่มีความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.8.2 การคัดเลือกผลไม้ (ปิยดา, 2550)

คุณภาพของผลไม้จะมีผลต่อรสชาติ และคุณภาพของไวน์มาก แม้ผลไม้ชนิดเดียวกัน ถ้าต่างพันธุ์กัน จะได้ไวน์ที่มีคุณภาพต่างกันด้วย เพราะผลไม้ต่างพันธุ์กันจะมีส่วนประกอบที่แตกต่างกันด้วยการคัดเลือกผลไม้ที่มีคุณภาพดีไม่เน่าเสีย ย่อมได้ไวน์คุณภาพดี เพราะผลไม้ที่เน่าเสียแล้วจะมีจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการปะปนอยู่ ผลไม้ที่เน่าเสียจะทำลายกลิ่นรสของไวน์ และยังทำให้ต้องเสียเวลาในการฆ่าเชื้อยาวนานกว่าเดิม ดังนั้นต้อคัดเลือกผลไม้ที่เน่าเสียออกให้หมด และต้องเลือกน้ำอ้อยที่คั้นสดใหม่ทุกวัน ไม่ใส่สารปนเปื้อนหรือสารเจือแต่งกลิ่นรส

2.8.3 การเตรียมน้ำผลไม้ (Baidya *et al*., 2016)

สำหรับการหมัก นำมะม่วง , ขนุนและสับปะรด ล้างให้สะอาดด้วยน้ำสะอาดก่อนจะปอกเปลือกและนำเมล็ดออก (ในกรณีของขนุนและมะม่วง) เมื่อผลไม้ถูกสกัดโดยใช้เครื่องลอกเปลือกและกรองผ่านเครื่องกรองในระหว่างการปอกเปลือก Potassium meta-bisulphite จะรวมกับเนื้อของผลไม้ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อผลไม้ เพื่อป้องกันการเกิดสีน้ำตาลและตรวจสอบการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ อัตราส่วนของน้ำขนุน , น้ำสับปะรด และน้ำมะม่วงใช้ผลไม้ผสมเป็นสารตั้งต้น 1:2:2 เนื่องจากน้ำขนุนมีกลิ่นที่รุนแรงมากปริมาณของมันจะลดลงครึ่งหนึ่งเมื่อเทียบกับน้ำผลไม้อื่น ๆ ที่จะมีรสชาติที่สมดุลในส่วนผสม

2.8.3.1 การใส่เอนไซม์เพคติเนสในเนื้อผลไม้ (Baidya *et al*., 2016)

นำเนื้อของผลไม้แต่ละชนิดมาให้ความร้อนที่ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที กวนอย่างต่อเนื่องและทำให้เย็นที่ 40 องศาเซลเซียส เอนไซม์จะช่วยป้องกันความร้อนและความเย็นของเนื้อผลไม้ร่วมกับ เอนไซม์แพคติเนส ร้อยละ1.5 ของมะม่วง ,ร้อยละ1.5 ของขนุน และ ร้อยละ0.20 ของสับปะรด นำมาผสมให้เข้ากันและปล่อยทิ้งไว้ 4 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) , กรอง , วัดและสังเกตการใส

2.8.3.2 การเติมน้ำตาล (ปิยดา, 2550)

ปกติผลไม้โดยทั่ว ๆ ไป ที่มีอยู่ในเมืองไทยนั้น มีความหวานไม่เพียงพอที่จะทำไวน์ จึงจำเป็นต้องเติมน้ำตาลลงไปในน้ำผลไม้ เพื่อใช้เป็นพลังงาน และ แหล่งคาร์บอน สำหรับเชื้อยีสต์ในการเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ ก่อนเติมน้ำตาลต้องทราบว่าน้ำผลไม้นั้นมีความหวานอยู่เท่าใด โดยใช้เครื่องมือวัดความหวานของน้ำตาล คือ รีแฟคโตมิเตอร์ ความหวานที่เหมาะสมสำหรับการหมักคือ 20-22 องศาบริกซ์ จึงต้องเติมน้ำตาลลงไปให้ความหวานเพิ่มขึ้นในระหว่าง 20-25 องศาบริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ไม่ควรเกิน 25 องศาบริกซ์ หากมากกว่านี้จะทำให้เกิดการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ได้ ในขณะเดียวกันหากใส่น้อยเกินไปจะทำให้ไวน์จืดชืด และยีสต์หยุดทำงาน ทำให้ปริมาณแอลกอฮอล์เกิดขึ้นน้อย

2.8.3.3 การเติมธาตุอาหารเสริม (ปิยดา, 2550)

ปกติยีสต์สามารถสังเคราะห์กรดอะมิโนที่จำเป็นขึ้นเองได้จากแอมโมเนียมอิออน หรือ แหล่งไนโตรเจนอื่น และมีน้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอน โดยสารไนโตรเจนที่นิยมมักเติมในรูปของเกลือแอมโมเนียมซัลเฟต เกลือแอมโมเนียมฟอสเฟต หรือยูเรียการเติมธาตุอาหารเสริมจะช่วยให้ยีสต์สามารถเจริญเติบได้เร็วขึ้น ปกติแล้วผลไม้บางชนิดมีเพียงสี หรือกลิ่น หรือมีความเปรี้ยวมาก แต่ไม่ค่อยมีเนื้ออาหาร เช่น กระเจี๊ยบ มะขาม ขิง และ ดอกกุหลาบ จึงมีการใส่ธาตุอาหารเสริม เช่น

ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต

2.8.4 การฆ่าเชื้อในน้ำผลไม้ (ปิยดา, 2550)

2.8.4.1 การใช้ความร้อน หรือต้มฆ่าเชื้อ

เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด ถ้าทำน้อยๆ ควรฆ่าเชื้อด้วยวิธีนี้โดยการต้มน้ำผลไม้ให้เดือดประมาณ 10-15 นาที แต่ผลไม้บางชนิดอาจไม่เหมาะกับความร้อนสูง และอาจทำให้รสชาติของไวน์ไม่ดีเท่าที่ควร ควรระวังอย่าต้มให้เดือด หรือเดือดนานเกินไป เพราะทำให้กลิ่นและรส ของผลไม้เสีย

2.8.4.2 การฆ่าเชื้อโดยการใช้สารเคมี

ในกรณีที่มีการทำไวน์เป็นจำนวนมาก สารเคมีที่นิยมใช้กันคือ โปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟล์ หรือเรียกย่อ ๆ ว่า เค.เอ็ม.เอส มีข้อควรระวังคือ หลังจากเติมสารนี้แล้วต้องทิ้งน้ำผลไม้ไว้อย่างน้อย 3-10 ชั่วโมง

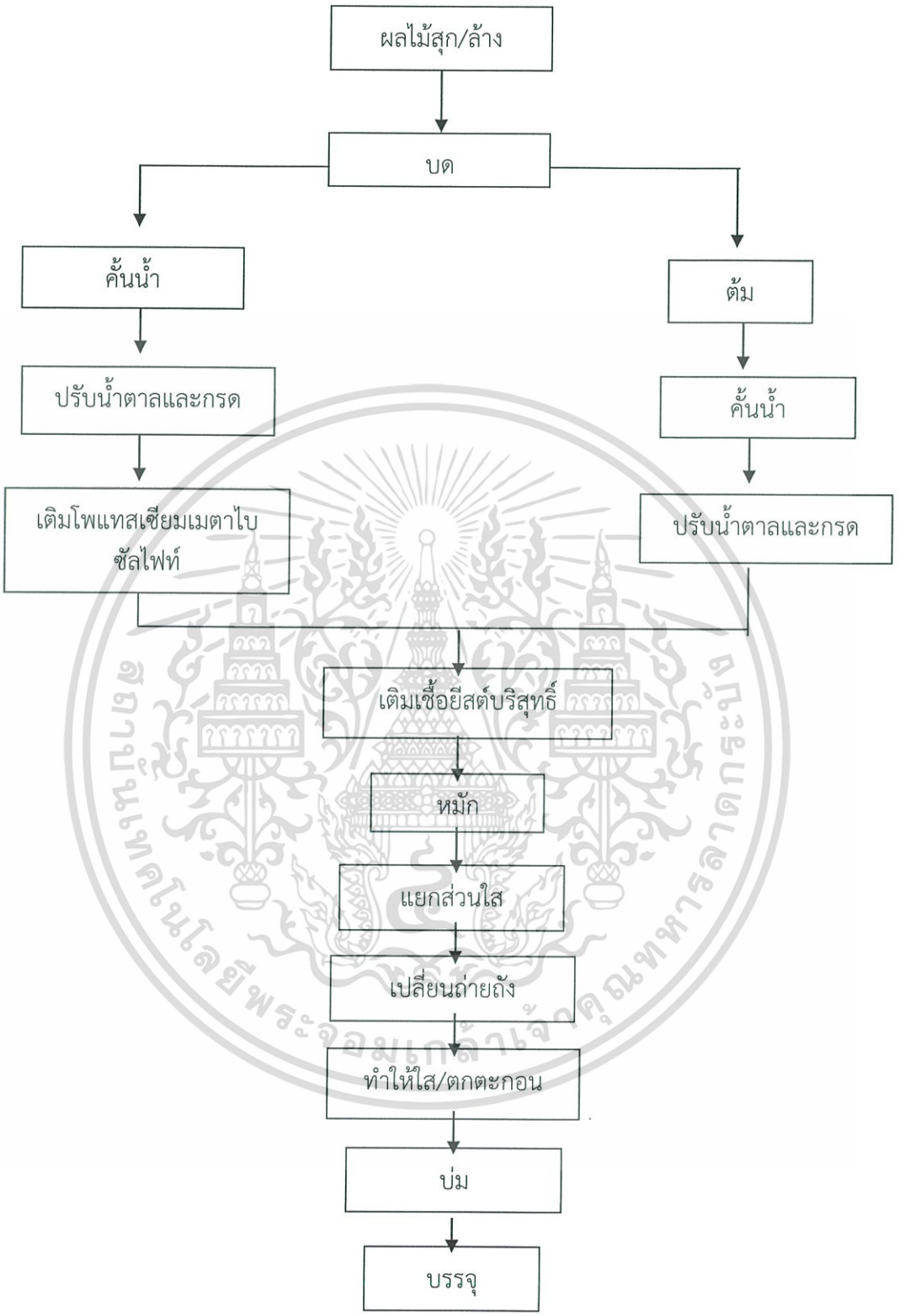
2.8.5 การหมักไวน์และการใส่หัวเชื้อ (ปิยดา, 2550)

นำน้ำผลไม้ที่ได้ผ่านเติมน้ำตาลและฆ่าเชื้อแล้วใส่ขวดหมัก เติมหัวเชื้อที่เตรียมจากข้อ 2.8.1 ลงไปในปริมาตรร้อยละ 10 ของน้ำผลไม้ที่ใช้ในการหมัก เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องหมักเป็นเวลา 2 สัปดาห์ เมื่อการหมักสิ้นสุดลง ถ่ายตะกอนหรือกากทิ้ง เติมสารเคมีเพื่อยับยั้งเชื้อโดยเตอมโปแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ทำให้ไวน์ใส แล้วนำไปบนจุขวด

2.8.6 การวิเคราะห์ข้อมูล (Baidya *et al*., 2016)

ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยปัจจัยแบบสุ่มสมบูรณ์ (FCRD) จะสังเกตเห็นประสิทธิภาพการแยกสายพันธุ์ยีสต์ และ ผลไม้ชนิดเดียวหรือหลายชนิดรวมกันในปริมาณที่แตกต่างกันระหว่างการหมัก ประกอบด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติของข้อมูลจากการวิเคราะห์คุณภาพที่มีเป้าหมายในการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Anova) กับ MSTAT C ซอฟแวร์สถิติและความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญได้มีการพิจารณาโดยการทดสอบจากเทอร์กีที่ระดับนัยสำคัญ 5%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการผลิตไวน์ (กุลเชษฐ และคณะ, 2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การชิมไวน์ของผู้ทดสอบด้านประสาทสัมผัส ผู้ที่ชิมไวน์จะต้องสังเกตไวน์โดยใช้สายตาตั้งแต่ สี ความใส ความหนืด ใช้จมูกดมกลิ่น และชิม โดยการชิมนั้นจะต้องเตรียมน้ำเปล่าสำหรับไว้กลั้วปาก และแก้วสำหรับใส่ตัวอย่างไวน์ โดยผู้ชิมไวน์จะคล้ายกับคนตาบอดคือไม่รู้ว่าไวน์แก้วไหนคือไวน์อะไร และที่แก้วชิมตัวอย่างไวน์จะต้องทำการสุ่มเลขสามตัว ชิมไวน์ที่อุณหภูมิ 20-22 องศาเซลเซียส มีการให้คะแนนอยู่ในช่วง 0-10 คะแนน (Ceto *et al*., 2017)

2.9.1 สี (ไพโรจน์, 2545)

ความสำคัญของสีที่ปรากฏในความต้องการของมนุษย์ สีที่ปรากฏเป็นส่วนประกอบหนึ่งของผลิตภัณฑ์อาหารที่สามารถรับรู้ได้ด้วยสายตา ความรู้สึก และอารมณ์ของมนุษย์ตลอดจนมีความสัมพันธ์กับความรู้สึกต่อการรับรสทางปากของมนุษย์ด้วย รายงานว่าผู้บริโภคคาดหวังว่าอาหารควรมีสีที่ปรากฏที่เหมาะสม ความเบี่ยงเบนของสีที่ปรากฏจากสิ่งที่ผู้บริโภคคาดหวังไว้อาจมีผลต่อการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในตลาดได้ เนื่องจากความสำคัญของสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์เป็นปัจจัยทางด้านลักษณะที่ปรากฏลักษณะหนึ่ง ดังนั้นควรจะพิจารณาลักษณะดังกล่าวอย่างระมัดระวังในงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์และการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับอาหารสำเร็จรูป สีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีผลต่อการรับรสของผลิตภัณฑ์เช่นกัน เช่นไอศกรีมสตรอเบอรี่จะมีความสัมพันธ์กับช่วงสีชมพูถึงสีแดง น้ำมะม่วงจะมีสีตั้งแต่สีเหลืองถึงสีเหลืองส้ม ซอสมะเขือเทศจะมีสีตั้งแต่สีแดงส้มถึงสีแดงเป็นต้น ในขณะที่สตรอเบอร์รี่สีเขียว มะม่วงเขียว และมะเขือเทศสีดำที่เป็นตำหนิจะไม่เป็นที่พอใจและไม่เป็นที่ยอมรับสูงของผู้บริโภคในส่วนที่เกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ ความแก่อ่อนของผลไม้ จะคำนึงถึงสีผิวของวัตถุดิบหรือผลไม้นั้นๆ ซึ่งการวิเคราะห์คุณภาพที่เกิดตำหนิหรือปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ก็สามารถสังเกตจากการเปรียบเทียบสีที่ปรากฏของวัตถุดิบนั้นๆได้ในระหว่างกระบวนการผลิตไม่ว่าจะเป็นผักผลไม้ เนื้อสัตว์ ปลา และไก่ก็ตามจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสีที่คาดหวังไว้ในวัตถุดิบระหว่างกระบวนการผลิต การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการหรืออาจเป็นสิ่งที่ต้องการ โดยทั่วไปลักษณะสีที่ปรากฏจะเป็นดัชนีของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษา กล่าวคือลักษณะสีที่ปรากฏสามารถใช้เป็นเครื่องวิเคราะห์ในการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ของ ผลิตภัณฑ์หรือผลิตภัณฑ์เกิดการเน่าเสียได้เป็นอย่างดีระหว่างลักษณะต่างๆของอาหาร สีที่ปรากฏเป็นสิ่งที่มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางเพราะว่าลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะที่สำคัญยิ่งของผลิตภัณฑ์ ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนา เครื่องมือขึ้นมาเป็นใช้ในการวัดและควบคุมสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะประเทศที่มีการพัฒนาแล้ว การควบคุมสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์เป็นหน้าที่หลักอันหนึ่งของการควบคุมคุณภาพทั้งหมดของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 กลิ่นและรสชาติ

กลิ่นและรสชาติมาจากคำว่า Flavor เป็นการรวมคำสองคำไว้ด้วยกันคือคำว่ากลิ่น (Odor) และรสชาติ (Taste) ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญมากในผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็นการวิเคราะห์ว่าผลิตภัณฑ์อาหารนั้นๆได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคหรือถูกปฏิเสธจากผู้บริโภค

กลิ่น (Odor) การกระตุ้นของการรับรู้กลิ่นมีผลต่อพื้นที่เล็กๆของเซลล์ที่รับรู้ที่มีสีเหลืองน้ำตาล ซึ่งอยู่บริเวณเพดานของจมูกด้านใน บริเวณนี้ประกอบด้วยปลายเส้นประสาทจำนวนล้านๆของเส้นประสาทที่เรียกว่า Olfactory nerves ปลายเส้นประสาทแต่ละเส้นประกอบด้วยปุ่มเล็กๆจำนวนมากที่มีลักษณะ Cilialikehairs และประกอบด้วยส่วนรับรู้สุดท้ายของ Olfactory ส่วนขุมขนยื่นออกมาในขั้นของเมือก (Mucous layer) ซึ่งติดต่อกันเป็นแนวทั้งหมดของพื้นที่ผิวของจมูกด้านใน ส่วนของ Olfactory nerves จะส่งสัญญาณไปยังส่วนที่มีลักษณะเป็นกระเปาะเรียกว่า Olfactory bulb ที่บริเวณด้านหน้าและฐานของสมอง ที่ส่วนของกระเปาะเส้นใยจากจมูกสัมผัสกับประสาทอื่นๆซึ่งไปเชื่อมโยงกับส่วนต่างๆของสมอง

ในส่วนของสมองจะเชื่อมโยงกับสารประจุไฟฟ้าที่ละเอียดอ่อนเพื่อตรวจสอบวิถีทางของสัญญาณจากส่วนที่กระตุ้นการรับรู้กลิ่นในการประเมินทางด้านกลิ่นจำเป็นที่ต้องมีสารที่สามารถระเหยได้เพียงพอที่จะกระจายในอากาศใกล้บริเวณที่รับรู้ สารดังกล่าวอย่างน้อยต้องสามารถละลายได้บางส่วนในส่วนของเมือกที่ปกคลุมในส่วนของสิ่งที่รับรู้ของ Olfactory และสุดท้ายจำนวนที่น้อยที่สุดของอนุภาคที่มีกลิ่นจะสัมผัสกับส่วนรับรู้ในเวลาที่ยาวเหมาะสมช่วงหนึ่งเพื่อความแน่ใจต่อการสัมผัสกลิ่นของเซลประสาท จึงแนะนำว่าผู้ประเมินควรสูดเต็มที่อย่างรวดเร็วเพื่อรับกลิ่นมากที่สุดเข้าไปในจมูก การสูดกลิ่นอย่างสุภาพอาจส่งผลในการหักเหของไออากาศ (ที่มีกลิ่น) โดยขอบล่างของจมูก ถ้าการทดสอบอยู่ในสภาพที่เย็น ความสามารถในการดมกลิ่นอาจถูกขวางจากการพองตัวของแนวภายในของจมูกมนุษย์ส่วนมากสามารถรับรู้กลิ่นที่แตกต่างกันเป็นจำนวนมาก ผู้ชำนาญการทางกลิ่นสามารถจำแนกกลิ่นได้เป็นพันๆชนิด กลิ่นบางชนิดสามารถบดบังกลิ่นอื่นๆได้บางส่วนหรืออาจบดบังทั้งหมดได้สารประกอบบางอย่างในจำพวกกลิ่นเดียวกันไม่สามารถถูกตรวจสอบได้ หลังจากที่ผู้ที่ทดสอบได้ดมกลิ่นกลิ่นอื่นๆในกลุ่มเดียวกันมาก่อน ตัวอย่างที่สองที่ประกอบด้วยสารที่เหมือนกันจะไม่สามารถตรวจสอบได้ถ้าผู้ทดสอบดมกลิ่นตัวอย่างแรกนานเกินไป การทดสอบหลังจากสูญเสียความไวต่อกลิ่นหนึ่งในส่วนผสมหนึ่งอาจจะทำให้การทดสอบดีขึ้นต่อการประเมินกลิ่นอื่นๆในส่วนผสม ดังกล่าวการตอบสนองต่อกลิ่นจะถูกบันทึกทางไฟฟ้าอย่างรวดเร็ว และความไวในการรับรู้กลิ่นจะเกิดขึ้นได้อีกถ้าอากาศถูกปล่อยทิ้งไว้2-3 นาทีในระหว่างการประเมิน ถ้าการทดสอบมีความตั้งใจและเป็นที่สนใจของผู้ทดสอบ การทดสอบกลิ่นจำนวนมากกว่า 70 ชนิดสามารถถูกประเมินได้ภายในหนึ่งชั่วโมง (ไพโรจน์, 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.3 รสชาติ (Taste; Chemical sense)

รสชาติทั้ง 5 ของมนุษย์ มีรสหวาน รสเค็ม รสเปรี้ยว รสขม รสอูมามิ ซึ่งขณะนี้เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางว่าในการบริโภคอาหารของมนุษย์ (Yin *et al.*, 2017) สิ่งที่จะรับรู้รสชาติคือปุ่มรับรสชาติ (Taste buds) ซึ่งอยู่บริเวณของลิ้น อย่างไรก็ตามบริเวณที่ตอบสนองต่อรสชาติถูกพบว่าอยู่บริเวณเพดานปากในช่องที่ติดต่อจมูกปากและช่องคอ อยู่บริเวณต่อมทอนซิล ลิ้นไก่ และในเนื้อเยื่อของริมฝีปากและกระพุ้งแก้มปาก บริเวณใต้ลิ้นและในบริเวณเพดานของปาก อย่างไรก็ตามบริเวณที่มีการตอบสนองที่ดีที่สุดจะอยู่บนผิวด้านบนของลิ้นที่บริเวณปลายลิ้นด้านข้างของลิ้น และด้านหลังของลิ้น ส่วนบริเวณกลางของลิ้นจะไม่มีสิ่งรับรสชาติเลย สิ่งที่รับรสชาติหรือ Taste buds

รสชาติหลัก 5 ประเภท ได้แก่

1. ความเปรี้ยว (Sourness) เป็นรสชาติที่ง่ายที่สุด สิ่งที่กระตุ้นรสชาตินี้คือกรด โดยเฉพาะไฮโดรเจนอิออน โดยทั่วไปถ้ามีปริมาณไฮโดรเจนอิออนมาก ยิ่งทำให้สารละลายมีความเปรี้ยวมากขึ้น ด้วยอย่างไรก็ตามบัฟเฟอรในสารละลายที่มีความเปรี้ยว อาจเปลี่ยนความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนอย่างเหมาะสม และทำให้เกิดรสชาติเปรี้ยว

2. ความหวาน (Sweetness) สิ่งกระตุ้นรสชาติหวานอย่างง่ายๆคือน้ำตาล อย่างไรก็ตามสารประกอบมากมายที่มีสวนประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันจะมีรสชาติหวาน ตัวอย่างเช่น Lead salt, Saccharine, Cyclamates และ D-asparagine เป็นต้น

3. ความเค็ม (Saltiness) โซเดียมคลอไรด หรือเกลือแกง เป็นสารที่ให้รสชาติเค็มและคอนข้างสม่ำเสมอ เนื่องจากสารอนินทรียที่ละลายได้เกือบทั้งหมดมีรสชาติหลากหลายเช่น ขม ดาง หวาน และเค็มในสวนผสมที่แตกต่างกันความแรงของรสชาติของเกลือทางเคมีมีความแตกต่างกันขึ้นกับสวนของโครงสร้างโมเลกุล เช่นโดยทั่วไปลำดับที่ยอมรับของความแรงของอิออนบวกคือ NH_4 , K , Ca, Na, Li, และ Mg สวนลำดับสำหรับอิออนลบของโซเดียมคือ SO_4 , Cl , Br , I , HCO_3 , และ NO_3 ซึ่งอิออน Mg และ NO_3 เป็นอิออนที่ออนที่สุด

4. ความขม (Bitterness) สารประกอบที่แตกต่างกันทางเคมีหลายชนิดมีรสชาติขม บางชนิดมีความขมมาก เช่น Alkaloids จำพวก Caffeine, Nicotine, Quinine และ Brucine เป็นต้น

5. อูมามิ เป็นรสชาติที่มีลักษณะพิเศษ อูมามิเป็นตัวให้รสชาติและเป็นตัวกระตุ้นความอยากอาหาร อูมามิ เป็นรสชาติของกลูตาเมตอิสระ หนึ่งในกรดอะมิโนซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีนที่พบได้ในอาหารตามธรรมชาติ และ เครื่องปรุงรสต่างๆ รสชาติของกลูตาเมตอิสระนี้ว่า "อูมามิ" ซึ่งเป็นภาษาญี่ปุ่น ที่มาจากรากศัพท์ 2 คำนั้นคือคำว่า umaiที่แปลว่าอร่อย (delicious) และคำว่า miที่แปลว่าแก่นแท้ (essence) อูมามิเป็นคำที่มาจากภาษาญี่ปุ่นซึ่งแปลว่ารสอร่อย รสอูมามิเป็นหนึ่งใน 5 รสชาติพื้นฐาน (basic taste) นอกเหนือไปจากรสเปรี้ยวหวานเค็มขมที่ช่วยให้อาหารมีรสชาติโดยรวมดีขึ้น

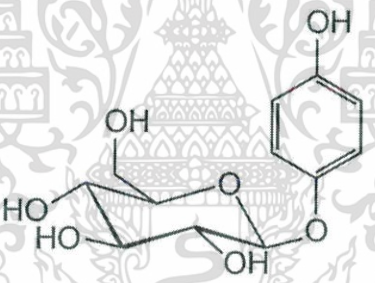
ผู้ค้นพบรสอูมามิเป็นคนแรกก็คือ ศ.คร. คิคุนาเอะ อิเคดะ นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นโดยพบว่าเห็ดหอม มะเขือเทศ หน่อไม้ฝรั่ง ชีส หรือแม้แต่เนื้อสัตว์ ต่างมีรสชาติหนึ่งที่เหมือนกันและเป็นรสชาติที่โดดเด่นแตกต่างจากรสชาติพื้นฐานทั่วไป ศ.คร. อิเคดะ จึงได้เริ่มศึกษาและวิจัยแหล่งที่มาของรสชาตินี้อย่างจริงจัง จนพบว่ารสชาติดังกล่าวนั้นก็มีอยู่ในซุปดั้งเดิมของญี่ปุ่นที่ปรุงจากสาหร่ายทะเล “คมบุ” ด้วยเช่นกัน จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1908 จึงพบว่า “กลูตาเมตอิสระ” ในสาหร่ายคมบุคือที่มาของรสชาติดังกล่าว และได้เรียกรสชาตินี้ว่า “รสอูมามิ” (Yin *et al.*, 2017)

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 สารประกอบฟีนอล

สารประกอบฟีนอลมีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ ส่วนใหญ่มักพบในพืช มีรายงานกล่าวถึงผลกระทบทางชีวภาพรวมถึงกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระเกิดขึ้นมากมาย อีกทั้งยังมีการศึกษาการพัฒนาของการวิเคราะห์ วิธีตรวจหา และวัดค่ากรดฟีนอลิกจากอาหารและเครื่องดื่มเพิ่มขึ้นในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา (Martin *et al.*, 2017) เนื่องจากผู้ผลิตและบริโภคมีความสนใจในคุณภาพมากขึ้นและผลกระทบต่อสุขภาพของเครื่องดื่ม เช่น ไวน์ สารประกอบฟีนอลจึงมีบทบาทสำคัญในด้านคุณภาพไวน์ที่เอื้อต่อรสชาติและคุณสมบัติสีโดยเฉพาะอย่างยิ่งในไวน์แดงโครงสร้างและหน้าที่ของสารประกอบฟีนอลเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการเจริญเติบโตทางสรีรวิทยา และเพื่อตอบสนองรูปแบบความเครียดด้านสิ่งแวดล้อม (Canuto *et al.*, 2017)

สารประกอบฟีนอล จัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้รับผลจากภายนอกและพบได้มากในธรรมชาติ ได้แก่ พืชผัก ผลไม้ ชาเขียว ชาดำ และไวน์แดง เป็นต้น ในปัจจุบันพบสารประกอบฟีนอลมากกว่า 8,000 ชนิดในธรรมชาติ ตั้งแต่โมเลกุลอย่างง่าย เช่นกรดฟีนอลิก ฟีนิลโปรพานอยด์ และฟลาโวนอยด์ ไปจนถึงโพลิเมอร์ที่ซับซ้อน เช่น ลิกนิน เมลานิน แทนนิน เป็นต้น แม้ว่าปริมาณสารกลุ่มฟีนอลในธรรมชาติจะมีปริมาณสารที่แตกต่างกัน แต่พบว่าปริมาณโดยเฉลี่ยที่คนได้รับต่อวันจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 20 มิลลิกรัม ถึง 1 กรัม (ปริยานุช, 2551)



รูปที่ 2.3 โครงสร้างกรดฟีนอลิกแบบ C6-C1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 การตรึงเซล์ด้วยแคลเซียมอัลจิเนต

อัลจิเนตเป็นสารโพลีเมอร์ที่ประกอบด้วย D-mannuronic acid และ L-guluronic acid สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล อัลจิเนตสามารถเกิดเป็นเจลได้เมื่ออยู่ในสารละลายที่มีอิออนของโลหะโพลีวาเลนท์ เช่น อะลูมิเนียมอิออนและแคลเซียมอิออน

การตรึงเซลล์ด้วยแคลเซียมอัลจิเนตสามารถทำได้โดยผสมซัสเพนชั่นของเซลล์ลงในสารละลายโซเดียมอัลจิเนต แล้วนำไปหยดลงในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ เกิดแคลเซียมอัลจิเนตขึ้นทันที หลังจากนั้นควรแช่เจลไว้ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์อย่างน้อย 20 นาที เพื่อให้เกิดเจลอย่างสมบูรณ์

ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเซลล์ที่ถูกตรึงด้วยอัลจิเนต ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุล และองค์ประกอบทางเคมี (อัตราส่วนระหว่างD-mannuronic acid และ L-guluronic acid) ของอัลจิเนต ความเข้มข้นของอัลจิเนต (ร้อยละ0.5-10) และแคลเซียมคลอไรด์ (ร้อยละ0.05-2) อุณหภูมิที่ใช้ (0-80 องศาเซลเซียส) ขนาดของเม็ดเจล (เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1-5 มิลลิเมตร) และปริมาณเซลล์ที่ใช้ (สูงสุดได้ถึง 30 กรัมต่อมิลลิลิตร)

การตรึงเซลล์ด้วยแคลเซียมอัลจิเนตมีข้อดีหลายประการคือ ทำได้ง่ายภายใต้สภาวะปกติ สะดวก รวดเร็ว ดังนั้นจึงนิยมตรึงเซลล์ที่มีชีวิต นอกจากนี้การตรึงเซลล์ด้วยอัลจิเนต ยังเป็นวิธีที่ปลอดภัย เนื่องจากอัลจิเนตได้รับการยอมรับให้ใช้เป็นวัตถุเจือปนในอาหารมานานแล้วเช่นเดียวกับคาร์ราจีแนน เซลล์ที่ถูกตรึงสามารถเพิ่มจำนวนภายใต้เม็ดเจล ทำให้ได้เป็นเวลานานและเจลที่ได้สามารถละลายในน้ำเกลือ (Normal saline) จึงสามารถศึกษาการเจริญของจุลินทรีย์ภายในเจลหลังการตรึงได้

ข้อเสียของเซลล์ที่ถูกตรึงด้วยแคลเซียมอัลจิเนต คือ เจลไม่แข็งแรงเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีตัวจับแคลเซียม(calcium-chelating agent) เช่น phosphate และ ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) ซึ่งสามารถดึงแคลเซียมอิออนออกจากเจลได้ หรือเมื่อมีแคทอิออนบางชนิด เช่น แมกนีเซียมอิออน หรือ โพแทสเซียมอิออน ซึ่งสามารถเข้าไปแทนที่ แคลเซียมอิออนได้ทำให้เจลไม่คงตัว เกิดการละลายและเซลล์รั่วออกมาได้นอกจากนี้เซลล์ยังอาจรั่วออกมาจากเจลได้ในกรณีที่เซลล์มีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนเกิดขึ้นภายในเจล และในกรณีที่ใช้เซลล์ที่ถูกตรึงในถังหมักที่มีเครื่องกวน (ศศิธร และเบญจมาภรณ์, 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง

- *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5013
- *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5019

3.1.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

- อ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50
- มะม่วงหาวมะนาวโห่

3.1.3 อุปกรณ์

- หม้อนึ่งความดันไอ (autoclave)
- เครื่องบ่มเขย่า (shaker)
- เครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง (spectrophotometer)
- ตู้ถ่ายเชื้อ (larminar air flow)
- เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง และ 3 ตำแหน่ง
- เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (pH meter)
- กล้องจุลทรรศน์
- ไมโครปิเปต (micropipette)
- คิวเวท
- ebuliometer
- ขวดสีชาขนาด 1000 มิลลิลิตร
- Hand refractometer 0-32 เปอร์เซ็นต์
- อุปกรณ์เครื่องแก้วต่างๆ
- ปิเปตแก้ว

3.1.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ

- อาหาร YM (ภาคผนวก ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 สารเคมี

- สารโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟต์
- สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล
- สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณกรดฟีนอลิก

3.2 วิธีการวิจัย

3.2.1 ปัจจัยในการวิจัย

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงปัยจัยต่างๆในการทดลอง

treatment	สายพันธุ์ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*	ลักษณะเซลล์ยีสต์	ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจน (ร้อยละ)
A	TISTR 5013	Free cell	0.03
B	TISTR 5013	Free cell	0.06
C	TISTR 5013	Free cell	0.09
D	TISTR 5013	Immobilized cell	0.03
E	TISTR 5013	Immobilized cell	0.06
F	TISTR 5013	Immobilized cell	0.09
G	TISTR 5019	Free cell	0.03
H	TISTR 5019	Free cell	0.06
I	TISTR 5019	Free cell	0.09
J	TISTR 5019	Immobilized cell	0.03
K	TISTR 5019	Immobilized cell	0.06
L	TISTR 5019	Immobilized cell	0.09

3.2.2 วิธีการทดลอง

3.2.2.1 การเตรียมหัวเชื้อ (หัวเชื้อเริ่มต้น 1×10^{7} เซลล์ต่อลิตร)

3.2.2.1.1 นำอ้อยมาหีบด้วยเครื่องหีบ น้ำอ้อยสดมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ 18 องศาบริกซ์ นำน้ำอ้อยผสมกับมะม่วงหาวมะนาวโห่ อัตราส่วน 3:2 ปริมาตรสุดท้าย 100 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้ได้ 3 เติมไดแอมโมเนียมฟอสเฟสความเข้มข้นร้อยละ 0.05 เทใส่ขวดแก้วขนาด 325 มิลลิลิตร ปิดด้วยจุดสำลี นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งให้เย็น หลังจากนั้นใส่เชื้อยีสต์ที่ได้จากอาหารเหลว YM ปริมาตรร้อยละ 100 ของน้ำอ้อยผสมมะม่วงหาวมะนาวโห่ บ่มในสภาวะเขย่าที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 หัวเชื้อเริ่มต้น ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.2.2.2 การตรึงเซลล์ยีสต์

3.2.2.2.1 ปิเปตหัวเชื้อยีสต์อายุ 24 ชั่วโมงจากข้อ 3.2.2.1.1 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ลงในสารละลายโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ที่ปลอดเชื้อปริมาตร 200 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

3.2.2.2.2 ดูดสารผสมของยีสต์กับโซเดียมอัลจิเนตด้วยกระบอกฉีดยาที่ปลอดเชื้อ ครั้งละปริมาตร 5 มิลลิลิตร หยดลงในขวดแก้วปลอดเชื้อที่บรรจุสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 2 ปริมาตร 800 มิลลิลิตร ทีละหยด ได้เซลล์ยีสต์ตรึงรูปในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ทิ้งไว้ประมาณ 4 ชั่วโมง ในตู้ถ่ายเชื้อ

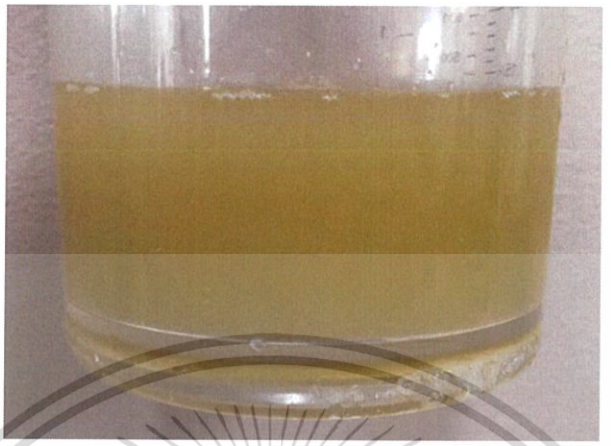
3.2.2.2.3 ดึงจุกสำลีออกจากขวดแก้ว กรองยีสต์ตรึงรูปที่อยู่รูปเม็ดเจลด้วยผ้าขาวบางปลอดเชื้อ เทส่วนสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ทิ้ง ให้เหลือแต่ยีสต์ตรึงรูปไว้ในขวดเดิม

รูปที่ 3.2 การหยดยีสต์ผสมกับโซเดียมอัลจิเนต ปริมาตร ครั้งละ 5 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.3 การเตรียมน้ำผลไม้

3.2.2.3.1 นำลำต้นมาหีบด้วยเครื่องหีบ น้ำอ้อยสดมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ 18 องศาบริกซ์



รูปที่ 3.3 น้ำอ้อยสด

3.2.2.3.2 นำมะม่วงหาวมะนาวโห่ 1 กิโลกรัม มาล้างน้ำสะอาดพักให้สะเด็ดน้ำ เติมน้ำ 1500 มิลลิลิตร ที่ใช้น้ำเนื่องจากผลไม้มีน้ำน้อยจึงใช้การสกัดด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เพื่อให้ผลของมะม่วงหาวมะนาวโห่อ่อนนุ่ม สามารถที่จะสกัดรสกลิ่นสีออกมาได้เมื่อต้มเสร็จจะได้น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีสีชมพูรสชาติอมเปรี้ยว กรด-ด่างประมาณ 3-4

รูปที่ 3.4 น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.4 การหมักไวน์และการใส่หัวเชื้อ

3.2.2.4.1 ผสมน้ำอ้อยจากข้อ 3.2.3.1 ปริมาณ 600 มิลลิลิตร และน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่จากข้อ 3.2.3.2 ปริมาณ 400 มิลลิลิตร ใส่ในหม้อต้ม

3.2.2.4.2 นำหม้อต้มไปตั้งไฟ ปรับความหวานเป็น 22 องศาบริกซ์ ด้วยน้ำตาลทราย ต้มให้เดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เพื่อฆ่าเชื้อและเติมไดแอมโมเนียมฟอสเฟตความเข้มข้นร้อยละ 0.03 , 0.06 และ 0.09 ตามลำดับ

3.2.2.4.3 ยกลงจากเตา และเทน้ำอ้อยที่ผสมน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ลงขวดที่ลวกด้วยน้ำร้อน

3.2.2.4.4 ตั้งพักไว้ให้อยู่ในอุณหภูมิห้อง

3.2.2.4.5 เติมหัวเชื้อยีสต์ที่เตรียมไว้ในข้อที่ 3.2.2.1ปริมาตรร้อยละ 10 ของน้ำอ้อยผสมกับน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่และ ข้อ 1.2 ปริมาณ 300 มิลลิลิตรของเซลล์ยีสต์ที่ถูกตรึงเซลล์ ลงในขวดที่มีน้ำอ้อยผสมกับน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

3.2.2.4.6 เขย่าให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อหมักเป็นเวลา 14 วัน

3.2.2.4.7 เก็บตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์เมื่อครบกำหนด 7 วัน

3.2.2.4.8 หมักต่อจนครบ 14 วัน เก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์และหยุดเชื้อโดยการถ่ายตะกอนหรือกากทิ้ง

3.2.2.4.9 นำไวน์ที่เหลือไปฆ่าเชื้อด้วยวิธีการพาสเจอร์ไรส์ เป็นเวลา 15 วินาที อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส

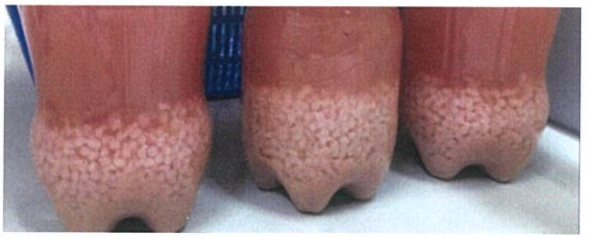
3.2.2.4.10 เติมแคลเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ในไวน์ที่ทำการพาสเจอร์ไรส์แล้ว

3.2.2.4.11 นำไปบรรจุขวดและบ่มเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส

3.2.2.4.12 นำไวน์ที่บ่มไว้มาทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี Hedonic test

รูปที่ 3.5 ไวน์ในรูปแบบเซลล์ตรึงรูปและเซลล์อิสระ ก่อนนำไปบ่มเป็นเวลา 2 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ไวน์ในรูปแบบเซลล์ตรึงรูป

3.2.3 วิธีการทางการวิเคราะห์

3.2.3.1 วัดความเป็นกรด-ด่างด้วย pH meter

3.2.3.2. วัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ด้วย Hand refractometer

3.2.3.3.การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลด้วยวิธี ฟีนอล-ซัลฟูริก (Dubois *et al.*, 1956)

<u>อุปกรณ์</u>

- กระบอกวัดปริมาตร
- เครื่องแก้ว
- ปิเปตและจุกยาง
- ตู้ดูดควัน
- เครื่องวัดการดูดกลืนแสง

<u>สารเคมี</u>

- สารละลายกรดซัลฟูริกความเข้มข้นร้อยละ 98
- สารละลายฟีนอลความเข้มข้นร้อยละ 5
- น้ำกลั่น
- สารละลายกลูโคสความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

<u>วิธีการวิเคราะห์</u>

การสร้างกราฟมาตรฐานสารละลายกลูโคสและการวิเคราะห์ปริมาณกลูโคส

3.2.3.3.1 เตรียมสารละลายกลูโคสความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร โดยปิเปตต์ สารละลายกลูโคสความเข้มข้น 200 กรัมต่อลิตร ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 100 มิลลิลิตร

3.2.3.3.2 เจือจางสารละลายกลูโคสจากข้อ 3.2.3.3.1 ให้มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0-100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร โดยคำนวณตามสูตร

$$C_1V_1=C_2V_2$$

ปริมาตรน้ำที่เติม V_2- V_1

ได้อัตราส่วนสารละลายกลูโคสต่อน้ำกลั่น ดังตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 อัตราการเจือจางสารละลายกลูโคสเข้มข้นเพื่อเตรียมสารละลายกลูโคสมาตรฐาน

หลอดที่	ปริมาตรสารละลายกลูโคสเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร	ปริมาตรน้ำกลั่น (มิลลิลิตร)	ความเข้มข้นของสารละลายกลูโคสมาตรฐาน (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	ปริมาตรสารละลายมาตรฐานที่ได้ (มิลลิลิตร)
1	0	4	0	4
2	0.2	3.8	10	4
3	0.4	3.6	20	4
4	0.6	3.4	30	4
5	0.8	3.2	40	4
6	1.0	3.0	50	4
7	1.2	2.8	60	4
8	1.4	2.6	70	4
9	1.6	2.4	80	4
10	1.8	2.2	90	4
11	2.0	2.0	100	4

3.2.3.3.3 ปิเปตสารละลายกลูโคสมาตรฐานจากข้อ 3.2.3.3.2 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และปิเปตสารละลายฟีนอลความเข้มข้นร้อยละ 5 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง

3.2.3.3.4 เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงไปอย่างรวดเร็ว ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที ในตู้ดูดควัน

3.2.3.3.5 นำสารละลายที่ได้มาเขย่าแล้วบ่มด้วยอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-20 นาที

3.2.3.3.6 นำสารละลายจากข้อ 3.2.3.3.5 วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร บันทึกผล นำไปสร้างกราฟมาตรฐานระหว่างเข้มข้นของกลูโคส (แกน x) และค่าการดูดกลืนแสง (แกน y)

3.2.3.3.7 วิเคราะห์ปริมาณกลูโคสในตัวอย่าง โดยนำตัวอย่างไวน์ มาทำการเจือจาง
1,000 เท่า แล้วปิเปตมา 1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลอง

3.2.3.3.8 เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงไปอย่างรวดเร็ว ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที ในตู้ดูดควัน

3.2.3.3.9 นำสารละลายที่ได้มาเขย่าแล้วบ่มด้วยอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-20 นาที

3.2.3.3.10 นำสารละลายจากข้อ3.2.3.3.9 วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยความยาวคลื่น 490 นาโนเมตรนำค่าการดูดกลืนแสงไปอ่านค่าความเข้มข้นของกลูโคสในตัวอย่างไวน์ โดยใช้กราฟมาตรฐาน แล้วบันทึกค่าความเข้มข้น (S_1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณค่าความเข้มข้นของกลูโคสที่แท้จริง (S_1) จากสมการ

$$S_{(กรัมต่อลิตร)} = \frac{S_1 D}{1,000}$$

เมื่อ S = ความเข้มข้นกลูโคสที่เทียบจากการดูดกลืนแสงในกราฟมาตรฐาน
D = ค่าการเจือจาง

3.2.3.4 วิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ด้วย ebulliometer

รูปที่ 3.7 ebulliometer วัดปริมาณแอลกอฮอล์

3.2.3.5 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมวิเคราะห์โดยใช้ Folin-Ciocalteu method (Chidambara *et al*., 2002)

สารเคมี

- สารละลาย gallic acid
- Folin-Ciocalteu reagent
- โซเดียมคาร์บอเนต

วิธีการวิเคราะห์

3.2.3.5.1 สร้างกราฟมาตรฐานของสารละลาย gallic acid โดยปิเปตสารละลาย gallic acid ที่มีความเข้มข้นต่างๆ ปริมาตร 0.4 มิลลิลิตร เติมในหลอดทดลอง ร้อยละ10 Folin-Ciocalteu reagent ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งพักไว้ 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.5.2 เติม โซเดียมคาร์บอเนต ร้อยละ 7.5 ปริมาตร 1.6 มิลลิลิตรพักไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที

3.2.3.5.3 นำสารที่ได้ มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer รุ่น 2800A UV/VIS

3.2.3.5.4 สร้างกราฟมาตรฐานการดูดกลืนแสงของสารละลายกรดแกลลิคที่รู้ความเข้มข้นแล้วมาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในตัวอย่างสารสกัด โดยนำตัวอย่างสารสกัด ปริมาตร 0.4 มิลลิลิตร ทำการทดลองเช่นเดียวกับการสารละลายกรดแกลลิค มาตรฐาน ทำการทดสอบตัวอย่างละ 3 ซ้ำ คำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเฉลี่ย ในรูปมิลลิกรัมของ gallic acid equivalents (GAE) ต่อสารสกัด 1 ลิตร

3.2.3.6 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic test (นพา, 2556)

3.2.3.6.1 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยให้คะแนนแบบ Hedonic Scale. 9 ระดับ

3.2.3.6.2 วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไวน์อ้อยผสมมะม่วงหาวมะนาวโห่โดยใช้ค่าเฉลี่ย (x) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แปลผลค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์คะแนนดังนี้

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

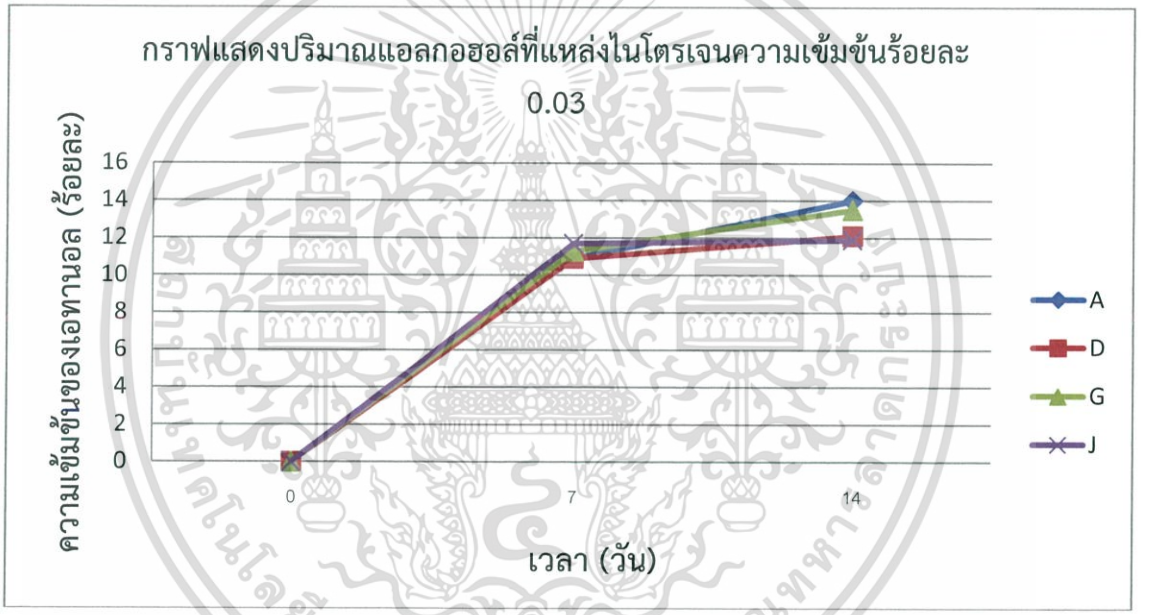
3.2.3.6.3 เปรียบเทียบคะแนนความพึงพอใจของผู้ชิมที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไวน์โดยการวิเคราะห์หาความแปรปรวนและทดสอบความแตกต่างโดยใช้ LSD'S testกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 การเปรียบเทียบปริมาณแอลกอฮอล์ที่แหล่งไนโตรเจนที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน

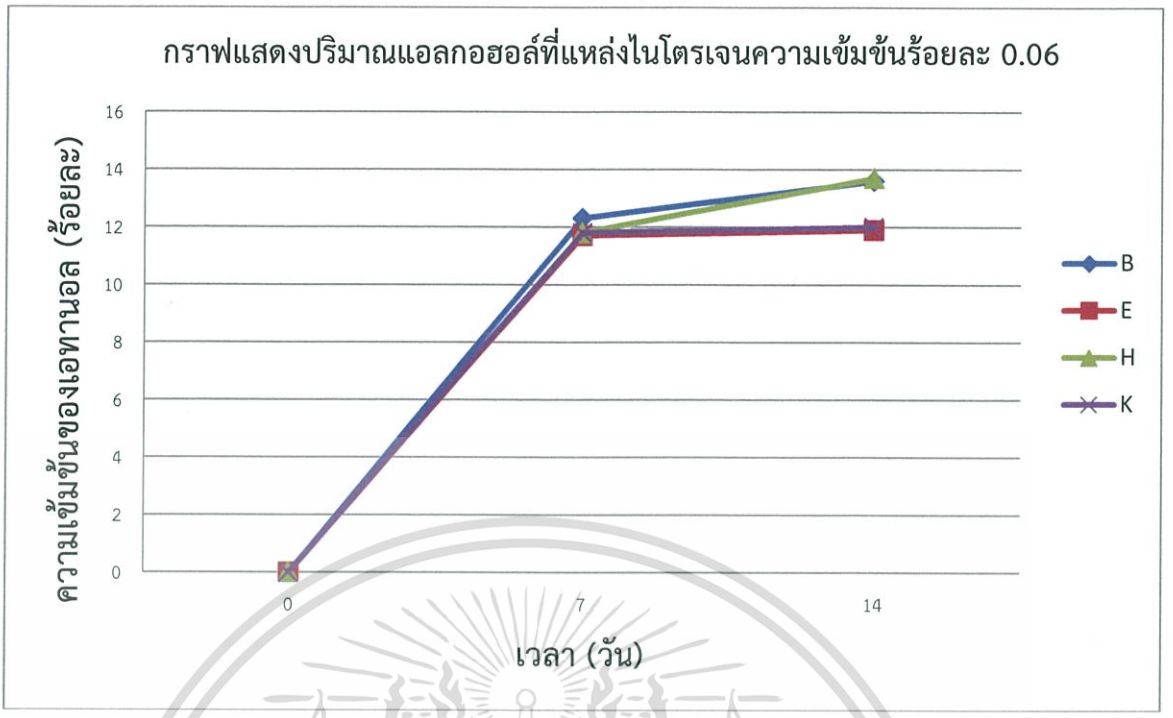
หลังจากนำเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* มา 2 สายพันธุ์ ได้แก่ TISTR 5013 และ TISTR 5019 ที่อยู่ในลักษณะเซลล์อิสระ และเซลล์ตรึงรูป นำมาหมักในน้ำอ้อยผสมน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ในอัตราส่วน 3:2 ตามลำดับโดยให้แหล่งไนโตรเจน ซึ่งก็คือไดแอมโมเนียมฟอตเฟตมีปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.03 , 0.06 และ 0.09 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการผลิตแอลกอฮอล์ โดยหมักและบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 14 วัน โดยใส่หัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร จนให้หัวเชื้อเริ่มต้นในขวดหมัก เท่ากับ 1×10^{6} โคโลนีต่อมิลลิลิตร และทำการตรวจสอบผลของปริมาณแอลกอฮอล์ โดยใช้ Ebuliometer พบว่ามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงปริมาณแอลกอฮอล์ที่แหล่งไนโตรเจนความเข้มข้นร้อยละ 0.03
◆ A = *S. cerevisiae* TISTR 5013 เซลล์อิสระ, ■ D = *S. cerevisiae* TISTR 5013 ตรึงเซลล์,
▲ G = *S. cerevisiae* TISTR 5019 เซลล์อิสระ, × J = *S. cerevisiae* TISTR 5019 ตรึงเซลล์

รูปที่ 4.1 พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในช่วง 7 วันแรกของการหมัก โดยหลังจากการหมัก 7 วัน พบว่ากราฟมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนถึงวันที่ 14 *S. cerevisiae* TISTR 5013 เซลล์อิสระ จะมีค่าแอลกอฮอล์สูงที่สุดคือ ร้อยละ 14 ในขณะที่ *S. cerevisiae* TISTR 5019 เซลล์ตรึงรูปมีค่าแอลกอฮอล์ต่ำสุดร้อยละ 11.9 ส่วน *S. cerevisiae* TISTR 5013 ตรึงเซลล์มีค่าแอลกอฮอล์ร้อยละ 12.1 และ *S. cerevisiae* TISTR 5019 เซลล์อิสระ มีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 13.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

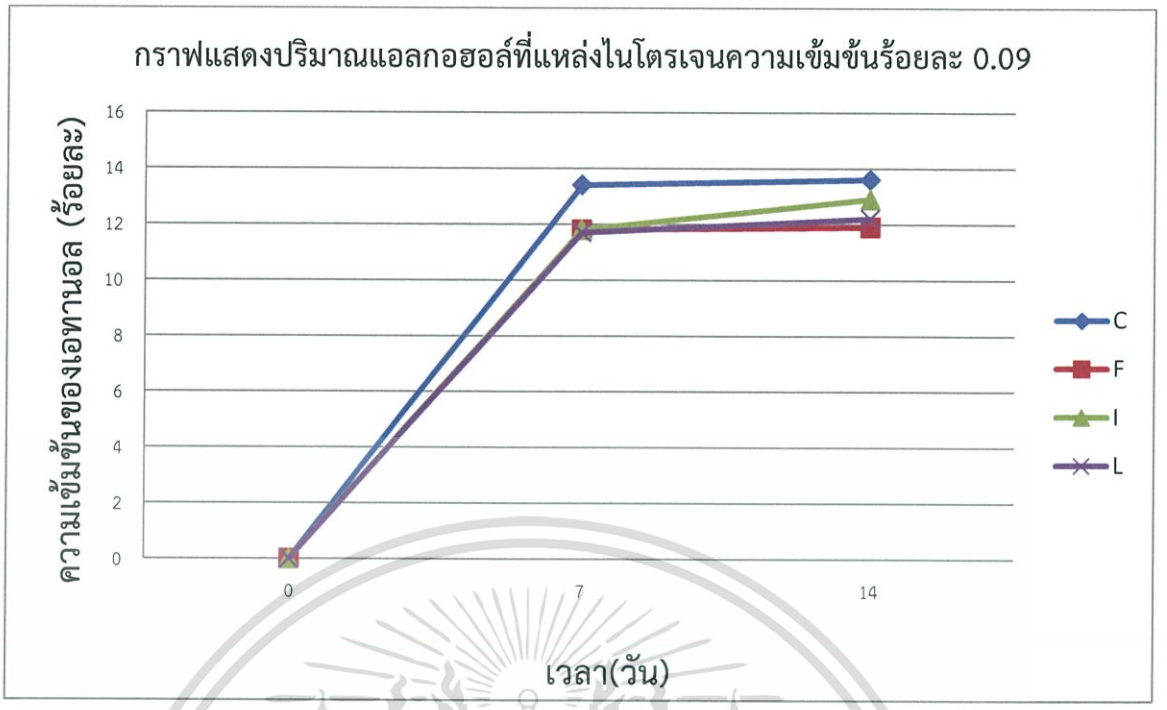


รูปที่ 4.2 กราฟแสดงปริมาณแอลกอฮอล์ที่แหล่งไนโตรเจนความเข้มข้นร้อยละ 0.06

◆ B = *S. cerevisiae* TISTR 5013 เซลล์อิสระ , ■ E = *S. cerevisiae* TISTR 5013 ตรึงเซลล์,
▲ H = *S. cerevisiae* TISTR 5019 เซลล์อิสระ, × K = *S. cerevisiae* TISTR 5019 ตรึงเซลล์

จากรูปที่ 4.2 พบว่า ในช่วง 7 วันแรกของการหมัก ตัวอย่างทั้งหมดปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และในวันที่14 *S. cerevisiae*TISTR 5019 แบบเซลล์อิสระ มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงที่สุดคือร้อยละ 13.7 รองลงมาคือ *S. cerevisiae* TISTR 5013 เซลล์อิสระ มีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 13.6 ส่วน *S. cerevisiae* TISTR 5019 ตรึงเซลล์ และ *S. cerevisiae* TISTR 5013 ตรึงเซลล์ มีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 12 และ 11.9 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงปริมาณแอลกอฮอล์ที่แหล่งไนโตรเจนความเข้มข้นร้อยละ 0.09

◆ C = *S. cerevisiae* TISTR 5013 เซลล์อิสระ , ■ F = *S. cerevisiae* TISTR 5013 ตรึงเซลล์,
▲ I = *S. cerevisiae* TISTR 5019 เซลล์อิสระ, × L = *S. cerevisiae* TISTR 5019 ตรึงเซลล์

จากรูปที่ 4.3 พบว่าในช่วง 7 วันแรกของการหมัก ทุกตัวอย่างปริมาณแอลกอฮอล์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งในวันที่ 14 ของการหมัก *S. cerevisiae* TISTR 5013 เซลล์อิสระมีปริมาณแอลกอฮอล์ที่สูงที่สุด คือ ร้อยละ 13.6 รองลงมาคือ *S. cerevisiae* TISTR 5019 เซลล์อิสระ มีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 12.9 ส่วน *S. cerevisiae* TISTR 5019 ตรึงเซลล์ และ *S. cerevisiae* TISTR 5013 ตรึงเซลล์ มีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 12.2 และ 11.9 ตามลำดับ

จากผลการทดลองข้างต้นทั้งหมด พบว่า *S. cerevisiae* TISTR 5013 เซลล์อิสระ ที่แหล่งไนโตรเจนความเข้มข้นร้อยละ 0.03 ได้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงที่สุดร้อยละ 14 รองลงมาคือ *S. cerevisiae* TISTR 5013 เซลล์อิสระที่แหล่งไนโตรเจนความเข้มข้นร้อยละ 0.06 และ *S. cerevisiae* TISTR 5013 เซลล์อิสระที่แหล่งไนโตรเจนความเข้มข้น ร้อยละ 0.09 ได้ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 13.6 และต่ำที่สุดคือ *S. cerevisiae* TISTR 5013 ตรึงเซลล์ที่แหล่งไนโตรเจนความเข้มข้นร้อยละ 0.06 , *S. cerevisiae* TISTR 5013 ตรึงเซลล์ ที่แหล่งไนโตรเจนความเข้มข้นร้อยละ 0.09 และ *S. cerevisiae* TISTR 5019 ตรึงเซลล์ที่แหล่งไนโตรเจนความเข้มข้นร้อยละ 0.03 ได้ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 11.9

ในระหว่างการหมักแบบไม่ต่อเนื่องของเซลล์อิสระ กระบวนการหมักมีการผลิตเอทานอลออกมารวมกับเซลล์อิสระ กลูโคส และสิ่งเจือปนอื่น ๆ ซึ่งยากที่จะแยกสารประกอบเอทานอล เซลล์ตรึงรูป มีข้อดีมากกว่าเซลล์อิสระในการทนต่ออุณหภูมิ และความเป็นกรด-ด่างเอทานอลมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายใน 36 ชั่วโมงแรกและลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เซลล์ยีสต์มีการสะสมที่ค่อนข้างสูงหลังจากถูกตรึงไว้ในเม็ดแคลเซียมอัลจิเนตและการตรึงรูปไม่ได้ทำให้เกิดความเสียหายกับการทำงานของเซลล์ (Xing *et al.*, 2016)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

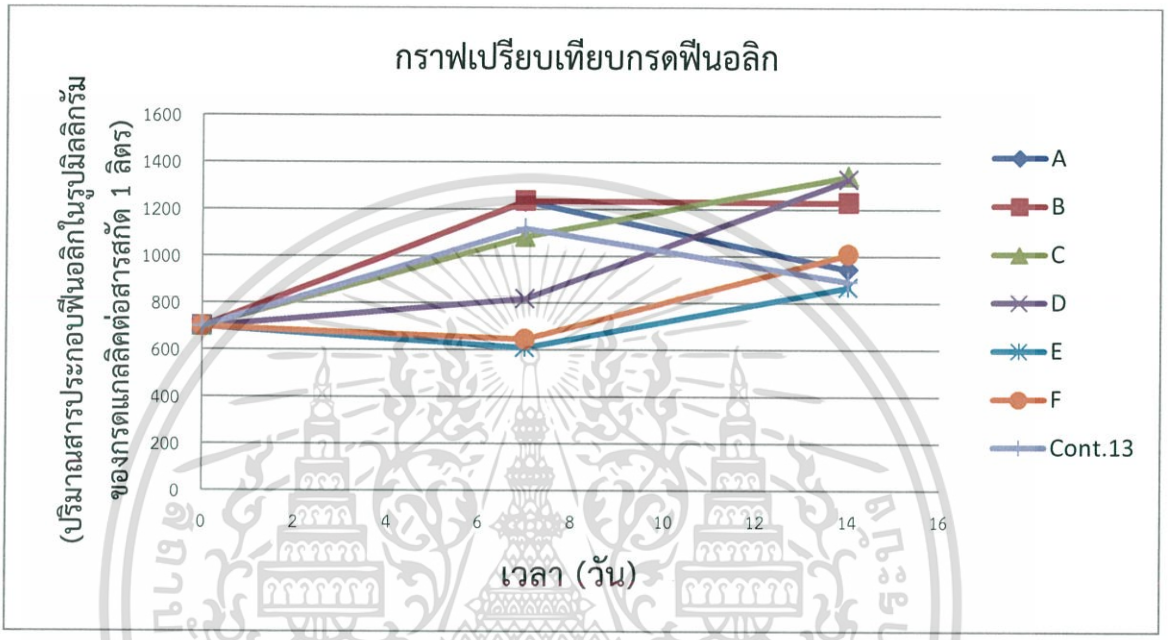
อย่างไรก็ตามเจลมีความเสถียรทางกลไกอย่างจำกัด ซึ่งสามารถเกิดความเสียหายได้ง่ายจากการเติบโตของเซลล์จุลินทรีย์และการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งการเกิดฟอสเฟตทำให้เกิดการลดลงของเจลแคลเซียมอัลจิเนตการสนับสนุนที่ใช้ในการตรึงจะต้องเอื้อต่อการมีชีวิตของเซลล์และมีการซึมผ่านที่เหมาะสมสำหรับการแพร่กระจายของออกซิเจน สารอาหารที่จำเป็น การเผาผลาญของเสีย (Mohd *et al*., 2017)

ดังนั้นจากการศึกษางานวิจัยข้างต้นจึงพบว่า เมื่อทำการหมักเจลแคลเซียมอัลจิเนตจะเก็บสะสมเชื้อไว้ภายในเม็ดเจลเชื้อภายในเม็ดเจลเจริญเติบโตในที่จำกัดและผลิตสารออกมามาก หนึ่งในนั้นก็คือฟอสเฟตซึ่งฟอสเฟตทำลายเม็ดเจลแคลเซียมอัลจิเนตซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการตรึงรูปของเซลล์ ผลกระทบที่เกิดขึ้นทำให้ไม่เอื้อต่อการมีชีวิตของเซลล์และออกซิเจนซึมผ่านไม่เหมาะสมจึงไม่เกิดการแพร่กระจายของออกซิเจนและสารอาหาร ทำให้อัตราการมีชีวิตรอดของเซลล์ลดลง ทำให้ประสิทธิภาพการหมักลดลงภายหลังจากการหมัก 36 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การเปรียบเทียบปริมาณของกรดฟีนอลลิก

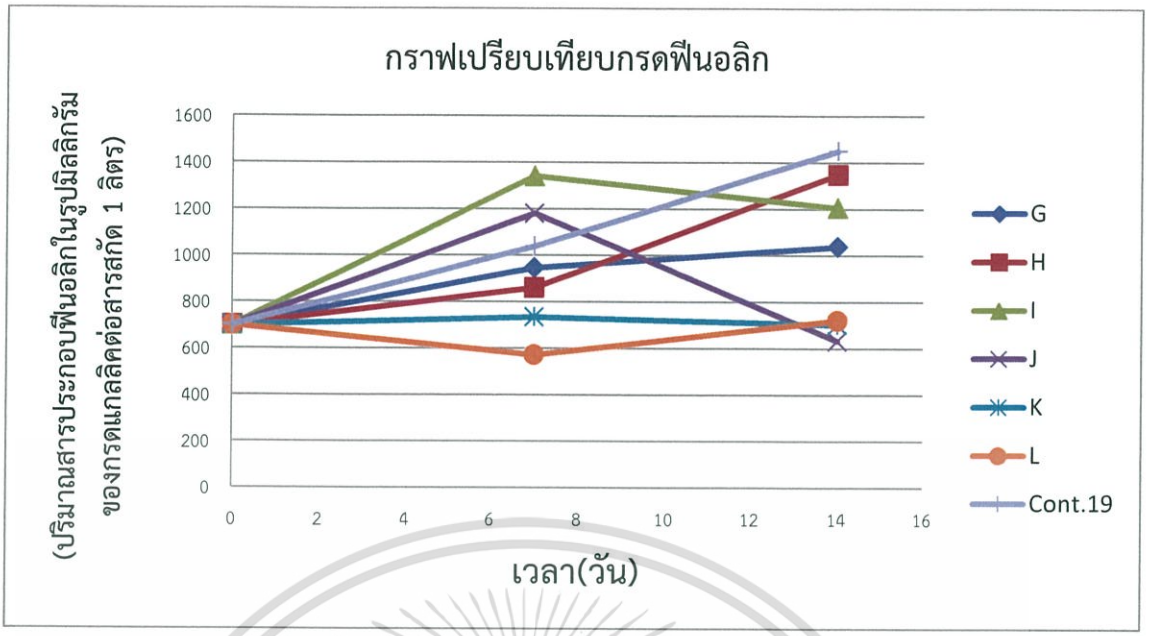
การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดฟีนอลลิกของไวน์อ้อยผสมมะม่วงหาวมะนาวโห่โดยใช้เชื้อ 2 สายพันธุ์คือ *S. cerevisiae* TISTR 5013 และ *S. cerevisiae* TISTR 5019 ในรูปแบบเซลล์อิสระและเซลล์ตรึงรูป โดยใช้ เครื่อง Spectrophotometer รุ่น 2800A UV/VIS ที่ค่าการดูดกลืนแสง 765
นาโนเมตรพบว่า



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบกรดฟีนอลิกของเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5013

◆ A = *S. cerevisiae* TISTR 5013 เซลล์อิสระ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.03,
■ B = *S. cerevisiae* TISTR 5013 เซลล์อิสระ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.06,
▲ C = *S. cerevisiae* TISTR 5013 เซลล์อิสระ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.09,
× D = *S. cerevisiae* TISTR 5013 ตรึงเซลล์ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.03,
* E = *S. cerevisiae* TISTR 5013 ตรึงเซลล์ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.06,
● F = *S. cerevisiae* TISTR 5013 ตรึงเซลล์ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.09,
Cont.13 = control *S. cerevisiae* TISTR 5013 เซลล์อิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5กราฟแสดงการเปรียบเทียบกรดฟีนอลิกของเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5019

◆ G =*S. cerevisiae* TISTR 5019 เซลล์อิสระ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.03,

■ H = *S. cerevisiae* TISTR 5019 เซลล์อิสระ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.06,

▲ I = *S. cerevisiae* TISTR 5019 เซลล์อิสระ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.09,

× J = *S. cerevisiae* TISTR 5019 ตรึงเซลล์ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.03,

* K = *S. cerevisiae* TISTR 5019 ตรึงเซลล์ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.06,

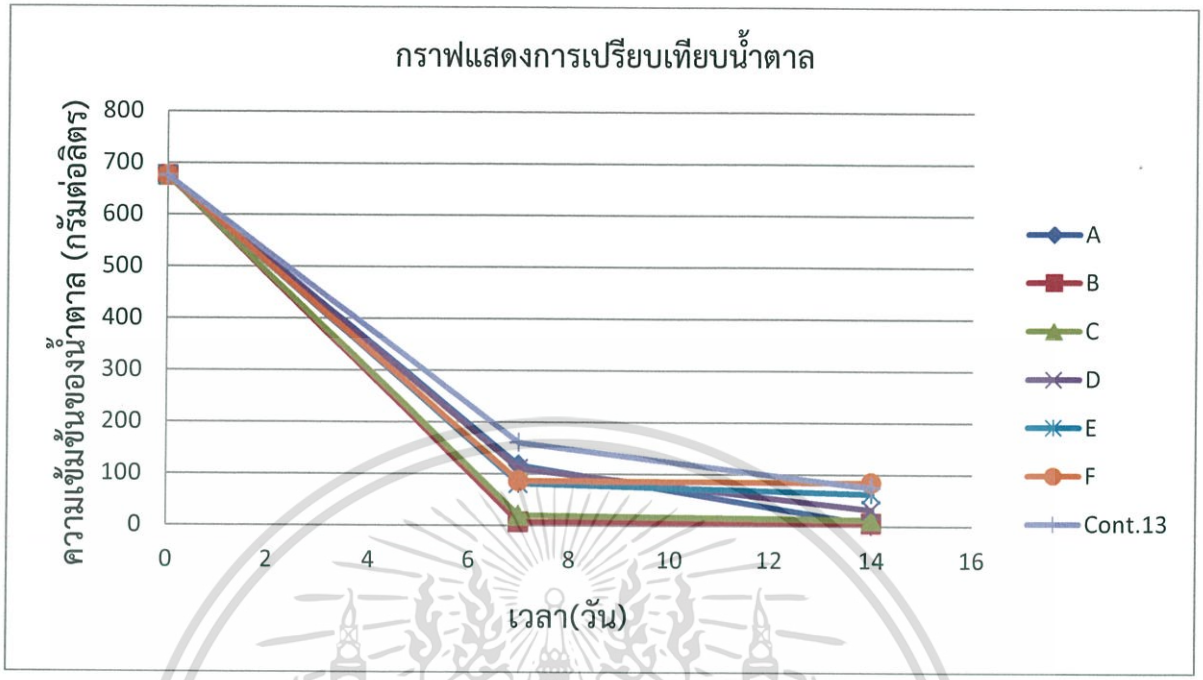
● L = *S. cerevisiae* TISTR 5019 ตรึงเซลล์ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.09

ı cont.19 = control *S. cerevisiae* TISTR 5019 เซลล์อิสระ

สารประกอบฟีนอล เป็นสารที่พบตามธรรมชาติในพืชหลายชนิด เช่น ผัก ผลไม้ เครื่องเทศ สมุนไพร ถั่วเมล็ดแห้ง เมล็ดธัญพืช ซึ่งถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในการเจริญเติบโต สารประกอบฟีนอล มีโภชนเภสัช ซึ่งสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพคือ มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) สามารถละลายได้ในน้ำจากรูปที่ 4.4 และ 4.5 พบว่าสารประกอบฟีนอลิกในวันแรกมีค่า 699.70 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อผ่านการหมัก 7 วัน ปริมาณของกรดฟีนอลิคที่ไม่คงที่ กราฟมีปริมาณของกรดฟีนอลิกเพิ่มขึ้นและลดลงในแต่ละตัวอย่าง เนื่องจากในกระบวนการหมักโดยยีสต์ปล่อยความร้อนออกมา โดยมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 36 - 38 องศาเซลเซียส ส่งผลให้สารต้านอนุมูลอิสระถูกทำลายลงไปบางส่วน (เอื้องพลอยและสุทัศน์, 2553) นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลิกยังสามารถเปลี่ยน และบางส่วนลดลงระหว่างกระบวนการหมักระหว่างการสลายตัวของวัตถุดิบ (Xiao *et al.*, 2015) จนกระทั่งในวันที่ 14 ของการหมักพบว่าในทุกๆตัวอย่างมีปริมาณกรดฟีนอลิกสูงกว่าวันที่ 0 เนื่องจากระยะเวลามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของกรดฟีนอลิกเพราะมีการปล่อยสารพวกแอนโทไซยานิน-แทนนิน หรือ ผลิตภัณฑ์แอนโทไซยานิน ซึ่งสามารถที่จะกลับมารวมตัวเป็นแอนโทไซยานินซึ่งเป็นสารประกอบ ฟีนอลิกประเภทหนึ่ง (Torchio *et al.*, 2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาล

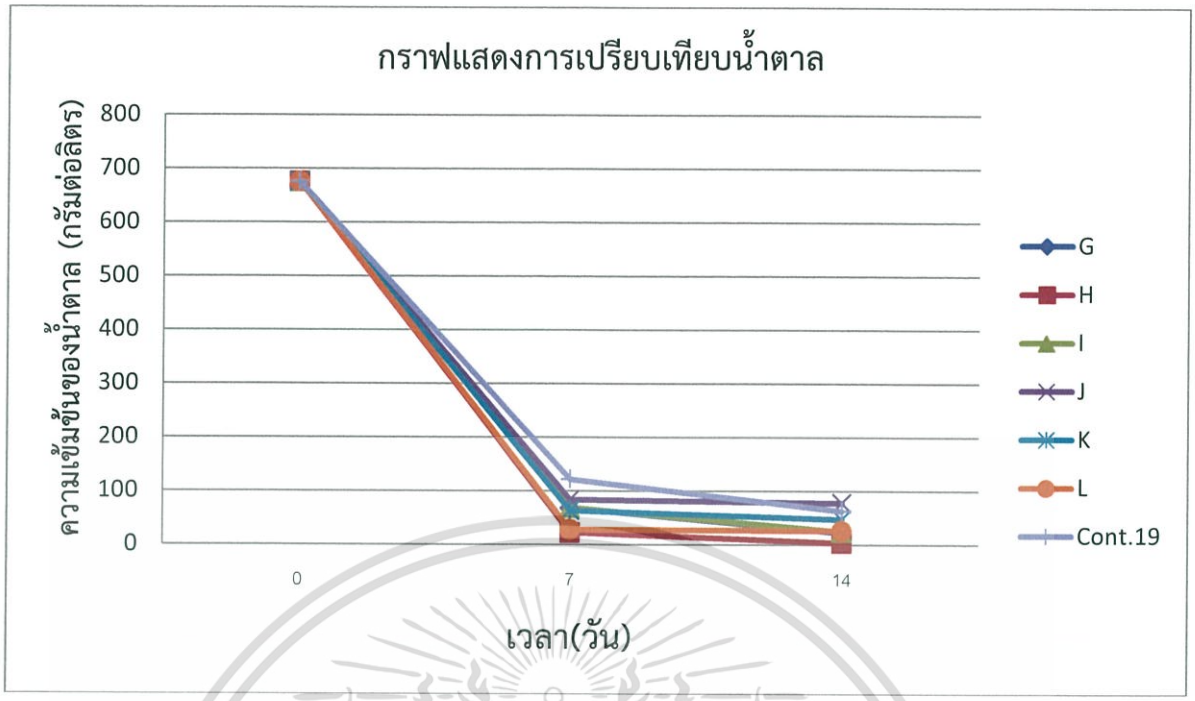


รูปที่ 4.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลของเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5013

◆ A = *S. cerevisiae* TISTR 5013 เซลล์อิสระ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.03,
■ B = *S. cerevisiae* TISTR 5013 เซลล์อิสระ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.06,
▲ C = *S. cerevisiae* TISTR 5013 เซลล์อิสระ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.09,
× D= *S. cerevisiae* TISTR 5013 ตรึงเซลล์ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.03,
* E = *S. cerevisiae* TISTR 5013 ตรึงเซลล์ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.06,
● F = *S. cerevisiae* TISTR 5013 ตรึงเซลล์ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.09,
| Cont.13 = Control *S. cerevisiae* TISTR 5013 เซลล์อิสระ

จากรูปที่ 4.6 ในวันที่ 14 พบว่าในตัวอย่าง *S. cerevisiae* TISTR 5013 ตรึงเซลล์ที่ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.09 พบว่ามีค่าปริมาณน้ำตาลที่เหลือมากที่สุดเท่ากับ 83.91 กรัมต่อลิตร รองลงมาคือ ในตัวอย่างควบคุม *S. cerevisiae* TISTR 5013 แบบเซลล์อิสระ มีค่าปริมาณน้ำตาลเท่ากับ 73.85 กรัมต่อลิตรส่วนปริมาณน้ำตาลที่เหลือน้อยที่สุด *S. cerevisiae* TISTR 5013 เซลล์อิสระความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.03 คือในตัวอย่างมีค่า 3.4 กรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลของเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5019

◆ G=*S. cerevisiae* TISTR 5019 เซลล์อิสระ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.03,

■ H=*S. cerevisiae* TISTR 5019 เซลล์อิสระ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.06,

▲ I=*S. cerevisiae* TISTR 5019 เซลล์อิสระ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.09,

× J=*S. cerevisiae* TISTR 5019 ตรึงเซลล์ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.03,

* K=*S. cerevisiae* TISTR 5019 ตรึงเซลล์ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.06,

● L =*S. cerevisiae* TISTR 5019 ตรึงเซลล์ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.09,

| Cont.19 = Control *S. Cerevisiae* TISTR 5019 ตรึงเซลล์

จากรูปที่ 4.7 ในวันที่ 14 พบว่าตัวอย่าง *S. cerevisiae* TISTR 5019 แบบตรึงเซลล์ที่ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.03 มีค่าปริมาณน้ำตาลเหลือมากที่สุดเท่ากับ 77.9 กรัมต่อลิตร รองลงมาคือ ตัวอย่างควบคุม *S. cerevisiae* TISTR 5019 ตรึงเซลล์ มีปริมาณน้ำตาลเท่ากับ 62.97 กรัมต่อลิตร และตัวอย่างที่เหลือน้ำตาลน้อยที่สุดคือ *S. cerevisiae* TISTR 5019 เซลล์อิสระ ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.06 มีปริมาณน้ำตาลเท่ากับ 3.4 กรัมต่อลิตร

ในน้ำอ้อยมีน้ำตาลกลูโคส และซูโครส เป็นตัวแปรที่สำคัญในการหมักแอลกอฮอล์ ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น ในวันที่ 0 ค่อยๆลดลงไปจนถึงวันที่ 14 เนื่องจากยีสต์ใช้น้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอนเพื่อนำไปผลิตเป็นแอลกอฮอล์ปริมาณน้ำตาลลดลงทีละน้อยๆ จนกระทั่งหมดไปในขั้นตอนหมักแอลกอฮอล์ ในระยะ 3-7 วันแรก เรียกว่าระยะ pre-fermentation stage น้ำตาลลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากยีสต์ใช้ในการหมักแอลกอฮอล์ ในระหว่าง 8-20 วัน อัตราการลดลงของน้ำตาลจะลดลงอย่างช้าๆและจากนั้นจะคงที่ ในตอนสุดท้ายการหมักแอลกอฮอล์ (Chen *et al.*, 2013)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองข้างต้นทั้งหมด 14 ตัวอย่าง พบว่าในตัวอย่าง *S. cerevisiae* TISTR 5013 ตรึงเซลล์ ที่ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.09 พบว่ามีค่าปริมาณน้ำตาลที่เหลือมากที่สุด เท่ากับ 83.91 กรัมต่อลิตร รองลงมาคือ ตัวอย่าง *S. cerevisiae* TISTR5019 แบบตรึงเซลล์ที่ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.03 มีค่าปริมาณน้ำตาลเท่ากับ 77.9 กรัมต่อลิตร และในตัวอย่างที่มีปริมาณน้ำตาลเหลือน้อยที่สุดคือ *S. cerevisiae* TISTR 5013 เซลล์อิสระความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.03 คือในตัวอย่างมีค่า 3.4 กรัมต่อลิตร ซึ่งสอดคล้องกับผลแอลกอฮอล์

4.4 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ภายหลังจากการหมักไวน์เป็นเวลา 14 วัน นำไวน์มาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบจำนวน 20 คน เป็นเพศชาย 11 คน เพศหญิง 9 คน ใช้แบบทดสอบด้วยวิธี Hedonic test โดยเลือกไวน์มา 5 ตัวอย่างจากทั้งหมด 12 ตัวอย่าง ได้แก่

G= *S. cerevisiae* TISTR 5019 แบบเซลล์อิสระ ที่ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.03
H= *S. cerevisiae* TISTR 5019 แบบเซลล์อิสระ ที่ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.06
I=*S. cerevisiae* TISTR 5019 แบบเซลล์อิสระ ที่ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.09
L= *S. cerevisiae* TISTR 5019 แบบเซลล์ตรึงรูป ที่ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.09
Control= *S. cerevisiae*TISTR 5019 แบบเซลล์อิสระ ที่ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างไวน์ 5 ปัจจัย

ปัจจัย	รหัสตัวอย่าง				
	G	H	I	L	control
สี	6.25±0.256	5.95±0.331	6.85±0.357*	6.45±0.407	5.50±0.359
ความใส	5.95±0.284	5.65±0.352	7.30±0.349*	7.10±0.307*	4.85±0.319
รสชาติ	5.20±0.393	4.35±0.457	5.60±0.478*	6.50±0.456*	5.00±0.459
กลิ่นรส	5.60±0.412	5.65±0.426	6.35±0.386	6.35±0.412	5.90±0.447
การยอมรับโดยรวม	5.60±0.352	5.45±0.393	6.35±0.350	6.45±0.426	5.45±0.413
รวม	28.60±1.339	27.05±1.563	32.45±1.594*	32.85±1.696*	26.70±1.669

* แสดงความแตกต่างของตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสตามคุณลักษณะ คือ สี ความใส รสชาติ กลิ่นรส และการยอมรับโดยรวม พบว่ากลิ่นรส และการยอมรับโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 เมื่อพิจารณา สี ความใส และรสชาติ โดยสี พบว่า *S. cerevisiae* TISTR 5019 แบบเซลล์อิสระ ที่ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.09 ได้คะแนนดีที่สุดแตกต่างกับcontrolอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ความใสพบว่า *S. cerevisiae* TISTR 5019 แบบเซลล์อิสระ ที่ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.09 และ *S. cerevisiae* TISTR 5019 แบบเซลล์ตรึงรูป ที่ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.09 ได้คะแนนความใสดีที่สุดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 รสชาติพบว่า *S. cerevisiae* TISTR 5019 แบบเซลล์อิสระ ที่ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.09 และ *S. cerevisiae* TISTR 5019 แบบเซลล์ตรึงรูป ที่ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.09 ได้คะแนนรสชาติดีที่สุด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

พิจารณาคะแนนโดยรวมของทุกคุณลักษณะที่ใช้ในการประเมินทางประสาทสัมผัสแต่ละตัวอย่าง พบว่า*S. cerevisiae* TISTR 5019 แบบเซลล์อิสระ ที่ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.09และ *S. cerevisiae* TISTR 5019 แบบเซลล์ตรึงรูป ที่ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.09 ได้คะแนนเป็นที่ยอมรับมากที่สุด

พิจารณาเปรียบเทียบระหว่างเพศของผู้ทดสอบกับคะแนนการประเมินทางประสาทสัมผัสตามคุณลักษณะ คือ สี ความใส รสชาติ กลิ่นรส และการยอมรับโดยรวม พบว่าสี ความใส รสชาติ กลิ่นรส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ส่วนการยอมรับโดยรวมพบว่าในเพศหญิงได้รับการยอมรับมากกว่าแตกต่างจากเพศชายอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 เช่นเดียวกับการเปรียบเทียบระหว่างเพศของผู้ทดสอบกับคะแนนรวมของการประเมินทางประสาทสัมผัส

รูปที่ 4.8 การประเมินทางด้านประสาทสัมผัสทั้งเพศชายและเพศหญิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลจากการหมักไวน์อ้อยผสมมะม่วงหาวมะนาวโห่โดยใช้เชื้อ 2 สายพันธุ์ พบว่า เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5013 ให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงกว่าเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5019

จากการศึกษาลักษณะของเซลล์ยีสต์2ลักษณะพบว่าเซลล์ยีสต์แบบเซลล์อิสระให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงกว่าเซลล์ยีสต์แบบตรึงรูป นอกจากนี้ยังพบว่าในระหว่างการหมักและหลังหมักเซลล์ยีสต์แบบตรึงรูปให้ไวน์ที่ใสกว่ายีสต์แบบเซลล์อิสระ เนื่องจากในการทำเซลล์ตรึงรูปเป็นการตรึงเซลล์ด้วยแคลเซียมแอลจิเนตซึ่งแคลเซียมภายในโครงสร้างสามารถที่จะจับกับสารแขวนลอยในน้ำอ้อยได้ดี อีกทั้งโซเดียมอัลจิเนตจัดอยู่ในสารประเภทเดียวกับเจลาติน ซึ่งเป็นสารที่นิยมใช้ในการตกตะกอนไวน์มากที่สุด มีคุณสมบัติเป็นประจุบวกจับกับสารซึ่งมีประจุลบทำให้ตกตะกอนลงมาที่ก้นของขวดหมัก

จากการศึกษาความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันพบว่าการใช้ไดแอมโมเนียมฟอสเฟตความเข้มข้นร้อยละ 0.03 ให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุด รองลงมาคือ ร้อยละ 0.06 และ ร้อยละ 0.09 ตามลำดับ ซึ่งจากการศึกษาชนิดและปริมาณของแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมในการหมักไวน์พบว่าการใช้ไดแอมโมเนียมฟอสเฟตให้ปริมาณแอลกอฮอล์ที่สูงกว่าแอมโมเนียมฟอสเฟต (ปิยดา, 2550)

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าไวน์ที่หมักโดย *S. cerevisiae* TISTR 5019 แบบตรึงเซลล์และเซลล์อิสระ ที่ความเข้มข้นแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.09 ได้คะแนนรวมดีที่สุดและรสชาติดีที่สุด แต่กลิ่นรสในแต่ละตัวอย่างมีความใกล้เคียงกันมาก อีกทั้งยังมีข้อเสนอแนะในเรื่องของรสชาติให้ควรมีความหวานมากกว่านี้ ลดกลิ่นแอลกอฮอล์ให้น้อยลง ซึ่งสามารถที่จะนำไปพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กชกร อำพันทอง , กนกวรรณ รุจิโฉม และสุทธิพัฒน์ ตั้งพัฒนพันธุ์. 2557. "ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดมะนาวโห่."วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กุลเชษฐ กีรติก่อศรี , ศิริรุ่ง แซ่โง้ว และคเณศ ปิติพงศ์สุนทร. 2544. "การทำไวน์ลูกหว้า." ปัญหาพิเศษ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี

เกษม สุขสถาน. 2523. "อ้อย."**สาราณุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว.** เล่มที่ 5 : 65-107.

ชนานันท์ สุวรรณปิฎกกุล. 2559. "การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดมะม่วงหาวมะนาวโห่." วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอางสำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวทิยาลยัแม่ฟ้าหลวง.

นพา ลีละศุภพงษ์. 2556. "การพัฒนาผลิตภัณฑ์ช็อคบอลดอกโสน." สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

ปิยดา ลีลาปิยะนาถ. 2550. "การผลิตไวน์ขิงโดยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ต่างๆ."วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปริยานุช อินทร์รอด. 2551. "ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน และปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมของส่วนสกัดจากต้นเร่วหอมและว่านสาวหลง."ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาชีวเคมีคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2545. **การประเมินทางประสาทสัมผัส.** พิมพ์ครั้งที่ 1. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศศิธร คงเรือง และเบญจมาภรณ์ วงศ์อนุ. 2550. "การตรึงเซลล์ยีสต์โดยห่อหุ้มเพื่อผลิตลำไยอบแห้ง." งานวิจัยในลักษณะกลุ่มวิจัย ประจำปี 2550 สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เอื้องพลอย ใจลังกา และสุทัศน์ สุระวัง. "ผลของกระบวนการหมักที่มีต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำส้มสายชูหมักจากผลหม่อน." ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Baidya Dipak, Chakraborty Ivi and Saha Jayanta. 2015. "Table wine from tropical fruits utilizing natural yeast isolates." J Food Sci Technol. 53(3):1663–1669

Brochier Bethania, Domeneghini Giovana Mercali and Damasceno Ligia Ferreira Marczak. 2016. "Influence of moderate electric field on inactivation kinetics of peroxidase and polyphenol oxidase and on phenolic compounds of sugarcane juice treated by ohmic heating." Food Science and Technology. 74 : 396-403

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Canuto Tailândia Maracajá Belmiro, Fernandes Claudete Pereira and Paula Ana Silveira Paim. 2017. "Red wines from South America: Content of phenolic compounds and chemometric distinction by origin." Microchemical Journal 133::114–120.

Ceto Xavier, Andreu González-Calabuig, Crespo Nora, Pérez Sandra, Capdevila Josefina, Anna Puig-Pujol and Valle M.del. 2017. "Electronic tongues to assess wine sensory descriptors."Talanta 162::218–224.

Chen Gan-Lin , Zheng Feng-Jin, Lin Bo , Wang Tian-Shun and Li Yang-Rui. 2013. "Preparation and Characteristics of Sugarcane Low Alcoholic Drink by Submerged Alcoholic Fermentation." Sugar Tech. 15(4) : 412-416.

Chidambara Kotamballi Murthy ,jayaprakasha Guddadarangavvahally and singh Ravendra.2002. "Studies on antioxidant activity of pomegranate (Punica granatum) peel extract using in vivo models." Journal of Agricultural and food chemistry. 50 : 81-86.

Dubois Michel, Gilles, Hamilton, Smith Rebers and Fred 1956. "Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances." Anal. Chem. 28 : 350-356.

Joshi, V.K. Panesar, P.S. Rana, V.S. and Kaur, S. 2017. "Science and Technology of Fruit Wines: An Overview." Science and Technology of Fruit Wine Production : 1–72.

Martin Coralie, Bruneel Jean-Luc, Castet Frédéric, Fritsch Alain, Teissedre Pierre-Louis, Jourdes Michael and François Guillaume. 2017. "Spectroscopic and theoretical investigations of phenolic acids in white wines." Food Chemistry. 221 : 568–575.

Mohd Siti Hajar Azhar, Abdulla Rahmath, Jambo Siti Azmah, Marbawi Hartinie, Gansau Jualang zlan, Mohd Ainol Azifa Faik and Francis Kenneth Rodrigues. 2017. "Yeasts in sustainable bioethanol production: A review." Biochemistry and Biophysics Reports. 10 : 52–61.

Şen İlknur. 2014. "Characterization and Classification of Wines from Grape Varieties Grown in Turkey." degree of doctor of philosophy in food engineering. Engineering and science of izmir institute of technology.

Torchio Fabrizio ,Segade Susana Rio , Gerbi Vincenzo, Cagnasso Enzo and Rolle Luca. 2011. "Changes in chromatic characteristics and phenolic comosition during winemaking and shelf-life of types of red sweet sparkling wines." Food Research International. 44(4) : 729-738.

Xing Zhaohui, Zhang Qi, Shi Xueyi and Lin Yan. 2016. *"Saccharomyces Cerevisiae* Immobilized in Alginate for Continuous Fermentation." Clean Energy Technologies. 4(1) : 48.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Xiao Zuobing ,Fang Lingling , Niu Yunwei and Yu Haiyan. 2015. "Effect of cultivar and variety on phenolic compounds and antioxidant activity of cherry wine." Food Chemistry. 186 : 69-73

Yin Wenting, Hewson Louise , Linforth Robert , Taylor Moira and Fisk Ian D. 2017. "Effects of aroma and taste, independently or in combination, on appetite sensation and subsequent food intake." Appetite. 114 : 265-274.

นิรนาม. 2553. **ยีสต์และการหมักไวน์**. [online]. Available :https://surathai.wordpress.com, 30 พฤศจิกายน2559

นิรนาม. 2560. **หลักการแยกประเภทของไวน์และประเภทไวน์พื้นฐาน**. [online]. Available :http://www.coteaux-chateaux.com,15 ธันวาคม 2559

ศุนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี. **อ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50**. [online]. Available :http://www.doa.go.th , 7 มกราคม 2560

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2559. **รายงานพื้นที่ปลูกอ้อยปีการผลิต 2558/59**. [online]. Available :http://www.ocsb.go.th.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2546. **มาตรฐานไวน์สมุนไพร.** [Online]. Available :http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps31_46.pdf.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
อาหารเลี้ยงเชื้อ

1.อาหาร YM broth (Yeast extract-malt extract broth)

ยีสต์สกัด (Yeast extract)	3	กรัม
มอลต์สกัด (malt extract)	3	กรัม
เปปโตน (peptone)	5	กรัม
กลูโคส (glucose)	10	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิกรัม
ผงวุ้น (Agar)	20	กรัม

ผสมส่วนผสมทั้งหมดแล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ใบให้คะแนนในการชิมไวน์อ้อยผสมมะม่วงหาวมะนาวโห่

ตัวอย่างใบให้คะแนนในการชิมไวน์

<u>แบบสอบถามประเภท Hedonic</u>

ผลิตภัณฑ์ไวน์อ้อยผสมมะม่วงหาวมะนาวโห่ชุดที่ 1

เพศ ☐ หญิง ☐ ชาย วันที่ 7 เมษายน 2560

ข้อเสนอแนะ: กรุณาทดสอบรสชาติของตัวอย่างไวน์ที่ให้ และทดสอบว่าท่านชอบมากเพียงไรในผลิตภัณฑ์โดยใช้ระดับความชอบที่เหมาะสมเพื่อแสดงทัศนคติของท่าน และกรุณากลั้วน้ำให้ทั่วปากหลังจากทดสอบผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดแล้ว โดยกำหนดให้

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

ปัจจัย	รหัสตัวอย่าง
สี	
ความใส	
รสชาติ*	
กลิ่นรส**	
การยอมรับโดยรวม	

* รสชาติ คือ สิ่งที่เราได้รับรสชาติภายในปากของเราทั้งหมด รวมถึงลิ้นเช่น หวาน เปรี้ยว ขม

**กลิ่นรส คือ การผสมผสานของกลิ่นและรสชาติภายในปากเวลาที่คุณดื่ม เช่น กลิ่นรสของ ไก่ย่าง และ ไก่ต้ม ที่ให้ความรู้สึกที่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

.....

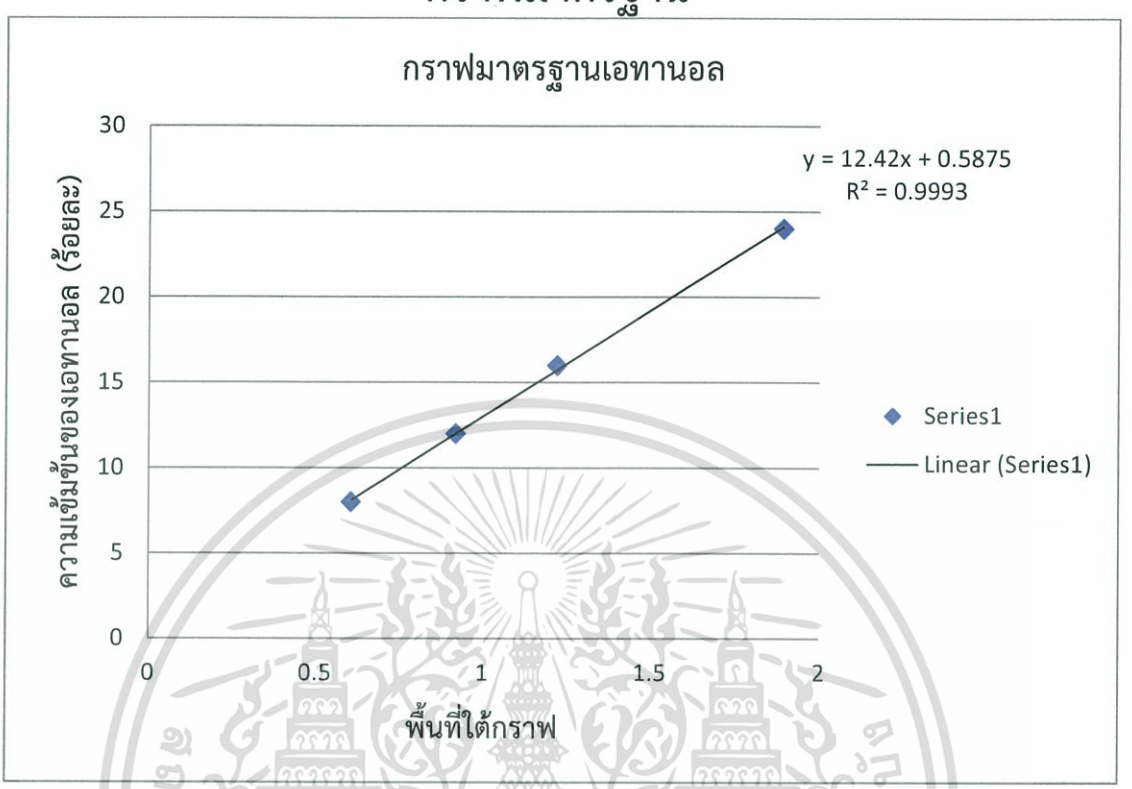
.....

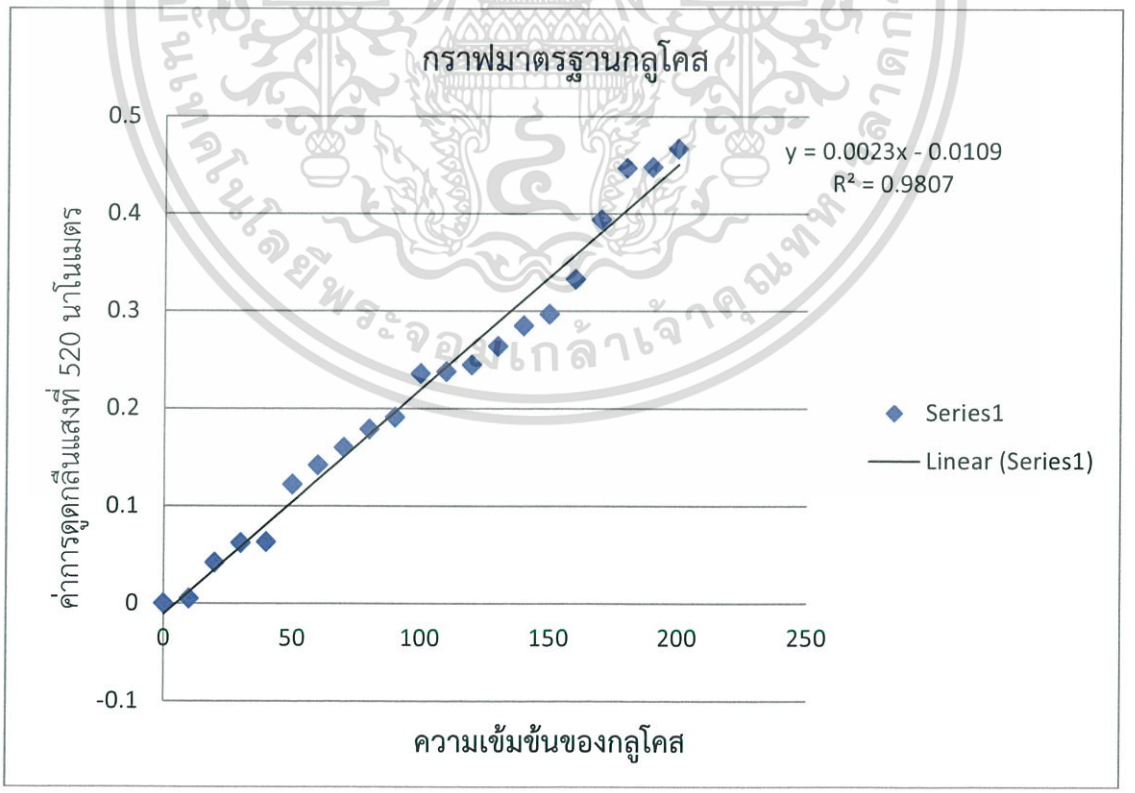
...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

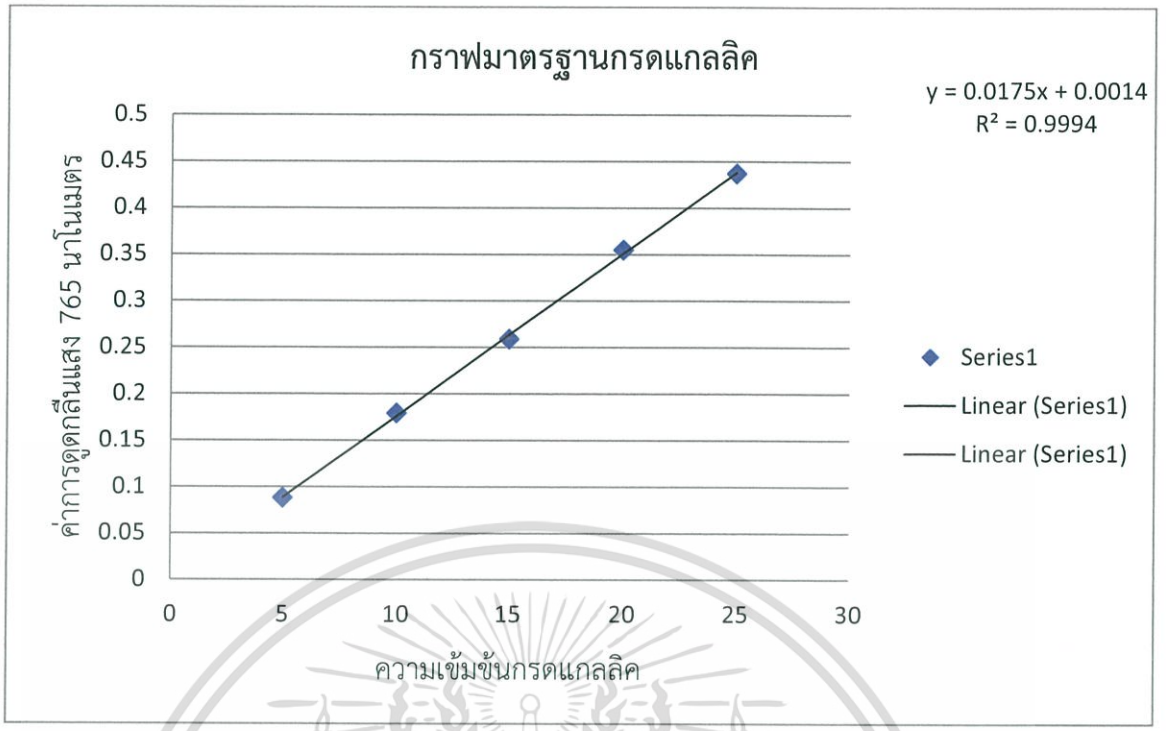
ภาคผนวก ค

กราฟมาตรฐาน





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
วิเคราะห์ผลทางสถิติ

1. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของปริมาณแอลกอฮอล์

```
ONEWAY ethanol BY treatment
```

Descriptives

ethanol

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
5013 F 0.03	2	14.0000	.14142	.10000	12.7294	15.2706	13.90	14.10
5013 F 0.06	3	13.7667	.30551	.17638	13.0078	14.5256	13.50	14.10
5013 F 0.09	3	13.6333	.11547	.06667	13.3465	13.9202	13.50	13.70
5013 I 0.03	3	12.1000	.20000	.11547	11.6032	12.5968	11.90	12.30
5013 I 0.06	3	11.9000	.20000	.11547	11.4032	12.3968	11.70	12.10
5013 I 0.09	3	11.9667	.41633	.24037	10.9324	13.0009	11.50	12.30
5019 F 0.03	3	13.5000	.72111	.41633	11.7087	15.2913	12.70	14.10
5019 F 0.06	3	13.7000	.60000	.34641	12.2095	15.1905	13.10	14.30
5019 F 0.09	3	12.9667	.23094	.13333	12.3930	13.5404	12.70	13.10
5019 I 0.03	3	11.9667	.11547	.06667	11.6798	12.2535	11.90	12.10
5019 I 0.06	2	12.0000	.14142	.10000	10.7294	13.2706	11.90	12.10
5019 I 0.09	2	12.2000	.14142	.10000	10.9294	13.4706	12.10	12.30
control13	3	12.7000	.34641	.20000	11.8395	13.5605	12.50	13.10
control19	3	12.2000	.30000	.17321	11.4548	12.9452	11.90	12.50
Total	39	12.7590	.82644	.13234	12.4911	13.0269	11.50	14.30

ANOVA

ethanol

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	22.861	13	1.759	14.212	.000
Within Groups	3.093	25	.124		
Total	25.954	38			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Test

Multiple Comparisons

Dependent Variable: ethanol

LSD

(I) treatment	(J) treatment	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
5013 F 0.03	5013 F 0.06	.23333	.32111	.474	-.4280	.8947
	5013 F 0.09	.36667	.32111	.264	-.2947	1.0280
	5013 I 0.03	1.90000*	.32111	.000	1.2387	2.5613
	5013 I 0.06	2.10000*	.32111	.000	1.4387	2.7613
	5013 I 0.09	2.03333*	.32111	.000	1.3720	2.6947
	5019 F 0.03	.50000	.32111	.132	-.1613	1.1613
	5019 F 0.06	.30000	.32111	.359	-.3613	.9613
	5019 F 0.09	1.03333*	.32111	.004	.3720	1.6947
	5019 I 0.03	2.03333*	.32111	.000	1.3720	2.6947
	5019 I 0.06	2.00000*	.35176	.000	1.2755	2.7245
	5019 I 0.09	1.80000*	.35176	.000	1.0755	2.5245
	control13	1.30000*	.32111	.000	.6387	1.9613
	control19	1.80000*	.32111	.000	1.1387	2.4613
5013 F 0.06	5013 F 0.03	-.23333	.32111	.474	-.8947	.4280
	5013 F 0.09	.13333	.28721	.646	-.4582	.7249
	5013 I 0.03	1.66667*	.28721	.000	1.0751	2.2582
	5013 I 0.06	1.86667*	.28721	.000	1.2751	2.4582
	5013 I 0.09	1.80000*	.28721	.000	1.2085	2.3915
	5019 F 0.03	.26667	.28721	.362	-.3249	.8582
	5019 F 0.06	.06667	.28721	.818	-.5249	.6582
	5019 F 0.09	.80000*	.28721	.010	.2085	1.3915
	5019 I 0.03	1.80000*	.28721	.000	1.2085	2.3915
	5019 I 0.06	1.76667*	.32111	.000	1.1053	2.4280
	5019 I 0.09	1.56667*	.32111	.000	.9053	2.2280
	control13	1.06667*	.28721	.001	.4751	1.6582
	control19	1.56667*	.28721	.000	.9751	2.1582
5013 F 0.09	5013 F 0.03	-.36667	.32111	.264	-1.0280	.2947
	5013 F 0.06	-.13333	.28721	.646	-.7249	.4582
	5013 I 0.03	1.53333*	.28721	.000	.9418	2.1249
	5013 I 0.06	1.73333*	.28721	.000	1.1418	2.3249
	5013 I 0.09	1.66667*	.28721	.000	1.0751	2.2582

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	5019 F 0.03	.13333	.28721	.646	-.4582	.7249
	5019 F 0.06	-.06667	.28721	.818	-.6582	.5249
	5019 F 0.09	.66667*	.28721	.029	.0751	1.2582
	5019 I 0.03	1.66667*	.28721	.000	1.0751	2.2582
	5019 I 0.06	1.63333*	.32111	.000	.9720	2.2947
	5019 I 0.09	1.43333*	.32111	.000	.7720	2.0947
	control13	.93333*	.28721	.003	.3418	1.5249
	control19	1.43333*	.28721	.000	.8418	2.0249
	5013 F 0.03	-1.90000*	.32111	.000	-2.5613	-1.2387
	5013 F 0.06	-1.66667*	.28721	.000	-2.2582	-1.0751
	5013 F 0.09	-1.53333*	.28721	.000	-2.1249	-.9418
	5013 I 0.06	.20000	.28721	.493	-.3915	.7915
	5013 I 0.09	.13333	.28721	.646	-.4582	.7249
	5019 F 0.03	-1.40000*	.28721	.000	-1.9915	-.8085
5013 I 0.03	5019 F 0.06	-1.60000*	.28721	.000	-2.1915	-1.0085
	5019 F 0.09	-.86667*	.28721	.006	-1.4582	-.2751
	5019 I 0.03	.13333	.28721	.646	-.4582	.7249
	5019 I 0.06	.10000	.32111	.758	-.5613	.7613
	5019 I 0.09	-.10000	.32111	.758	-.7613	.5613
	control13	-.60000*	.28721	.047	-1.1915	-.0085
	control19	-.10000	.28721	.731	-.6915	.4915
	5013 F 0.03	-2.10000*	.32111	.000	-2.7613	-1.4387
	5013 F 0.06	-1.86667*	.28721	.000	-2.4582	-1.2751
	5013 F 0.09	-1.73333*	.28721	.000	-2.3249	-1.1418
	5013 I 0.03	-.20000	.28721	.493	-.7915	.3915
	5013 I 0.09	-.06667	.28721	.818	-.6582	.5249
	5019 F 0.03	-1.60000*	.28721	.000	-2.1915	-1.0085
5013 I 0.06	5019 F 0.06	-1.80000*	.28721	.000	-2.3915	-1.2085
	5019 F 0.09	-1.06667*	.28721	.001	-1.6582	-.4751
	5019 I 0.03	-.06667	.28721	.818	-.6582	.5249
	5019 I 0.06	-.10000	.32111	.758	-.7613	.5613
	5019 I 0.09	-.30000	.32111	.359	-.9613	.3613
	control13	-.80000*	.28721	.010	-1.3915	-.2085
	control19	-.30000	.28721	.306	-.8915	.2915
	5013 F 0.03	-2.03333*	.32111	.000	-2.6947	-1.3720
	5013 F 0.06	-1.80000*	.28721	.000	-2.3915	-1.2085
	5013 F 0.09	-1.66667*	.28721	.000	-2.2582	-1.0751
	5013 I 0.03	-.13333	.28721	.646	-.7249	.4582
5013 I 0.09	5013 I 0.06	.06667	.28721	.818	-.5249	.6582
	5019 F 0.03	-1.53333*	.28721	.000	-2.1249	-.9418
	5019 F 0.06	-1.73333*	.28721	.000	-2.3249	-1.1418
	5019 F 0.09	-1.00000*	.28721	.002	-1.5915	-.4085
	5019 I 0.03	.00000	.28721	1.000	-.5915	.5915

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	5019 I 0.06	-.03333	.32111	.918	-.6947	.6280
	5019 I 0.09	-.23333	.32111	.474	-.8947	.4280
	control13	-.73333*	.28721	.017	-1.3249	-.1418
	control19	-.23333	.28721	.424	-.8249	.3582
	5013 F 0.03	-.50000	.32111	.132	-1.1613	.1613
	5013 F 0.06	-.26667	.28721	.362	-.8582	.3249
	5013 F 0.09	-.13333	.28721	.646	-.7249	.4582
	5013 I 0.03	1.40000*	.28721	.000	.8085	1.9915
	5013 I 0.06	1.60000*	.28721	.000	1.0085	2.1915
	5013 I 0.09	1.53333*	.28721	.000	.9418	2.1249
5019 F 0.03	5019 F 0.06	-.20000	.28721	.493	-.7915	.3915
	5019 F 0.09	.53333	.28721	.075	-.0582	1.1249
	5019 I 0.03	1.53333*	.28721	.000	.9418	2.1249
	5019 I 0.06	1.50000*	.32111	.000	.8387	2.1613
	5019 I 0.09	1.30000*	.32111	.000	.6387	1.9613
	control13	.80000*	.28721	.010	.2085	1.3915
	control19	1.30000*	.28721	.000	.7085	1.8915
	5013 F 0.03	-.30000	.32111	.359	-.9613	.3613
	5013 F 0.06	-.06667	.28721	.818	-.6582	.5249
	5013 F 0.09	.06667	.28721	.818	-.5249	.6582
	5013 I 0.03	1.60000*	.28721	.000	1.0085	2.1915
	5013 I 0.06	1.80000*	.28721	.000	1.2085	2.3915
	5013 I 0.09	1.73333*	.28721	.000	1.1418	2.3249
5019 F 0.06	5019 F 0.03	.20000	.28721	.493	-.3915	.7915
	5019 F 0.09	.73333*	.28721	.017	.1418	1.3249
	5019 I 0.03	1.73333*	.28721	.000	1.1418	2.3249
	5019 I 0.06	1.70000*	.32111	.000	1.0387	2.3613
	5019 I 0.09	1.50000*	.32111	.000	.8387	2.1613
	control13	1.00000*	.28721	.002	.4085	1.5915
	control19	1.50000*	.28721	.000	.9085	2.0915
	5013 F 0.03	-1.03333*	.32111	.004	-1.6947	-.3720
	5013 F 0.06	-.80000*	.28721	.010	-1.3915	-.2085
	5013 F 0.09	-.66667*	.28721	.029	-1.2582	-.0751
	5013 I 0.03	.86667*	.28721	.006	.2751	1.4582
	5013 I 0.06	1.06667*	.28721	.001	.4751	1.6582
	5013 I 0.09	1.00000*	.28721	.002	.4085	1.5915
5019 F 0.09	5019 F 0.03	-.53333	.28721	.075	-1.1249	.0582
	5019 F 0.06	-.73333*	.28721	.017	-1.3249	-.1418
	5019 I 0.03	1.00000*	.28721	.002	.4085	1.5915
	5019 I 0.06	.96667*	.32111	.006	.3053	1.6280
	5019 I 0.09	.76667*	.32111	.025	.1053	1.4280
	control13	.26667	.28721	.362	-.3249	.8582
	control19	.76667*	.28721	.013	.1751	1.3582

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	5013 F 0.03	-2.03333*	.32111	.000	-2.6947	-1.3720
	5013 F 0.06	-1.80000*	.28721	.000	-2.3915	-1.2085
	5013 F 0.09	-1.66667*	.28721	.000	-2.2582	-1.0751
	5013 I 0.03	-.13333	.28721	.646	-.7249	.4582
	5013 I 0.06	.06667	.28721	.818	-.5249	.6582
	5013 I 0.09	.00000	.28721	1.000	-.5915	.5915
5019 I 0.03	5019 F 0.03	-1.53333*	.28721	.000	-2.1249	-.9418
	5019 F 0.06	-1.73333*	.28721	.000	-2.3249	-1.1418
	5019 F 0.09	-1.00000*	.28721	.002	-1.5915	-.4085
	5019 I 0.06	-.03333	.32111	.918	-.6947	.6280
	5019 I 0.09	-.23333	.32111	.474	-.8947	.4280
	control13	-.73333*	.28721	.017	-1.3249	-.1418
	control19	-.23333	.28721	.424	-.8249	.3582
	5013 F 0.03	-2.00000*	.35176	.000	-2.7245	-1.2755
	5013 F 0.06	-1.76667*	.32111	.000	-2.4280	-1.1053
	5013 F 0.09	-1.63333*	.32111	.000	-2.2947	-.9720
	5013 I 0.03	-.10000	.32111	.758	-.7613	.5613
	5013 I 0.06	.10000	.32111	.758	-.5613	.7613
	5013 I 0.09	.03333	.32111	.918	-.6280	.6947
5019 I 0.06	5019 F 0.03	-1.50000*	.32111	.000	-2.1613	-.8387
	5019 F 0.06	-1.70000*	.32111	.000	-2.3613	-1.0387
	5019 F 0.09	-.96667*	.32111	.006	-1.6280	-.3053
	5019 I 0.03	.03333	.32111	.918	-.6280	.6947
	5019 I 0.09	-.20000	.35176	.575	-.9245	.5245
	control13	-.70000*	.32111	.039	-1.3613	-.0387
	control19	-.20000	.32111	.539	-.8613	.4613
	5013 F 0.03	-1.80000*	.35176	.000	-2.5245	-1.0755
	5013 F 0.06	-1.56667*	.32111	.000	-2.2280	-.9053
	5013 F 0.09	-1.43333*	.32111	.000	-2.0947	-.7720
	5013 I 0.03	.10000	.32111	.758	-.5613	.7613
	5013 I 0.06	.30000	.32111	.359	-.3613	.9613
	5013 I 0.09	.23333	.32111	.474	-.4280	.8947
5019 I 0.09	5019 F 0.03	-1.30000*	.32111	.000	-1.9613	-.6387
	5019 F 0.06	-1.50000*	.32111	.000	-2.1613	-.8387
	5019 F 0.09	-.76667*	.32111	.025	-1.4280	-.1053
	5019 I 0.03	.23333	.32111	.474	-.4280	.8947
	5019 I 0.06	.20000	.35176	.575	-.5245	.9245
	control13	-.50000	.32111	.132	-1.1613	.1613
	control19	.00000	.32111	1.000	-.6613	.6613
	5013 F 0.03	-1.30000*	.32111	.000	-1.9613	-.6387
	5013 F 0.06	-1.06667*	.28721	.001	-1.6582	-.4751
control13	5013 F 0.09	-.93333*	.28721	.003	-1.5249	-.3418
	5013 I 0.03	.60000*	.28721	.047	.0085	1.1915

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	5013 I 0.06	.80000*	.28721	.010	.2085	1.3915
	5013 I 0.09	.73333*	.28721	.017	.1418	1.3249
	5019 F 0.03	-.80000*	.28721	.010	-1.3915	-.2085
	5019 F 0.06	-1.00000*	.28721	.002	-1.5915	-.4085
	5019 F 0.09	-.26667	.28721	.362	-.8582	.3249
	5019 I 0.03	.73333*	.28721	.017	.1418	1.3249
	5019 I 0.06	.70000*	.32111	.039	.0387	1.3613
	5019 I 0.09	.50000	.32111	.132	-.1613	1.1613
	control19	.50000	.28721	.094	-.0915	1.0915
	5013 F 0.03	-1.80000*	.32111	.000	-2.4613	-1.1387
	5013 F 0.06	-1.56667*	.28721	.000	-2.1582	-.9751
	5013 F 0.09	-1.43333*	.28721	.000	-2.0249	-.8418
	5013 I 0.03	.10000	.28721	.731	-.4915	.6915
	5013 I 0.06	.30000	.28721	.306	-.2915	.8915
	5013 I 0.09	.23333	.28721	.424	-.3582	.8249
control19	5019 F 0.03	-1.30000*	.28721	.000	-1.8915	-.7085
	5019 F 0.06	-1.50000*	.28721	.000	-2.0915	-.9085
	5019 F 0.09	-.76667*	.28721	.013	-1.3582	-.1751
	5019 I 0.03	.23333	.28721	.424	-.3582	.8249
	5019 I 0.06	.20000	.32111	.539	-.4613	.8613
	5019 I 0.09	.00000	.32111	1.000	-.6613	.6613
	control13	-.50000	.28721	.094	-1.0915	.0915

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส

2.1 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส

Descriptives

คะแนนรวม

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
5019f0.06	20	27.05	5.987	1.339	24.25	29.85	17	38
5019f0.03	20	28.60	6.992	1.563	25.33	31.87	17	41
5019f0.09	20	32.45	7.126	1.594	29.11	35.79	17	43
5019i0.09	20	32.85	7.583	1.696	29.30	36.40	19	42
c	20	26.70	7.463	1.669	23.21	30.19	13	41
Total	100	29.53	7.397	.740	28.06	31.00	13	43

ANOVA

คะแนนรวม

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	691.460	4	172.865	3.475	.011
Within Groups	4725.450	95	49.742		
Total	5416.910	99			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Test

Multiple Comparisons

Dependent Variable: คะแนนรวม

LSD

(I) id	(J) id	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
5019f0.06	5019f0.03	-1.550	2.230	.489	-5.98	2.88
	5019f0.09	-5.400*	2.230	.017	-9.83	-.97
	5019i0.09	-5.800*	2.230	.011	-10.23	-1.37
	c	.350	2.230	.876	-4.08	4.78
5019f0.03	5019f0.06	1.550	2.230	.489	-2.88	5.98
	5019f0.09	-3.850	2.230	.088	-8.28	.58
	5019i0.09	-4.250	2.230	.060	-8.68	.18
	c	1.900	2.230	.396	-2.53	6.33
5019f0.09	5019f0.06	5.400*	2.230	.017	.97	9.83
	5019f0.03	3.850	2.230	.088	-.58	8.28
	5019i0.09	-.400	2.230	.858	-4.83	4.03
	c	5.750*	2.230	.011	1.32	10.18
5019i0.09	5019f0.06	5.800*	2.230	.011	1.37	10.23
	5019f0.03	4.250	2.230	.060	-.18	8.68
	5019f0.09	.400	2.230	.858	-4.03	4.83
	c	6.150*	2.230	.007	1.72	10.58
c	5019f0.06	-.350	2.230	.876	-4.78	4.08
	5019f0.03	-1.900	2.230	.396	-6.33	2.53
	5019f0.09	-5.750*	2.230	.011	-10.18	-1.32
	5019i0.09	-6.150*	2.230	.007	-10.58	-1.72

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสเปรียบเทียบแต่ละคุณลักษณะ

2.2.1 คุณลักษณะทางด้านสี

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
สี	5019f 0.06	20	5.45	1.572	.352	4.71	6.19	3	8
	5019F 0.03	20	5.60	1.759	.393	4.78	6.42	2	9
	5019f 0.09	20	6.35	1.565	.350	5.62	7.08	4	9
	5019I 0.09	20	6.45	1.905	.426	5.56	7.34	3	9
	c	20	5.45	1.849	.413	4.58	6.32	3	9
	Total	100	5.86	1.758	.176	5.51	6.21	2	9

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
สี	Between Groups	19.840	4	4.960	1.646	.169
	Within Groups	286.200	95	3.013		
	Total	306.040	99			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Test

Multiple Comparisons

Dependent Variable: สี

LSD

(I) id	(J) id	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
5019f 0.06	5019F 0.03	-.300	.489	.541	-1.27	.67
	5019f 0.09	-.900	.489	.069	-1.87	.07
	5019l 0.09	-.500	.489	.309	-1.47	.47
	control	.450	.489	.360	-.52	1.42
5019F 0.03	5019f 0.06	.300	.489	.541	-.67	1.27
	5019f 0.09	-.600	.489	.223	-1.57	.37
	5019l 0.09	-.200	.489	.683	-1.17	.77
	control	.750	.489	.128	-.22	1.72
5019f 0.09	5019f 0.06	.900	.489	.069	-.07	1.87
	5019F 0.03	.600	.489	.223	-.37	1.57
	5019l 0.09	.400	.489	.415	-.57	1.37
	control	1.350*	.489	.007	.38	2.32
5019l 0.09	5019f 0.06	.500	.489	.309	-.47	1.47
	5019F 0.03	.200	.489	.683	-.77	1.17
	5019f 0.09	-.400	.489	.415	-1.37	.57
	control	.950	.489	.055	-.02	1.92
control	5019f 0.06	-.450	.489	.360	-1.42	.52
	5019F 0.03	-.750	.489	.128	-1.72	.22
	5019f 0.09	-1.350*	.489	.007	-2.32	-.38
	5019l 0.09	-.950	.489	.055	-1.92	.02

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 คุณลักษณะทางด้านความใส

Descriptives

ความใส

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
5019f 0.06	20	5.65	1.268	.284	5.06	6.24	3	8
5019F 0.03	20	5.95	1.572	.352	5.21	6.69	2	8
5019f 0.09	20	7.30	1.559	.349	6.57	8.03	4	9
5019I 0.09	20	7.10	1.373	.307	6.46	7.74	4	9
control	20	4.85	1.424	.319	4.18	5.52	1	7
Total	100	6.17	1.688	.169	5.84	6.50	1	9

ANOVA

ความใส

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	84.060	4	21.015	10.080	.000
Within Groups	198.050	95	2.085		
Total	282.110	99			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Test

Multiple Comparisons

Dependent Variable: ความใส

LSD

(I) id	(J) id	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
5019f 0.06	5019F 0.03	-.300	.457	.513	-1.21	.61
	5019f 0.09	-1.650*	.457	.000	-2.56	-.74
	5019I 0.09	-1.450*	.457	.002	-2.36	-.54
	control	.800	.457	.083	-.11	1.71
5019F 0.03	5019f 0.06	.300	.457	.513	-.61	1.21
	5019f 0.09	-1.350*	.457	.004	-2.26	-.44
	5019I 0.09	-1.150*	.457	.013	-2.06	-.24
	control	1.100*	.457	.018	.19	2.01
5019f 0.09	5019f 0.06	1.650*	.457	.000	.74	2.56
	5019F 0.03	1.350*	.457	.004	.44	2.26
	5019I 0.09	.200	.457	.662	-.71	1.11
	control	2.450*	.457	.000	1.54	3.36
5019I 0.09	5019f 0.06	1.450*	.457	.002	.54	2.36
	5019F 0.03	1.150*	.457	.013	.24	2.06
	5019f 0.09	-.200	.457	.662	-1.11	.71
	control	2.250*	.457	.000	1.34	3.16
control	5019f 0.06	-.800	.457	.083	-1.71	.11
	5019F 0.03	-1.100*	.457	.018	-2.01	-.19
	5019f 0.09	-2.450*	.457	.000	-3.36	-1.54
	5019I 0.09	-2.250*	.457	.000	-3.16	-1.34

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 คุณลักษณะทางด้านรสชาติ

Descriptives

รสชาติ

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
5019f 0.06	20	4.35	1.755	.393	3.53	5.17	1	8
5019F 0.03	20	5.20	2.042	.457	4.24	6.16	1	8
5019f 0.09	20	5.60	2.137	.478	4.60	6.60	1	9
5019I 0.09	20	6.50	2.039	.456	5.55	7.45	2	9
control	20	5.00	2.052	.459	4.04	5.96	1	9
Total	100	5.33	2.094	.209	4.91	5.75	1	9

ANOVA

รสชาติ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	50.560	4	12.640	3.131	.018
Within Groups	383.550	95	4.037		
Total	434.110	99			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Test

Multiple Comparisons

Dependent Variable: รสชาติ

LSD

(I) id	(J) id	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
5019f 0.06	5019F 0.03	-.850	.635	.184	-2.11	.41
	5019f 0.09	-1.250	.635	.052	-2.51	.01
	5019l 0.09	-2.150*	.635	.001	-3.41	-.89
	control	-.650	.635	.309	-1.91	.61
5019F 0.03	5019f 0.06	.850	.635	.184	-.41	2.11
	5019f 0.09	-.400	.635	.531	-1.66	.86
	5019l 0.09	-1.300*	.635	.044	-2.56	-.04
	control	.200	.635	.754	-1.06	1.46
5019f 0.09	5019f 0.06	1.250	.635	.052	-.01	2.51
	5019F 0.03	.400	.635	.531	-.86	1.66
	5019l 0.09	-.900	.635	.160	-2.16	.36
	control	.600	.635	.347	-.66	1.86
5019l 0.09	5019f 0.06	2.150*	.635	.001	.89	3.41
	5019F 0.03	1.300*	.635	.044	.04	2.56
	5019f 0.09	.900	.635	.160	-.36	2.16
	control	1.500*	.635	.020	.24	2.76
control	5019f 0.06	.650	.635	.309	-.61	1.91
	5019F 0.03	-.200	.635	.754	-1.46	1.06
	5019f 0.09	-.600	.635	.347	-1.86	.66
	5019l 0.09	-1.500*	.635	.020	-2.76	-.24

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 คุณลักษณะทางด้านกลิ่นรส

Descriptives

กลิ่นรส

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
5019f 0.06	20	5.65	1.843	.412	4.79	6.51	3	8
5019F 0.03	20	5.60	1.903	.426	4.71	6.49	2	8
5019f 0.09	20	6.35	1.725	.386	5.54	7.16	2	9
5019I 0.09	20	6.35	1.843	.412	5.49	7.21	3	9
control	20	5.90	1.997	.447	4.97	6.83	2	9
Total	100	5.97	1.856	.186	5.60	6.34	2	9

ANOVA

กลิ่นรส

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10.660	4	2.665	.767	.550
Within Groups	330.250	95	3.476		
Total	340.910	99			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Test

Multiple Comparisons

Dependent Variable: กลิ่นรส

LSD

(I) id	(J) id	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
5019f 0.06	5019F 0.03	.050	.590	.933	-1.12	1.22
	5019f 0.09	-.700	.590	.238	-1.87	.47
	5019l 0.09	-.700	.590	.238	-1.87	.47
	control	-.250	.590	.673	-1.42	.92
5019F 0.03	5019f 0.06	-.050	.590	.933	-1.22	1.12
	5019f 0.09	-.750	.590	.206	-1.92	.42
	5019l 0.09	-.750	.590	.206	-1.92	.42
	control	-.300	.590	.612	-1.47	.87
5019f 0.09	5019f 0.06	.700	.590	.238	-.47	1.87
	5019F 0.03	.750	.590	.206	-.42	1.92
	5019l 0.09	.000	.590	1.000	-1.17	1.17
	control	.450	.590	.447	-.72	1.62
5019l 0.09	5019f 0.06	.700	.590	.238	-.47	1.87
	5019F 0.03	.750	.590	.206	-.42	1.92
	5019f 0.09	.000	.590	1.000	-1.17	1.17
	control	.450	.590	.447	-.72	1.62
control	5019f 0.06	.250	.590	.673	-.92	1.42
	5019F 0.03	.300	.590	.612	-.87	1.47
	5019f 0.09	-.450	.590	.447	-1.62	.72
	5019l 0.09	-.450	.590	.447	-1.62	.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 คุณลักษณะทางด้านการยอมรับโดยรวม

Descriptives

การยอมรับโดยรวม

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
5019f 0.06	20	5.45	1.572	.352	4.71	6.19	3	8
5019F 0.03	20	5.60	1.759	.393	4.78	6.42	2	9
5019f 0.09	20	6.35	1.565	.350	5.62	7.08	4	9
5019I 0.09	20	6.45	1.905	.426	5.56	7.34	3	9
control	20	5.45	1.849	.413	4.58	6.32	3	9
Total	100	5.86	1.758	.176	5.51	6.21	2	9

ANOVA

การยอมรับ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	19.840	4	4.960	1.646	.169
Within Groups	286.200	95	3.013		
Total	306.040	99			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Test

Multiple Comparisons

Dependent Variable: การยอมรับโดยรวม

LSD

(I) id	(J) id	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
5019f 0.06	5019F 0.03	-.150	.549	.785	-1.24	.94
	5019f 0.09	-.900	.549	.104	-1.99	.19
	5019l 0.09	-1.000	.549	.072	-2.09	.09
	control	.000	.549	1.000	-1.09	1.09
5019F 0.03	5019f 0.06	.150	.549	.785	-.94	1.24
	5019f 0.09	-.750	.549	.175	-1.84	.34
	5019l 0.09	-.850	.549	.125	-1.94	.24
	control	.150	.549	.785	-.94	1.24
5019f 0.09	5019f 0.06	.900	.549	.104	-.19	1.99
	5019F 0.03	.750	.549	.175	-.34	1.84
	5019l 0.09	-.100	.549	.856	-1.19	.99
	control	.900	.549	.104	-.19	1.99
5019l 0.09	5019f 0.06	1.000	.549	.072	-.09	2.09
	5019F 0.03	.850	.549	.125	-.24	1.94
	5019f 0.09	.100	.549	.856	-.99	1.19
	control	1.000	.549	.072	-.09	2.09
control	5019f 0.06	.000	.549	1.000	-1.09	1.09
	5019F 0.03	-.150	.549	.785	-1.24	.94
	5019f 0.09	-.900	.549	.104	-1.99	.19
	5019l 0.09	-1.000	.549	.072	-2.09	.09

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้