การเปรียบเทียบคุณภาพของไวน์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่หมักจากยีสต์หมักลอยผิวหน้าและยีสต์หมักนอนก้น

Comparison of the quality of wine fermented riceberry from top fermenting yeast and bottom fermenting yeast

สมิทธิ์ชญา ธนจิตติรังสรรค์
ภัทราภรณ์ นุชกระแส

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเปรียบเทียบคุณภาพของไวน์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่หมักจากยีสต์หมักลอยผิวหน้าและยีสต์หมักนอนก้น

Comparison of the quality of wine fermented riceberry from top fermenting yeast and bottom fermenting yeast

T148888

สมิทธิ์ชญา ธนจิตติรังสรรค์

ภัทราภรณ์ นุชกระแส

เลขทะเบียน 148888
วัน.เดือน.ปี 30 มิ.ย. 2560
b.12876732
i.

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การเปรียบเทียบคุณภาพของไวน์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่หมักจากยีสต์หมักลอยผิวหน้าและยีสต์หมักนอนก้น

Comparison of the quality of wine fermented riceberry from top fermenting yeast and bottom fermenting yeast

จัดทำโดย

สมิทธิ์ชญา ธนจิตติรังสรรค์	รหัสนักศึกษา	55080098
ภัทราภรณ์ นุชกระแส	รหัสนักศึกษา	55080112

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

30/มิ.ย./59

(ดร.สุรชัย ใหญ่เย็น)
อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การเปรียบเทียบคุณภาพของไวน์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่หมักจากยีสต์หมักลอยผิวหน้าและยีสต์หมักนอนก้น (Comparison of the quality of wine fermented riceberry from top fermenting yeast and bottom fermenting yeast)
คณะผู้ดำเนินการวิจัย	สมิทธ์ชญา ธนจิตติรังสรรค์ รหัสนักศึกษา55080098 ภัทราภรณ์นุชกระแสร รหัสนักศึกษา55080112
หลักสูตร	วิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ	ดร. สุรชัย ใหญ่เย็น

บทคัดย่อ

ข้าวไรซ์เบอร์รีเป็นข้าวที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมเลียนแบบธรรมชาติ ระหว่างข้าวสองพันธุ์ ได้แก่ ข้าวเจ้าหอมนิล และข้าวขาวหอมมะลิ 105 ข้าวไรซ์เบอร์รีเป็นข้าวเจ้าสีม่วงเข้ม เมล็ดเรียวยาว ผิวมันวาว มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระที่ดี ช่วยบำรุงร่างกาย และทำให้เกิดการสร้างคอลลาเจน ซึ่งทางการแพทย์นิยมนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์อาหารโภชนบำบัด การทำไวน์ข้าวได้มาจากผลผลิตทางการเกษตรนับเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตทางการเกษตรให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้นไวน์ข้าวจะมีขั้นตอนในการผลิต 2 ขั้นตอน ในขั้นตอนแรกจะเป็นการย่อยข้าวให้เป็นน้ำตาลโดยอาศัยเชื้อรา *Amylomyces* sp. ที่เจริญเติบโตในรำข้าวสาลีซึ่งมีคุณค่าทางอาหารสูงเหมาะในการนำมาเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ และขั้นตอนต่อมาเป็นการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์โดยใช้ยีสต์ โดยการผลิตไวน์ข้าวจะใช้เชื้อยีสต์ 2 แบบคือการหมักที่เซลล์ยีสต์จะลอยตัวเป็นกลุ่มอยู่ที่ผิวหน้า (top-fermented yeast) คือ *Saccharomyces cerevisiae var. montache*.และการหมักเซลล์ยีสต์จะตกตะกอนอยู่ก้นถังหมัก(bottom-fermented yeast) คือ *Saccharomyces carlsbergensis*.จากการศึกษาในระหว่างการหมักพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายและปริมาณน้ำตาลที่เหลือ ค่อยๆลดลงตามระยะเวลาการหมักส่วนค่าของปริมาณแอลกอฮอล์จะค่อยๆเพิ่มสูงขึ้น และพบว่าปริมาณแอลกอฮอล์ของการการหมักโดยใช้เชื้อ *Saccharomyces carlsbergensis*.จะมีลักษณะการหมักที่ดีและมีค่าปริมาณแอลกอฮอล์มากที่สุดคือ 12.91±0.15%(v/v) และและเมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน (นักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตร) พบว่าการหมักโดยเชื้อ *Saccharomyces carlsbergensis*. มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดคือ 65%

คำสำคัญ : ข้าวไรซ์เบอร์รี ยีสต์ แอลกอฮอล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Comparison of the quality of wine fermented riceberry from top fermenting yeast and bottom fermenting yeast
Student name	Samitchaya Thanajittirungson Student ID 55080098 Phattaraporn Nutkrasae Student ID 55080112
Programme	Bachelor of Science in Industrial Fermentation Technology
Year	2019
Special problem advisor	Dr. Surachai yaiyen

ABSTRACT

Riceberry is rice which passes from rice breeding improvement process by imitating the nature. Between two type rice breedings, as black jasmine rice and Thai jasmine rice 105. Rice berry is shiny. It has a good antioxidant, healthiness, and build up collagen. In the medical term, it's popular to use it as food nutritional treatment and for agriculture which can add more valuable to its product as well. There are 2 steps of manufacturing of rice wine; Firstly, the grounded rice into sugar form by using Amylomyces sp. growth in wheat bran, which has a high nutritional value in the rearing of microorganisms. Second step is to convert sugar into alcohol form by using yeast. A production of wine by using yeast, there are 2 types of yeast was used. These are Top- fermenting yeast which is *Saccharomyces cerevisiae* var. montache and another one is bottom- fermenting yeast which is *Saccharomyces carlsbergensis*. In study, during fermentation showed that amount of soluble solid in wine was while amount of alcohol was rising up and *Saccharomyces carlsbergensis* in fermentation has highest amount of 12.91±0.15 %(v/v) and sensory test by 30 panelists (Faculty of Agro-Industry) showed that using *Saccharomyces carlsbergensis* is high score is 65% than fermented *Saccharomyces cerevisiae* var. montache.

Keywords: Riceberry,Yeast, Alcohol

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจาก ดร. สุรชัย ใหญ่เย็น อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาให้คำปรึกษาเสนอแนะแนวทางวิจัยตลอดจนตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือและขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรมทุกท่านที่กรุณาอำนวยความสะดวกด้านสถานที่ และเครื่องมืออุปกรณ์ในการทำวิจัย นอกจากนี้ก็ขอขอบคุณเพื่อนๆสาขาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรมทุกคนที่เป็นกำลังใจ และช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการศึกษานี้

สมิทธิ์ชญา ธนจิตติรังสรรค์
ภัทราภรณ์ นุชกระแส
12 พฤษภาคม 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย i

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ii

กิตติกรรมประกาศ.....iii

สารบัญ iv

สารบัญ(ต่อ).....v

สารบัญตาราง.....vi

สารบัญภาพ.....vii

สารบัญภาพ(ต่อ) viii

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....1

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....2

2.1 ไวน์ข้าว.....2

2.2 ประเภทของไวน์ข้าว 2

2.3 ไวน์ข้าวของประเทศต่างๆ.....2-4

2.4 ข้าวไรซ์เบอรี่.....4

2.5 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง.....5-6

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 7

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี 7

3.2 อุปกรณ์.....7-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง....8-15

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์....16

4.1 ผลการทดลองที่ 1 การหมักโดยใช้เชื้อ*Saccharomyces carlsbegensis*.....16-18

4.2 ผลการทดลองที่ 2 การหมักโดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae var. montache*.19-28

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ....29-30

บรรณานุกรม....31-32

ภาคผนวก....33

ภาคผนวก กการเตรียม mold bran....34

ภาคผนวก ขการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ....35

ภาคผนวก คการเตรียมสารเคมี....36-37

ภาคผนวก งกราฟมาตรฐานสารละลายกลูโคส....38

ภาคผนวก จ แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส....39

ประวัติผู้เขียน....40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

4.1 การวิเคราะห์ค่าน้ำตาลรีดิวส์โดยใช้วิธี ไดไนโตรซาลิไซลิก(DNS), แอลกอฮอล์ %(V/V) ,ปริมาณกรดทั้งหมด , ปริมาณแอนโทไซยานิน และค่าพีเอชหลังจากลงเชื้อ *Saccharomyces carlsbegensis*.....16

4.2 การวิเคราะห์ค่าน้ำตาลรีดิวส์โดยใช้วิธี ไดไนโตรซาลิไซลิก(DNS), แอลกอฮอล์ %(V/V) ,ปริมาณกรดทั้งหมด , ปริมาณแอนโทไซยานิน และค่าพีเอชหลังจากลงเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae var. montache*.....19

4.3 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดและค่าพีเอชหลังจากลงเชื้อ *Saccharomyces carlsbegensis*.และเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae var. montache*.....22

4.4 เปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์(g/l),% แอลกอฮอล์ (%v/v)และปริมาณแอนโทไซยานิน โดยการหมักด้วยเชื้อ*Saccharomyces carlsbegensis*.และเชื้อ*Saccharomyces cerevisiae var. montache*.....24

4.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คนจากคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....27

ตารางภาคผนวก งสารละลายมาตรฐานกลูโคส (g/L).....38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

4.1 การเปรียบเทียบระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์(g/L) กับปริมาณแอลกอออล์ % (v/v)

ของการหมักโดยใช้เชื้อ Saccharomyces carlsbegensis..... 16

4.2 การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเซลล์ที่มีชีวิต กับปริมาณแอลกอฮอล์ % (v/v)

ของการหมักโดยใช้เชื้อ Saccharomyces carlsbegensis.....17

4.3 การเปรียบเทียบระหว่างปริมาณแอนโทไซยานิน กับปริมาณแอลกอฮอล์ % (v/v)

ของการหมักโดยใช้เชื้อ Saccharomyces carlsbegensis.....18

4.4 การเปรียบเทียบระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์(g/L)กับปริมาณแอลกอออล์ % (v/v)

ของการหมักโดยใช้เชื้อ Saccharomyces cerevisiae var. montache.....19

4.5 การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตกับปริมาณแอลกอออล์ % (v/v)

ของการหมักโดยใช้เชื้อ Saccharomyces cerevisiae var. montache.....20

4.6 การเปรียบเทียบระหว่างปริมาณแอนโทไซยานิน กับปริมาณแอลกอฮอล์ % (v/v)

ของการหมักโดยใช้เชื้อ Saccharomyces cerevisiae var. montache..... 21

4.7 แสดงค่า pH และปริมาณกรดโดยรวมที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการหมัก.....23

4.8 เปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์(g/l) ระหว่างการหมักด้วยเชื้อ.....25

Saccharomyces carlsbegensis.และเชื้อ Saccharomyces cerevisiae var. montache.

4.9 เปรียบเทียบเปอร์เซนแอลกอฮอล์ (%v/v) ระหว่างการหมักด้วยเชื้อ

Saccharomyces carlsbegensis.และเชื้อ Saccharomyces cerevisiae var. montache.....26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

4.10 เปรียบเทียบปริมาณแอนโทไซยานิน ระหว่างการหมักด้วยเชื้อ Saccharomyces carlsbegensis.และเชื้อ Saccharomyces cerevisiae var. montache.....27

4.11 การเปรียบเทียบทางประสาทสัมผัส.....28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาพิเศษ

ปัญหาพิเศษนี้เป็นการผลิตไวน์ข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ และจากเชื้อ 2 สายพันธุ์ คือ *Saccharomyces carlsbergensis*และ *Saccharomyces cerevisiae* var. montacheเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของไวน์ที่ผลิตจากเชื้อยีสต์สองชนิด ซึ่งข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญในภูมิภาคเอเชีย นอกจากจะเป็นอาหารหลักแล้วยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างได้มากมายไม่ว่าจะเป็นข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียว ซึ่งข้าวไรซ์เบอร์รีเป็นข้าวเจ้าสีม่วงเข้ม เมล็ดเรียวยาว ผิวมันวาว มีกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์ มีรสชาติอมหวานกลมกล่อมชวนรับประทาน มีแอนโทไซยานินเป็นสารให้สีธรรมชาติ พบมากในผัก ผลไม้ เมล็ดธัญพืชและพืชหัว เป็นต้น มีคุณสมบัติป้องกันการเกิดโรค อีกทั้งยังช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร การสูญเสียปริมาณแอนโทไซยานิน พบตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว สภาวะการเก็บรักษา การแปรรูป โดยเฉพาะระดับการขัดสี ซึ่งข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นข้าวไม่ขัดสีจึงมีปริมาณแอนโทไซยานินมาก และในการทำไวน์ข้าวจะทำให้สูญเสียปริมาณแอนโทไซยานินปริมาณมากน้อยเพียงใด

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาการผลิตไวน์ข้าวจากเชื้อ *Saccharomyces carlsbergensis*,*Saccharomyces cerevisiae var. montache*และศึกษาคุณภาพของไวน์ที่ผลิตได้

1.2.2 ศึกษาปริมาณแอนโทไซยานินของไวน์ข้าวไรซ์เบอรี่

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 สามารถใช้ข้าวไรซ์เบอร์รีซึ่งเป็นวัตถุดิบทางการเกษตรให้เกิดประโยชน์ และเป็นการเพิ่มมูลค่าของข้าว

1.3.2 ได้เชื้อยีสต์ที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการผลิตไวน์ข้าว

1.3.3 เป็นการพัฒนากระบวนการผลิตไวน์ข้าวให้มีความแตกต่างจากสูตรดั้งเดิม ซึ่งเป็นการพัฒนาทางด้านสี โดยการนำข้าวไรซ์เบอร์รีที่มีสีจากธรรมชาติมาทำการผลิตซึ่งสีที่ได้จากธรรมชาติจะมีความปลอดภัยกว่าสีสังเคราะห์

1.3.4 สามารถผลิตไวน์ข้าวไรซ์เบอร์รีที่มีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1ไวน์ข้าว

ไวน์ข้าว (rice wine) คือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักข้าวให้เป็นแอลกอฮอล์โดยอาศัยการทำงานของเชื้อราที่จะทำหน้าที่ผลิตเอนไซม์เพื่อย่อยสตาร์ชในเมล็ดข้าวให้เป็นน้ำตาลและจากนั้นอาศัยการทำงานของยีสต์เพื่อทำการหมักน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ (สุมัลลิกา โมรากุล ,2545)

การผลิตไวน์ข้าวนิยมผลิตกันในประเทศทางแถวตะวันออกซึ่งมีการบริโภคข้าวเป็นอาหารหลักอันได้แก่ จีน เกาหลี ญี่ปุ่น ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย มาเลเซีย อินเดีย พม่า และไทย เชื่อกันว่าการทำไวน์ข้าวเริ่มต้นขึ้นที่ประเทศจีนแล้วจึงเผยแพร่ออกสู่ประเทศต่าง ๆ ในภูมิภาคตะวันออกนี้(ประดิษฐ์, 2535; มนตรี, 2521)

ไวน์ข้าว ตามพระราชบัญญัติสุรา พ.ศ.2492 มาตรา 4 จัดประเภทไวน์ข้าวชนิดต่าง ๆ ของไทย เช่น กระแช่ สาโท น้ำขาว และอุ อยู่ในกลุ่ม สุราแช่ หมายความถึง สุราที่ไม่ได้กลั่น และให้ความหมายรวมถึงสุราแช่ที่ได้ผสมกับสุรากลั่นแล้วแต่ยังมีแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15 ดีกรี(สามิตสาร,2493)

2.2 ประเภทของไวน์ข้าว

ไวน์ข้าวสามารถแบ่งตามลักษณะความใสของผลิตภัณฑ์ได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.2.1 Alcoholic beverage เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่มีลักษณะใส ได้แก่ สาเกของญี่ปุ่นและ shao-shin-chuของจีน

2.2.2 Miscellaneous alcoholic drinks เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่มีลักษณะขุ่นอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์และของแข็งที่ตกค้างอยู่ ได้แก่ tapuyของฟิลิปปินส์ ba-si-de ของเวียดนาม tapayของมาเลเซีย amazakeของญี่ปุ่น และสาโทของไทย เป็นต้น(Yoshizawa,1985)

2.3 ไวน์ข้าวของประเทศต่างๆ

เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ กลุ่มนี้นิยมผลิตกันมากในแถบเอเชีย เช่น ญี่ปุ่น จีน เกาหลี และประเทศไทย โดยมีชื่อเรียกแตกต่างกันในแต่ละประเทศดังเช่น ไวน์ข้าวของประเทศไทยได้แก่ สาโทชื่อพ้อง เหล้าโท กะแช่ น้ำขาว-น้ำแดง

2.3.1 ไวน์ข้าวของประเทศไทยส่วนมากนิยมผลิตและดื่มในชนบทนิยมทำในช่วงที่มีงานเทศกาลงานรื่นเริงต่าง ๆ เช่นประเพณีสงกรานต์ งานบวช และงานแต่งงาน เป็นต้น ไวน์ข้าวมีชื่อเรียกต่าง ๆ กันไปตามแต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละท้องถิ่น เช่น ภาคกลาง เรียกว่า น้ำขาว บางท้องถิ่นเรียก กระแช่ ในขณะที่ภาคอีสานเรียกว่า สาโท หรือ เหล้าโทโดยไวน์ข้าวของไทยจะได้จากการหมักข้าวเหนียวนึ่งกับลูกแป้งสุราแล้วทำการหมักไว้เป็นเวลาประมาณ 1-2 สัปดาห์ และมีการเติมน้ำหรือน้ำเชื่อมลงไปเพื่อเร่งการหมัก

2.3.2 ไวน์ข้าวของประเทศญี่ปุ่นหรือที่รู้จักกันดีในชื่อของ สาเก (Sake) เป็นเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ของประเทศญี่ปุ่น ทำจากข้าวมีปริมาณแอลกอฮอล์สูไม่ใช่สุรากลั่นแต่เนื่องจากดูคล้ายไวน์หลายคนจึงเรียกว่า Japanese rice Wineสาเกเป็นเครื่องดื่มประจำชาติของชาวญี่ปุ่นมานานหลายศตวรรษไม่ทราบแน่ชัดว่ามีต้นกำเนิดจากไหน หรือเมื่อไรแต่สันนิษฐานว่าชาวญี่ปุ่นรับเอาวิธีการหมักสุราด้วยข้าวมอลต์จากประเทศจีนเมื่อหลายพันปีมาแล้วสาเกมีแอลกอฮอล์สูงมากหากเทียบกับเครื่องดื่มที่ทำจากการหมักเหมือนๆกัน คือมีแอลกอฮอล์14-16 ดีกรีมีรสหวานเล็กน้อยเมื่อเริ่มดื่มปกติสาเกจะนิยมดื่มโดยอุ่นให้ร้อนปานกลาง เพื่อให้กลิ่นจางลงการอุ่นจะนำขวดใส่สาเกลงแช่ในอ่างน้ำร้อนประมาณ 37องศาเซลเซียส ถึง 38องศาเซลเซียส สาเกอาจดื่มแบบแช่เย็น เย็นเล็กน้อยใส่น้ำแข็งหรือผสมค็อกเทลก็ได้

คำนิยามสามประการของไวน์ข้าวที่ระบุไว้โดยพระราชบัญญัติภาษีเครื่องดื่มของประเทศญี่ปุ่น: 1) ควรทำขึ้นโดยการใช้ข้าว ข้าวมอลต์ และน้ำเป็นวัตถุดิบ โดยการหมักและกรอง; 2) ควรทำขึ้นโดยการใช้ข้าว ข้าวมอลต์ น้ำ ตะกอนไวน์ข้าวและอื่น ๆตามที่กฎหมาย โดยการหมักและกรอง 3) ควรทำขึ้นโดยการใส่ตะกอนไวน์ข้าวลงในข้าวไวน์ จากนั้นผ่านกระบวนการกรอง

2.3.3 ไวน์ข้าวของประเทศจีน ซึ่งชาวตะวันตกจำนวนมากคุ้นเคยกับ สาเก ของชาวญี่ปุ่น แต่น้อยคนจะรู้ว่ามันเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ประเภทหนึ่งที่มีการผลิตเฉพาะในจีนและญี่ปุ่นเท่านั้น แต่ตัวสาเกเองเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ในประเทศจีนรู้จักกันในชื่อ จิ่ว ซึ่งแปลได้อย่างคร่าวๆ ว่า 'เบียร์เข้มข้น' โดยทั่วไปแล้วเบียร์ธรรมดาจะมีแอลกอฮอล์ร้อยละ 4 – 5 ในประเทศจีนสำหรับผลิต จิ่ว ซึ่งแรงกว่าเบียร์ธรรมดาอย่างน้อยสามเท่า ถึงแม้ว่าชาวจีนจะผลิตเบียร์เหมือนคนอื่น แต่พวกเขาพบเทคนิคที่ดีกว่ามากด้วยการผลิตบางอย่างที่เรียกว่า 'ชวี' โดยจะประกอบไปด้วยเมล็ดข้าวสาลีนึ่งสุกบางส่วนนำไปบดปล่อยให้ขึ้นรา โดยเชื้อราเหล่านี้จะผลิตเอนไซม์อไมเลสซึ่งสามารถย่อยสลายแป้งได้อย่างมีประสิทธิภาพกว่าเมล็ดธัญพืชที่กำลังงอก และนั่นจึงทำให้ ชวี เป็นส่วนผสมเชื้อราบวกกับยีสต์ ชาวจีนก็จะผสมมันเข้ากับเมล็ดธัญพืชสุกในน้ำ ซึ่งก็จะได้เป็นเบียร์และเมื่ออะไมเลสย่อยสลายแป้งให้กลายเป็นน้ำตาล และยีสต์ก็จะหมักน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์นอกจากนั้นยังพบอีกว่าสามารถเพิ่มปริมาณแอลกอฮอล์ในเครื่องดื่มได้ด้วยการหมั่นเติมเมล็ดธัญพืชสุกลงไปในน้ำระหว่างการหมัก พวกเขาเรียกกระบวนการนี้ว่า 'การฆ่า' เมล็ดธัญพืช กระบวนการเติมเมล็ดธัญพืชสุกเพิ่มเข้าไปนี้สุดท้ายก็จะถึงค่าปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุดที่ไม่สามารถเพิ่มได้อีก (หนังสือต้นกำเนิด 100 สิ่งแรกของโลก สำนักพิมพ์มติชน)

2.3.4ไวน์ข้าวของประเทศเกาหลี หรือที่รู้จักกันดีในชื่อของ มัคกอลลี เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แบบพื้นบ้านของเกาหลี ถือกำเนิดมาตั้งแต่โบราณสมัยยุคอาณาจักรชิลลา แต่เดิมเรียกกันว่า นงจู ที่หมายถึง เหล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของชาวนา จึงไม่น่าแปลกใจว่า มักกอลลี จะทำมาจากเมล็ดข้าวหมักกับส่าเหล้า ดังนั้นบางคนจึงเรียก มักกอลลี ว่า ไวน์ข้าว หรือ ข้าวหมัก มักกอลลีจะมีความเข้มข้นของแอลกฮอล์อยู่แค่5-6% เท่านั้น ปัจจุบันมักกอลลีถือเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ

2.4 ข้าวไรซ์เบอรี่

ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (Riceberry) ได้จากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิลกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ลักษณะเป็นข้าวเจ้า สีม่วงเข้ม รูปร่างเมล็ดเรียวยาว ข้าวกล้องมีความนุ่มนวลมาก ปลูกได้ตลอดทั้งปี ให้ผลผลิตต่อไร่ปานกลาง ต้านทานต่อโรคไหม้ แต่ไม่ต้านทานโรคหลาว จึงควรเปลี่ยนเมล็ดพันธุ์ทุกรอบการปลูก (นิติพัฒน์ ชูกล้ากสิกรณ์, 2558)

ข้าวไรซ์เบอร์รี่นั้นอุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหารสูงเป็นอย่างมากโดยคุณประโยชน์ที่เด่นชัดคือในน้ำมันรำข้าวและรำข้าวนั้นมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่ดีอุดมไปด้วยโฟเลตในปริมาณสูงนอกจากนี้ยังอุดมไปด้วยสารอาหารอื่นๆที่มีประโยชน์ต่อร่างกายมากมายได้แก่เบต้าแคโรทีนแกมมาโอไรซานอล วิตามินอี วิตามินบี 1ลูทีนแทนนิน สังกะสีโอเมก้า3 ธาตุเหล็ก โพลีฟีนอล และเส้นใยอาหาร เป็นต้นซึ่งสารอาหารเหล่านี้นั้นมีส่วนช่วยในการบำรุงร่างกาย บำรุงสายตาบำรุงระบบประสาท และลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งรวมถึงป้องกันโรคต่างๆมากมายได้แก่ โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคหลอดเลือด โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูงโรคสมองเสื่อม และโรคโลหิตจาง เป็นต้นรวมทั้งมีส่วนช่วยในการสร้างคอลลาเจน ช่วยชะลอความแก่ ลดระดับไขมันและคอเลสเตอรอลนอกจากนี้ เส้นใยอาหารมีอยู่ปริมาณมากในข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ ช่วยควบคุมน้ำหนัก ช่วยระบบขับถ่าย

ข้าวไรซ์เบอรี่ (Riceberry) มีลักษณะเด่นคือ เป็นข้าวสีม่วงโดยธรรมชาติ นั่นแสดงว่ามีสารแอนโทไซยานิน(Anthocyanin) ซึ่งเป็นรงค์วัตถุหรือสารให้สีตามธรรมชาติ ซึ่งให้สีกับส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ดอก ใบ ราก ลำต้น จนถึงผลและเมล็ด โดยที่สารแอนโทไซยานิน ของข้าวไรซ์เบอร์รี่จะพบที่ pericarbของรำข้าวไรซ์เบอรี่ (Riceberry Bran)ซึ่งสารแอนโทไซยานินนี้ มีความสามารถในการละลายในน้ำได้ ซึ่งจัดอยู่กลุ่มของฟลาโวนอยด์ (flavonoid) โดยมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสะที่ให้สีม่วง แดงเข้ม โดยทั่วไปแล้วสีของแอนโทไซยานินนั้นจะมีการเปลี่ยนไปตามความเป็นกรดเป็นด่าง กล่าวคือ เมื่ออยู่สภาวะความเป็นเมื่ออยู่ในสภาวะความเป็นกรดจะมีสีแดงเข้ม แต่หากอยู่ในสภาวะความเป็นกลางจะมีสีม่วง และเมื่ออยู่ในสภาวะความเป็นด่างก็จะมีน้ำเงินถึงน้ำเงินเข้ม(ชาวนาป้ายแดง, 2557)

ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นข้าวที่เหมาะสำหรับคนทุกเพศทุกวัย โดยเฉพาะผู้ที่รักสุขภาพผู้ที่ต้องการลดน้ำหนักผู้สูงวัย ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน และโรคโลหิตจาง รวมถึงสตรีมีครรภ์เพราะอุดมไปด้วยโฟเลตในปริมาณสูงจึงช่วยป้องกันครรภ์เป็นพิษและช่วยให้ทารกในครรภ์มีสุขภาพแข็งแรงไม่เป็นโรคปากแหว่งเพดานโหว่นอกจากนี้ข้าวไรซ์เบอร์รี่ยังได้รับความนิยมในการบริโภคเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและด้วยประโยชน์ที่มากมายจึงนิยมนำไปใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารโภชนบำบัดในทางการแพทย์ รวมถึงนำไปแปรรูปเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมากมาย ได้แก่ ซูชิโดนัท คุกกี้ เครื่องดื่มผงสำเร็จรูป และข้าวตัง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง

หลุยส์ ปาสเตอร์ ตีพิมพ์ผลงานในช่วงทศวรรษ 1870 ว่ายีสต์เป็นสิ่งมีชีวิตที่ทำให้เกิดการหมักไวน์โดยการเปลี่ยนน้ำตาลในน้ำองุ่นให้เป็นแอลกอฮอล์ ได้มีการศึกษาวิจัยจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักไวน์เรื่อยมา จนในปัจจุบันประเทศใหม่ที่สามารถผลิตไวน์ เช่น ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา (รัฐคาลิฟอร์เนีย) อาเจนตินา แอฟริกาใต้ โดยประเทศเหล่านี้ใช้เทคโนโลยีในการเพาะกล้าเชื้อยีสต์เพื่อเร่งปฏิกิริยาการหมักและเพื่อให้ได้คุณภาพไวน์ที่สม่ำเสมอ ซึ่งแตกต่างจากวิธีการที่ประเทศฝรั่งเศสใช้เพราะจะใช้วิธีการแบบเดิม คือ การใช้ยีสต์จากธรรมชาติ นอกจากนั้นยังมีการใช้จุลินทรีย์อื่นๆเช่น แบคทีเรียที่สามารถสร้างกรดแลคติคนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพไวน์ และสามารถปรับปรุงพันธุ์ยีสต์และแบคทีเรียให้เหมาะสมโดยวิธีทางพันธุวิศวกรรม

2.5.1 ยีสต์ (yeast)

ยีสต์เป็นจุลินทรีย์ที่รู้จักกันดีในแง่ที่เปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์แต่อย่างไรก็ดีมียีสต์บางชนิดที่ทำให้อาหารเน่าเสียได้ยีสต์มีเซลล์เดียว ไม่มีคลอโรฟีลล์ มีนิวเคลียส์ มีรูปร่างหลายแบบ เช่น รูปทรงกลม รูปไข่ รูปทรงกระบอก รูปสามเหลี่ยม รูปร่างยาวที่มีปลายด้านหนึ่งกลม ปลายอีกด้านหนึ่งเป็นปลายแหลม และรูปคล้ายผลมะนาว มีขนาดแตกต่างกันมาก โดยทั่วไปเซลล์มีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรียบางชนิดยาวเพียง 2-3 ไมครอน แต่มียีสต์บางชนิดอาจยาวถึง 20-50 ไมครอนและมีส่วนกว้างอยู่ในช่วง 1-10 ไมครอน (นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ , 2543)

ยีสต์ทำให้อาหารเสื่อมเสีย โดยการเปลี่ยนน้ำตาลในอาหารให้เป็นแอลกอฮอล์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้เกิดฝ้าขาวบนผิวของอาหารและยีสต์ชนิดที่ทนต่อความเข้มข้นของน้ำตาลสูง จึงเป็นสาเหตุให้อาหารที่มีรสหวานจัด เช่น น้ำผึ้งน้ำหวานและน้ำผลไม้เข้มข้นเสื่อมเสียได้ด้วย แม้แต่มนุษย์ก็ยังสามารถใช้ประโยชน์จากยีสต์ในการทำอาหารหมักดอง เช่น การทำเบียร์ การทำไวน์ เหล้า น้ำส้มสายชู และขนมปัง (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะเกษตร , 2521)

ทอปยีสต์ (top-fermented) หมายถึง การหมักด้วยยีสต์ที่เรียกว่า ทอปยีสต์ (top yeast) สามารถเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่อุณหภูมิประมาณ 15-21 องศาเซลเซียส ซึ่งการหมักจะเกิดขึ้นบริเวณด้านบนของถัง

บอตทอมยีสต์ (bottom-fermented) หมายถึง การหมักด้วยยีสต์ที่เรียกว่า บอตทอมยีสต์ (bottom yest) โดยยีสต์ชนิดนี้หลังการหมักจะตกตะกอนอยู่ก้นถังหมัก สายพันธุ์ยีสต์ ได้แก่ *Saccharomyces carlsbergensis*ซึ่งกระบวนการหมักจะเกิดที่ก้นถังหมัก ที่อุณหภูมิต่ำ (10-15 องศาเซลเซียส) การหมักเกิดอย่างช้าๆ เปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หลังการหมักจะต้องเก็บไว้ในถังไม้ที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานหลายสัปดาห์ เพื่อให้เกิดการหมักอย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.1การเจริญของยีสต์

การเจริญของยีสต์ ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. อาหาร ยีสต์สามารถเจริญได้ดีในอาหารที่มีน้ำตาล เช่น น้ำผลไม้ น้ำเชื่อม และชอบอาหารที่มีรสเปรี้ยว ในการเจริญของยีสต์ ต้องการน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานโดยยีสต์แต่ละชนิดจะต้องการชนิดของน้ำตาลที่แตกต่างกัน
2. ความชื้น ยีสต์ต้องการความชื้นในการเจริญมากกว่าเชื้อราแต่น้อยกว่าแบคทีเรีย
3. อุณหภูมิ ยีสต์สามารถเจริญได้อาหารที่มีอุณหภูมิช่วงกว้างมาก ตั้งแต่0-40 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการขยายพันธุ์คือ 25-30 องศาเซลเซียส ยีสต์บางชนิดทนต่ออุณหภูมิแช่เยือกแข็งได้ดีมาก
4. pH ของอาหาร ยีสต์เจริญได้ในช่วง pH กว้าง ค่า pH ต่ำสุดที่ยีสต์สามารถเจริญได้คือ1.5 ส่วนค่า pH สูงสุดคือ 8.0-8.5 สำหรับค่า pH ที่เหมาะสมในการเจริญของยีสต์แต่ละชนิดจะแตกต่างกัน
5. ปริมาณออกซิเจน ยีสต์เจริญได้ที่มีสภาพที่มีออกซิเจน และสภาพที่ไม่มีออกซิเจนในสภาพที่ออกซิเจนจะเปลี่ยนน้ำตาลเป็นคาร์บอนไดออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

ข้าวไรซ์เบอร์รี่

เชื้อจุลินทรีย์*Saccharomyces carlsbergensis*และ *Saccharomyces cerevisiae var. montache*

เชื้อรา Amylomycsae spp.

น้ำกลั่น

น้ำตาลทรายขาว ตรา มิตรผล

รำข้าวสาสี

3.1.2 สารเคมี

ไดไนโตรซาลิไซลิกแอสิด(DNS)	Univer, New Zealand
โซเดียมไฮดรอกไซด์(NaOH)	Univer, New Zealand
กรดซัลฟิวริก	CARLO ERBA REAGENTS, Italy
กลูโคสมาตรฐาน	Univer, New Zealand
โซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทรต($NaKC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$)	Carlo erba, France
สารละลายโปแทสเซียมไดโครเมท	Carlo erba, France
สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต	Carlo erba, France
สารละลาย 1,10ฟีแนนโทรลีนเฟอร์รัสซัลเฟต	Merck,Germany
ไฮโดรเจนคลอไรด์(HCl)	Marron chemical, Thailand
สารละลายฟีนอฟธาลีน(phenolphthalein)	Carlo erba, France

3.2 อุปกรณ์

กล้องจุลทรรศน์	Nikon, ECLIPSE E200, Japan
เข็มเขี่ยเชื้อ (Needle)	
เครื่องกลั่น	VELP,UCC-3360,Italy
เครื่องชั่ง (2 ตำแหน่ง)	Mettlertoledo,Switzerland
เครื่องบดละเอียด	Sharp, EM-44A,Japan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge)	Hettichzentrifugen, Rotofix32A, Germany
เครื่องผสมสารละลาย (Vortex mixer)	Vortex-Genie® 2, USA
เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)	Genesys20,Thermo scientific,UK
เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)S	evenEasy, Mettler Toledo, China
เครื่องแก้ว	
เครื่องเขย่า (Shaker)	GFL 3017, Orbital Shaker, Germany
ตู้บ่ม (Incubator)	Heraeus,Germany
ตู้ถ่ายเชื้อ(laminar air flow)	Memmert, USA Laminar flow Abs 1200, Microflow, Germany
ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)	7.200Tuttlingen, WTB binder,Germany
ถาดพลาสติก	
ผ้าขาวบาง	
หม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันไอ (Autoclave)	ES-315, Tomy, Japan
Haemacytometer	Boeco, Germany
Magnetic stirrer	Combination, USA

3.3วิธีการทดลอง

3.3.1การทดลองที่ 1 การเตรียมไวน์ข้าวไรซ์เบอร์รี่

3.3.1.1การเตรียมเชื้อรา

1. เขี่ยเชื้อรา Amylomyces spp. ที่เจริญบนอาหาร PDA 1 ลูป ใส่ในอาหาร PDB
2. บ่มที่อุณหภูมิห้อง หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วันจะมีเส้นใยสีขาวเจริญ

3.3.1.2 การเตรียม Mold Bran

1. ชั่งรำข้าวสาลี 10 กรัม ลงในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เติม HCL 0.2 N ปริมาณ 10 มิลลิลิตร
3. ปิดด้วยจุกสำลีและ นำไปฆ่าด้วยการเข้าเครื่อง Autoclave ที่ 121 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เขี่ยเส้นใยที่เจริญบน PDB ลงในฟลาสก์ที่มีรำข้าวสาลี
5. บ่มที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน
6. คนรำข้าวสาลีให้เข้ากันแล้วเทลงถาด อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน
7. เก็บไว้ในถุงพลาสติกกันไม่ให้อากาศเข้า

3.3.1.3 การเตรียมข้าว

การเตรียมข้าวจะประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1. การบดข้าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเชื้อรา ในการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล และการเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์
2. การแช่ข้าว เพื่อให้ข้าวดูดน้ำเข้าไปในเมล็ด จะใช้เวลาประมาณ6 ชั่วโมง ข้าวจะดูดน้ำเข้าไปประมาณ 25-30 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักข้าว
3. การนึ่งข้าว เป็นการเตรียมข้าวสุกเพื่อให้เหมาะกับการทำงานของเอนไซม์ที่จะมาย่อยสลายสตาร์ช เมื่อนึ่งสุกจะทำให้ข้าวมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นประมาณ 35-40เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักข้าวเริ่มต้น

3.3.1.4 การเตรียมไวน์ข้าว

1. การทำไวน์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ด้วยเชื้อ *Saccharomyces carlsbergensis.*

ข้าวไรซ์เบอร์รี่ บดพอหยาบ

↓

ชาวข้าว

↓

แช่ข้าว 6 ชั่วโมง

↓

นำข้าวที่ได้มาหุงสุก (รอเย็น)

↓

คลุกด้วย Mold bran (ทิ้งไว้ 3 วัน)

↓

เติมน้ำตาล ⟶ เติมยีสต์*Saccharomyces carlsbergensis.*

↓

หมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน

↓

กรองกาก ⟶

↓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไวน์ข้าว

2. การทำไวน์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ด้วยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae var. montache*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2การทดลองที่ 2การวิเคราะห์ทางเคมี

3.2.2.1 การวิเคราะห์แอลกอฮอล์โดยวิธีไดโครเมทออกซิเดชัน

3.2.2.1.1หลักการ

วิธีการนี้อาศัยหลักการของแอลกอฮอล์ในตัวอย่างทำปฏิกิริยากับโปแทสเซียมไดโครเมท ($K_2Cr_2O_7$) ที่ทราบปริมาณแน่นอนและมากเกินพอในสภาพที่เป็นกรด ได้เป็นอะซิติก(ปฏิกิริยาที่ 1.1) ไดโครเมทส่วนที่เหลือถูกไตเตรทกับสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$:FAS)(ปฏิกิริยาที่ 1.2) โดยใช้ 1,10 ฟีแนนโทลีนเฟอร์รัสซัลเฟต (1,10-phenanthroline ferrus sulfate) เป็นตัวบอกจุดสิ้นสุดทางปฏิกิริยา โดยสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวใสเป็นสีน้ำตาล

$$2Cr_2O_7^{-2} + 3C_2H_5OH + 16H^+ \longrightarrow 4Cr^{+3} + 3CH_3COOH + 11H_2O \quad (1.1)$$

$$Cr_2O_7^{-2} + 6Fe^{+2} + 14H^+ \longrightarrow 2Cr^{+3} + 6Fe^{+3} + 7H_2O \quad (1.2)$$

3.2.2.1.2วิธีการทดลอง

1. เติมน้ำกลั่นลงฟลาสก์สำหรับกลั่น 100 มิลลิลิตร

2. ปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในฟลาสก์สำหรับกลั่น ต่อชุดกลั่น

3. ปิเปตสารละลายโปแทสเซียมไดโครเมท25 มิลลิลิตร ใส่ในฟลาสก์ขนาด 50 มิลลิลิตร นำไปวางไว้ที่ปลายส่วยควบแน่น (condenser) โดยให้ปลายของส่วนควบแน่นจุ่มลงในสารละลาย กลั่นด้วยความร้อนต่ำจนได้ distillate รวมกับสารละลายโปแทสเซียมไดโครเมทจนมีปริมาตรประมาณ 40 -45 มิลลิลิตร จึงหยุดกลั่น

4. ฉีดล้างส่วนควบแน่นด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อยให้ลงไปรวมอยู่ในฟลาสก์สารละลายโปแทสเซียมไดโครเมท

5.นำขวดสารละลายที่ได้ไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 60 – 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที เพื่อให้แอลกอฮอล์ทำปฏิกิริยากับโปแทสเซียมไดโครเมทที่อยู่ในสารละลายอย่างสมบูรณ์ จากนั้นถ่ายสารละลาย พร้อมทั้งฉีดล้างสารละลายทั้งหมดลงสู่ฟลาสก์ขนาด 25 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย

6. ไตเตรทกับสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียวใส เติมสารละลาย 1,10ฟีแนนโทรลีนเฟอร์รัสซัลเฟต ลงไปประมาณ 10 หยด แล้วไตเตรทต่อจนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล จดปริมาตรของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ เป็นค่า V_A

7. ทำ blank โดยปิเปตน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร ใส่ในฟลาสก์250 มิลลิลิตร ที่มีสารละลายโปแทสเซียมไดโครเมท25 มิลลิลิตร นำไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 60 – 65 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที นำมาไตเตรทกับสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต ตามข้อ 6 จด ปริมาตรสารละลายที่ใช้เป็นV_B

8. นำค่า VA และ VB ที่ได้คำนวณหาปริมาณแอลกอฮอล์ในตัวอย่าง

$$\text{ปริมาณแอลกอฮอล์ (\%v/v)} = \frac{25 - 25 \times V_A}{V_B}$$

3.2.2.2การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด

3.2.2.2.1หลักการ

ปริมาณกรดทั้งหมดในตัวอย่างอาหาร สามารถวิเคราะห์ได้โดยการไตเตรทสารละลายอาหารตัวอย่างด้วยสารละลายด่างมาตรฐาน ซึ่งนิยมใช้ สารละลาย NaOHและใช้อินดิเคเตอร์ ซึ่งได้แก่ ฟีนอฟธาลีน(phenolphthalein) โดยสารละลายจะทำปฏิกิริยาจะเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อนๆ เมื่อถึงจุดยุติที่ pH 8.0 – 9.6 หรืออาจใช้โบรโมไธมอลบูล ซึ่งจะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำเงิน เมื่อถึงจุดยุติที่ pH 6.0 – 7.0การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดโดยวิธีการไตเตรทด้วยด่างนี้ค่าความเป็นกรดที่วิเคราะห์ได้นิยมเรียกว่า total titratable acidity โดยทั่วไปจะรายงานค่าความเป็นกรดเป็นปริมาณของกรดอินทรีย์ที่มีมากที่สุดในตัวอย่าง ถึงแม้จะมีกรดชนิดอื่นๆเป็นองค์ประกอบอยู่ในตัวอย่างนั้นด้วยก็ตาม

3.2.2.2.2วิธีการทดลอง

1.ปิเปตตัวอย่างสารละลายอาหาร 5 มิลลิลิตร ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 75 มิลลิลิตร หยดสารละลายphenolphthalein 2- 3 หยด

2. ไตเตรทด้วยสารละลาย NaOHมาตรฐาน จนได้สีชมพูจางๆ บันทึกปริมาณของสารละลาย NaOHที่ใช้ (ทำการทดลองซ้ำ3ครั้ง)

3. คำนวณปริมาณกรดทั้งหมดในตัวอย่างอาหาร

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมด (\%)} = \frac{(V)(N)(eq.Wt.)(100)}{(1000)(v)}$$

V = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน NaOH

N = Normality ของ สารละลายมาตรฐาน NaOH

v = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างไวน์ 5 มิลลิลิตร

eq. wt. = น้ำหนักสมมูลย์ของกรด เป็นกรัม (Lactic = 90)

หมายเหตุ : น้ำกลั่นที่ใช้ต้องต้มไล่ CO2 ออกไปและทิ้งไว้ให้เย็นก่อนนำมาใช้

3.2.2.3การนับเซลล์ยีสต์โดยใช้Haemacytometer

3.2.2.3.1หลักการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตามการเจริญของยีสต์โดยวิธีการย้อมเซลล์ด้วยสีย้อม เมทิลลีนบลู โดยทำการย้อมเซลล์ด้วยสารละลายเมทิลลีนบลูแล้วนับจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต โดยเซลล์ที่ย้อมติดสีน้ำเงินคือ เซลล์ที่ไม่มีชีวิต ส่วนที่มีชีวิตจะไม่ติดสี โดยที่เซลล์ที่มีชีวิตนั้นจะมีเอนไซม์ที่สามารถเปลี่ยนสีเมทิลลีนบูลได้ในขณะที่เซลล์ที่ตายแล้วจะไม่มีเอนไซม์นี้ ดังนั้นเมื่อย้อมสีด้วยเมทิลลีนบลูมาส่องกล้องจุลทรรศน์ เซลล์ที่ตายจะติดสี ส่วนเซลล์ที่ยังมีชีวิตจะไม่ติดสี

3.2.2.3.2วิธีการทดลอง

1. ปิเปตตัวอย่างที่ผ่านการเจือจางในระดับที่เหมาะสมปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมสารละลายเมทิลลีนบลู1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันในหลอดทดลอง

2. นับจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตภายหลัง 5 นาที โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ซึ่งเซลล์ที่ย้อมติดสีคือ เซลล์ที่ไม่มีชีวิต

3. คำนวณจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตและร้อยละของเซลล์ที่มีชีวิตโดยใช้สูตร

$$\text{จำนวนเซลล์ยีสต์ที่มีชีวิต (cells/ml)} = \frac{\text{จำนวนเซลล์ที่ไม่ติดสี} \times \text{อัตราการเจือจาง} \times 10^6}{4}$$

$$\text{ร้อยละของเซลล์ที่มีชีวิต} = \frac{\text{เซลล์ที่มีชีวิต} \times 100}{\text{จำนวนเซลล์ทั้งหมด}}$$

3.2.2.4การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธีDNS

3.2.2.4.1 หลักการ

อาศัยปฏิกิริยารีดักชั่นของกรดไดไนโตรซาลิไซลิก (DNS) ในสภาวะที่เป็นด่างพร้อมกับการให้ความร้อน เกิดเป็นสารประกอบที่เป็นอนุพันธ์ของโมโนเอมีน ซึ่งมีสีน้ำตาลแดงและดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร วิธีนี้ต้องเตรียมกราฟมาตรฐานของน้ำตาลกลูโคสบริสุทธิ์

3.2.2.4.2วิธีการทดลอง

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่างลงหลอดทดลองหลอดละ 0.2 มิลลิลิตร, 0.4มิลลิลิตร, 0.6มิลลิลิตร, 0.8มิลลิลิตร และ1.0 มิลลิลิตร ตามลำดับ (ทำ3ซ้ำ)

2.ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้หลอดละ 1 มิลลิลิตร

3. เติมสารละลาย DNS 1 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอดด้วยลูกแก้ว

4. นำไปต้มในน้ำเดือด เป็นเวลา 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. แช่อ่างน้ำเย็นทันที รอเย็น

6. เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

7. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร

8. ทำ blank โดย ใช้น้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร เติม DNS 1 มิลลิลิตร ต้มน้ำเดือด5 นาที และนำไปแช่อ่างน้ำเย็น 5 นาที เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันและวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร

การเตรียมกราฟมาตรฐานกลูโคส

1. ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยการละลายน้ำตาลกลูโคส 0.1 กรัมในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร

2.นำสารละลายน้ำตาลกลูโคสเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้หลอดละ 1 มิลลิลิตร

3.เติมสารละลาย DNS 1 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอดด้วยลูกแก้ว

4.นำไปต้มในน้ำเดือด เป็นเวลา 5 นาที

5.แช่อ่างน้ำเย็นทันที รอเย็น

6. เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

7.วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร

3.2.2.5การวิเคราะห์ปริมาณกรดโดยใช้ pH meter

3.2.2.5.1หลักการ

ตัวอย่างต้องอยู่ในรูปของเหลว เครื่องวัด pH นั้นต้องสอบเทียบเครื่องด้วยสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน ที่ทราบค่า pH แน่นอน โดยทั่วไปการวัด pH ของตัวอย่าง เป็นการวัดความเข้มข้นของ H^+ซึ่งกรดแก่แตกตัวได้ 100% แต่กรดอ่อนแตกตัวได้บางส่วน ดังนั้น ที่ความเข้มข้นเท่ากัน สารละลายของกรดแก่และกรดอ่อนจะมี H^+ไม่เท่ากัน จึงมีค่า pH ต่างกันด้วย

3.2.2.5.2วิธีการทดลอง

1. สอบเทียบ (standardize) เครื่องด้วยสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่ทราบค่า pH แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำได้โดยล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำปราศจากไอออน (deionized water) หรือน้ำกลั่น (distilled water) และซับด้วยกระดาษทิชชู

3. จุ่มอิเล็กโทรดลงในสารละลายที่ต้องการวัดอย่างรวดเร็ว จดค่าที่ได้

4. ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น (distilled water) และซับด้วยกระดาษทิชชู

3.2.2.7 การวิเคราะห์ค่าแอนโทไซยานินทั้งหมด

3.2.2.7.1 หลักการ

ปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมด (total anthocyanins) ทำการสกัดสารแอนโทไซยานินในตัวอย่างด้วยethanolicHClจากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องspectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร ใช้สูตรในการคำนวณหาปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมด

3.2.2.7.2 วิธีการทดลอง

1.นำสารละลายตัวอย่างที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 535นาโนเมตร

2. คำนวณค่าแอนโธไซยานินโดยใช้สูตร

Monomericanthocyanin pigment (mg/l) = $\frac{A \times MW \times diiute \times 1000}{\varepsilon}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

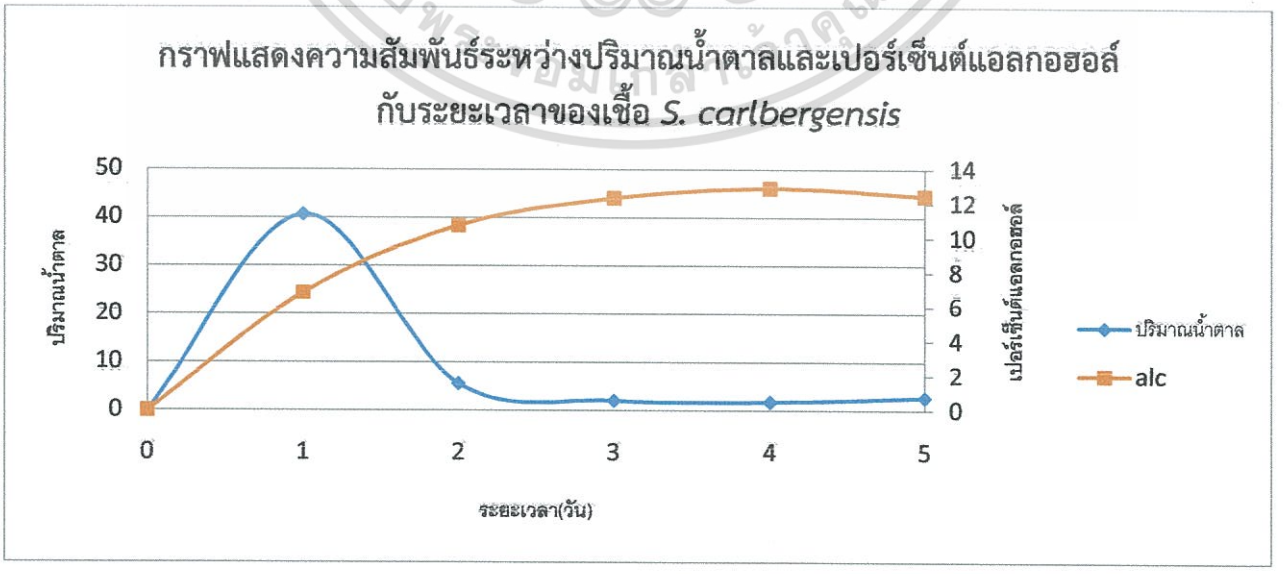
บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการทดลองที่ 1 การหมักโดยใช้เชื้อ *Saccharomyces carlsbegensis*

ตารางที่ 4.1การวิเคราะห์ค่าน้ำตาลรีดิวส์โดยใช้วิธี ไดไนโตรซาลิไซลิก(DNS), แอลกอฮอล์ %(V/V) , ปริมาณกรดทั้งหมด , ปริมาณแอนโทไซยานินและค่าพีเอชหลังจากลงเชื้อ *Saccharomyces carlsbegensis*

วัน	น้ำตาลรีดิวซ์ (g/l)	ปริมาณกรดทั้งหมด(%w/v)	% แอลกอฮอล์ (%v/v)	ปริมาณแอนโทไซยานิน (mg/l)	พีเอช
1	40.64±15.8	0.58±0.01	6.83±0.32	2.88±0.01	3.64±0.01
2	5.57±0.16	0.64±0.02	10.75±0.12	6.04±0.03	3.83±0.02
3	2.06±0.06	0.67±0.02	12.33±1.02	8.87±0.03	3.81±0.01
4	1.78±0.09	0.7±0.03	12.91±0.15	4.52±0.05	3.81±0.01
5	2.68±0.75	0.74±0.03	12.45±0.35	5.57±0.10	3.84±0.01

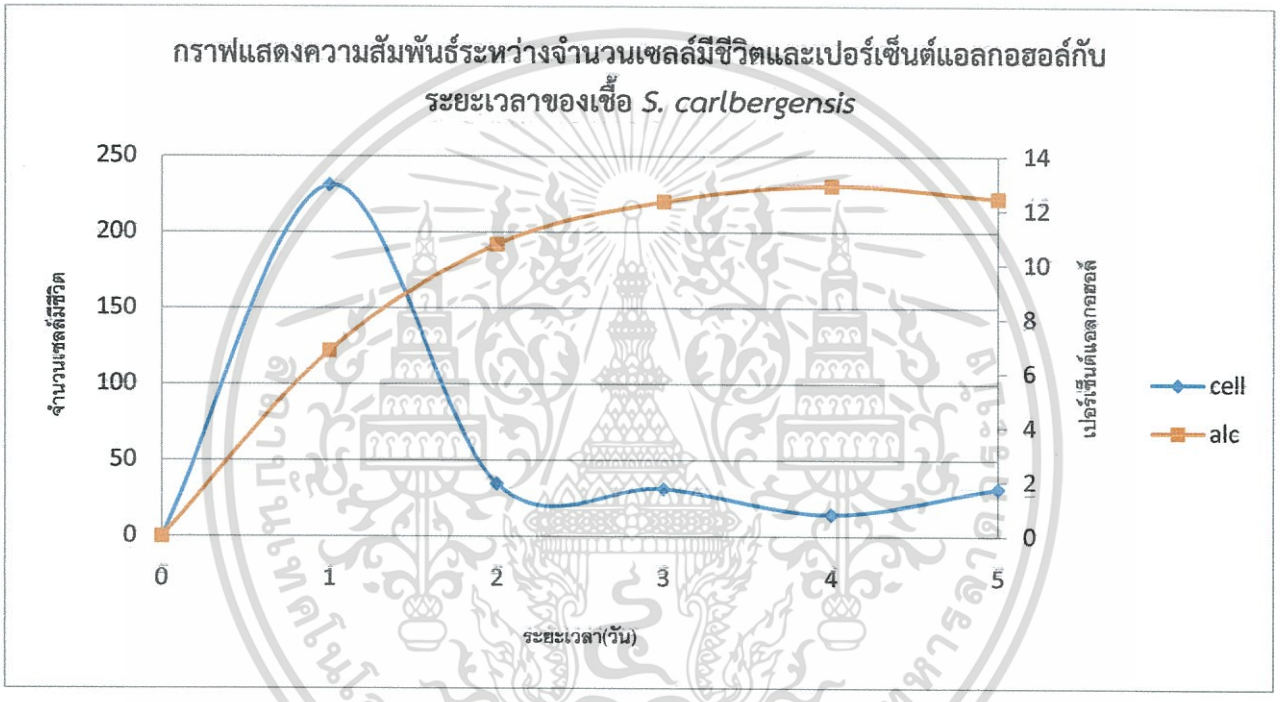


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาพที่ 4.1การเปรียบเทียบระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์(g/L)กับปริมาณแอลกอออล์% (v/v) ของการหมักโดยใช้เชื้อ *Saccharomyces carlsbegensis*

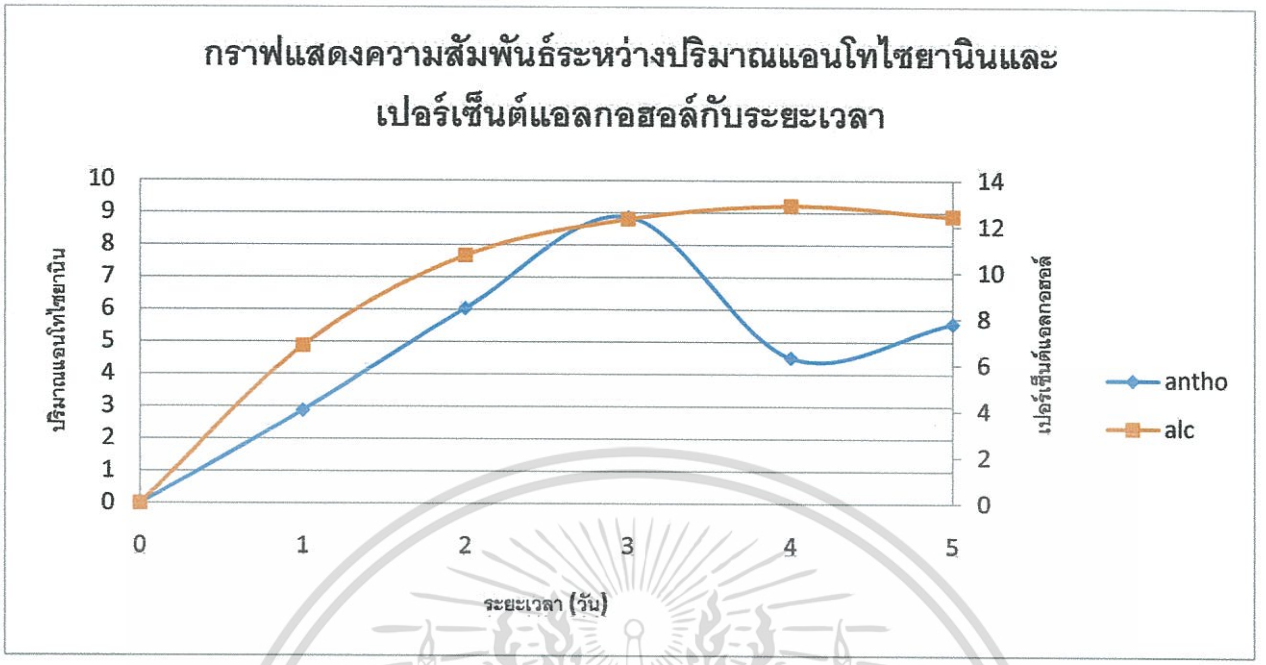
จากภาพเป็นการแสดงการเปรียบเทียบระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์ กับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างระยะเวลาในการหมัก พบว่าเมื่อเวลาผ่านไปปริมาณน้ำตาลจะมีปริมาณที่ลดลงเนื่องจากยีสต์ได้มีการนำเอาน้ำตาลไปใช้ในการเจริญเติบโต และปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้น เนื่องจากยีสต์*Saccharomyces carlsbegensis*นำน้ำตาลไปใช้ในการเจริญและเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์



ภาพที่ 4.2การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเซลล์ที่มีชีวิต กับปริมาณแอลกอฮอล์ % (v/v) ของการหมักโดยใช้เชื้อ *Saccharomyces carlsbegensis*.

จากภาพจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตและเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ของเชื้อ *Saccharomyces carlsbegensis*. พบว่าในช่วงแรกเซลล์จะมีการเพิ่มจำนวนที่รวดเร็วและยังไม่มีการผลิตแอลกอฮอล์ แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปปริมาณแอลกอฮอล์ค่อยๆเพิ่มปริมาณขึ้นเนื่องจากเซลล์ยีสต์ได้มีการผลิตแอลกอฮอล์ออกมา ในขณะเดียวกันปริมาณเซลล์ได้มีการลดจำนวนลงเนื่องจากปริมาณอาหารที่เซลล์ใช้ในการเจริญเติบโตเริ่มหมดลงอีกทั้งสภาวะในการหมักได้มีการเปลี่ยนแปลง มีปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นทำให้เซลล์บางส่วนไม่สามารถทนแอลกอฮอล์ได้จึงทำให้เซลล์มีปริมารลงลดอย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
148888



ภาพที่ 4.3การเปรียบเทียบระหว่างปริมาณแอนโทไซยานิน กับปริมาณแอลกอฮอล์ % (v/v) ของการหมักโดยใช้เชื้อ *Saccharomyces carlsbegensis.*

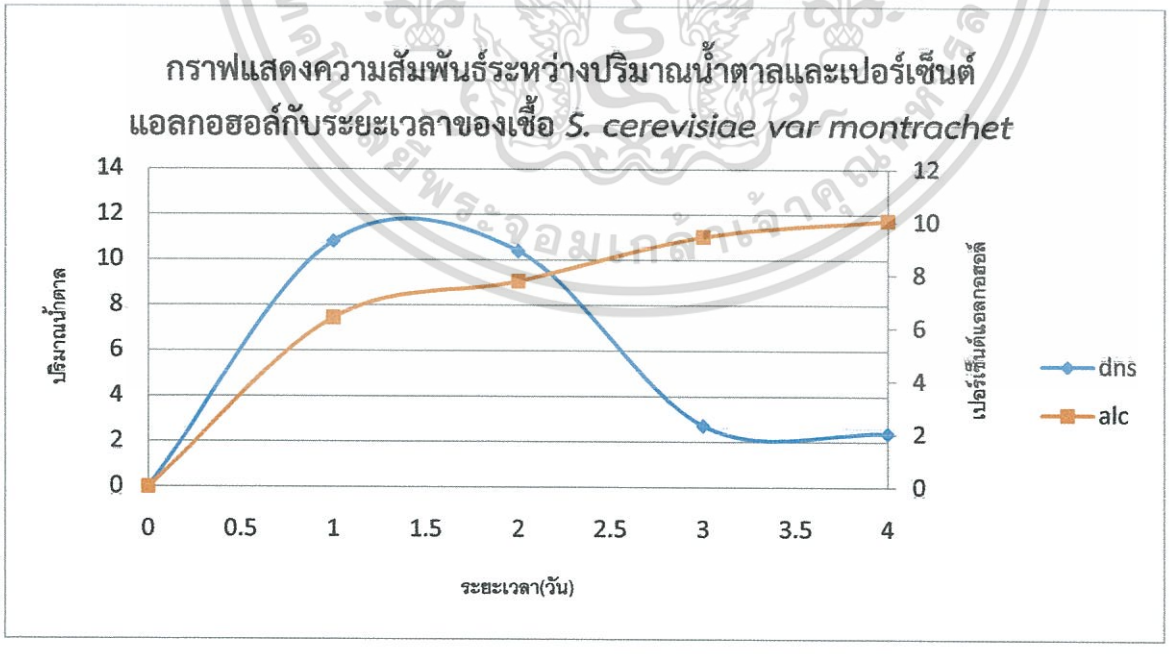
จากภาพจะแสดงปริมาณแอนโทไซยานินกับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการหมักด้วยเชื้อ *Saccharomyces carlsbegensis.*พบว่าในช่วงแรกจะยังไม่มีการสร้างแอลกอฮอล์และยังไม่มีการปริมาณแอนโทไซยานินแต่เมื่อเวลาผ่านไป ปริมาณแอนโทไซยานินจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากสารแอนโทไซยานินที่อยู่ที่เมล็ดข้าวไรซ์เบอร์รี่มีคุณสมบัติในการละลายน้ำ อีกทั้งตลอดระยะเวลาในการหมักจะมีการสร้างแอลกอฮอล์ออกมา เป็นผลทำให้สารแอนโทไซยานินถูกสกัดออกมาและเมื่อนำไปทำการวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงที่ 535 นาโนเมตร ซึ่งเป็นคลื่นที่สามารถวัดค่าสีที่เป็นสีส้ม-แดง พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินค่อยๆเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการหมักเช่นเดียวกับปริมาณแอลกอฮอล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองที่ 2 การหมักโดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae var. montache.*

ตารางที่ 4.2การวิเคราะห์ค่าน้ำตาลรีดิวส์โดยใช้วิธี ไดไนโตรซาลิไซลิก(DNS), แอลกอฮอล์ %(V/V) , ปริมาณกรดทั้งหมด , ปริมาณแอนโทไซยานินและค่าพีเอชหลังจากลงเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae var. montache.*

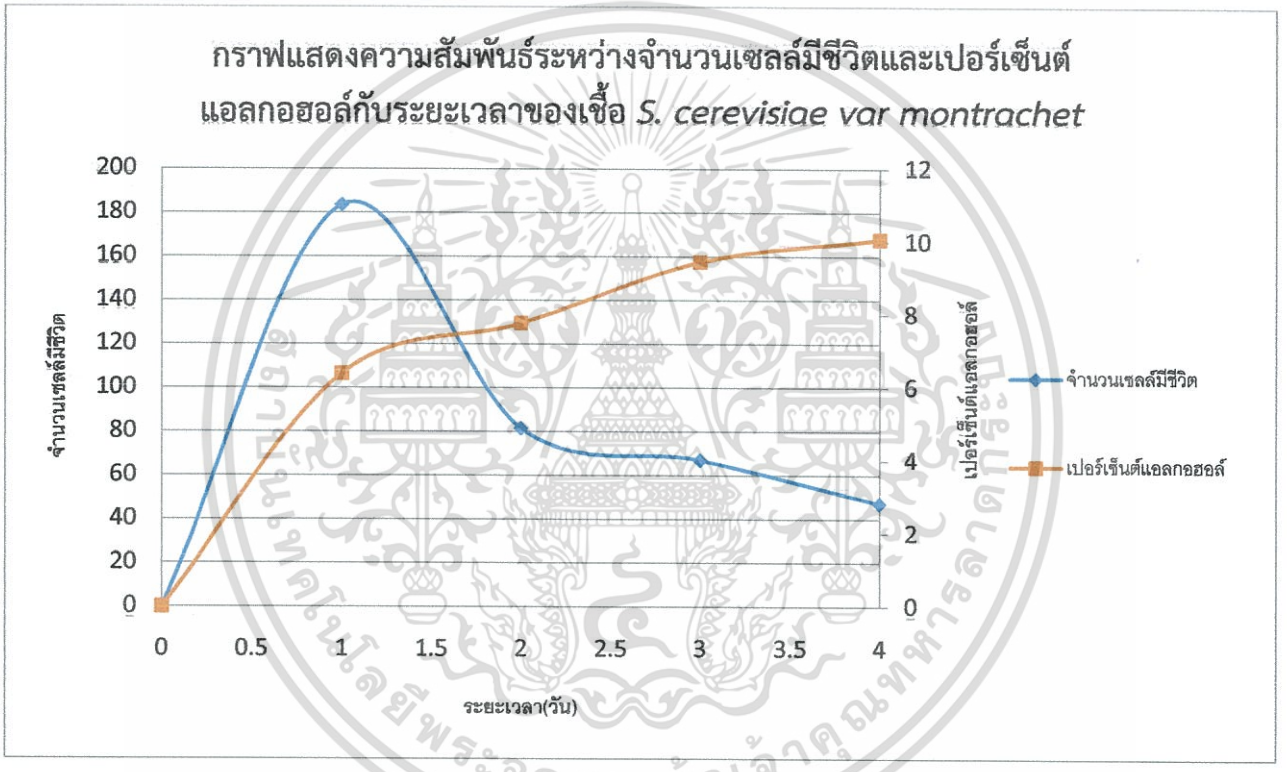
วันที่	น้ำตาลรีดิวส์ (g/l)	ปริมาณกรดทั้งหมด(w/v)	แอลกอฮอล์ %(V/V)	ปริมาณแอนโทไซยานิน (mg/l)	พีเอช
1	10.83±3.93	1.03±0.03	6.39±0.12	15.30±0.01	3.17±0.01
2	10.39±0.21	0.99±0.02	7.77±0.15	79.37±0.09	3.25±0.01
3	2.72±0.11	1.08±0.05	9.43±0.06	41.97±0.10	3.29±0.02
4	2.37±0.03	1.14±0.01	10.07±0.03	7.32±0.23	3.27±0.01
5	2.21±0.38	1.16±0.01	8.65±0.08	23.13±0.22	3.31±0.01



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.4การเปรียบเทียบระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์(g/L)กับปริมาณแอลกอออล์% (v/v) ของการหมักโดยใช้เชื้อ*Saccharomyces cerevisiae var. montache.*

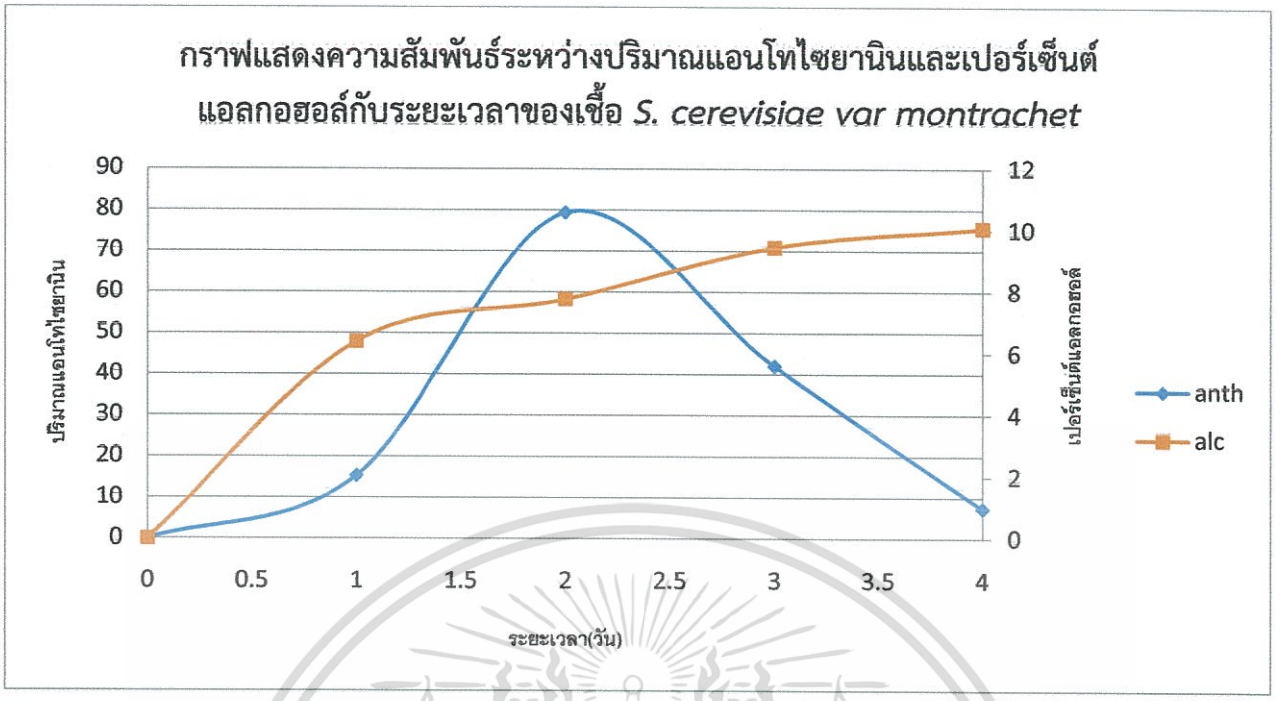
จากภาพเป็นการแสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์กับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาในกระบวนการหมัก ซึ่งพบว่าปริมาณน้ำรีดิวซ์ได้มีการเริ่มใช้ในช่วงวันแรกและเมื่อเวลาผ่านไประดับน้ำตาลในการหมักค่อยๆลดลดต่ำลง เนื่องจากเชื้อยีสต์*Saccharomyces cerevisiae var. montache.*ได้มีการนำเอาน้ำตาลไปใช้ในการเจริญเติบโตและเปลี่ยนไปเป็นแอลกอฮอล์เป็นผลทำให้ปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน



ภาพที่ 4.5การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตกับปริมาณแอลกอออล์% (v/v) ของการหมักโดยใช้เชื้อ*Saccharomyces cerevisiae var. montache.*

จากภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตกับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้น พบว่าในระยะแรกจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตจะมีปริมาณที่มากแต่เมื่อเวลาผ่านไปเริ่มมีการลดจำนวนลงเนื่องจากสารอาหารในน้ำหมักมีปริมาณลดลง และสภาวะการหมักที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเชื้อได้มีการผลิตแอลกอฮอล์อย่างต่อเนื่อง เป็นสาเหตุทำให้เชื้อที่ไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้และเริ่มตายลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6การเปรียบเทียบระหว่างปริมาณแอนโทไซยานิน กับปริมาณแอลกอฮอล์ % (v/v) ของการหมักโดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae var. montache.*

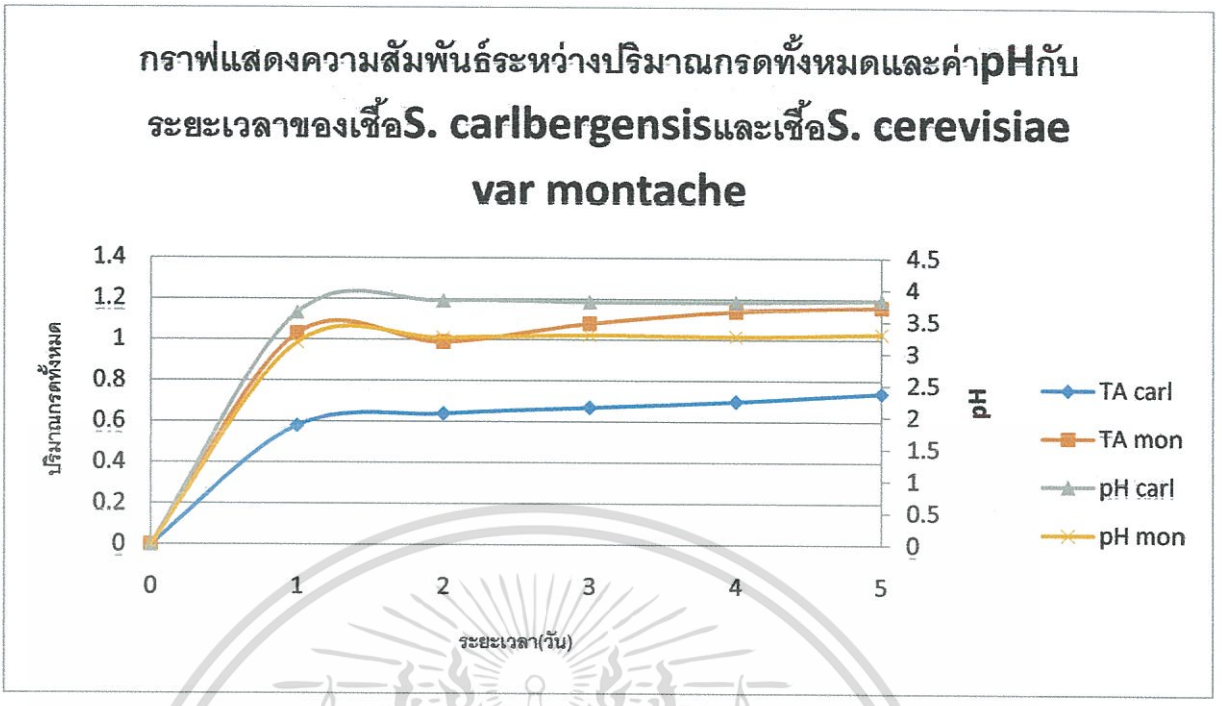
จากภาพแสดงปริมาณแอนโทไซยานินกับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการหมักด้วยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae var. montache.* พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป ปริมาณแอนโทไซยานินและปริมาณแอลกอฮอล์ จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากสารแอนโทไซยานินสามารถละลายน้ำได้และในกระบวนการหมักได้มีการสร้างแอลกอฮอล์ออกมา เป็นผลทำให้สารแอนโทไซยานินถูกสกัดออกมา ทั้งนี้น้ำตาลก็เป็นปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณแอนโทไซยานินด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดและค่าพีเอชหลังจากลงเชื้อ*Saccharomyces carlsbegensis.*และเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae var. montache.*

เชื้อ	วันที่	ปริมาณกรดทั้งหมด (%w/v)	พีเอช
Saccharomyces carlsbegensis.	1	0.58±0.01	3.64±0.01
	2	0.64±0.02	3.83±0.02
	3	0.67±0.02	3.81±0.01
	4	0.7±0.03	3.81±0.01
	5	0.74±0.03	3.84±0.01
Saccharomyces carlsbegensis var. montache.	1	1.03±0.03	3.17±0.01
	2	0.99±0.02	3.25±0.01
	3	1.08±0.05	3.29±0.02
	4	1.14±0.01	3.27±0.01
	5	1.16±0.01	3.31±0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7แสดงค่า pH และปริมาณกรดโดยรวมที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการหมัก

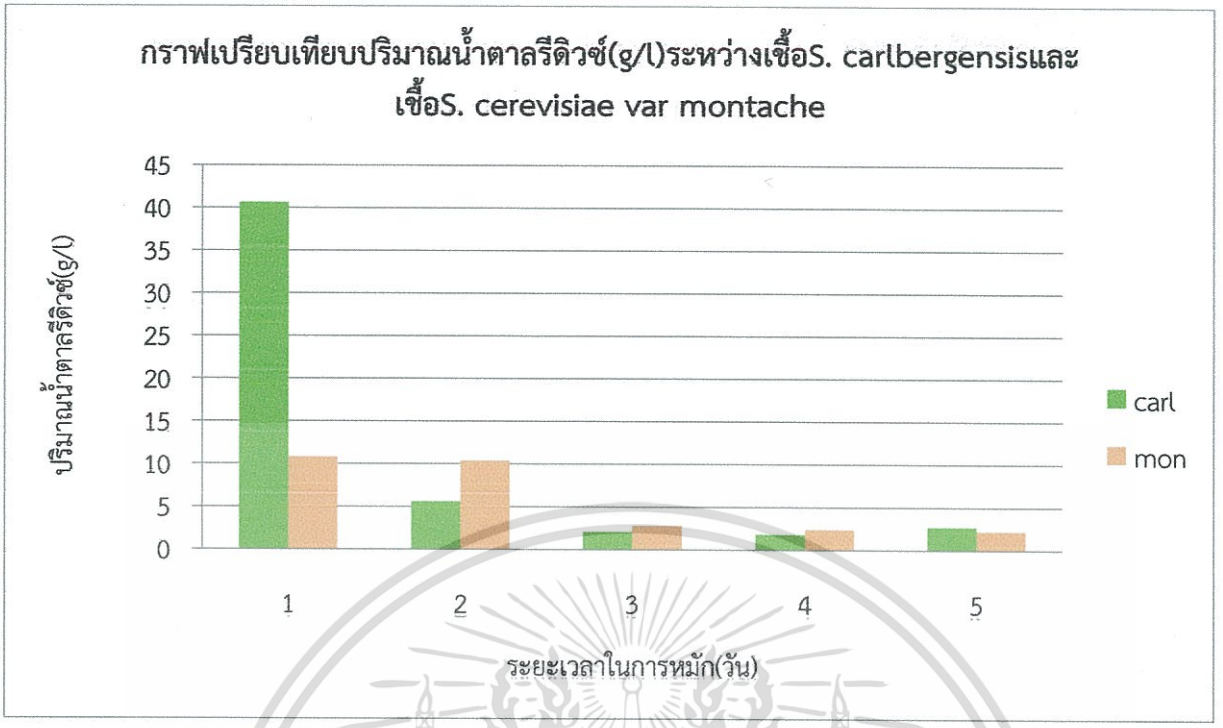
จากภาพเมื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณกรดโดยรวมพบว่า ค่าของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติคจะพบว่าเมื่อเวลาผ่านไปจะพบปริมาณของกรดแลคติคเพิ่มขึ้นมีความเข้มข้นของกรดอยู่ระหว่าง 0.58 – 1.16 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และจะพบว่าค่า pH ของไวน์ข้าว จะค่อนข้างมีค่าที่คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4เปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์(g/l) , % แอลกอฮอล์ (%v/v) และปริมาณแอนโทไซยานิน โดยการหมักด้วยเชื้อ*Saccharomyces carlsbegensis*.และเชื้อ*Saccharomyces cerevisiae var. montache*.

เชื้อ	วันที่	น้ำตาลรีดิวซ์ (g/l)	% แอลกอฮอล์ (%v/v)	ปริมาณแอนโทไซยานิน (mg/l)
Saccharomyces carlsbegensis.	1	40.64±15.8	6.83±0.32	2.88±0.01
	2	5.57±0.16	10.75±0.12	6.04±0.03
	3	2.06±0.06	12.33±1.02	8.87±0.03
	4	1.78±0.09	12.91±0.15	4.52±0.05
	5	2.68±0.75	12.45±0.35	5.57±0.10
Saccharomyces carlsbegensis var. montache.	1	10.83±3.93	6.39±0.12	15.30±0.01
	2	10.39±0.21	7.77±0.15	79.37±0.09
	3	2.72±0.11	9.43±0.06	41.97±0.10
	4	2.37±0.03	10.07±0.03	7.32±0.23
	5	2.21±0.38	8.65±0.08	23.13±0.22

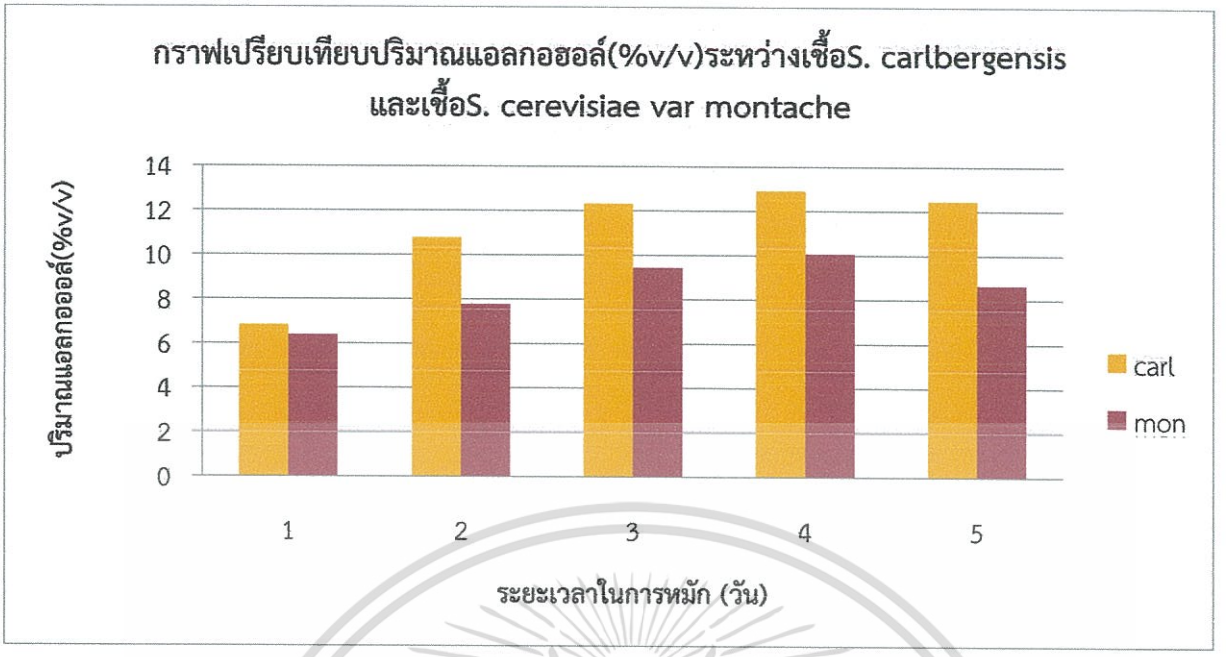
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8เปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์(g/l) ระหว่างการหมักด้วยเชื้อ*Saccharomyces carlsbegensis*.และเชื้อ*Saccharomyces cerevisiae var. montache*.

จากภาพเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ พบว่าในเชื้อ *Saccharomyces carlsbegensis*. ในช่วงแรกจะมีการใช้น้ำตาลสูงกว่า เชื้อ*Saccharomyces cerevisiae var. montache*.แต่เมื่อเวลาผ่านไปปริมาณน้ำตาลน้ำจะค่อยๆลดลงจนสิ้นสุดกระบวนการหมัก พบว่าปริมาณน้ำตาลจากการหมักโดยเชื้อ *Saccharomyces carlsbegensis*. จะเหลือมากกว่า *Saccharomyces cerevisiae var. montache*. ซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณแอลกอฮอล์และรสชาติไวน์ที่ได้เช่นกัน

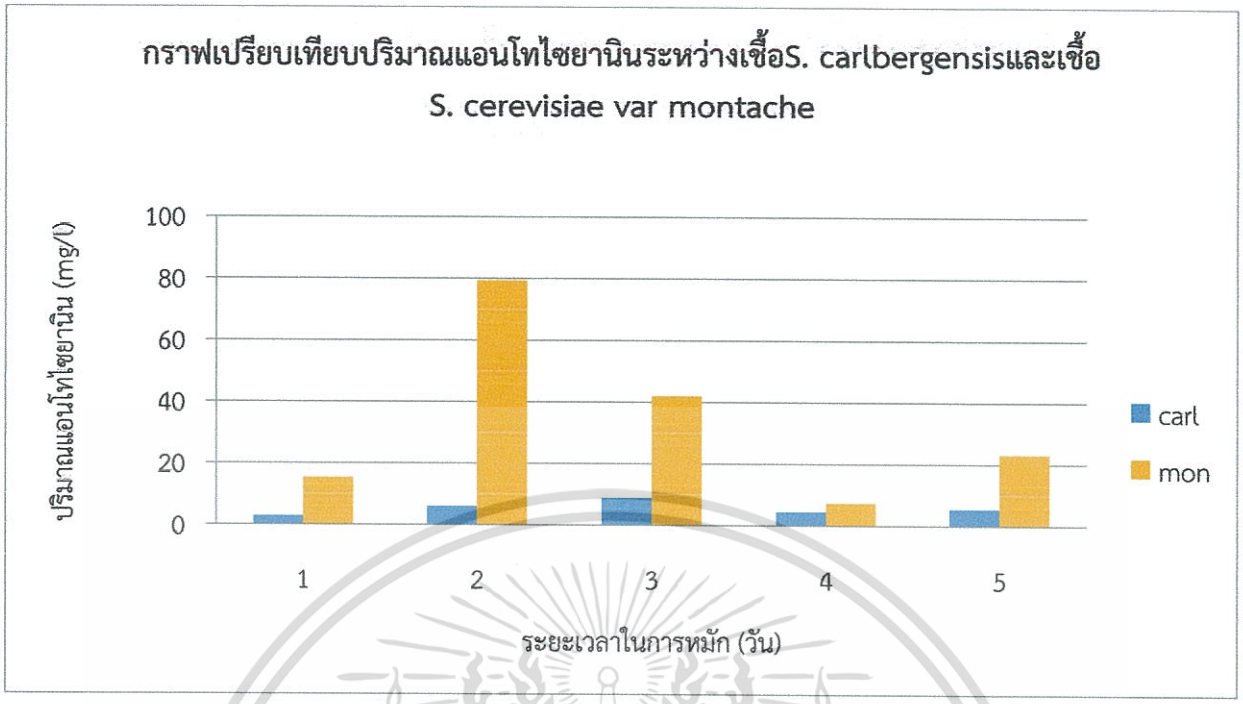
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9เปรียบเทียบเปอร์เซนแอลกอฮอล์ (%v/v)ระหว่างการหมักด้วยเชื้อ*Saccharomyces carlsbegensis.*และเชื้อ*Saccharomyces cerevisiae var. montache.*

จากภาพเป็นการเปรียบเทียบปริมาณแอลกอฮอล์ที่เชื้อทั้งสองชนิดผลิตได้ พบว่าเชื้อ *Saccharomyces carlsbegensis.*สามารถผลิตแอลกอฮอล์ได้มากกว่าเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae var. montache..* ซึ่งจะสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาล เนื่องจากเชื้อ *Saccharomyces carlsbegensis.* มีการใช้น้ำตาลในการเจริญเติบโตสูง ส่งผลให้มีการนำน้ำตาลเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์สูงเช่นกัน ในขณะที่เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae var. montache.*จะมีการใช้น้ำตาลต่ำกว่าจึงมีน้ำตาลที่เปลี่ยนไปเป็นแอลกอฮอล์ได้น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10เปรียบเทียบปริมาณแอนโทไซยานิน ระหว่างการหมักด้วยเชื้อ*Saccharomyces carlsbegensis*.และเชื้อ*Saccharomyces cerevisiae var. montache*.

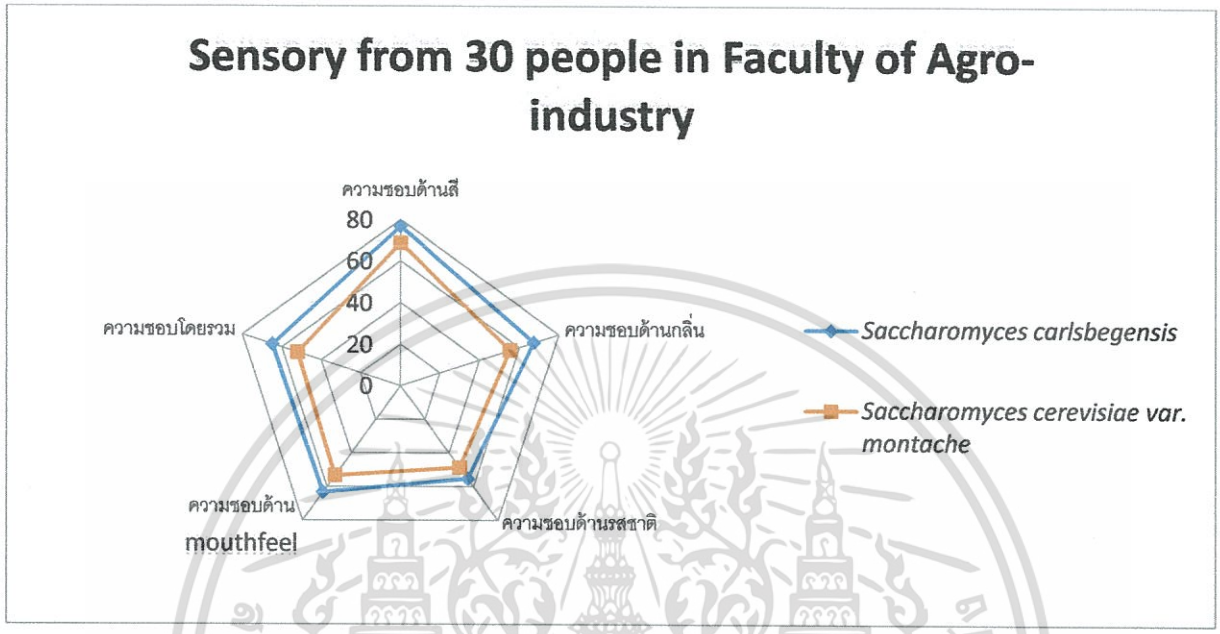
จากภาพเปรียบเทียบระหว่างปริมาณแอนโทไซยานินด้วยการหมักของเชื้อ *Saccharomyces carlsbegensis*.และเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae var. montache*. สังเกตได้ว่าปริมาณแอนโทไซยานินของการหมักด้วยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae var. montache*. จะมีปริมาณสูง เนื่องจากเชื้อยีสต์และปริมาณน้ำตาลที่เหลืออยู่ในกระบวนการหมักจะส่งผลต่อความเสถียรของสารแอนโทไซยานินและการสลายของแอนโทไซยานิน คือในการหมักโดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae var. montache*. จะเหลือปริมาณน้ำตาลในน้ำหมักต่ำจึงส่งผลให้ค่าแอนโทไซยานินมีปริมาณสูงกว่าการหมักด้วยเชื้อ *Saccharomyces carlsbegensis*.

ตารางที่ 4.5การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คนจากคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตัวอย่าง	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความรู้สึกที่ค้างในปาก	ความชอบโดยรวม
Saccharomyces carlsbegensis.	77%	67%	55%	63%	65%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Saccharomyces cerevisiae var. montache.	69%	55%	49%	53%	52%



ภาพที่ 4.11 การเปรียบเทียบทางประสาทสัมผัส

จากภาพเป็นการเปรียบเทียบความชอบทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ความรู้สึกที่ค้างอยู่ในปาก และความชอบโดยรวม ของไวน์ข้าวจากเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิด คือ *Saccharomyces carlsbegensis*และ *Saccharomyces cerevisiae var. montache*จากการสำรวจผู้ทดสอบแบบไม่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 30 คน จากผลสำรวจจะเห็นได้ว่า ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้การยอมรับทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ความรู้สึกค้างอยู่ในปาก และความชอบโดยรวมของเชื้อ *Saccharomyces carlsbegensis* มากกว่า *Saccharomyces cerevisiae var. montache* เนื่องจาก *Saccharomyces cerevisiae var. montache* มีรสชาติความฝาดเฝื่อนมาก จึงไม่เป็นที่นิยมในผู้ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การผลิตไวน์ข้าวมีสองขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกเป็นการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลโดยอาศัยเชื้อรา *Amylomyces* sp. ที่เจริญเติบโตบนรำข้าวสาลีหรือ Mold bran จากนั้นจะเป็นขั้นตอนของการเปลี่ยนน้ำตาลไปแป็นแอลกอฮอล์โดยเชื้อยีสต์ ในการผลิตจะใช้ยีสต์ 2 สายพันธุ์ คือ*Saccharomyces carlsbegensis* และ *Saccharomyces cerevisiae var. montache.*

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยวิธี ไดไนโตรซาลิไซลิก(DNS) บ่งชี้ถึงปริมาณน้ำตาลที่พบในน้ำหมักไวน์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่าปริมาณน้ำตาลในช่วงแรกจะเพิ่มปริมาณสูงขึ้นแต่เมื่อการหมักผ่านไป 2 วัน ปริมาณน้ำตาลจะค่อยๆลดลงตามลำดับ บอกได้ว่าในช่วงแรกที่มีปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นเกิดจากการย่อยแป้งของเชื้อรา*Amylomyces* sp. ที่จะสร้างเอมไซน์ที่สามารถย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล และในช่วงหลังที่ปริมาณน้ำตาลลดลงเป็นผลมาจากการทำงานของยีสต์คือ*Saccharomyces carlsbegensis* และ *Saccharomyces cerevisiae var. montache.*โดยการเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์

เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมัก จะพบว่าเชื้อทั้ง 2 สายพันธุ์จะมีปริมาณแอลกอฮอล์ที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการหมัก แต่เชื้อสายพันธุ์*Saccharomyces carlsbegensis*.จะให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงถึง 12.91 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ในขณะที่*Saccharomyces cerevisiae var. montache.* ให้แอลกอฮอล์10.07 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ไวน์ มอก. ไวน์2089 -2554 ระบุว่าไวน์ผลไม้ที่ทำมาจากวัตถุดิบกลุ่มผลไม้ผ่านกรรมวิธีการผลิต ต้องมีแรงแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์

ความเป็นกรด – เบส (pH) และปริมาณกรดทั้งหมด เมื่อทำการวิเคราะห์พบว่าปริมาณกรดทั้งหมดจะค่อยๆเพิ่มขึ้น เนื่องจากกรดที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักแอลกอฮอล์โดยคาร์บอนไดออกไซด์จะทำปฏิกิริยากับน้ำทำให้เกิดกรดคาร์บอนิค ซึ่งเป็นกรดอ่อนที่ทำให้ pH ของการหมักลดลง ส่งผลทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้น และในช่วงท้ายค่า pH จะค่อนข้างคงที่ อยู่ในช่วง 3.17 -3.84 ซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเซลล์ยีสต์และป้องกันไม่ให้จุลลินทรีย์ชนิดอื่นเจริญเติบโตได้

วิเคราะห์แอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นรงค์วัตถุหรือสี ที่ให้สีแดง ม่วง น้ำเงิน เป็นสารที่ให้สีธรรมชาติจัดอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ สามารถละลายน้ำได้ สีของแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะความเป็นกรด – ด่าง โดยที่ปัจจัยที่มีผลต่อสีและความเสถียรของแอนโทไซยานิน คือ อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง น้ำตาล และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยอื่นๆ ซึ่งในการวิเคราะห์ พบว่าการหมักด้วยเชื้อสายพันธุ์*Saccharomyces cerevisiae var. montache*. จะให้ค่าแอนโทไซยานินที่สูงถึง 79.37±0.09 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าการหมักด้วยเชื้อ *Saccharomyces carlsbegensis*.

การทดสอบทางประสาทสัมผัสเมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน (นักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตร) พบว่าการหมักโดยเชื้อ *Saccharomyces carlsbegensis* มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดคือ 65% และการหมักโดยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae var. montache* มีคะแนนความชอบโดยรวมคือ 52% โดยการหมักโดยเชื้อ *Saccharomyces carlsbegensis* ยังเป็นที่ยอมรับในด้านสี กลิ่น รสชาติ และความรู้สึกที่ค้างอยู่ในปาก คือ 77%, 67%, 55%, 63% ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาการผลิตไวน์ข้าวขั้นตอนแรกคือการเปลี่ยนข้าวให้เป็นน้ำตาลโดยอาศัยเชื้อรา *Amylomyces* sp. ที่เจริญเติบโตในรำข้าวสาลีหรือที่เรียกว่า mold bran ควรมีความระมัดระวังเรื่องความสะอาด ความปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์และสัตว์พาหะทุกชนิดที่ไม่เกี่ยวข้อง เนื่องจากรำข้าวสาลีและเชื้อรา *Amylomyces* spp. ที่ใช้ในการทดลองนั้นมีสารอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์และสัตว์พาหะใช้เป็นอาหารได้ ในการศึกษาการหมักไวน์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ต้องมีการทำความสะอาดภาชนะโดยการฆ่าเชื้อด้วย โพแทสเซียมเมตะไบท์ซัลไฟล์ (KMS)หรือลวกน้ำร้อนและมีผ้าขาวบางที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วมาปิดเพื่อป้องกันการปนเปื้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ซ่อแก้ว อนิลบล และคณะ. 2554. การศึกษาปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวเหนียวดำ โดยใช้วิธี HPLCและ spectrophotometric. แก่นเกษตร 39 ฉบับพิเศษ : 353-357.

นูรอัย ดือราแม. 2549. ยีสต์ (Yeast). สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

นิพัทธา ชาติสุวรรณ. 2553. สารประกอบฟีนอลลิกทั้งหมด แอนโธไซยานิน และความสามารถในการต้านออกซิเดชันของข้าวสายพันธุ์ต่างๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นิรนาม. 2557. ข้าวไรซ์เบอร์รี ข้าวสายพันธุ์ใหม่ ธัญพืชเพื่อสุขภาพ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://health.kapook.com/view99263.html. 18 พฤศจิกายน 2558.

ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2548. การพัฒนาการหมักสาโทโดยใช้สารแอนโธไซยานิน. สาขาครุศาสตร์เกษตร. คณะครุอุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. ม.ป.ป. แอนโทไซยานิน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1103/anthocyanin. 18 พฤศจิกายน 2558.

มาวิณี แย้มจันทรามาศ. 2553. อิทธิพลของราและยีสต์จากลูกแป้งต่อสารให้กลิ่นรสในกระบวนการหมักข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ. คณะวิทยาศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วริพัสย์ อารีกุล และนิพัทธา ชาติสุวรรณ. 2552. ปริมาฯแอนโธไซยานิน และความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของข้าวสายพันธุ์ต่างๆ. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุมัลลิกา โมรากุล. 2545. การพัฒนากรรมวิธีการผลิตไวน์ข้าว. ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. (เทคโนโลยีชีวภาพ) สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิรนาม. 2556. สาเก. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก:http://i-thumb.blogspot.com/2013/03/blog-post_15.html. 12 พฤษภาคม 2559.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิรนาม. ม.ป.ป. สาเก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://th.sushiandsake.net/special/food/detail_2. 12 พฤษภาคม 2559.

ชากียา. 2555. มักกอลลี. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://hellomiki.com/m/viewcontent.php?id=6720. 12 พฤษภาคม 2559.

นิรนาม. 2558. ข้าวไรซ์เบอร์รี่. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.xn--12cg1cxchd0a2gzc1c5d5a.net/%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%A7%E0%B9%84%E0%B8%A3%E0%B8%8B%E0%B9%8C%E0%B9%80%E0%B8%9A%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B9%88/. 12 พฤษภาคม 2559.

นิรนาม. 2552. สาโท. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.chaopraya.biz/index.php?lay=show&ac=article&Id=539152524&Ntype=6. 12 พฤษภาคม 2559.

ศศิธร คงเรืองและเบญจมาภรณ์ วงศ์อนุ. 2550. การตรึงเซลล์ยีสต์โดยการห่อหุ้มเพื่อผลิตไวน์ลำไยอบแห้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การเตรียม mold bran

ก.1 สูตรการเตรียม mold bran

1. ชั่งรำข้าวสาลีหยาบ 10 g ใส่ฟลาสก์รูปชมพู่ ขนาด 250ml
2. เติมกรด HCL 0.2 N ปริมาณ 10 ml
3. อุดจุกด้วยสำลีและนำไปฆ่าด้วยการเข้าเครื่อง Autoclave ที่ 121°C เป็นเวลา 30 นาที

วิธีการทำ mold bran

1. เขี่ยเชื้อราของ*Amylomyces*sp. ที่เจริญบนผิวหน้าอาหาร PDA 1 ลูป ใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB
2. บ่มที่อุณหภูมิ 30°Cหรืออุณหภูมิห้องนาน 3 วัน จะสังเกตได้ว่ามีเส้นใยของเชื้อราเจริญบนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ
3. เขี่ยเชื้อราจากอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB ลงไปคลุกผสมกับรำข้าวสาลีที่เตรียมไว้
4. บ่มที่อุณหภูมิ 30°Cหรืออุณหภูมิห้องนาน 5 วัน
5. อบที่อุณหภูมิ 42°Cข้ามคืนเพื่อลดความชื้น
6. เก็บไว้ในถุงพลาสติกกันไม่ให้อากาศเข้า จะแช่เย็นหรือเก็บในอุณหภูมิห้องก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ข.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ

ข1.1 Potato Dextrose Agar (PDA)

มันฝรั่ง	200	กรัม
Dextrose	20	กรัม
วุ้น	15	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

ข1.2 Yeast Mold Medium

Yeast extract	3	กรัม
Malt extract	3	กรัม
Peptone	5	กรัม
Glucose	10	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การเตรียมสารเคมี

ค.1 การเตรียมสาร

ค1.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

สูตรการเตรียม

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	4	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

วิธีการเตรียม

นำโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.0 กรัมละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรของสารละลายให้ได้ 1,000 มิลลิลิตร

ค1.2 การเตรียมสาร Dinitrosalicylic acid (DNS)

สูตรการเตรียม

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	16	กรัม
สาร Dinitrosalicylic acid	10	กรัม
สารละลายโซเดียมโปตัสเซียมทาร์เตรต	300	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

วิธีการเตรียม

1. นำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ละลายในน้ำกลั่น 100 – 200 มิลลิลิตร (stock A)
2. นำสารละลายDinitrosalicylic acid ละลานในน้ำกลั่น (stockB)
3. เติม Stock b ลงในสารละลาย stock a
4. เติมสารละลายโซเดียมโปตัสเซียมทาร์เตรตที่ละนิดลงในสารละลายรอจนละลายหมด จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค1.3 การเตรียมสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมท

สูตรการเตรียม

โพแทสเซียมไดโครเมท	33.77	กรัม
กรดซัลฟิวริก	325	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

วิธีการเตรียม

1. ละลายสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมทลงในน้ำกลั่น 450 มิลลิลิตร
2. เติมกรดซัลฟิวริกในตู้ดูดควัน ปรับปริมาตรให้เป็น 1000 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชา

ค1.4 การเตรียมสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต

สูตรการเตรียม

เฟอร์รัสซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต	135.02	กรัม
กรดซัลฟิวริก	25	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

วิธีการเตรียม

1. นำสารละลายเฟอร์รัสซัลเฟตเฮปตะไฮเดรตละลายในน้ำน้ำกลั่น 750 มิลลิลิตร
2. เติมกรดซัลฟิวริกลงในสารละลาย ปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

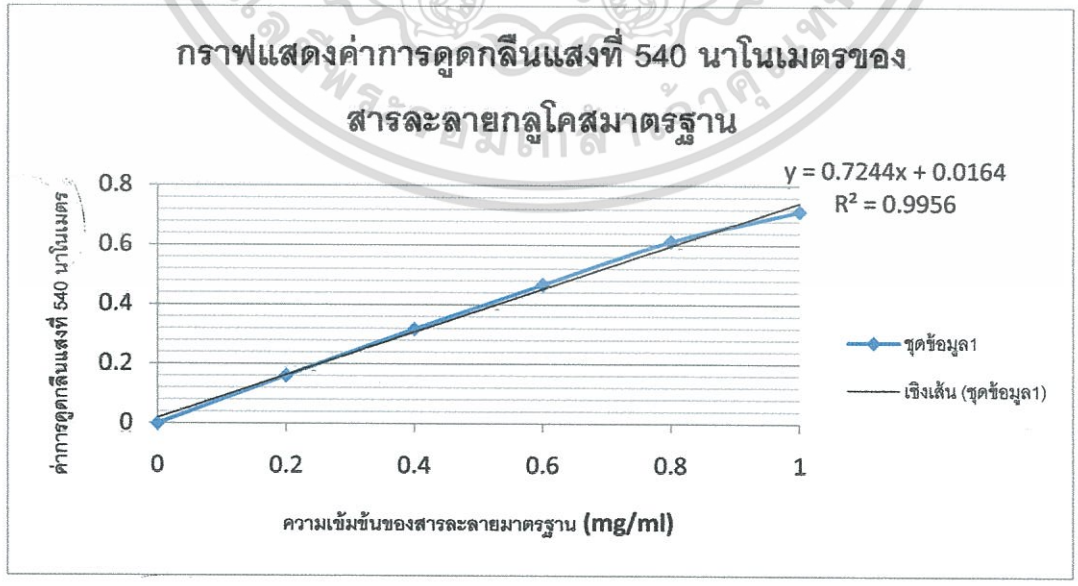
ภาคผนวก ง

กราฟมาตรฐานสายละลายกลูโคส

ง.1 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ค่าดูดกลืนแสงที่ 540 nm

ตารางภาคผนวก งสารละลายมาตรฐานกลูโคส (g/L)

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน (mg/ml)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ค่าดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร		
	1	2	3
0	0.000	0.000	0.000
0.2	0.171	0.163	0.15
0.4	0.324	0.314	0.315
0.6	0.464	0.457	0.479
0.8	0.610	0.626	0.600
1.0	0.639	0.757	0.746



ภาพผนวก ง 1 กราฟมาตรฐานสารละลายกลูโคส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่าง .....

ชื่อผู้ทดสอบ ..... อายุ.....ปี เพศ.....วันที่.....

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่าง " ไวน์ข้าว" ตามรหัสที่กำหนดให้ โดยพิจารณาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ พร้อมระบุคะแนนความชอบที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด ตามคำอธิบายข้างล่างนี้และบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างทุกครั้ง

1 = ไม่ชอบมาก 2 = ไม่ชอบ 3 = เฉย 4 = ชอบ 5 = ชอบมาก

หมายเลข	สี	กลิ่น	รสชาติ	mouthfeel	ความชอบโดยรวม
135					
339					

ท่านพอใจในผลิตภัณฑ์รหัสใดมากที่สุด (กรุณาเขียนรหัสตัวอย่าง) .....

ข้อเสนอแนะ

.....

..

**หมายเหตุ

135 คือ *Saccharomyces carlsbegensis*

339 คือ *Saccharomyces cerevisiae var. montache*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวสมิทธิ์ชญา ธนจิตติรังสรรค์
วัน เดือน ปีเกิด	12 กุมภาพันธ์ 2537
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2552	ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพระหฤทัยคอนแวนต์ กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2555	เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีคณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ชื่อ – นามสกุล	นางสาวภัทราภรณ์ นุชกระแส
วัน เดือน ปีเกิด	14 ตุลาคม 2536
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2552	ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนกรรณสูตศึกษาลัย จังหวัดสุพรรณบุรี
พ.ศ. 2555	เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีคณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้