การผลิตไวน์ขิงโดย เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ต่างๆ

GINGER WINE PRODUCTION BY VARIOUS STRAINS OF *Saccharomyces cerevisiae*

ปิยดา ลีลาปิยะนาถ

PIYADA LEELAPIYANART

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2550

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การผลิตไวน์ขิงโดย เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ต่างๆ

GINGER WINE PRODUCTION BY VARIOUS STRAINS OF *Saccharomyces cerevisiae*

ปิยดา ลีลาปิยะนาถ

PIYADA LEELAPIYANART

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 74544
วัน,เดือน,ปี - 3 ต.ค. 2550

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2550

GINGER WINE PRODUCTION BY VARIOUS STRAINS OF *Saccharomyces cerevisiae*

PIYADA LEELAPIYANART

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN BIOTECHNOLOGY

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2007

COPYRIGHT 2007

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การผลิตไวน์สมุนไพรจากขิงโดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ต่างๆ
ชื่อนักศึกษา	นางสาวปิยดา ลีลาปิยะนาถ
รหัสประจำตัว	45064568
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีชีวภาพ
พ.ศ.	2550
อาจารย์ผู้ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดวงใจ โอชัยกุล
อาจารย์ผู้ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ลินจง สุขลำภู

บทคัดย่อ

ศึกษาการเจริญของเชื้อยีสต์สายพันธุ์ต่างๆในน้ำสับปะรดพบว่า *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5049 *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5339 *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5194 และ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 มีการเจริญสูงสุดในชั่วโมงที่ 39 36 33 และ 36 ตามลำดับ หมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อยีสต์ 4 สายพันธุ์ ใช้อัตราส่วนน้ำขิงต่อน้ำ คือ 1:0 และ 1:1 พบว่า *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 ใช้อัตราส่วนน้ำขิงต่อน้ำเท่ากับ 1:0 ทำให้ไวน์ขิงที่ได้จะมีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 13.50 ในวันที่ 18 ของการหมัก ซึ่งสูงกว่าการใช้ยีสต์สายพันธุ์อื่น เมื่อนำไวน์ขิงที่หมักได้จากเชื้อยีสต์ทั้ง 4 สายพันธุ์ มาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ไวน์ขิงที่หมักโดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 ใช้อัตราส่วนน้ำขิงต่อน้ำ คือ 1:1 ได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุด จึงเลือกใช้ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 อัตราส่วนน้ำขิงต่อน้ำ คือ 1:1 มาใช้ศึกษาต่อไป

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไวน์ขิง พบว่า การใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 ของปริมาตรน้ำหมัก ไวน์ขิงจะให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุด คือ 13.90 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้นเท่ากับ 24 องศาบริกซ์ จะให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงกว่าการใช้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้น 18 20 และ 22 องศาบริกซ์ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 เป็นแหล่งไนโตรเจนในการหมักไวน์ขิงจะให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุดร้อยละ 14.80 ปรับพีเอชเริ่มต้นของน้ำขิงก่อนหมักให้มีพีเอชเริ่มต้น 4.5 จะทำให้ไวน์ขิงที่ได้มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงกว่าการปรับพีเอชเริ่มต้นเป็น 3.5 4.0 และ 5.0 โดยมีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ

14.80 ผลิตไวน์ขิงในสภาวะที่เหมาะสมข้างต้น ไวน์ที่ได้จะมีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 14.00 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 9.00 องศาบริกซ์ ความเป็นกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) ร้อยละ 0.42 พีเอช 3.25 ไวน์ขิงมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 99.96 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตรวจไม่พบเมทานอล และจากการนำไวน์ขิงมาปรุงแต่งกับน้ำผลไม้พบว่า ไวน์ขิงผสมน้ำมะนาว ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด รองลงมาเป็น สับปะรด ส้ม และแอปเปิ้ล

Thesis	Ginger Wine Production by Various Strains of *Saccharomyces cerevisiae*
Student	Miss Piyada Leelapiyanart
Student ID	45064568
Degree	Master of Science
Program	Biotechnology
Year	2007
Thesis Advisor	Assoc.Prof. Duangjai Ochaikul
Thesis Co Advisor	Asst.Prof. Linchong Suklampoo

ABSTRACT

Studied on the growth of yeast strains in pineapple juice, *Saccharomyces cerevisire* TISTR 5049 *Saccharomyces cerevisire* TISTR 5339 *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5194 *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 had the highest growth at 39 36 33 and 36 hours. Ginger wine was fermented by each yeast strain. The results showed that *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 had the highest alcohol content was 13.50% v/v at 18th day of fermentation, using the ratio of ginger to water was 1:0. Sensory test found that overall acceptability score were abtained from the ratio of 1:1, fermented by *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018. Therefore, ginger to water ratio of 1:1, fermented by *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 was used to investigate the optimal conditions of ginger wine.

Optimization of amount inoculum, results showed that 15% inoculum had highest alcohol content, it was 13.90%. Initial total soluble solid was 24 $^{\circ}$Brix had highest alcohol content and difference significant ($P \leq 0.05$) from initial total soluble solid was 18 20 and 22 $^{\circ}$Brix. Diammoniun phosphate 0.05% was nitrogen source and had highest alcohol content was 14.80%, initial pH of fermentation medium was 4.50 had highest alcohol content. From optimal conditions, ginger wine had alcohol content 14.00% total soluble solid 9.00 $^{\circ}$Brix total acidity (citric acid) 0.42% and pH 3.25, SO_2 99.96 mg/Kg and methanol was not found in ginger wine. Mixing fruit juices to ginger wine, sensory test found that ginger wine mixed with lime was the highest score for acceptance following by pineapple, orange and apple.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยคำแนะนำและความกรุณา จากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดวงใจ โอชัยกุล ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.ลิงจง สุขลำภู ที่ให้คำแนะนำและเป็นที่ปรึกษาในการค้นคว้าวิจัยนี้ ข้าพเจ้ามีความซาบซึ้งในความกรุณาที่ได้รับจากอาจารย์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. นวลพรรณ ณ ระนอง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ.วีนา ชูโชติ และ ผศ.เบ็ญจรัก วายุภาพ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลาอันมีค่าเพื่อเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งให้คำแนะนำ ตรวจสอบ ตลอดจนชี้แนะในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความเรียบร้อยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ธุรการ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวกในด้านการติดต่อประสานงาน และอำนวยความสะดวกด้านอุปกรณ์

ขอขอบคุณเพื่อน พี่ และน้องทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือในทุกเรื่อง ให้ข้อคิดเห็น กำลังใจและมิตรภาพที่ดีตลอดมา

ที่สำคัญขอกราบขอบพระคุณ นายสมยศ และนางเปียทิพย์ ลีลาปิยะนาถ บิดามารดา และ นส.วันเพ็ญ ลีลาปิยะนาถ คุณป้า ที่ให้ความรัก กำลังใจ ให้คำแนะนำสนับสนุนในด้านการศึกษาตลอดเวลา รวมทั้งกำลังใจจากญาติทุกๆท่าน

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ปิยดา ลีลาปิยะนาถ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....IV

สารบัญ..... V

สารบัญตาราง.....VIII

สารบัญรูป.....X

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....3

1.3 ขอบเขตการทดลอง.....3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 นิยามของไวน์.....4

2.2 ขั้นตอนในการผลิตไวน์.....5

2.3 จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักไวน์.....9

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการหมักไวน์.....10

2.5 การแบ่งชนิดของไวน์.....12

2.6 ประโยชน์ของไวน์.....14

2.7 มาตรฐานไวน์สมุนไพร.....14

2.8 ขิง.....17

2.9 ประโยชน์ที่ได้จากขิง.....18

2.10 คูลเลอร์.....19

2.11 การปรุงแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำผลไม้.....20

2.12 การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์แอลกอฮอล์.....26

2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....28

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย.....31

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี.....31

3.2 วิธีการวิจัย.....32

3.2.1 ศึกษาองค์ประกอบของขิง.....32

3.2.2 ศึกษาการเจริญของเชื้อยีสต์สายพันธุ์ต่างๆในน้ำสับปะรด.....32

3.2.2.1 การเตรียมหัวเชื้อเริ่มต้น.....32

3.2.2.2 ศึกษาการเจริญของเชื้อยีสต์สายพันธุ์ต่างๆในน้ำสับปะรด.....32

3.2.3 ศึกษาการหมักไวน์ขิงโดยใช้ยีสต์สายพันธุ์ต่างๆ.....33

3.2.3.1 การเตรียมหัวเชื้อ.....33

3.2.3.2 การหมักไวน์.....33

3.2.4 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักไวน์ขิงโดยใช้ยีสต์สายพันธุ์ที่คัดเลือกได้.....34

3.2.4.1 ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้น.....34

3.2.4.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น.....34

3.2.4.3 ชนิดและปริมาณของแหล่งไนโตรเจน.....35

3.2.4.4 พีเอชเริ่มต้นของการหมัก.....35

3.2.5 ผลิตไวน์ขิงในสภาวะที่เหมาะสมและวิเคราะห์องค์ประกอบของไวน์ที่ได้รวมทั้งทดสอบทางประสาทสัมผัส.....35

3.2.6 ศึกษาการผสมปรุงแต่งไวน์ขิงที่หมักได้จากสภาวะที่เหมาะสมและทดสอบทางประสาทสัมผัส.....35

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....36

4.1 ศึกษาองค์ประกอบของขิง.....36

4.2 ศึกษาการเจริญของเชื้อยีสต์สายพันธุ์ต่างๆในสับปะรด.....36

4.3 ศึกษาการหมักไวน์ขิงโดยใช้ยีสต์สายพันธุ์ต่างๆ.....39

4.3.1 ปริมาณแอลกอฮอล์.....39

4.3.2 ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้.....40

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.3.3 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก....40
4.3.4 พีเอช....41
4.3.5 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส....43
4.4 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการหมัก....45
4.4.1 ศึกษาปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้น....45
4.4.2 ศึกษาปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น....51
4.4.3 ศึกษาชนิดและปริมาณของแหล่งไนโตรเจน....57
4.4.4 ศึกษาพีเอชเริ่มต้นของการหมัก....67
4.5 ผลิตไวน์ขิงในสภาวะที่เหมาะสมและวิเคราะห์องค์ประกอบของไวน์ที่ได้รวมทั้งทดสอบทางประสาทสัมผัส....73
4.6 ศึกษาการผสมปรุงแต่งไวน์ขิงที่หมักได้จากสภาวะที่เหมาะสมและทดสอบทางประสาทสัมผัส....74
4.6.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัส....75

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ....77

บรรณานุกรม....80
ภาคผนวก ก....87
ภาคผนวก ข....88
ภาคผนวก ค....90
ภาคผนวก ง....93
ภาคผนวก จ....96
ภาคผนวก ฉ....99
ภาคผนวก ช....102

ประวัติผู้เขียน....115

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบความใส สี กลิ่น รสชาติและคุณภาพ โดยรวมของไวน์สมุนไพร....16

4.1 ผลการเจริญของเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ต่างๆในน้ำสับปะรด หมักที่อุณหภูมิห้อง นาน 120 ชั่วโมง....37

4.2 ค่าพีเอชของเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ต่างๆในน้ำสับปะรด หมักที่อุณหภูมิห้อง นาน 120 ชั่วโมง....38

4.3 ผลของการใช้อัตราส่วนของน้ำขิงต่อน้ำในการหมักไวน์ขิง โดยใช้เชื้อยีสต์สายพันธุ์ ต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้อง นาน 120 ชั่วโมง....42

4.4 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไวน์ขิงที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ ต่างๆในน้ำขิงต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 และ1:0 หมักนาน 18 วัน....44

4.5 ผลของปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นต่างกันในการหมักไวน์ โดยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 วัน โดยมีอัตราส่วนเป็นของน้ำขิงต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้น 22 องศาบริกซ์และพีเอช 4.0....46

4.6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของไวน์ขิงที่ได้จากการใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นต่างกัน หมัก โดยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 วัน ใช้อัตราส่วนของน้ำขิงต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 มีปริมาณของของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้น 22 องศา บริกซ์ และพีเอช 4.0....48

4.7 ผลของปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้นในการหมักไวน์ขิง โดยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 วัน โดยมีอัตราส่วนของน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ1:1 ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 และพีเอช 4.0....52

4.8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้นของไวน์ขิง โดยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 วัน โดยมีอัตราส่วนของน้ำขิง:น้ำเท่ากับ 1:1 มีปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 และพีเอช 4.0....54

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

4.9 ผลของการใช้ชนิดและปริมาณของแหล่งไนโตรเจนต่อการหมักไวน์ขิง โดยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 วัน โดยมีอัตราส่วนของน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:1 ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้น 24 บริกซ์ และพีเอช 4.0.....59

4.10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของไวน์ขิงที่ได้จากการใช้ชนิดและปริมาณของแหล่งไนโตรเจนแตกต่างกัน โดยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 หมักที่อุณหภูมิห้องเป็น เวลา 18 วันโดยมีอัตราส่วนของน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:1 มีปริมาณของหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ15 ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น 24 องศาบริกซ์ และพีเอช 4.0.....62

4.11 ผลของพีเอชเริ่มต้นต่างกันในการหมักไวน์ขิง โดยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 วัน โดยมีอัตราส่วนของน้ำขิง:น้ำเท่ากับ 1:1 ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 เติมแอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.05 และปริมาณของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้น 24 องศาบริกซ์ 68

4.12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของไวน์ขิงที่ได้จากการใช้พีเอชเริ่มต้นของการหมักต่างกัน โดยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 วัน โดยมีอัตราส่วนของน้ำขิง:น้ำเท่ากับ 1:1 ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 เติมแอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.05 และปริมาณของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้น 24 องศาบริกซ์.....70

4.13 องค์ประกอบทางเคมีของไวน์ขิงที่หมักโดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 ใช้อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:1 ใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 ปริมาณของแข็งเริ่มต้นร้อยละ 24 องศาบริกซ์ พีเอชเริ่มต้น 4.5 เติมแอมโมเนียมฟอสเฟตเป็นแหล่งไนโตรเจน หมักที่อุณหภูมิห้องนาน 18 วัน.....73

4.14 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไวน์ขิงที่หมักโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 ใช้อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:1 ใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 ปริมาณของแข็ง เริ่มต้นร้อยละ 24 องศาบริกซ์ พีเอชเริ่มต้น 4.5 เติมแอมโมเนียมฟอสเฟตเป็นแหล่งไนโตรเจน หมักที่อุณหภูมิห้องนาน 18 วัน.....74

4.1.5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไวน์ขิงคูลเลอร์.....76

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 การผลิตเอทธานอล.....5
2.2 แสดงขั้นตอนในการผลิตไวน์.....8
2.3 ขิงใหญ่หรือขิงหยวก.....17
2.4 มะนาว.....21
2.5 สับปะรด.....22
2.6 แอปเปิ้ล.....23
2.7 ส้ม.....24
4.1 แสดงการเจริญของเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ต่างๆในน้ำสับปะรด.....39
4.2 แสดงค่าพีเอชของเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ต่างๆ ในน้ำสับปะรด.....39
4.3 ผลของการใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้น ร้อยละ 5 ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ แอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018.....49
4.4 ผลของการใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้น ร้อยละ 10 ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ แอลกอฮอล์ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018.....49
4.5 ผลของการใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้น ร้อยละ 15 ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ แอลกอฮอล์ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018.....50
4.6 ผลของการใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้น ร้อยละ 20 ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ แอลกอฮอล์ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018.....50
4.7 ผลของการใช้ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น 18 องศาบริกซ์ ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิง โดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018.....55

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

4.8 ผลของการใช้ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น 20 องศาบริกซ์ ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิง โดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018.....55

4.9 ผลของการใช้ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น 22 องศาบริกซ์ ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิง โดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018.....56

4.10 ผลของการใช้ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น 24 องศาบริกซ์ ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิง โดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018.....56

4.11 ผลของการหมักไวน์ขิงโดยไม่เติมแหล่งไนโตรเจน ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมดและพีเอช ในระหว่างการหมักโดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018.....63

4.12 ผลของการใช้แอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.03 เป็นแหล่งไนโตรเจน ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิง โดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018.....63

4.13 ผลของการใช้แอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.05 เป็นแหล่งไนโตรเจน ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิง โดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018.....64

4.14 ผลของการใช้แอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.07 เป็นแหล่งไนโตรเจน ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิง โดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018.....64

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

4.15 ผลของการใช้แอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.03 เป็นแหล่งไนโตรเจน
ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้
ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการ หมักไวน์ขิง
โดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018.....65
4.16 ผลของการใช้แอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.05 เป็นแหล่งไนโตรเจน
ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้
ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการ หมักไวน์ขิง
โดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018.....65
4.17 ผลของการใช้แอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.07 เป็นแหล่งไนโตรเจน
ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้
ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการ หมักไวน์ขิง
โดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018.....66
4.18 ผลของการใช้พีเอชเริ่มต้น 3.5 ในการหมักไวน์ขิงต่อการเปลี่ยนแปลง
ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมดและพีเอช
ในระหว่างการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018.....71
4.19 ผลของการใช้พีเอชเริ่มต้น 4.0 ในการหมักไวน์ขิงต่อการเปลี่ยนแปลง
ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมดและพีเอช
ในระหว่างการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018.....71
4.20 ผลของการใช้พีเอชเริ่มต้น 4.5 ในการหมักไวน์ขิงต่อการเปลี่ยนแปลง
ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมดและพีเอช
ในระหว่างการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018.....72
4.21 ผลของการใช้พีเอชเริ่มต้น 5.0 ในการหมักไวน์ขิงต่อการเปลี่ยนแปลง
ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมดและพีเอช
ในระหว่างการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018.....72

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

ขิง (Ginger) เป็นไม้ล้มลุก และเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจัดอยู่ในพืชตระกูลเดียวกับ ข่า กระชาย มีลำต้นอยู่ใต้ดินสำหรับสะสมอาหาร ลักษณะคล้ายนิ้วมือ เรียกว่า "เหง้าขิง" ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ในการขยายพันธุ์ได้ เปลือกนอกสีน้ำตาลแกมเหลือง เนื้อในสีนวล มีกลิ่นเฉพาะ ขิงปลูกได้ดีในดินที่ร่วนซุย ระบายน้ำได้ดี เมื่อเจริญเติบโตครบ 6 เดือน สามารถขุดขายเป็นขิงอ่อนได้ และเมื่อเจริญเติบโตครบ 10-12 เดือน สามารถขุดขายเป็นขิงแก่ จังหวัดพื้นที่ปลูกที่สำคัญ คือ จังหวัดเชียงราย ประจวบคีรีขันธ์ พะเยา เลย เพชรบูรณ์ เพชรบุรี พิษณุโลก (กรมส่งเสริมการเกษตร. http://www.doae.go.th/plant/khing.htm)

สรรพคุณของขิง สามารถนำขิงมาประกอบอาหารเป็นส่วนผสมของเครื่องแกงและเครื่องปรุงต่างๆ อีกทั้งยังมีสรรพคุณนำมาใช้เป็นยา ซึ่งช่วยในการขับลม ช่วยให้เจริญอาหารเป็นยาบำบัดอาการตัวร้อนที่เกิดจากการติดเชื้อไวรัสธรรมดาทั่วๆไป ซึ่งขิงจะไม่ได้ออกฤทธิ์โดยตรงต่อเชื้อไวรัสหรือแบคทีเรีย แต่ขิงช่วยนำของเหลวของร่างกายไปสู่บริเวณที่ติดเชื้อ ช่วยให้บริเวณติดเชื้อได้รับความอบอุ่นเป็นกระบวนการทำให้ร่างกายเคลื่อนไหวพร้อมทำหน้าที่ป้องกัน กระตุ้นให้ระบบป้องกันของร่างกายเข้มแข็งและทำงานได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งขิงยังเป็นพืชสมุนไพรหรือเป็นเครื่องเทศชนิดเดียวที่สามารถป้องกันการเมารถเมาเรือ เป็นยาบำบัดอาการคลื่นไส้ที่ยอดเยี่ยมที่สุด ทั้งนี้ ผลการศึกษาวิจัยที่ดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่แพทย์ของโรงพยาบาลเซ้นต์ บาร์โธโลมิว ในกรุงลอนดอน ยอมรับและประกาศอย่างเป็นทางการว่า ขิงเป็นยาต่อต้านอาการคลื่นไส้ และอาเจียนที่มีประสิทธิภาพเหนือกว่ายาชนิดเดียวกันของวงการแพทย์ปัจจุบัน ซึ่งอาการคลื่นไส้อาเจียนดังกล่าวมักเกิดกับผู้ป่วยที่ฟื้นจากยาสลบหลังการผ่าตัด แก้ไอ ขับเสมหะ ช่วยเรื่องระบบย่อยอาหารทำให้การย่อยง่ายขึ้น พบว่าในขิงมีเอนไซม์หลายชนิดที่ช่วยย่อยอาหารประเภทเนื้อสัตว์ เอนไซม์ที่พบในขิงมีประสิทธิภาพทัดเทียมกับเอนไซม์ที่อยู่ในกระเพาะอาหารและยังช่วยให้ระบบการดูดซึมในกระเพาะอาหารทำงานได้ดีขึ้น นอกจากนี้ชาวจีนยังใช้ขิงช่วยในการกระตุ้นการทำงานของระบบไหลเวียนเลือด เสริมภูมิคุ้มกัน และกระตุ้นภาวะการไหลเวียนของของเหลวในร่างกาย รวมไปถึงการปลุกอวัยวะต่างๆที่เหนื่อยอ่อนให้ตื่นตัว วงการวิทยาศาสตร์การแพทย์แผนปัจจุบันพบว่าขิงมีสรรพคุณและมีประสิทธิภาพในการขยายหลอดเลือด เพิ่มขีดความสามารถในการทำงานของต่อมเหงื่อ สร้างความอบอุ่นให้แก่ร่างกาย กระตุ้นหัวใจ ขิงมีประสิทธิภาพช่วยให้ลำไส้มีการดูดซึมองค์ประกอบอื่นๆ ที่มีอยู่ในอาหารได้ดี อีกทั้งขิงยังมีคุณสมบัติทำหน้าที่เป็นสารแอนติออกซิแด็นซ์ ต่อต้านการทำปฏิกิริยาระหว่างออกซิเจนกับเซลล์เนื้อเยื่อ และขับเหงื่อออกจากร่างกาย สรรพคุณอีกอย่างหนึ่งของขิงคือช่วยลดระดับคลอเลสเตอรอลใน

ตับและในเลือด เกี่ยวกับเรื่องนี้ เอส.กูรัล และคณะของมหาวิทยาลัยบาโรดา กุตตะราช ประเทศอินเดีย ได้ทำการวิจัยและยืนยันว่าเมื่อสัตว์ทดลองได้รับอาหารที่อุดมด้วยคลอเลสเตอรอล อาทิขนมปังทาเนย เป็นแผ่นๆระดับคลอเลสเตอรอลในเลือดของสัตว์ทดลองเหล่านั้นจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง แต่พอให้สัตว์ที่มีคลอเลสเตอรอลในเลือดสูงจำนวนดังกล่าวได้บริโภคสารสกัดจากขิงระยะหนึ่งก็ปรากฏว่าระดับคลอเลสเตอรอลในเลือดก็ลดลงตามลำดับและผลการวิจัยอีกชิ้นหนึ่งก็ยืนยันข้อสังเกตดังกล่าวว่าเมื่อผสมขิงลงไปในอาหารที่อุดมด้วยคลอเลสเตอรอลซึ่งเตรียมไว้เป็นอาหารให้สัตว์ทดลอง ผลปรากฏว่าคลอเลสเตอรอลถูกขับออกจากระบบก่อนจะเข้าถึงหลอดเลือด ผลการศึกษานี้ทำให้นักวิจัยเชื่อว่าขิงสามารถขจัดคลอเลสเตอรอลออกจากร่างกายได้โดยผ่านการทำงานของตับและระบบย่อยอาหาร (ศักดิ์ บวร. 2542)

ปัจจุบันการปลูกขิงในประเทศไทย มีการปลูกกันแพร่หลาย เพิ่มมากขึ้น อีกทั้งการเก็บขิงสดไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน จึงทำให้มีการพัฒนา เพื่อเพิ่มมูลค่าของขิง โดยการนำไปแปรรูปได้หลายอย่าง อาทิเช่น การทำขิงผง ไอศครีมขิง ท๊อปปี้ขิง ขนมอบกรอบขิง รวมทั้งมีการทดลองผลิตไวน์ขิง ซึ่งการผลิตไวน์จากพืชสมุนไพรในประเทศไทยมีมานานแล้ว ปัญหาที่พบส่วนใหญ่ ไวน์ที่ได้จะมีปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำ มีรสหวาน มีการทดลองผลิตไวน์จากสมุนไพรอื่นๆ บ้าง แต่ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากเป็นไวน์ที่หมักยากหรือยีสต์หยุดการหมัก ไวน์มีปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำ แต่ไม่เสีย สมุนไพรหลายชนิดมีตัวยาหรือฤทธิ์ไม่มากก็น้อยในการยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์ต่างๆ ยีสต์เป็นจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งย่อมได้รับผลจากตัวยาในสมุนไพรด้วย รวมทั้งไวน์สมุนไพรที่ได้มีสี กลิ่นหรือรสไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยเฉพาะหากมีกลิ่นและรสที่เผ็ด ร้อนและขม จากเหตุผลดังกล่าวมาแล้วทำให้การผลิตไวน์จากพืชสมุนไพรเป็นเรื่องที่น่าศึกษาต่อไป เนื่องจากขิงมีสรรพคุณของตัวยาในด้านต่าง ๆมากมาย ในประเทศไทยยังมีการศึกษาการนำสมุนไพรในพืชวงศ์นี้มาใช้ในการหมักไวน์กันเพียงเล็กน้อย งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตไวน์จากสมุนไพร เช่น การเตรียมน้ำสมุนไพร สารอาหารที่จำเป็นต่อการหมัก การใช้ชนิดของเชื้อยีสต์ที่เหมาะสม การควบคุมการหมัก เป็นต้น จากนั้นนำไวน์ขิงที่ได้มาทำการผลิตเพื่อแปรรูปเป็นไวน์คูลเลอร์ (รอบทิศเกษตรไทย. http://agritech.doae.go.th/agrimedia/radio47/index53.html)

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการเจริญของเชื้อยีสต์ 4 สายพันธุ์ ดังนี้ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5049, *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5339, *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5194 และ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 ในน้ำสับปะรด

2. ศึกษาการเจริญของเชื้อยีสต์ 4 สายพันธุ์ในน้ำขิง โดยใช้อัตราส่วน น้ำขิง:น้ำ =1:0 และ น้ำขิง:น้ำ =1:1 เพื่อศึกษาการเจริญ จากนั้นจึงคัดเลือกสายพันธุ์ของยีสต์มาใช้ในการศึกษาต่อไป

3. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักไวน์ขิง โดยใช้ยีสต์สายพันธุ์ที่คัดเลือกไว้ เช่น ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้น ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น ชนิดของแหล่งไนโตรเจน ปริมาณของแหล่งไนโตรเจน พีเอชเริ่มต้น

4. ผลิตไวน์ขิงในสภาวะเหมาะสมที่ได้จากการศึกษาในขั้นต้น วิเคราะห์องค์ประกอบของไวน์ที่ได้ และทดสอบทางประสาทสัมผัส

5. ทำการแปรรูปไวน์ขิงที่ได้ เป็นไวน์คูลเลอร์

1.3 ขอบเขตการทดลอง

ศึกษาการผลิตไวน์สมุนไพรจากขิง โดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ต่างๆ และศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักไวน์สมุนไพรจากขิง จากนั้นแปรรูปเป็นไวน์คูลเลอร์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำขิงซึ่งเป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งมาหมักไวน์ เป็นการเพิ่มมูลค่าของสมุนไพรชนิดนี้

2. เป็นการพัฒนาไวน์สมุนไพร ให้มีคุณภาพสม่ำเสมอและ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

3. พัฒนาไวน์สมุนไพรจากขิงเป็นไวน์คูลเลอร์

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

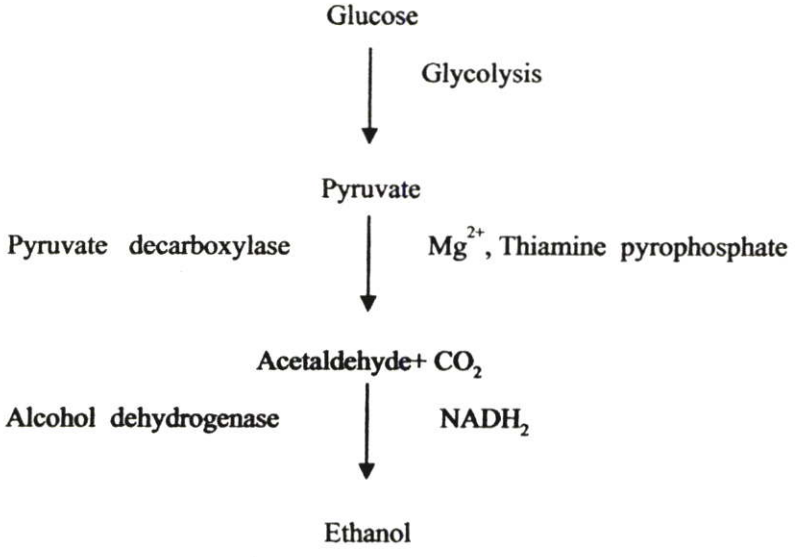
2.1 นิยามของไวน์

ไวน์ หมายถึง เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการหมักน้ำองุ่นโดยเชื้อยีสต์ นอกจากนี้ไวน์ยังสามารถทำจากผลไม้ชนิดอื่นๆ เรียกชื่อตามผลไม้ที่นำมาหมัก เช่น ไวน์สับปะรด ไวน์ลินจี่ ไวน์มะเม่า ไวน์มะยม เป็นต้น ไวน์นอกจากจะผลิตจากองุ่นและผลไม้แล้ว ยังผลิตได้จากวัตถุดิบอื่นๆ เช่น ใบไม้ ดอกไม้ น้ำผึ้ง จากสมุนไพรและเครื่องเทศ ในประเทศที่มีอากาศไม่หนาวมากมีการผลิตไวน์ในครัวเรือน โดยใช้กานพลู ขิง สะระแหน่ ผักชีฝรั่ง ในไวน์จะประกอบไปด้วย เอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol, C_2H_5OH) น้ำตาล คาร์โบไฮเดรต โพลีฟีนอล (polyphenol) อัลดีไฮน์ (aldehyde) คีโตน (ketones) เอ็นไซม์ (enzymes) สารให้สี (pigment) วิตามินและแร่ธาตุต่างๆ ไม่น้อยกว่า 15-20 ชนิด นอกจากนี้ยังมีกรดอินทรีย์มากกว่า 22 ชนิด สารเคมีเหล่านี้จะรวมตัวในน้ำ มีรสชาติที่ทำให้คนทั่วโลกนิยมชมชอบ (ประดิษฐ์ ครุวัฒณา. 2546)

การทำไวน์ในระดับอุตสาหกรรม ผู้ที่ค้นพบรากฐานทางวิชาการของการทำไวน์ได้แก่ชาวฝรั่งเศส ชื่อหลุยส์ ปาสเตอร์ (Louis Pasteur) ในปี ค.ศ.1852 ซึ่งค้นพบว่าไวน์นั้น ยีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลให้กลายเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายใต้สภาพปลอดอากาศ นอกจากนี้เขายังได้ค้นพบวิธีป้องกันไม่ให้ไวน์เสียจนกลายเป็นน้ำส้มสายชู จากการค้นพบดังกล่าวนี้เอง ทำให้คนทั่วไปสามารถผลิตไวน์ที่มีคุณภาพได้ ประเทศต่างๆ ที่มีผลไม้ก็เริ่มทำไวน์ด้วยการใช้ผลไม้เหล่านั้นให้เกิดประโยชน์ และมีรายได้เพิ่มขึ้น ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการจ้างคนงานทำไวน์ถึง 530,000 คน ก่อให้เกิดรายได้มหาศาลเกือบหมื่นล้านดอลลาร์ ต่อปี และรัฐก็เก็บภาษีจากการผลิต และการจำหน่ายไวน์ได้ถึงปีละ 2.6 พันล้านดอลลาร์ (วนิดา โอศิริพันธุ์. 2540)

ในปัจจุบันฝรั่งเศสมีชื่อเสียงมากในด้านการผลิตไวน์ มีไวน์หลากหลายมากกว่า 140,000 ยี่ห้อ แต่ฝรั่งเศสก็มิใช่ประเทศที่ผลิตไวน์ได้มากที่สุด ประเทศอิตาลีเป็นประเทศที่ผลิตไวน์ได้มากที่สุด สำหรับการยอมรับนั้นถือว่าไวน์ฝรั่งเศสบางชนิด บางยี่ห้อมีคุณภาพดีที่สุดในโลกในขณะนี้ ในประเทศฝรั่งเศส คนฝรั่งเศสดื่มไวน์เฉลี่ยคนละ 16 แกลลอนต่อปี สำหรับประเทศไทยยังไม่มีการจัดอันดับ เพราะพึ่งจะรู้จักการทำไวน์กันเมื่อไม่นานนี้ มีบริษัทเอกชนบางรายได้ผลิตไวน์มานานหลายสิบปี แต่ปริมาณการผลิตก็ยังน้อย ต่อมามีการแก้ไขกฎหมายโดยอนุญาตให้ประชาชนผลิตไวน์ได้อย่างเสรี แต่ก็ยังมีกติกาอยู่บ้าง เพื่อรัฐจะได้ควบคุมการผลิตได้ ซึ่งเป็นเรื่องที่ถูกต้อง มิฉะนั้นการผลิตก็จะไม่มีการควบคุม แต่ก็มีระเบียบบางอย่างที่ไม่เป็นประโยชน์นัก ในการส่งเสริมการผลิตในประเทศ ซึ่งต้องพิจารณาแก้ไขกันต่อไป อีกทั้งในประเทศไทยเป็นเมืองผลไม้ มีผลไม้ออกสู่ตลาดตลอดทั้งปี ผลไม้หลายชนิดสามารถนำมาใช้หมักได้ สมุนไพรก็มีหลากหลาย และมีสรรพคุณเป็นยารักษาโรค

และสามารถนำมาใช้ทำไวน์ได้อีก ฉะนั้นการทำไวน์ในประเทศไทยจึงเป็นเรื่องน่าสนใจ เพราะความหลายหลายของผลไม้ และพรรณไม้ จะทำให้เกิดไวน์นานาชนิดขึ้นได้ (ชัยรัตน์ โมไนยพงศ์. 2546) การผลิตไวน์เดิมใช้ยีสต์ที่ติดมากับวัตถุดิบตามธรรมชาติ แต่ในปัจจุบันนิยมใช้ยีสต์บริสุทธิ์เป็นหัวเชื้อเริ่มต้น โดยเมื่อเลี้ยงเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* ในอาหารที่มีกลูโคส ภายใต้สภาวะที่ไม่มีอากาศ ยีสต์จะเจริญได้ช้า และไพรูเวทที่ได้จากวิถีไกลโคไลซีส จะถูกเปลี่ยนไปเป็นเอทธานอล ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การผลิตเอทธานอล

ที่มา : Crueger and Crueger (1989)

2.2 ขั้นตอนในการผลิตไวน์ (สามารถ พรหมศิริ. 2539)

2.2.1 การเตรียมหัวเชื้อ

นำผลไม้คั้นเอาแต่น้ำ และปรับความหวานด้วยน้ำตาลให้ได้ 18 องศาบริกซ์ นำไปต้มให้เดือด เทใส่ฟลาส์ก ขนาด 250 มิลลิลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใช้จุกสำลีปิด นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที หรืออาจใช้สารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ด้วยโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ใส่ลงในน้ำผลไม้ ปิดปากขวดด้วยจุกสำลี ทิ้งให้เย็น หลังจากนั้นใส่เชื้อยีสต์ลงในน้ำผลไม้ นำไปวางบนเครื่องเขย่าที่มีความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

2.2.2 การคัดเลือกผลไม้

คุณภาพของผลไม้จะมีผลต่อรสชาติ และคุณภาพของไวน์มาก แม้ผลไม้ชนิดเดียวกัน ถ้าต่างพันธุ์กัน จะได้ไวน์ที่มีคุณภาพต่างกันด้วย เพราะผลไม้ต่างพันธุ์กันจะมีส่วนประกอบที่แตกต่างกันด้วย การคัดเลือกผลไม้ที่มีคุณภาพดีไม่เน่าเสีย ย่อมได้ไวน์คุณภาพดี เพราะผลไม้ที่เน่าเสียแล้วจะมีจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการปะปนอยู่ ผลไม้ที่เน่าจะทำลายกลิ่นรสของไวน์ และยังทำให้ต้องเสียเวลาในการฆ่าเชื้อยาวนานกว่าเดิม ดังนั้นต้องคัดเลือกผลไม้ที่เน่าเสียออกให้หมด

2.2.3 การเตรียมน้ำผลไม้

นำผลไม้ที่มีเปลือกหนามาปอกเปลือกออก ถ้าเป็นผลไม้ที่มีเปลือกบางก็ล้างน้ำ หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ คั้นน้ำผลไม้ เติมน้ำให้เหมาะสมหรือไม่เติมน้ำก็ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ แต่เนื่องจากผลไม้ของไทยเราไม่มีน้ำที่จะคั้นออกมามาก จึงนิยมเติมน้ำลงไปสกัดรสชาติออกมาจากผลไม้

2.2.3.1 การเติมน้ำตาล

ปกติผลไม้โดยทั่วๆ ไปที่มีอยู่ในเมืองไทยนั้น มีความหวานไม่เพียงพอที่จะทำไวน์ จึงจำเป็นต้องเติมน้ำตาลลงไปในน้ำผลไม้ เพื่อใช้เป็นพลังงาน และแหล่งคาร์บอน สำหรับเชื้อยีสต์ในการเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ ก่อนเติมน้ำตาลต้องทราบว่าน้ำผลไม้นั้นมีความหวานอยู่เท่าใด โดยใช้เครื่องมือวัดความหวานของน้ำตาล คือ รีแฟคโตมิเตอร์ ซึ่งจะวัดความหวานของน้ำตาลออกมาเป็นองศาบริกซ์ โดยทั่วไปน้ำผลไม้จะมีความหวานตั้งแต่ 8-15 องศาบริกซ์ ถ้ามีการเจือปนน้ำลงไปด้วยก็ยิ่งทำให้ความหวานลดเหลือเพียง 5-10 องศาบริกซ์ ความหวานที่เหมาะสมสำหรับการหมักคือ 20-22 องศาบริกซ์ จึงต้องเติมน้ำตาลลงไปให้ความหวานเพิ่มขึ้นในระหว่าง 20-25 องศาบริกซ์ แต่ไม่ควรเกิน 25 องศาบริกซ์ หากมากเกินกว่านี้จะทำให้เกิดการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ได้ ขณะเดียวกันหากใส่น้อยเกินไปจะทำให้ไวน์จืดชืด และยีสต์หยุดทำงาน ทำให้ปริมาณแอลกอฮอล์เกิดขึ้นน้อย

2.2.3.2 การปรับความเป็นกรดเป็นด่าง

น้ำผลไม้ที่เป็นกรด หรือด่างมากเกินไป จะเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของเชื้อยีสต์ และกรดมีความสำคัญต่อการหมักทำให้น้ำหมักมีพีเอชต่ำ ซึ่งเป็นผลดีในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน ทำให้ยีสต์เจริญได้ดี แต่ถ้าต่ำกว่า 3.0 จะทำให้การหมักลดลง (Amerine, et al. 1980) สภาพความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโตของเชื้อยีสต์ คือ อยู่ระหว่าง 3.2-4.5 (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์ . 2532) ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียได้ โดยปกติจะนิยมปรับค่าความเป็นกรดด่างให้ได้ 4.0 ด้วยกรดซิตริก

2.2.3.3 การเติมธาตุอาหารเสริม

ปกติยีสต์สามารถสังเคราะห์กรดอะมิโนที่จำเป็นขึ้นเองได้จากแอมโมเนียมไอออน หรือแหล่งไนโตรเจนอื่น และมีน้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอน (Amerine, et al. 1980) โดยสารไนโตรเจนที่นิยมมักเติมในรูปของเกลือแอมโมเนียมซัลเฟต (ในปริมาณร้อยละ 0.05-0.10 หรือเท่ากับ 0.5-1.0 กรัมต่อน้ำผลไม้ 1 ลิตร) เกลือแอมโมเนียมฟอสเฟต หรือยูเรีย (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์ . 2532 ; Reed and

Peppler.1973) การเติมธาตุอาหารเสริม จะช่วยให้ยีสต์สามารถเจริญเติบโตได้เร็วขึ้น ปกติแล้วผลไม้บางชนิดมีเพียงสี หรือกลิ่น หรือมีความเปรี้ยวมาก แต่ไม่ค่อยมีเนื้ออาหาร เช่น กระเจี๊ยบ มะขาม ขิง และ ดอกกุหลาบ จึงมีการใส่ธาตุอาหารเสริมเช่น ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต

2.2.4 การฆ่าเชื้อในน้ำผลไม้

เมื่อได้น้ำผลไม้ที่ปรับความหวาน ความเป็นกรด ด่าง และเติมธาตุอาหารเสริมแล้ว ก่อนจะบรรจุภาชนะหมัก จำเป็นต้องฆ่าเชื้อ ทำได้ 2 วิธี คือ

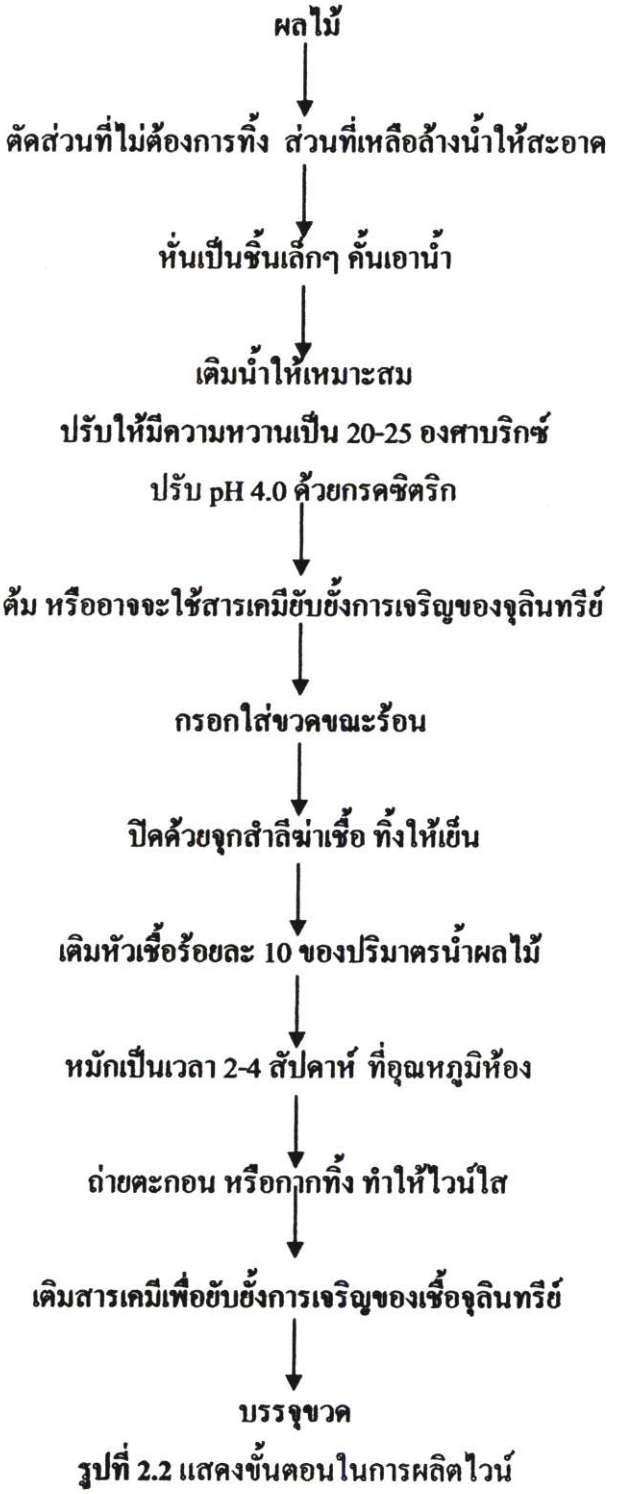
2.2.4.1 การใช้ความร้อน หรือต้มฆ่าเชื้อ เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด ถ้าทำน้อยๆ ควรฆ่าเชื้อด้วยวิธีนี้ โดยต้มน้ำผลไม้ให้เดือดประมาณ 10-15 นาที แต่ผลไม้บางชนิดอาจไม่เหมาะกับความร้อนสูง และอาจทำให้รสชาติของไวน์ไม่ดีเท่าที่ควร ควรระวังอย่าต้มให้เดือด หรือเดือดนานเกินไป เพราะทำให้กลิ่น และรส ของผลไม้นั้นเสีย

2.2.4.2 การฆ่าเชื้อโดยการเติมสารเคมี ในกรณีที่ต้องทำไวน์เป็นจำนวนมาก หรือผลไม้บางชนิดไม่นิยมฆ่าเชื้อโดยใช้ความร้อน สารเคมีที่นิยมใช้กัน คือโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟล์ หรือเรียกย่อๆ ว่า เค.เอ็ม.เอส ประมาณ 1.5-2.0 กรัมต่อน้ำผลไม้ 10 ลิตรแต่มีข้อควรระวัง คือหลังจากเติมสารนี้แล้ว จะต้องทิ้งน้ำผลไม้ไว้อย่างน้อย 3- 10 ชั่วโมง

2.2.5 การหมักไวน์และการใส่หัวเชื้อ

นำน้ำผลไม้ที่ได้ผ่านการเติมน้ำตาล และฆ่าเชื้อแล้วใส่ขวดหมัก เติมหัวเชื้อที่เตรียมจากข้อ 2.2.1 ลงไปในปริมาตรร้อยละ 10 ของน้ำผลไม้ที่ใช้ในการหมัก เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง หมักเป็นเวลา 2-4 สัปดาห์ เมื่อการหมักสิ้นสุดลง ถ่ายตะกอนหรือกากทิ้ง เติมสารเคมีเพื่อยับยั้งเชื้อโดยเติมโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ทำให้ไวน์ใส บรรจุขวด

การดูแลในระหว่างการหมัก จะต้องปิดภาชนะหมักให้ดี อย่าเปิดจุก เพื่อไม่ให้ไวน์สัมผัสอากาศมากเกินไป ซึ่งอาจทำให้มีเชื้ออื่นๆ เช่น แบคทีเรียเข้าไปมาก ทำให้ไวน์เปรี้ยว หรือกลายเป็นน้ำส้มสายชูได้ ระยะเวลาการหมักขึ้นอยู่กับปริมาณของไวน์ ถ้าหมักในขวดใบเดียว หรือ 2-3 ลิตร อาจใช้เวลา 1-2 สัปดาห์ แต่ถ้ามีปริมาณ 20-30 ลิตร ต้องใช้เวลาถึง 40-50 วัน ปริมาณไวน์มากขึ้นระยะเวลาก็นานขึ้น ทั้งนี้สังเกตได้จากความใสของน้ำผลไม้ หรือการหยุดปฏิกิริยาของเชื้อยีสต์ หรืออาจชิมดูเมื่อได้ตามระยะเวลา หรือรสชาติที่ต้องการ



รูปที่ 2.2 แสดงขั้นตอนในการผลิตไวน์

ที่มา : ดัดแปลงจากประดิษฐ์ ครุวัฒฌา (2546)

2.3 จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักไวน์

การผลิตไวน์มีมาหลายพันปีแล้ว ไวน์ในสมัยโบราณเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญ โดยผลองุ่นที่ผิวแตกช้ำหรือน้ำองุ่นค้นเกิดการหมักขึ้นเองตามธรรมชาติ ต่อมานักวิทยาศาสตร์ได้ทำการปรับปรุงสายพันธุ์ที่ใช้ในการหมักไวน์ ทำให้ทราบชื่อสายพันธุ์จุลินทรีย์แต่ละชนิด โดยใช้เทคโนโลยีทางพันธุวิศวกรรมในการตัดต่อพันธุกรรมของยีสต์ การผลิตไวน์ในปัจจุบัน นิยมใช้เชื้อยีสต์บริสุทธิ์ ส่วนใหญ่เป็นสายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* ที่ผ่านการคัดเลือก และศึกษาคุณสมบัติ ในการใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* แต่ละชนิดจะต้องดูชนิดวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักไวน์ว่าสายพันธุ์ใดเหมาะกับการผลิตไวน์อะไร เพื่อที่จะได้ไวน์ที่มีรสชาติดี ยีสต์ที่ใช้ควรมีอายุ 2-3 วัน หลังจากมีการนำมาเลี้ยงบนอาหารวุ้น ซึ่งเป็นช่วงที่ยีสต์เจริญได้ดี แต่ถ้าเก็บไว้นานเกินไปแล้ว ยีสต์จะมีความสามารถในการเจริญได้น้อยลง มีความแข็งแรงน้อยลง (ชัยรัตน์ โมไนยพงศ์. 2546)

ยีสต์เป็นสิ่งมีชีวิตจัดอยู่ในจำพวกราเซลล์เดียว ยีสต์ที่ใช้ในการผลิตเอทานอลจะอยู่ในสกุล *Saccharomyces* sp. ซึ่งมีหลากหลายชนิด ได้แก่ *S. cerevisiae S. bayanus S. carlsbergensis* และ *S. fermentati* ยีสต์เหล่านี้หมักได้รวดเร็ว ได้ปริมาณแอลกอฮอล์สูง และทนต่อสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ดีกรีแอลกอฮอล์ และค่าพีเอช นอกจากนี้ยีสต์ที่ดีควรตกตะกอนเองได้ง่าย เพื่อง่ายต่อการทำไวน์ให้ใส ยีสต์เป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถอยู่ได้ทั้งในสภาพมี และไม่มีก๊าซออกซิเจนได้ ในการหมักเริ่มต้นจะใช้ก๊าซออกซิเจนช่วยเพื่อเพิ่มอัตราการแบ่งเซลล์ (แตกหน่อ) เรียกว่า aerobic เมื่อมีการเจริญมากพอระดับหนึ่งแล้วจะไม่ให้อากาศ สภาวะนี้เรียกว่า anaerobic เซลล์ก็จะเริ่มผลิตเอทานอล หากในช่วงที่มีการผลิตเอทานอลนี้เซลล์ยีสต์ได้รับออกซิเจนมาก กลไกของเซลล์จะไม่ยอมผลิตเอทานอล แต่จะสร้างกรดน้ำส้มแทน หรือภาษาชาวบ้านเรียกว่า บูด นั่นเอง

การเจริญของเซลล์ยีสต์สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะคือ

1. ระยะเริ่มต้น (lag phase) เป็นระยะที่เซลล์กำลังปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่เพื่อเริ่มการเจริญ ระยะนี้ใช้เวลาสั้นๆ ประมาณ 1-6 ชั่วโมง
2. ระยะการเจริญ (log phase หรือ exponential phase) หลังระยะเริ่มต้นเสร็จสิ้นประมาณ 30 นาที เซลล์ยีสต์เริ่มแตกหน่อเพื่อเพิ่มจำนวน ระยะนี้เซลล์จะเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วเป็นทวีคูณ หรือเพิ่มแบบค่า log ทางคณิตศาสตร์ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็จะเพิ่มมากขึ้น ทำให้เห็นฟองก๊าซผุดขึ้นมามากมาย ขณะเดียวกันเซลล์ยีสต์ก็เริ่มจับกลุ่มกันเองมากขึ้น แอลกอฮอล์ก็เริ่มผลิต
3. ระยะคงที่ (stationary phase) เมื่อสารอาหารเริ่มหมดลง การเจริญหรือการแบ่งเซลล์จะลดน้อยลงด้วย ทำให้จำนวนเซลล์รวมค่อนข้างคงที่ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะลดน้อยลง เซลล์ยีสต์เริ่มตกตะกอนมากขึ้น แอลกอฮอล์จะเพิ่มจนสูงสุด
4. ระยะตาย (death phase) เป็นระยะที่เซลล์ตาย ตะกอนเซลล์จะมีมากขึ้น ปริมาณแอลกอฮอล์จะคงที่ ไวน์ที่ได้จะเริ่มใสขึ้นเรื่อยๆ

2.3.1 คุณสมบัติของยีสต์ที่เหมาะสมในการใช้หมักไวน์

1. หมักได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ

2. หมักได้ปริมาณแอลกอฮอล์สูง ทนต่อแอลอฮอล์สูง

3. หมักไวน์เสร็จแล้วตกตะกอนดี ทำให้ไวน์ใสง่าย

4. ให้กลิ่น และรสที่ดี

5. ให้กลีเซอรอล ในปริมาณค่อนข้างสูง เพราะจะทำให้ได้คุณภาพของไวน์ในด้านความเข้มข้นของไวน์ และทำให้ไวน์มีรสชาติที่กลมกล่อม

6. ไม่ให้กลิ่นแก๊สไข่เน่า (H_2S) หรือให้ในปริมาณต่ำมาก

7. ไม่กลายพันธุ์ (mutation)ง่าย

8. ไม่ก่อให้เกิดฟอง (foam) มากในระหว่างการหมัก

9. ควรเป็นยีสต์เพชฌฆาต (killer yeast) เนื่องจากยีสต์บางสายพันธุ์สามารถผลิตโปรตีนที่เป็นพิษต่อยีสต์สายพันธุ์เดียวกัน หรือคนละสายพันธุ์ ยีสต์ธรรมชาติบางชนิดก็สามารถผลิตสารพิษได้ และทำให้การหมักหยุดชะงักได้ ฉะนั้นยีสต์ *S. cerevisiae* ที่ผลิตเพื่อการหมักไวน์หลายสายพันธุ์จึงเป็นยีสต์ที่มีคุณสมบัตินี้ เพื่อควบคุมยีสต์ที่ไม่พึงประสงค์และเพื่อไม่ให้ถูกทำลายด้วยสารพิษจากยีสต์ในธรรมชาติ (นัยทัศ ภู่ศรันย์. 2532)

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการหมักไวน์ (http://www.nrru.ac.th/learning/science/sc_002/01/malo-lactic.html)

2.4.1 ภาชนะที่ใช้หมัก ควรเป็นวัสดุที่แข็งแรง ทนต่อกรด ต่อแอลกอฮอล์ ไม่เป็นสนิมหรือผุกร่อนรั่วซึม ทำความสะอาดได้ง่าย

2.4.2 สายพันธุ์ยีสต์ สายพันธุ์ Borgandry เป็นสายพันธุ์ที่นิยมใช้ เพราะทนต่อความเข้มข้นของน้ำตาล และแอลกอฮอล์สูง

2.4.3 ความเข้มข้นของน้ำตาล ซึ่งเป็นแหล่งคาร์บอนและแหล่งพลังงานให้กับยีสต์ โดยทั่วไปแหล่งคาร์บอน จากน้ำตาลต่างๆ เช่น กลูโคส ฟรุกโตส ซูโครส และมอลโตส (Barnett. 1976) กลูโคสจะถูกหมักอย่างรวดเร็วในน้ำผลไม้ที่มีน้ำตาลร้อยละ 17-20 (Szabo and Rakcsanyi. 1973) น้ำผลไม้ที่มีน้ำตาลร้อยละ 25 การหมักจะช้าลง และถ้าปริมาณน้ำตาลสูงมากกว่านี้ ยีสต์ส่วนใหญ่จะไม่สามารถหมักได้ เนื่องจากเกิดออสโมซิส (osmosis) ในเซลล์ยีสต์นั่นเอง(Amerine, et al. 1980) อย่างไรก็ตาม หากมีการใช้ความเข้มข้นสูงจะส่งผลก่อให้เกิดเอทานอลมาก (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์. 2532) โดยปรับความเข้มข้นของน้ำตาลให้มีความเข้มข้นเหมาะสมในช่วง 20-24 องศาบริกซ์ ถ้าสูงกว่าระดับนี้จะทำให้ยีสต์ตายได้ เพราะน้ำตาลเข้มข้นสูงมีผลทำให้เซลล์เหี่ยว เสียสภาพ หากต้องการไวน์ไม่หวาน ควรเริ่มจากน้ำตาลประมาณ 20-22 องศาบริกซ์ แต่ถ้าต้องการไวน์หวานก็อาจเพิ่มความเข้มข้นของน้ำตาลเป็น 22-25 องศาบริกซ์

2.4.4 แหล่งไนโตรเจน ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวส่วนใหญ่ เมื่อนำมาใช้หมักไวน์มักมีปัญหาการหมักหยุดชะงักก่อนถึงระยะเวลาที่เหมาะสม เนื่องจากไม่มีแหล่งไนโตรเจนที่ส่งเสริมการเจริญของยีสต์ ดังนั้นจึงเติมสารที่เป็นแหล่งไนโตรเจน ได้แก่ แอมโมเนียมซัลเฟตหรือ แอมโมเนียมฟอสเฟต 0.05-0.1 เปอร์เซ็นต์ (0.5-1.0 กรัม ต่อ น้ำหมัก 1 ลิตร) หรือ อาจเติมเนื้ออวุ่น หรือ เนื้อสับปะรดที่สับ ซึ่งเป็นผลไม้ที่มีแหล่งอาหารของยีสต์สูงลงไป

2.4.5 ความเป็นกรดด่างของน้ำผลไม้ น้ำผลไม้ที่เตรียมเป็นน้ำหมักควรปรับระดับพีเอชให้อยู่ในช่วง 4.0-4.5 เป็นสภาวะที่ยีสต์ เจริญได้ดี ถ้าเป็นกรดมาก ให้ปรับด้วยน้ำปูนใสและ ถ้าเป็นด่างมาก ให้ปรับด้วยน้ำมะนาว น้ำมะขามเปียก หรือใช้สารเคมีตามความเหมาะสม

2.4.6 แอลกอฮอล์ มีผลต่อการหมักไวน์โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเข้มข้นของแอลกอฮอล์สูงจะมีผลยับยั้งการเจริญของเซลล์ยีสต์ และอัตราการสร้างผลิตภัณฑ์ (Ghose and Tyagi. 1979) ที่ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์สูงถึงร้อยละ 17 จะทำให้เซลล์ยีสต์ตาย (Fields.1979) แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิด้วย นั่นคือที่อุณหภูมิต่ำยีสต์สามารถทนต่อแอลกอฮอล์ได้ดีกว่าที่อุณหภูมิสูง (Amerine. et al. 1980, Leao and Van Uden. 1982, Kilian. et al.1981, Kilian. et al.1989) Novak และคณะ (1981) พบว่า เอทานอลที่ยีสต์สร้างขึ้นในระหว่างกระบวนการหมัก มีผลยับยั้งเซลล์ยีสต์ได้มากกว่าเอทานอล ที่เติมลงไปในการหมัก ซึ่ง Loureiro และ Van Uden (1982) อธิบายว่าเนื่องจาก เอทานอลในเซลล์ที่ยีสต์สร้างขึ้นมีความเข้มข้นมากกว่าเอทานอลภายนอกเซลล์ (ในน้ำหมัก) หลายเท่านั้นเอง

2.4.7 คาร์บอนไดออกไซด์และความดัน Schmitthenner (1950) รายงานว่า คาร์บอนไดออกไซด์ 15 กรัมต่อ 100 ลิตร (หรือประมาณ 7.2 บรรยากาศ) ทำให้ยีสต์หยุดการเจริญเติบโต แต่การหมักแอลกอฮอล์ยังคงดำเนินต่อไป อย่างไรก็ตามถ้าความดันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นสูงถึง 30 บรรยากาศ จะทำให้การหมักหยุดลง

2.4.8 ควบคุมอุณหภูมิการหมัก ปกติยีสต์สามารถเจริญเติบโตได้ในอุณหภูมิช่วงกว้าง แต่อุณหภูมิที่ยีสต์เจริญได้ดีที่สุด คือ อุณหภูมิใกล้ 30 องศาเซลเซียส (Peppler.1976) อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการหมักไวน์ควรอยู่ในช่วง 22-27 องศาเซลเซียส (Schanderl.1959) Humphreys และ Stewart (1978) รายงานว่าไวน์ที่ดี ควรหมักที่อุณหภูมิต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส โดยไวน์ขาวควรหมัก 15-18 องศาเซลเซียส ไวน์แดงควรหมัก 15-25 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้จะมีผลทำให้กระบวนการหมักเกิดขึ้นได้เร็ว โดยยีสต์ผลิตเอทานอลปริมาณสูงในช่วงระยะเวลาหมักที่สั้น โดยเอทานอลที่สูงจะไปทำอันตรายกับเซลล์ยีสต์ที่มีสภาพไม่แข็งแรง เนื่องจากช่วงอุณหภูมิไม่เหมาะสมต่อการเจริญส่งผลให้ยีสต์ตาย การหมักจึงหยุดชะงักก่อนถึงระยะเวลาที่เหมาะสม ทำให้ได้ระดับแรงแอลกอฮอล์ต่ำกว่าที่สภาวะอุณหภูมิที่เหมาะสม

2.4.9 เก็บตัวอย่างไวน์ เพื่อวิเคราะห์ว่าไวน์มีความบกพร่องหรือไม่ การหมักควรใช้เวลา 3-4 สัปดาห์ สำหรับไวน์แดงที่มีปริมาณกรดสูง ก่อนจะสิ้นสุดการหมัก หรือทันทีที่สิ้นสุดการหมักโดยมีน้ำตาลเหลือน้อยมาก จะก่อให้เกิดการหมักแบบ malo-lactic fermentation ทันที ซึ่งจะเกิดช้าใช้เวลาเป็นเดือน และควรต้มหรือเติมสารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการหมักแบบนี้

2.5 การแบ่งชนิดของไวน์ (สามารถ พรหมศิริ. 2538 ;วนิดา โอศิริพันธุ์. 2540)

ไวน์สามารถจะแบ่งออกอย่างกว้างๆ เป็น 2 พวก คือ

2.5.1 ไวน์ธรรมดา (natural wine) เป็นไวน์ที่มีแอลกอฮอล์ประมาณ 9-14 ดีกรี ไวน์ชนิดนี้ ได้จากการหมักองุ่นจนสมบูรณ์ ซึ่งหมายถึง น้ำตาลที่มีอยู่ในผลองุ่นถูกเปลี่ยนไปเป็นแอลกอฮอล์อย่างสูงสุด ถ้าหากไม่มีการเติมน้ำตาลจากภายนอกลงไป ไวน์ชนิดนี้สามารถเก็บไว้ได้นาน โดยไม่เสื่อมเสีย เนื่องจากไม่มีน้ำตาลและแร่ธาตุอาหารสำหรับจุลินทรีย์

ไวน์ธรรมดา ยังสามารถ แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

2.5.1.1 ไวน์ที่มีรสซ่า (sparkling wine) เนื่องจากมีการเติมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เจือปน หรือที่เรียกว่า สปาร์กลิ้งไวน์ เป็นไวน์ที่มีฟอง มีดีกรีปานกลาง คือ มีแรงแอลกอฮอล์ ระหว่าง 15-18 ดีกรีระบบยุโรป หรือ 30-36 ดีกรีระบบอเมริกัน สปาร์กลิ้งไวน์ส่วนใหญ่จะมีตั้งแต่ไม่หวานเลย จนหวานนิดหน่อย และหวานมากๆ เป็นไวน์ที่ไม่เหมาะดื่มกับอาหาร แต่นิยมดื่มเฉพาะงานฉลองบางโอกาส ไวน์ประเภทนี้ปกติคนทั่วไป จะไม่เรียกว่า ไวน์ แต่มีชื่อเรียก เช่น แชมเปญ เหล้าชาร์มัง เหล้าคาร์บอเนต เหล้าสปาร์กลิ้ง เบอร์กันดี เป็นต้น

2.5.1.2 ไวน์ที่ไม่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (still wine or table wine) จัดเป็นไวน์ยอดนิยม ซึ่งไวน์ในท้องตลาดส่วนใหญ่ก็เป็นไวน์ชนิดนี้เหมาะสำหรับดื่มคู่กับอาหาร สามารถแบ่งออกได้ตามความหวานของไวน์ ไวน์ประเภทนี้นักดื่มมักนิยมเรียกสั้นๆ ว่าเหล้าไวน์มีแอลกอฮอล์ระหว่าง 7-15 ดีกรี สำหรับสีของไวน์เหล่านี้ จะมีอยู่ 3 สี คือ สีขาว (white wine) สีแดง (red wine) และสีชมพู (pink or rose wine)

2.5.2 ไวน์อย่างแรง (dessert or appetizer wine) ไวน์ชนิดนี้มีแอลกอฮอล์สูงกว่าปกติ คือ สูงถึง 15-20 ดีกรี โดยการเติมแอลกอฮอล์กลั่นลงไป สาเหตุของการเพิ่มปริมาณแอลกอฮอล์มิใช่เพื่อทำให้เป็นเครื่องดื่มอย่างแรง หรือเพื่อเอาใจผู้บริโภคแต่อย่างใด แต่เป็นการระงับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งอาจปะปนมาได้ ทั้งนี้เพราะไวน์ชนิดนี้เป็นไวน์ไม่หวาน การเพิ่มน้ำตาลลงไป หรืออาจจะหมักไม่ให้น้ำตาลหมดเลยทีเดียว ถ้าหากแอลกอฮอล์ไม่สูงแล้ว ไวน์จะเสียได้ง่าย ไวน์ชนิดนี้แบ่งออกตามกลิ่น รส เป็นไวน์หวาน (sweet wine) เชอร์รี่ (sherry)และไวน์ที่ผสมเครื่องเทศ (flavor wine)

ในบางครั้งอาจจะมีการแบ่งไวน์ โดยอาศัยลักษณะต่างๆ เช่น สี ปริมาณน้ำตาล โอกาสที่จะใช้ดื่ม และลักษณะของวัตถุดิบ

1. การแบ่งไวน์ตามลักษณะสี ถ้าจะแบ่งชนิดของไวน์ โดยใช้ลักษณะสีของไวน์เป็นเกณฑ์ ก็จะแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

ก. ไวน์แดง ไวน์ชนิดนี้ทำจากการหมักขององุ่นแดง หรือผลไม้ใดๆ ที่มีสีแดง เป็นไวน์ที่มีรสไม่หวาน และมีแอลกอฮอล์ประมาณ 9-14 ดีกรี

ข. ไวน์ขาว ไวน์ที่มาจากน้ำองุ่นสีขาว หรือสีเหลืองอ่อนๆ เป็นไวน์ที่มีรสชาติและปริมาณแอลกอฮอล์พอๆ กับไวน์แดง

ค. ไวน์สีชมพู หรือโรเซ่ไวน์ เป็นไวน์ที่ได้จากกระบวนการผลิต เช่นเดียวกับไวน์แดง แต่สีอ่อนกว่า จะแตกต่างกันตรงที่สีเท่านั้น อาจเนื่องมาจากการนำไวน์ขาวกับไวน์แดงผสมกัน ส่วนรสชาติที่ได้ อาจจะแตกต่างกันกับไวน์ขาวและไวน์แดงไปบ้าง สำหรับปริมาณแอลกอฮอล์จะเท่าๆกัน

2. การแบ่งไวน์ตามปริมาณความหวาน

ก. ไวน์ไม่หวาน เป็นไวน์ที่ไม่มีความหวานเลย ปริมาณน้ำตาลในไวน์นี้มีน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ บุคคลที่ชอบไวน์นี้มักจะเป็นผู้ที่ผ่านการดื่มไวน์มาพอสมควร พวกที่หัดดื่มไวน์ใหม่ๆ หรือสุภาพสตรี มักจะนิยมดื่มไวน์หวานมากกว่า

ข. ไวน์หวาน ไวน์ชนิดนี้มีน้ำตาลประมาณ 14 ดีกรี รสหวานซึ่งได้จากการเติมน้ำตาลหรือน้ำเชื่อมลงในไวน์ที่ทำเสร็จแล้ว

3. การแบ่งไวน์ตามโอกาสที่ดื่ม

การดื่มไวน์แต่ละชนิดขึ้นอยู่กับโอกาสที่จะดื่ม ไม่มีกฎตายตัวสำหรับการแบ่งไวน์ชนิดนี้ ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่รับประทานด้วย แต่โดยทั่วๆไป แบ่งได้ดังนี้

ก. ไวน์สำหรับกระตุ้นน้ำย่อย (Aperitif wine or Fortified wine) เป็นไวน์หวาน แต่มีแอลกอฮอล์สูง คือ มีแอลกอฮอล์ระหว่าง 18-22 ดีกรี ปริมาณแอลกอฮอล์สูงได้มาจากการเติมแอลกอฮอล์ลงไปในรูปของ วิสกี้ บรั่นดี วอดก้า หรือ เอทิลแอลกอฮอล์ นิยมใช้ดื่มก่อนรับประทานอาหารเพื่อเรียกน้ำย่อย ตัวอย่างของไวน์ชนิดนี้ได้แก่ เชอรี่ (Sherry)

ข. ไวน์ธรรมดา (Table wine) ไวน์ชนิดนี้ส่วนมากไม่หวาน มีแอลกอฮอล์ ประมาณ 9-14 ดีกรี นิยมดื่มขณะรับประทานอาหาร ซึ่งในโอกาสเช่นนี้ไวน์ไม่หวานจะเหมาะที่สุด เพราะถ้าเป็นไวน์หวาน รสหวานจะไปกลบรสอื่นๆของอาหารหมด ไวน์ประเภทนี้ได้แก่ ไวน์แดง ไวน์ขาว และไวน์สีชมพู ไวน์ขาวประเภทไม่หวานนี้เหมาะสำหรับดื่มคู่กับอาหาร ได้แก่ เนื้อสัตว์ประเภทต่างๆ ที่ออกทางสีขาว เช่น เนื้อไก่ เนื้อปลา เนื้อปู เป็นต้น สำหรับไวน์แดง ซึ่งทุกชนิดจะไม่ออกรสหวานเลย อาหารที่คู่กับไวน์แดง ได้แก่ เนื้อสัตว์ที่ออกสีแดง เช่น เนื้อวัว เนื้อเก้ง เนื้อแกะ เป็นต้น

ค. ไวน์ดื่มหลังอาหาร ได้แก่ พอท (Port) ครีมเชอรี่ (Cream sherry) โทเก (Tokay) และมาลากา (Malaga)

ง. เหล้ากลั่น เช่น บรั่นดี ซึ่งเป็นเหล้าที่กลั่นมาจากไวน์ เหล้าเคียร์ส์ (Kirsch) กลั่นมาจากลูกเชอรี่ สำหรับการกลั่นเหล้าเอง เป็นการผิดกฎหมายและที่น่ากลัวคือ อาจจะได้เหล้าที่มีเมทิลแอลกอฮอล์ปะปนมา เมื่อดื่มมากๆ อาจทำให้ตาบอด หรือตายได้

4. การแบ่งไวน์ตามชนิดของวัตถุดิบ

การแบ่งเช่นนี้ทำให้ได้ไวน์หลายชนิด ซึ่งเรียกตามวัตถุดิบที่ใช้ เช่น ไวน์ผลไม้ อาจจะมีไวน์องุ่น ไวน์สับปะรด ไวน์มะขม ไวน์กระเจี๊ยบ และไวน์ดอกไม้ เช่นไวน์กุหลาบ เป็นต้น

นอกจากการแบ่งไวน์ ตามที่กล่าวมาข้างต้น อาจมีไวน์ชนิดที่มีแก๊สอัดอยู่เช่น แชมเปญ หรือไวน์อัดลม (Carbonated wine) นอกจากนี้อาจมีไวน์ชนิดเติมเครื่องสมุนไพร เช่น เวอร์มุธ (Vermouth) ของประเทศอิตาลี

2.6 ประโยชน์ของไวน์

2.6.1 ทำให้อยากรับประทานอาหาร ดื่มก่อนอาหารเป็นการเรียกน้ำย่อย

2.6.2 ใช้ดื่มควบคู่กับอาหาร เช่น ดื่มไวน์แดงกับอาหารจำพวกเนื้อวัว หรือหมู ไวน์ขาวกับปลา หรือเติมลงไปในอาหารช่วยเสริมกลิ่นรสอาหาร หรือหมักกับวัตถุดิบ

2.6.3 ประโยชน์ทางการแพทย์ต้องอยู่ในความดูแลของแพทย์ ปกติแพทย์ จะให้คนไข้ดื่มไวน์วันละ ประมาณ 2-3 แก้วมาตรฐาน เพื่อรักษาหรือบรรเทาอาการของโรคบางอย่าง เช่น ช่วยขับถ่ายปัสสาวะ ช่วยระงับความตื่นเต้น ช่วยรักษาโรคความดันโลหิตต่ำ ช่วยทำให้หลอดเลือดหัวใจไม่ตีบตัน

2.6.4 ในไวน์ 1,000 มิลลิลิตร จะประกอบด้วยสารอาหารต่างๆ ที่มีประโยชน์แก่ร่างกาย ได้แก่

2.6.4.1 แคลเซียม จำนวน 126 มิลลิกรัม มีคุณสมบัติเป็นเกลือแร่

2.6.4.2 แคลอรี จำนวน 512.52 มิลลิกรัม มีคุณสมบัติให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย

2.6.4.3 โปรตีน จำนวน 0.503 มิลลิกรัม มีคุณสมบัติให้ความเจริญเติบโต

2.6.4.4 ฟอสฟอรัส จำนวน 1.031 มิลลิกรัม มีคุณสมบัติบำรุงผิว และกระดูก

2.6.4.5 วิตามินบี 1 จำนวน 0.5 มิลลิกรัม มีคุณสมบัติทำให้เส้นผมดำเป็นมัน

2.6.4.6 วิตามินบี 2 จำนวน 0.072 มิลลิกรัม มีคุณสมบัติช่วยป้องกันโรคเหน็บชา

2.6.4.7 วิตามินซี จำนวน 28.8 มิลลิกรัม มีคุณสมบัติบำรุงผิว ร่างกายสดชื่น

2.7 มาตรฐานไวน์สมุนไพร

ไวน์สมุนไพรหมายถึง สุราแช่ชนิดหนึ่ง ซึ่งทำจากการนำวัตถุดิบจำพวกสมุนไพรมาผ่านกรรมวิธีการผลิตไวน์สมุนไพร มีแรงแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15 ดีกรีต่อร้อยละโดยปริมาตร หากมีการผสมสุรากลั่นต้องมีแรงแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15 ดีกรีต่อร้อยละโดยปริมาตร

คุณลักษณะที่ต้องการ แบ่งได้ดังนี้

2.7.1 คุณลักษณะทางเคมี

2.7.1.1 แรงแอลกอฮอล์ต้องไม่เกิน 15 ดีกรี ต่อ ร้อยละโดยปริมาตร และมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนจากที่ระบุไว้ที่ฉลากได้ไม่เกิน (±) 1 ดีกรี ต่อ ร้อยละโดยปริมาตร

2.7.1.2 เมทิลแอลกอฮอล์ต้องไม่เกิน 420 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.7.1.3 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.7.1.4 กรดซอร์บิก หรือเกลือของกรดซอร์บิก (คำนวณเป็นกรดซอร์บิก) ต้องไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.7.1.5 กรดเบนโซอิก หรือเกลือของกรดเบนโซอิก (คำนวณเป็นกรดเบนโซอิก) ต้องไม่เกิน 250 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.7.1.6 ทองแดง ต้องไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.7.1.7 เหล็ก ต้องไม่เกิน 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.7.1.8 ตะกั่ว ต้องไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.7.1.9 สารหนู ต้องไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.7.1.10 เฟอร์โรไซยาไนด์ ต้องไม่พบ

2.7.2 คุณลักษณะทางกายภาพ

2.7.2.1 ความใส ใสตามลักษณะของไวน์สมุนไพร

2.7.2.2 สี มีสีเป็นไปตามธรรมชาติของวัตถุดิบที่ใช้ทำ

2.7.2.3 กลิ่น ต้องมีกลิ่นของสมุนไพรที่นำมาผลิตไวน์สมุนไพรตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก และไม่มีกลิ่นน้ำส้มสายชู หรือกลิ่นอื่นๆ ที่ไม่พึงประสงค์ปรากฏเด่นชัด

2.7.2.4 รสชาติ มีความเป็นกรด หวาน ฝาด เฝื่อน ขม และกลมกล่อม ตามธรรมชาติของวัตถุดิบที่ใช้ทำไวน์

2.7.3 คุณภาพโดยรวมของสมุนไพร

2.7.3.1 มีความใส สี กลิ่น และรสชาติ เป็นที่ยอมรับ เมื่อตรวจสอบโดยวิธีการทดสอบลักษณะทางกายภาพแล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ทดสอบทุกคนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 และไม่มีลักษณะใดได้น้อยกว่าร้อยละ 30 ของคะแนนเต็ม จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

2.7.4 สิ่งแปลกปลอม

2.7.4.1 ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่วัตถุดิบที่ใช้ทำ

2.7.5 ความเสถียร

2.6.5.1 ต้องไม่ปรากฏฟองในภาชนะบรรจุอันเนื่องมาจากการหมักซ้ำ

2.7.6 การทดสอบ

2.7.6.1 การทดสอบคุณสมบัติทางเคมี ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

2.7.6.2 การทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ 10 คน และแต่ละคนจะแยกกันตรวจ และให้คะแนนโดยอิสระ คุณสมบัติของคณะผู้ตรวจสอบ ต้องมีความชำนาญ ประกอบด้วยผู้แทนกลุ่มบุคคลต่างๆ จำนวน 10 คนดังนี้ ผู้ผลิต 3 คน นักวิชาการ/ ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คน ผู้บริโภค 3 คน ภาครัฐที่เกี่ยวข้อง 1 คน หลักเกณฑ์การให้คะแนน ในการทดสอบ ความใส สี กลิ่น รสชาติ และคุณภาพโดยรวมของไวน์สมุนไพร ใช้หลักเกณฑ์ตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบ ความใส สี กลิ่น รสชาติ และ คุณภาพโดยรวมของไวน์สมุนไพร

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	คะแนนเต็ม
ความใส	ใสตามลักษณะของไวน์สมุนไพร	10
สี	มีสีเป็นไปตามธรรมชาติของวัตถุดิบที่ใช้ทำ และเป็นไปตามที่ระบุไว้ในฉลาก	10
กลิ่น	มีกลิ่นของสมุนไพรที่นำมาผลิตไวน์สมุนไพรตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก และไม่มีกลิ่นน้ำส้มสายชู หรือกลิ่นอื่นๆที่ไม่พึงประสงค์ปรากฏเด่นชัด	30
รสชาติ	มีความเป็นกรด หวาน ฝาด เผื่อน และกลมกล่อมตามธรรมชาติของวัตถุที่ใช้ทำ	30
คุณภาพโดยรวมของสมุนไพร	มีความใส สี กลิ่น และรสชาติ เป็นที่ยอมรับ	20

ที่มา : มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไวน์สมุนไพร (2546)

2.8 ขิง

ชื่อสามัญ/ชื่ออังกฤษ	Ginger
ชื่อวิทยาศาสตร์	*Zingiber officinale roscae*
วงศ์	Zingiberaceae
ชื่ออื่นๆ/ชื่อท้องถิ่น	ขิงเผือก (เชียงใหม่)
	ขิงแกลง ขิงแดง (จันทบุรี)
	สะเอ (กะเหรี่ยง แม่ฮ่องสอน)
	ขิงบ้าน ขิงป่า ขิงแครง ขิงเขา ขิงดอกเดียว (ภาคกลาง)

ขิงเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว จัดอยู่ในพืชตระกูลเดียวกับ ข่า กระชาย มีลำต้นใต้ดินสะสมอาหาร มีลักษณะเป็น "เหง้าขิง" ขิงจะมีอายุ ประมาณ 10-12 เดือน ในประเทศไทย มีการปลูกขิงกันมาก โดยใน 1 ไร่ จะปลูกขิงได้ ประมาณถึง 1 หมื่นหลุม หลุมหนึ่งจะเก็บได้ประมาณ 1 กิโลกรัม ขิง แบ่งเป็น 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ขิงเผ็ด (ขิงเล็ก) มีการปลูกกันแถวทางยาว เพื่อเอาไปทำยา ส่วนพันธุ์ขิงหยวก (ขิงใหญ่) มักปลูกเพื่อนำไปรับประทาน และบริโภคเป็นขิงดอง ส่งไปยังประเทศญี่ปุ่น
(คุยเฟื่องเรื่องสมุนไพร. http://www.praphansarn.com/herb/herb9.asp)

รูปที่ 2.3 ขิงหยวกหรือขิงใหญ่

ที่มา : www.tungsong.com/Modify-Lifetsgcity/samunpai/drug/13Kig/Kig.ht

2.8.1 ส่วนประกอบของขิง (ศักดิ์ บวร. 2542)

ก. น้ำ เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของขิง มีอยู่ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก

ข.โปรตีน มีอยู่ประมาณ 2.3 เปอร์เซ็นต์

ค. คาร์โบไฮเดรต หรือแป้ง มีอยู่ประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนของคาร์โบไฮเดรตนี้จะมีปริมาณมากขึ้นตามสัดส่วนของอายุขิง คือ ขิงยิ่งแก่ (ในดิน) ยิ่งมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเพิ่มมากขึ้น

ง.ใยธรรมชาติ มีอยู่ประมาณ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ใยธรรมชาติจะเพิ่มมากขึ้นตามอายุเช่นเดียวกับคาร์โบไฮเดรต

จ. แร่ธาตุ มีอยู่ประมาณ 1.2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใหญ่จะได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก

ฉ.วิตามิน ขิงมีวิตามินบี หลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งไทอะมิน ไรโบเฟลวิน และไนอะซิน ทั้งยังมีวิตามินซีในระดับสูง

นอกจากนี้มีการศึกษาถึงส่วนประกอบพิเศษที่พบในขิง พบว่าแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม และพบในสองจุดของส่วนที่เป็นราก (เหง้าขิง) ส่วนประกอบพิเศษกลุ่มแรกได้แก่ น้ำมันหอมระเหย องค์ประกอบส่วนนี้เป็นของเหลวที่มีลักษณะ หรือคุณสมบัติเป็นน้ำมันที่มีกลิ่นหอม เป็นส่วนประกอบที่พบในหลอด หรือท่อขนาดจิ๋วๆใต้ผิวที่มีลักษณะเป็นตุ่มๆ ส่วนประกอบที่พิเศษกลุ่มที่สอง เรียกว่า โอลีโอเรซิน(Oleoresin) (ส่วนที่เป็นยางไม้) ซึ่งเป็นส่วนที่พบในเซลล์พิเศษรอบๆ เนื้อเยื่อระหว่างส่วนที่เป็นเหง้ากับคาร์โบไฮเดรต โอลีโอเรซิน เมื่อสกัดแล้วเป็นของเหลวสีน้ำตาลเหนียวข้น และมีกลิ่นหอมฉุน และจากโอลีโอเรซินนี้เอง ได้มีการวิเคราะห์พบว่าสารเคมี คือ จินเจอโรล เป็นส่วนที่กลิ่นแรงที่สุดของขิง รองลงมาได้แก่ซินเจอโรน และชาโกล(Shogoal) สารเหล่านี้พบว่า จินเจอโรล (Gingerol) มีบทบาทสำคัญที่สุดต่อการควบคุมสารเคมีสื่อกลางที่ชื่อ เซโรโตนิน และพบว่า จินเจลโรลในขิงมีความสามารถกระตุ้นการทำงานของถุงน้ำดี และตับ ในการขจัดคลอเลสเตอรอลออกจากร่างกาย

2.9 ประโยชน์ที่ได้จากขิง

1. ขิง มีสรรพคุณในการผ่อนคลาย ขยายหลอดเลือด เพื่อช่วยให้ระบบไหลเวียนเลือด และระบบไหลเวียนของของเหลวภายในร่างกายให้เป็นไปได้โดยสะดวกขึ้น ทำให้หลอดเลือดขยายตัว หัวใจไม่ทำงานหนัก ลดภาระในการทำงานของหัวใจ

2. ช่วยลดระดับคลอเลสเตอรอล ในตับ และในเลือด

3. บำบัด และบรรเทาอาการโรคกระเพาะอาหาร บรรเทาอาการคลื่นไส้ ลดกรดในกระเพาะ อาการเมารถ เมาเรือ อาการท้องผูก และอาการท้องเดิน

4. สรรพคุณ ต่อต้านอาการไอ โรคหวัด บรรเทาอาการตัวร้อน และขจัดสารพิษ ช่วยบรรเทาอาการต่างๆ ในรอบเดือนสตรีอีกด้วย

5. รักษาแผลที่เกิดจากไฟไหม้ หรือน้ำร้อนลวก โดยตำขิงสดให้ละเอียด นำกากมาพอกที่แผล เพื่อบรรเทาอาการอักเสบเป็นหนอง

6. รักษาอาการปวดฟัน โดยนำขิงแก่ทุบให้ละเอียด คั่วกับน้ำสารส้ม จนเกรียม แล้วบดจนเป็นผง พอกบริเวณฟันที่ปวด

7.ผมร่วง หัวเริ่มล้าน ใช้เหง้าขิงสดนำมาผิงไฟให้อุ่น ตำพอกบริเวณที่ผมร่วง วันละ 2 ครั้ง ประมาณ 3 วัน ถ้ายังไม่ดีขึ้นให้พอกต่อไปสักระยะ

8.แก้สะอึก ใช้ขิงสดตำให้ละเอียดคั้นกับน้ำมาผสมกับน้ำผึ้ง คนให้เข้ากัน ทำเป็นน้ำขิงรับประทาน (ศักดิ์ บวร. 2542)

2.10 คูลเลอร์

คูลเลอร์ เป็นเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ผสมอยู่ ซึ่งแอลกอฮอล์ที่ผสมอาจจะเป็นวิสกี้ ไวน์ รัม บรั่นดี หรือวอสก้า อย่างใดอย่างหนึ่ง ถ้าแอลกอฮอล์นั้นได้จากไวน์ จะเรียกว่า ไวน์คูลเลอร์ แต่ถ้าแอลกอฮอล์ได้มาจากแหล่งอื่น จะเรียกว่า คูลเลอร์ (ประดิษฐ์ ครุวัณณา. 2531) โดยทั่วไปไวน์คูลเลอร์มีแอลกอฮอล์ต่ำกว่าร้อยละ 7 (ประดิษฐ์ ครุวัณณา. 2529)

คูลเลอร์มีต้นกำเนิดในสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ. 1981 โดยชาวอเมริกันสองคน ชื่อ Michael Crete และ Stuart Bewley ได้ร่วมทดลอง และจำหน่าย ได้ตั้งชื่อบริษัทว่า Island Wine Cooler Company และตั้งชื่อผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายว่า Island Wine Cooler ต่อมาได้เปลี่ยนชื่อบริษัทเป็น California Cooler ในประเทศไทย บริษัทประมวลผล จำกัด เป็นบริษัทแรกที่ผลิตไวน์คูลเลอร์ออกจำหน่ายเมื่อปี พ.ศ.2530 โดยตั้งชื่อผลิตภัณฑ์ว่า คูลเลอร์คลับ (Cooler Club) แต่ยังไม่เป็นที่รู้จักแพร่หลายในขณะนั้น คูลเลอร์เริ่มเป็นที่รู้จักในประเทศไทยประมาณปี พ.ศ. 2540 มีมูลค่าทางการตลาดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมากถึงประมาณ 1,500 ล้านบาท ปัจจุบันคูลเลอร์ที่เป็นที่รู้จักในประเทศไทย เช่น สปายไวน์คูลเลอร์ ผลิตโดยบริษัทสยามไวน์เนอรี่ เทรดดิ้งพลัส จำกัด ครุยเซอร์ และไนท์ ผลิตโดยบริษัททิสเวิลด์ไวด์ มาร์เก็ตติ้ง จำกัด บาคาดี้ บรีเซอร์ ผลิตโดยบริษัทบาคาร์ดี้ ประเทศไทยจำกัด เป็นต้น ปัจจุบันได้ทำการจัดประเภทเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ใหม่ คูลเลอร์ถูกแยกออกเป็นอีกประเภทหนึ่งต่างหาก ซึ่งแต่เดิมจัดเป็นประเภทเดียวกับไวน์ ดังนั้นการตลาดแอลกอฮอล์จึงแบ่งเป็น 4 ประเภท คือ ไวน์ สุรา เบียร์ และคูลเลอร์ (ประดิษฐ์ ครุวัณณา. 2530)

2.10.1 ลักษณะของไวน์คูลเลอร์ (ประดิษฐ์ ครุวัณณา. 2531)

1. มีปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำประมาณร้อยละ 6.0 (โดยปริมาตร) หรือประมาณครึ่งหนึ่งของไวน์ปกติ

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

3. อาจมีการผสมน้ำผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว หรือผสมน้ำจากสมุนไพร หรือใช้กลิ่นรสผลไม้สังเคราะห์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นรสของผลไม้ที่ชัดเจน

4. มีรสหวานเล็กน้อย

5. อาจมีรสเปรี้ยวเล็กน้อย (รสเปรี้ยวจากผลไม้ หรือจากการเติมกรดซิตริก)

6.เติมวัตถุกันเสีย (Preservatives) หรืออาจพาสเจอร์ไรซ์ด้วยความร้อนเพื่อยับยั้ง และทำลายจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อน

2.10.2 ส่วนประกอบของไวน์คูลเลอร์ (ประดิษฐ์ ครุวัณฌา. 2531)

1. ไวน์ หรือสุรา ได้แก่ รัม วอดก้า บรั่นดี และวิสกี้ เป็นต้น

2. น้ำผลไม้คั้นรสเปรี้ยว เช่น น้ำมะนาว น้ำสับปะรด น้ำมะขาม เป็นต้น หรืออาจใช้กลิ่น และรสผลไม้สังเคราะห์ หรือจากน้ำสมุนไพรอื่นๆ

3. น้ำโซดา หรือน้ำอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

4. น้ำตาล หรือน้ำเชื่อม

5. กรดมะนาว

6. วัตถุกันเสีย เช่น โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ โพแทสเซียมซอร์เบต และโพแทสเซียมเบนโซเอต เป็นต้น หรืออาจพาสเจอร์ไรซ์ด้วยความร้อนแทนการเติมวัตถุกันเสีย

อนึ่งส่วนประกอบทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นนี้ ไม่จำเป็นต้องมีครบทั้งหมด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้บริโภค และความนิยมของผู้บริโภค

ตัวอย่างไวน์คูลเลอร์ของสหรัฐอเมริกา California cooler มีส่วนประกอบดังนี้ ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 5.54 น้ำตาล 84.40 กรัมต่อลิตร กรดทั้งหมด 8.25 กรัมต่อลิตร ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 87 มิลลิกรัมต่อลิตร พีเอช 2.70 กรดทาร์ทาริก 0.18 กรัมต่อลิตร กรดมาลิก 0.88 กรัมต่อลิตร กรดแลกติก 0.04 กรัมต่อลิตร กรดซิตริก 5.58 กรัมต่อลิตร และสารแขวนลอย 4.94 กรัมต่อลิตร (Berta. 1988)

ถึงแม้ว่าไวน์คูลเลอร์เป็นผลิตภัณฑ์ค่อนข้างใหม่ แต่พบว่าสถิติการจำหน่ายในประเทศสหัฐอเมริกาภายใน 6 เดือนแรกของปี 1985 ในช่วงเวลาเดียวกัน ถึงร้อยละ 71.1 (ประดิษฐ์ ครุวัณฌา. 2530) ปัจจุบันไวน์คูลเลอร์กำลังได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในหลายประเทศ เนื่องจากเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อย่างง่ายๆ ไม่ต้องมีพิธีรีตองหรือวิธีการที่ยุ่งยากเหมือนการดื่มไวน์ทั่วไป หาซื้อง่าย ตลอดจนมีปริมาณแคลอรีต่ำ แต่ปัญหาของเครื่องดื่มประเภทนี้คือ เน่าเสียง่ายเนื่องจากมีปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำทำให้มีอายุการเก็บรักษาค่อนข้างสั้น

2.11 การปรุงแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำผลไม้

ปรุงแต่งโดยการผสมไวน์กับน้ำผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว เช่น น้ำมะนาว น้ำสับปะรด น้ำส้ม เป็นต้น และน้ำเชื่อม ตามสัดส่วนที่พอเหมาะเพื่อให้ได้รสชาติตามที่ต้องการ มีรสหวานและเปรี้ยวเล็กน้อย ปรับให้ได้แรงแอลกอฮอล์ตามที่ต้องการ และควบคุมให้มีความคงที่ของรสชาติ ได้แก่ ค่าความหวาน ปริมาณแอลกอฮอล์ ค่ากรดทั้งหมด ค่าสี และค่าความใสเป็นต้น อาจมีการอัดแก๊ส

คาร์บอนไดออกไซด์เพื่อเพิ่มความซ่า ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสชาติดีขึ้นมากผลไม้ที่ใช้ในการปรุงแต่งกลิ่นรสของไวน์คูลเลอร์ ได้แก่

2.11.1 มะนาว

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Citrus aurantifolia Swing*

ชื่อสามัญ Lime, Common Lime

วงศ์ Rutaceae

รูปที่ 2.4 มะนาว

ลักษณะทั่วไป (http://www.doae.go.th/library/html/deatal/lemon/index.htm)

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

พันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทย

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

2. มะนาวแป้น มีลักษณะผลใหญ่ ทรงผลค่อนข้างกลมแป้นเปลือกบาง น้ำหนักมากกว่ามะนาวไข่ น้ำมีกลิ่นหอม นิยมนำมาทำน้ำมะนาวดื่มได้ดี

3. มะนาวทราย เป็นมะนาวที่ออกลูกตลอดปี มีทรงพุ่มสวยจึงใช้เป็นไม้ประดับ ไม่นิยมนำมาบริโภค เพราะน้ำไม่หอม มีรสเจือปน

4. มะนาวพันธุ์อื่นๆ ได้แก่ มะนาวฮิตาชิ มะนาวหวาน มะนาวปีนัง มะนาวโมพี มะนาวพม่า และ มะนาวหนัง เป็นต้น (คณะกรรมการเอกลักษณ์ของชาติ. 2545)

ประโยชน์ของมะนาว

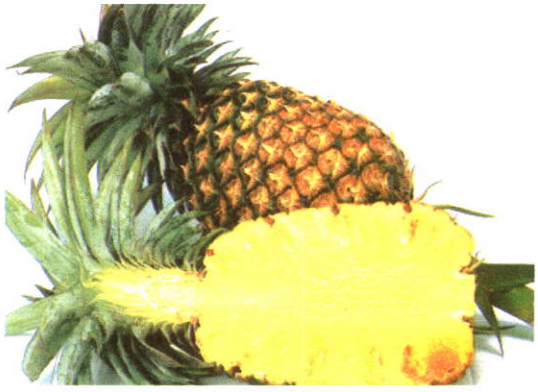
น้ำมะนาวมีสารเคมีหลายชนิด เช่น slaronoid , organic acid , citral และวิตามินซี เป็นต้น น้ำมะนาวมีฤทธิ์รักษาโรคลักปิดลักเปิด เนื่องจากมีวิตามินซีสูง และมีฤทธิ์ในการแก้ไอขับเสมหะ โดยกรดที่มีอยู่ในน้ำมะนาวกระตุ้นให้มีขับน้ำลายออกมา ทำให้เกิดการชุ่มคอ จึงลดอาการไอได้ ผิวเปลือกของมะนาวมีน้ำหอมระเหยโวลาทิล มีฤทธิ์ขับลม แก้ท้องอืดเฟ้อ

2.11.2 สับปะรด

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ananas comosus*

ชื่อสามัญ Pineapple

วงศ์ Bromeliaceae



รูปที่ 2.5 สับปะรด

ลักษณะทั่วไป

เป็นพืชล้มลุก ใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีอายุหลายปี ผลเป็นผลรวม ผลเกิดได้โดยไม่ต้องมีการผสมพันธุ์ ลำต้นสั้นและแข็ง ใบออกสลับ โดยรอบต้น ใบเรียวยาว ปลายแหลม มีหนามเล็กน้อย ดอกเป็นช่อ ช่อดอกมีก้านยาว ผลรูปร่างเป็นรูปไข่หรือทรงกระบอก เปลือกผล เมื่อดิบสีเขียวคล้ำ เมื่อแก่จัดจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมส้ม (Purseglove.1972)

พันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทย

1. พันธุ์ปัตตาเวีย รู้จักแพร่หลายในชื่อสับปะรดศรีราชา และชื่ออื่นๆ เช่น ปราณบุรี สามร้อยยอด แหล่งปลูกที่สำคัญ คือ ประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี เพชรบุรี ลำปาง นิยมปลูกกันมากเพื่อ ส่งโรงงานอุตสาหกรรม หรือเพื่อขายผลสด เพราะมีรสหวานฉ่ำมีน้ำมาก มีลักษณะผลใหญ่น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 2.5 กิโลกรัม หรืออาจมากถึง 7 กิโลกรัม ผลมีขนาดและรูปทรงต่างกันไป มีน้ำหนักผลอยู่ระหว่าง 2-6 กิโลกรัม แต่โดยปกติจะมีน้ำหนักประมาณ 2.5 กิโลกรัม

2. พันธุ์อินทรชิตหรือ เทพรส เป็นพันธุ์พื้นเมืองที่เก่าแก่ที่สุดในประเทศไทย แหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดฉะเชิงเทรา น้ำหนักผลประมาณ 1 กิโลกรัม ผลมีขนาดเล็กกว่าพันธุ์ปัตตาเวีย รสหวานอ่อน เปลือกผลเหนียวแน่นทนทานต่อการขนส่ง เหมาะสำหรับบริโภคสด

3. พันธุ์ขาว เป็นพันธุ์พื้นเมือง นิยมปลูกร่วมกับพันธุ์อินทรชิต แหล่งปลูกสำคัญ คือ จังหวัดฉะเชิงเทรา เนื้อผลสีเหลืองทอง รสหวานอ่อน ผลมีขนาดปานกลาง คุณภาพของเนื้อไม่ค่อยดีนัก น้ำหนักเฉลี่ย 0.85 กิโลกรัม

4. พันธุ์ภูเก็ตหรือสวี นิยมปลูกมากในสวนยางจังหวัดภูเก็ต ชุมพร นครศรีธรรมราช และตราด มีชื่อเรียกอื่นๆ อีก เช่น พันธุ์ชุมพร พันธุ์สวี พันธุ์ตราดสีทอง ผลมีเล็กกว่าทุกพันธุ์ที่กล่าวมาตาลึก เปลือกหนาเนื้อหวานกรอบสีเหลืองเข้ม เยื่อใยน้อย มีกลิ่นหอม เหมาะสำหรับบริโภคสด เป็นที่นิยมมากในภาคใต้

5. พันธุ์นางแลหรือน้ำผึ้ง แหล่งปลูกที่สำคัญ คือ จังหวัดเชียงราย มีลักษณะคล้ายคลึงกับพันธุ์ปัตตาเวีย แต่มีรูปร่างของผลกลมกว่า เปลือกบางกว่า และรสหวานจัดกว่า ผลแก่มีเนื้อในสีเหลืองเข้ม มีเยื่อใยน้อยเหมาะสำหรับบริโภคสด เป็นที่นิยมมากในภาคเหนือ ผลไม้เปลือกบางมากขนส่งทางไกลไม่ดีนัก (http//www.doae.go.th/library/htm/detail/pineapple/pine03.htm)

ประโยชน์ของสับปะรด

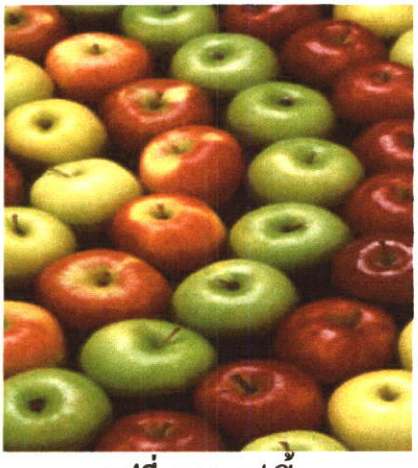
มีเกลือแร่ วิตามินต่างๆ และมีเอนไซม์บรอมีลิน (Bromelin) ช่วยย่อยโปรตีนไม่ให้ตกค้างในลำไส้ บรรเทาอาการท้องผูก ขับปัสสาวะ และช่วยย่อยอาหาร (เกศิณี ระมิงค์วงศ์.2528)

2.11.3 แอปเปิ้ลเขียว

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Malus domestiga*

ชื่อสามัญ green apple และ granny smith

วงศ์ Rosaceae



รูปที่ 2.6 แอปเปิ้ล

ลักษณะทั่วไป (http://www.doae.go.th/library/html/deatal/apple/app-3htm)

เป็นไม้เนื้อแข็ง รูปร่างของยอดที่เจริญเต็มวัยจะแตกต่างไปตามชนิดและพันธุ์ โดยทั่วไปต้นแอปเปิ้ลมีรูปร่างเกือบเป็นทรงกลม บางพันธุ์มีลักษณะสูงชะลูด หรือมีลักษณะเป็นพุ่ม ใบเดี่ยว ขอบเป็นหยัก ผลคล้ายชมพู่มีรอยบุ๋มทางด้านขั้วและก้นผล มีสีผิวต่างกันตั้งแต่สีเขียว สีเหลืองแดงเข้ม เนื้อมักจะมีสีขาวหรือขาวนวลมีลักษณะหยาบ (นภดล จรัสสัมฤทธิ์. 2537)

พันธุ์แอปเปิ้ล

มีทั้งหมดประมาณ 2,000 พันธุ์ แต่พันธุ์ที่ดี และนิยมปลูกมีเพียง 4 พันธุ์ ได้แก่

1. พันธุ์แอนนา เป็นพันธุ์ที่ผสมขึ้นมาในประเทศอิสราเอล ผลแก่จัดจะมีสีเหลืองสด ขนาดใหญ่ปานกลาง รูปผลค่อนข้างยาว มีแหล่งปลูกอยู่ที่ดอยอ่างขาง

2. พันธุ์เอน เชเมอ ผลค่อนข้างกลมเล็กว่าพันธุ์แอนนาเล็กน้อย มีสีเหลืองจัด มีแหล่งปลูกอยู่ที่ดอยอ่างขาง

3. พันธุ์โรม บิวตี้ เป็นพันธุ์ที่ปล่อยละอองเรณูหลังจากออกช่อดอกแล้ว ดังนั้น พันธุ์นี้จึงไม่มีประโยชน์ที่จะใช้เป็นตัวถ่ายละอองเรณูแก่พันธุ์อื่นได้

4. พันธุ์แกลนด์ อเล็กเซนเดอร์

ประโยชน์ของแอปเปิ้ล

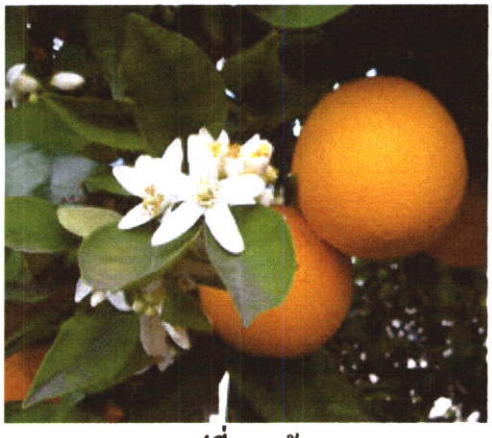
แอปเปิ้ลมีกรดอินทรีย์หลายชนิด วิตามินเอ วิตามินซี แคลเซียม ฟอสฟอรัส เบต้าแคโรทีน และเพคติน มีคุณสมบัติช่วยลดความอยากอาหาร ลดคลอเลสเตอรอล รักษาอาการท้องผูกนอนไม่หลับ รักษาโรคเกี่ยวกับไต บำรุงปอด และบำรุงร่างกาย

2.11.4 ส้ม

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Citrus reticulata*

ชื่อสามัญ orange

วงศ์ Rutaceae



รูปที่ 2.7 ส้ม

ลักษณะทั่วไป

ส้ม เป็นต้นไม้ขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ลำต้นมีความสูงประมาณ 6 เมตร ลำต้นและกิ่งมีหนามทั่วไป ใบหนาเป็นมันวาว ดอกส้มสีขาว มีกลิ่นหอมอ่อนๆ ออกเป็นกระจุกตามกิ่งเล็กๆ แต่ละต้นจะออกผลเป็นจำนวนมาก ส้มแมนดาริน เปลือกออกสีเหลือง และมีขนาดของผลที่เล็กกว่าส้มเขียวหวาน ซึ่งมีเปลือกสีส้มเข้ม

(http://www.suc.ac.th/e-texts/agri/insectfinal 2/ insects/20web/chapter4_orange.htm)

พันธุ์ส้มที่นิยมปลูกในประเทศไทย (พรทิภา ฤกษ์รัตนวราพร.2531)

1. ส้มเขียวหวาน เป็นพันธุ์ส้มเปลือกล่อน ทรงพุ่มใหญ่ กิ่งและใบห้อยลง เป็นไม้ผลที่ได้รับความนิยมในการบริโภคอย่างมากทั้งภายในประเทศและส่งออกไปยังประเทศเพื่อนบ้าน ตลาดมีความต้องการเพิ่มขึ้นทั้งในด้านการบริโภคสดและแปรรูป พันธุ์ส้มเขียวหวานที่นิยมปลูกในประเทศไทยในปัจจุบันและปลูกเป็นพันธุ์หลัก ได้แก่ ส้มเขียวหวานพันธุ์โชกุน (รู้จักกันในนามชื่อส้มสายน้ำผึ้ง หรือส้มเพชรยะลา) พันธุ์บางมด และพันธุ์แหลมทอง จังหวัดที่ปลูกมากได้แก่ กำแพงเพชรส่วน เชียงราย เชียงใหม่ สุโขทัย แพร่ ซึ่งส่วนใหญ่นิยมปลูกส้มเขียวหวานสายพันธุ์บางมด แต่ก็มีการปลูกส้มสายน้ำผึ้งอยู่บ้างเล็กน้อยในบางพื้นที่

2. ส้มโชกุน ส่วนใหญ่จะเป็นพันธุ์ส้มเขียวหวาน แต่เนื่องจากมีปัญหาผลแตก(ประมาณ 5-10%) ขณะที่ส้มเขียวหวานไม่มีปัญหาดังกล่าว จึงนิยมปลูกส้มเขียวหวานแพร่หลายมากกว่าส้มโชกุน (http://www.nco-project.com/herb/htm)

ประโยชน์ของส้ม

ส้มมีคุณค่าทางอาหารประกอบด้วย น้ำ 89.39 เปอร์เซ็นต์ กาก 0.71 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 0.41 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0.58 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 8.34 เปอร์เซ็นต์ เหล็ก 0.0004 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.026 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 0.333 เปอร์เซ็นต์ รักษาอาการบวมน้ำ ความกังวล ซึมเศร้า นอนไม่หลับ ความเครียด ระบบย่อยอาหาร ช่วยบรรเทาอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ สะอึก อาหารไม่ย่อย และท้องเสีย ช่วยบำรุงผิวพรรณ ให้ความสมดุลกับผิวมัน เพิ่มความสดใสให้ผิว นอกจากนี้ยังมีวิตามิน A B และ C อีกมาก นอกจากรับประทานสดแล้วยังนำมาทำผลิตภัณฑ์อื่นๆได้เช่น แยมผิวส้ม ทำ essential oil จากเปลือก และทำน้ำหอมจาก ผิวและ ดอก

(http://www.dnp.go.th/nursery/pud/som.htm)

2.12 การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์แอลกอฮอล์

2.12.1 สาเหตุของการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์แอลกอฮอล์ (เทคโนโลยีและอาชีวศึกษา. 2531)

2.12.1.1 จุลินทรีย์ facultative anaerobe เช่น wild yeast ซึ่งสามารถเจริญได้ในไวน์และสร้างกรดระเหย ทำให้เกิดกลิ่นและรสที่ไม่ต้องการและทำให้ไวน์ขุ่น ยีสต์ส่วนใหญ่ปนเปื้อนมาจากผลไม้ในขั้นตอนการเตรียมน้ำหมัก แต่สามารถป้องกันได้ โดยการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์หรือพาสเจอร์ไรซ์ก่อนทำการหมัก

2.12.1.2 แบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก (lactic acid bacteia) เป็นสาเหตุให้เกิดการเสื่อมเสียได้หลายแบบ เช่น ทำให้ไวน์เกิดรสขม เกิดเมือกเหนียว ปริมาณน้ำตาลในไวน์ลดลง พีเอชลดลง เป็นต้น

Humphreys และ Stewart (1978) รายงานว่าจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุสำคัญในการทำให้ไวน์เสีย คือ *Lactobacillus* sp. *Leuconostoc* sp. และ *Acetobacter* sp. โดย *Lactobacillus* sp. ทำให้เกิดการเสื่อมเสียได้มากที่สุด เนื่องจาก พีเอชและปริมาณออกซิเจนในไวน์อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ ตลอดจน *Lactobacillus* sp. มีความสามารถในการทนต่อเอทานอลได้สูงกว่า ส่วน *Pediococcus* sp. เป็นจุลินทรีย์อีกกลุ่มหนึ่งที่ทำให้ไวน์เสียเช่นกัน แต่ไม่สำคัญเท่ากลุ่มแรก

นอกจากนี้ ยีสต์ และรา ก็เป็นสาเหตุในการทำให้ไวน์เกิดการเสียได้ เช่น *Candida mycoderma* โดยจุลินทรีย์ชนิดนี้จะเจริญอยู่บนผิวหน้าของไวน์ มีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ (Jay.1970) รา จำพวก *Mucor* *Penicillium* และ *Aspergillus* ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียในไวน์ มักปนเปื้อนมาจาก อุปกรณ์ หรือวัตถุดิบในการผลิตไวน์ ดังนั้นการป้องกันจึงควรทำความสะอาดอุปกรณ์ตลอดจนวัตถุดิบก่อนทำการผลิตไวน์ (Frazier and Westhoff. 1988)

2.12.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมเสียโดยจุลินทรีย์ (Frazier and Westhoff. 1988)

2.12.2.1 ความเป็นกรดหรือพีเอช รา ยีสต์และแบคทีเรียที่สร้างกรดอะซิติก ไม่สามารถเจริญได้ที่พีเอชปกติของไวน์ แต่แบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก สามารถทนได้ถึงพีเอช 3.3-3.5 พีเอชต่ำสุดที่จุลินทรีย์สามารถเจริญได้ดีขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ องค์ประกอบของไวน์และปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์ แต่โดยปกติแล้วไวน์ที่มีพีเอชต่ำจะมีการเสื่อมเสียน้อยกว่าไวน์ที่มีพีเอชสูง

2.12.2.2 ปริมาณน้ำตาล จุลินทรีย์สามารถใช้น้ำตาลในไวน์ เป็นแหล่งคาร์บอนในการเจริญเติบโตและสร้างผลิตภัณฑ์ ดังนั้นไวน์ที่มีปริมาณน้ำตาลสูงจึงเสื่อมเสียได้ง่ายกว่าไวน์ที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำ ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 0.5-1.0 ก็เพียงพอต่อการเจริญของจุลินทรีย์และทำให้ไวน์เสียได้

2.12.2.3 ความเข้มข้นของปริมาณแอลกอฮอล์ จุลินทรีย์แต่ละชนิดมีความทนต่อแอลกอฮอล์ไม่เท่ากัน แอลกอฮอล์ร้อยละ 14-15 (โดยปริมาตร) สามารถยับยั้งแบคทีเรียที่สร้าง

กรดอะซิติกได้ แต่ *Leuconostoc* sp . ทนแอลกอฮอล์ได้ประมาณร้อยละ 18 (ยกเว้น *Lactobacillus trichodes* ซึ่งเจริญใน fortified wines สามารถทนต่อแอลกอฮอล์ได้สูงกว่าร้อยละ 20) อย่างไรก็ตามไวน์ที่มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงขึ้นโอกาสเสื่อมเสียจะน้อยลง

2.12.2.4 ความเข้มข้นของวิตามินและสารที่มีผลต่อการเจริญเติบโต เชื้อ *Acetobacter* sp. สามารถสร้างวิตามินด้วยตัวเอง แต่บางชนิดต้องการวิตามินที่มีอยู่แล้วในแหล่งอาหาร เช่น แบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกเป็นต้น แหล่งวิตามินในไวน์ได้จากยีสต์ที่ใช้หมักไวน์ โดยเมื่อยีสต์เกิดการย่อยตัวเอง (autolysis) ก็จะปล่อยวิตามินออกมา ถ้ามีสารเหล่านี้อยู่มาก แบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกก็มีโอกาสเจริญได้มาก ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย

2.12.2.5 ความเข้มข้นของแทนนิน แทนนินซึ่งใช้ร่วมกับเจลาตินในการทำให้ไวน์ใส สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ แต่ในทางปฏิบัติ ปริมาณที่ใส่เข้าไปไม่มากพอที่จะใช้เป็นตัวยับยั้งได้

2.12.2.6 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไวน์ที่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากจุลินทรีย์จะถูกยับยั้งได้มาก ความเข้มข้นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 75-200 ppm ก็เพียงพอในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้ แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของกลุ่มจุลินทรีย์ พีเอช และปริมาณน้ำตาลด้วย (ปทุมพร ฉิมอเนก.2526)สำหรับฤทธิ์ของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีผลต่อจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับ พีเอช ของไวน์ก่อนหมักด้วย ควรอยู่ระหว่าง พีเอช 3-4 ในช่วงพีเอชดังกล่าว จะแตกตัวให้ Bisulpite ion $(HSO_3)^-$ มาก มี SO_3^{2-} และ SO_2 เกิดน้อย ทั้งรูป Bisulpite ion (HSO_3) , SO_3^{2-} และ SO_2 เรียกว่า " Free SO_2 " หรือซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อสูง นอกจากนี้ในต่างประเทศยังมีการใช้ Diethyl pyrocarbonate (DEPC) ในการฆ่าเชื้อยีสต์ และป้องกันการหมักใหม่ และใช้ Sorbic acid ในการฆ่าเชื้อรา ในการหมักไวน์ (Carla .1993)

2.12.2.7 อุณหภูมิการเก็บรักษา การเสื่อมเสียเกิดขึ้นรวดเร็วที่สุดที่อุณหภูมิ 20-35 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิการเก็บรักษาสูงหรือต่ำกว่านี้ การเสื่อมเสียจะช้าลงตามลำดับ

2.12.2.8 อากาศ ถ้าไม่มีอากาศจุลินทรีย์พวกที่ต้องการอากาศในการเจริญ เช่น รา ยีสต์ และแบคทีเรียที่สร้างกรดอะซิติกไม่สามารถเจริญได้ แต่แบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกสามารถเจริญได้ดีในที่ไม่มีอากาศ

อย่างไรก็ตาม Humphreys and Stewart (1978) รายงานว่าผลิตภัณฑ์ที่มีพีเอช และปริมาณน้ำตาลต่ำ ประกอบกับมีปริมาณเอทานอล และความดันคาร์บอนไดออกไซด์สูงจะลดการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ลงได้

2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลไม้ที่นิยมนำมาหมักไวน์ คือ องุ่น ส่วนผลไม้แทบทุกชนิดก็สามารถนำมาใช้ทำไวน์ได้ แต่กลิ่นและคุณภาพจะแตกต่างกันไปตามชนิดของผลไม้นั้นๆ ในปัจจุบันมีการทดลองผลิตไวน์จากพืชสมุนไพรเพื่อการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ไวน์

ประดิษฐ์ ครุวัฒณา และคณะ (2533) ศึกษาผลิตไวน์จากผลกระเจี๊ยบแดง เพราะหาง่ายราคาถูก ไม่ยุ่งยากในการผลิต ได้ไวน์สีแดงสวย รสดีและดื่มง่าย

ประดิษฐ์ ครุวัฒณา และคณะ (2535) ได้ทำการศึกษาถึงผลของรากมะเกลือที่มีต่อการหมัก และสารประกอบที่เกิดจากการหมักแอลกอฮอล์ พบว่ารากมะเกลือมีผลต่อการหมักแอลกอฮอล์ในระยะแรกน้อยมาก ในตัวอย่างที่มีรากมะเกลือ การหมักเกิดอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ตัวอย่างที่ไม่มีรากมะเกลือการหมักสิ้นสุดไปแล้ว สันนิษฐานว่ารากมะเกลืออาจมีสารประกอบที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของยีสต์อยู่บ้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงสุดท้ายของการหมัก นอกจากนี้รากมะเกลือยังมีผลต่อกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ด้วย

Sarunya (1996) ศึกษาผลิตไวน์ว่านหางจระเข้ (*Aloe vera*) และไวน์ว่านหางจระเข้ผสมน้ำกระเจี๊ยบแดง พบว่าได้รับการยอมรับดี ถ้ามีสีแดงขึ้น

Ayogu (1998) ได้ทำการทดลองแยกเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* จาก Nigerian plam wine และนำเชื้อที่แยกได้มาหมักไวน์โดยใช้น้ำสับปะรด หมักที่อุณหภูมิห้อง (28 ±1°C) พบว่าไวน์ที่ได้มีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 10.2 ซึ่งมีปริมาณแอลกอฮอล์ใกล้เคียงกับไวน์ที่ใช้ยีสต์ผลิตไวน์ตามท้องตลาดทั่วไป

ประดิษฐ์ ครุวัฒณา และคณะ (2539) ศึกษาการผลิตไวน์น้ำผึ้งจากดอกสาบเสือ ดอกนุ่น ดอกลำไย และดอกเงาะ เติมองุ่นขาวพันธุ์มะละกา และองุ่นแดงพันธุ์แบล็กควีนที่กำจัดก้าน และตีป่นแล้วเป็นอาหารเสริมเร่งการหมักของยีสต์ หมักด้วยยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* (Montrachet) ที่ 22 องศาเซลเซียส พบว่า ไวน์น้ำผึ้งจากดอกลำไย ไม่ว่าจะเป็นสีเหลืองปานกลาง หรือสีชมพู มีรสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย คุณภาพเป็นที่ยอมรับ

ฉัตรพร อมาตยกุล และคณะ (2541) ได้ทดลองผลิตไวน์จากขิง ตระไคร้ และดอกเก๊กฮวย อัตราส่วนของสมุนไพรต่อน้ำที่เติมลงไปในการผลิตไวน์ตะไคร้และขิงเท่ากับ 1:1 1:2 1:3 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ไวน์ดอกเก๊กฮวยเท่ากับ 1:10 1:20 1:30 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ค่าความเป็นกรด เป็นด่างเริ่มต้นของการหมักเท่ากับ 4.00 พบว่าไวน์ที่ผลิตจากวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดมีคุณภาพต่างกัน โดยที่ไวน์เก๊กฮวยให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุดร้อยละ 8.68 ไวน์ตะไคร้ร้อยละ 7.47 และไวน์ขิงร้อยละ 7.47 และทำการเปรียบเทียบระหว่างการเติมแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต($NH_4H_2PO_4$) และแอมโมเนียมซัลเฟต($(NH_4)_2SO_4$) เป็นอาหารเสริม พบว่าไวน์ที่ใช้แอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้เหลืออยู่น้อยและมีค่าร้อยละของแอลกอฮอล์สูงกว่าไวน์สมุนไพรที่ใช้แอมโมเนียมซัลเฟต จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบ 50 คน พบว่าไวน์ตะไคร้และไวน์ขิง ที่มี

อัตราส่วน 1:3 และไวน์เก็กฮวยที่มีอัตราส่วน 1:30 ได้รับคะแนนการประเมินสูงสุด แต่ไวน์ที่ได้มีปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำ และมีรสหวาน

ประดิษฐ์ ครุวัณณา (2542) ทดลองผลิตไวน์จากพืชสมุนไพร พบว่า ใช้เชื้อยีสต์ผสม 3 สายพันธุ์ของ *Saccharomyces cerevisiae* ในการหมักไวน์สมุนไพร หมักที่อุณหภูมิ 20-21 องศาเซลเซียส การหมักสิ้นสุดภายใน เวลา 3-5 สัปดาห์ ทำการกวนหรือคนไวน์ที่กำลังหมักทุกๆ วันละ 1 ครั้งใน 2 สัปดาห์แรก พบว่า ไวน์สมุนไพรที่ทดลองมีการหมักดี น้ำตาลเหลือน้อยมาก ไวน์มีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 11.5 – 13.0 โดยปริมาตร (ดีกรี) มีน้ำตาลรีดิวซ์ร้อยละ 0.25 ปริมาณกรดทั้งหมด 0.3-0.5 (คำนวณเป็นกรดมะนาว) ปริมาณกรดระเหย (คำนวณเป็นกรดน้ำส้มสายชู) ต่ำมาก มีความเป็นกรด เป็นด่าง (pH) 3.0-5.0 และเมื่อทดสอบชิม พบว่าคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดี

Jesus (2001) ได้ทำการหมักไวน์โดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* AXAZ -1 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่แยกได้จากประเทศกรีก ใช้น้ำองุ่นเข้มข้นเป็นวัตถุดิบ โดยการหมักแบบต่อเนื่อง ที่อุณหภูมิ 5 10 และ15 พบว่าปริมาณกรดทั้งหมด และสารระเหยที่พบในไวน์ไม่แตกต่างกับการหมักที่อุณหภูมิที่ 22-25 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่หมักโดยทั่วไป

Polychroniadou (2002) ศึกษาเกี่ยวกับการหมักไวน์องุ่น และไวน์แอปเปิ้ล โดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* โดยทำการทดลอง 2 ซ้ำ ปรับน้ำผลไม้ให้มีความหวานเป็น 7.5 10 และ11.5 องศาบริกซ์ ไม่มีการปรับค่าพีเอช และหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่าง ณ วันสิ้นสุดการหมักเพื่อวิเคราะห์หาสารระเหยต่างๆ พบว่า ในไวน์ที่ได้มีความหวาน และมีปริมาณแอลกอฮอล์มาก

Bertrand (2003) ศึกษาถึงผลกระทบในการเติมสารเมตาไบซัลไฟต์ต่อปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์ปาล์ม โดยการทดลองทำการเติมสารเมตาไบซัลไฟต์ ปริมาณ 80 160 320 480 และ640 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ก่อนทำการหมัก และวัดปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นทุกๆ 24 ชั่วโมง พบว่า ไวน์ที่มีการเติมสารเมตาไบซัลไฟต์ จะ มีปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับไวน์ที่ไม่มีการเติมสารเมตาไบซัลไฟต์ โดยไวน์ที่ได้รับการสารเมตาไบซัลไฟต์ปริมาณ 480 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะให้ปริมาณแอลกอฮอล์มากที่สุด คือ ร้อยละ 13.9

ประดิษฐ์ ครุวัณณา (2546) ศึกษาการผลิตไวน์จากขิง ใช้ส่วนเหง้าขิงอ่อน นำมาล้างและหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ เติมน้ำเปล่า ในอัตราส่วนขิง 6 กิโลกรัม ต่อน้ำเปล่า 24 ลิตร (4 เท่า) เติมน้ำตาลทรายโดยปรับให้ได้ความหวาน 22 องศาบริกซ์ ปรับพีเอช 4.0 ด้วยกรดซิตริก ต้มให้เดือด นาน 15 นาที และเติมไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) ร้อยละ 0.05 จากนั้นกรองน้ำขิงในขณะร้อน ใส่ขวดหมัก ปิดจุกด้วยจุกสำลี ฆ่าเชื้อแล้ว ทิ้งให้เย็น เติมกล้าเชื้อที่เตรียมไว้แล้ว ร้อยละ10 ของปริมาตรน้ำขิงในขวด หมักนาน 18 วัน ที่อุณหภูมิห้อง หลังจาก18 วัน กำจัดตะกอนฆ่าเชื้อในไวน์โดยเติมโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS or $K_2S_2O_5$) 80 มิลลิกรัม/ลิตร และบรรจุขวด พบว่าไวน์มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ การยอมรับจะมากขึ้นหากไวน์มีความหวานเล็กน้อย

อำพรรณ ชัยกุลเสรีวัฒน์ และคณะ (2548) ได้ทดลองวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ไวน์มะม่วงพบว่า การใช้มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์หมักไวน์ โดยใช้อัตราส่วนน้ำมะม่วงต่อน้ำเป็น 1:1 และใช้ปริมาณกล้าเชื้อร้อยละ 5 โดยปริมาตร ได้รับการยอมรับดี

พรทิภา (2531) ได้ทดลองไวน์ส้มจากส้มเขียวหวาน โดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* AG 1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสม พบว่า อัตราส่วนการหมักน้ำส้มต่อน้ำ คือ 50:50 ปรับให้มีน้ำตาลเริ่มต้น 25 องศาบริกซ์ ปริมาณ แอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.05 ได้ปริมาณแอลกอฮอล์ 7.8 เปอร์เซ็นต์ จะได้ไวน์ที่มีรสชาติดี

Amerine and Singletun (1999) ได้ทดลองผลิตไวน์ส้ม พบว่า ไวน์ส้มที่ได้จะมีสีเหลืองออกเหลืองคล้ำเล็กน้อย ส้มที่ใช้ในการหมักเป็นส้มที่สุกแต่ไม่สุกจนเกินไป ปอกเปลือกแล้วจึงคั้นน้ำ ถ้าคั้นส้มด้วยเครื่องมือจะทำให้ essential oil จากเปลือกติดมากับน้ำผลไม้ทำให้หมักได้ช้า เนื่องจาก orange oil เป็นพิษต่อยีสต์ เมื่อหมักไวน์ส้มแล้ว ก่อนที่จะกรองควรมีการเติม orange oil หรือ orange extract เพื่อให้ได้กลิ่นส้ม

ปัณฑิตา และ อุสุมาวะดี (2543) ได้ทำการทดลองผลิตไวน์เสาวรสในสภาวะที่เหมาะสม โดยศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อไวน์ พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมคือ น้ำเสาวรสผสมต่อน้ำ อัตราส่วน 25:75 ความเข้มข้นของน้ำตาล 25 องศาบริกซ์ ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 10 จะมีแอลกอฮอล์ 13.64 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

เมธิณี เถลิงรัมย์ (2547) ทำการแยกเชื้อยีสต์ที่ให้กลิ่นรสจากตัวอย่างดอกไม้ที่เก็บ บริเวณสวนลาดกระบัง บริเวณคณะเทคโนโลยีการเกษตร และบริเวณหอพักนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พบเชื้อยีสต์ในดอกแก้ว และดอกเข็มสีเหลือง จากนั้นนำมาแยกเป็นโคโลนีเดี่ยว นำมาหมักไวน์สับปะรดเปรียบเทียบกับเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* var. montrachet พบว่า ผู้ทดสอบ ยอมรับไวน์ที่หมักจากเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* var. montrachet มากกว่าไวน์ที่หมักด้วยเชื้อยีสต์ที่ให้กลิ่นรสที่แยกได้จากธรรมชาติ

บทที่ 3
การดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง

- *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5049 (California wine yeast)
- *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5339 (High ethanol production)
- *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5194 (Alcohol production)
- *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 (Wine production)

จุลินทรีย์เหล่านี้ได้รับความอนุเคราะห์จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

3.1.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

- เหง้าขิงอ่อน
- สับปะรด

3.1.3 อุปกรณ์

หม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันไอ (autoclave) บริษัท Tommy Kogyo; SS 325

เครื่องบ่มเขย่าควบคุมอุณหภูมิ (controled incubator shaker) บริษัท GALLENKAMP

เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) บริษัท Shimadzu; UV 1201V

ตู้ถ่ายเชื้อ (larminar air flow) ISSCO laminar flow บริษัท ISSO; HS 123

เครื่องชั่งละเอียด 3 ตำแหน่ง และ 4 ตำแหน่ง Mettler Toledo; PG 803 และ AG 204

เครื่องปั่นเหวี่ยงชนิดควบคุมอุณหภูมิ (refrigerated centrifuge) บริษัท Olympus; UFX-DX

เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) บริษัท Denver instrument; Model 215

อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (waterbath) บริษัท Metter; AG 240

กล้องจุลทรรศน์ (light microscope) บริษัท Olympus; UFX-DX

เครื่องเขย่าผสม (vortex mixer) บริษัท IKA; MS1 Misnishaker

ไมโครปิเปต (micropipet) บริษัท Pyrex

ปั๊ม (peristaltic pump) บริษัท Phamacia Biotech; P-1

คิวเวทแก้ว

อุปกรณ์ไตเตรท

อุปกรณ์เครื่องกลั่น (distillation) รุ่น Vapodest 30

เครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ (ebulliometer) บริษัท R.Payenne

Hand refractometer 0-32 เปอร์เซ็นต์ บริษัท ERMAINC

อุปกรณ์เครื่องแก้วชนิดต่างๆ

3.1.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ

อาหาร YM (ภาคผนวก ก)

อาหาร PDA (ภาคผนวก ก)

3.1.5 สารเคมี

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล (ภาคผนวก ข)

สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน

สารโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟต์

สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (ภาคผนวก ข)

สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ (ภาคผนวก ข)

3.2 วิธีการวิจัย

3.2.1 ศึกษาองค์ประกอบของชิง

3.2.1.1 วัดค่าพีเอช โดยใช้เครื่องวัดพีเอช

3.2.1.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ โดยใช้ Hand refractometer

3.2.1.3 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดยใช้ Somogyi- Nelson method (Somogyi, 1952., Nelson ,1994)

3.2.1.4 ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) (A.O.A.C,1984)

3.2.2 ศึกษาการเจริญของเชื้อยีสต์สายพันธุ์ต่างๆ ในน้ำสับปะรด

เชื้อที่นำมาใช้ในการทดลอง มีดังนี้

- *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5049 (California wine yeast)
- *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5339 (High ethanol production)
- *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5194 (Alcohol production)
- *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 (Wine production)

3.2.2.1 การเตรียมหัวเชื้อเริ่มต้น

นำน้ำสับปะรด ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 18 องศาบริกซ์ ปรับพีเอช 4.0 ด้วยกรดซิตริกความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เติมไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) ความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ ใส่ในฟลาสก์ขนาด 500 มิลลิลิตร ปริมาตรน้ำสับปะรด 125 มิลลิลิตร ฆ่าเชื้อที่121 องศา

เซลเซียส 15 นาที เติมเชื้อยีสต์จากอาหาร PDA 2 ลูป เลี้ยงบนเครื่องเขย่าความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที อุณหภูมิห้อง นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร ให้ได้ 0.5 เพื่อนำมาใช้เป็นหัวเชื้อเริ่มต้นในการศึกษาต่อไป

3.2.2.2 ศึกษาการเจริญของเชื้อยีสต์สายพันธุ์ต่างๆ ในน้ำสับปะรด

นำสับปะรดปอกเปลือกหั่นเป็นชิ้นเล็ก คั้นน้ำสับปะรด กรองเอาส่วนน้ำมาปรับ พีเอช เป็น 4.0 ด้วยกรดซิตริกความเข้มข้น10 เปอร์เซ็นต์ ปรับให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมด18 องศาบริกซ์ และเติมไดแอมโมเนียมฟอสเฟต 0.05 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรน้ำสับปะรด (น้ำหนักต่อปริมาตร) นำน้ำสับปะรดใส่ฟลาสก์ ขนาด 500 มิลลิลิตร ปริมาตรน้ำสับปะรด 125 มิลลิลิตร ฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที จากนั้นนำน้ำสับปะรดทิ้งให้เย็นเติมเชื้อยีสต์ ซึ่งได้จากข้อ 3.2.2.1 ร้อยละ 10 (ปริมาตรต่อปริมาตร) นำไปวางบนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 30±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างทุก 3 ชั่วโมง นำตัวอย่างวัดการเจริญของเชื้อยีสต์ โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร และวัดพีเอชของน้ำหมัก

จากการศึกษาในข้อนี้ จะทำให้รู้ว่าเชื้อยีสต์ แต่ละสายพันธุ์มีการเจริญสูงสุดที่เวลาใด เพื่อนำมาใช้เตรียมหัวเชื้อในการศึกษาต่อไป

3.2.3 ศึกษาการหมักไวน์ขิงโดยใช้ยีสต์สายพันธุ์ต่างๆ

3.2.3.1 การเตรียมหัวเชื้อ

นำน้ำสับปะรด ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 18 องศาบริกซ์ ปรับพีเอช 4.0 ด้วยกรดซิตริก ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เติมไดแอมโมเนียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาตรน้ำสับปะรด (น้ำหนักต่อปริมาตร)ใส่ในฟลาสก์ขนาด 500 มิลลิลิตร ปริมาตรน้ำสับปะรด 125 มิลลิลิตร ฆ่าเชื้อที่121 องศาเซลเซียส 15 นาที เติมเชื้อยีสต์จากอาหาร PDA 2 ลูป เลี้ยงบนเครื่องเขย่าความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที อุณหภูมิห้อง ระยะเวลาแล้วแต่สายพันธุ์ของยีสต์ซึ่งได้จากข้อ 3.2.2.2 จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร ให้ได้ 0.5 เพื่อนำมาใช้เป็นหัวเชื้อเริ่มต้น

3.2.3.2 การหมักไวน์ขิง

เตรียมน้ำขิง ซึ่งน้ำขิงที่ใช้มีอัตราส่วนน้ำขิงต่อน้ำ 2 อัตราส่วนคือ 1:0 และ1:1โดยอัตรา1:0 เตรียมได้โดยใช้ส่วนเหง้าขิงอ่อน นำมาล้าง ปอกเปลือกและหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ เติมน้ำ ในอัตราส่วนขิง 6 กิโลกรัม เติมน้ำ 24 ลิตร (4 เท่า) นำขิงไปต้มนาน 15 นาที กรองเอาเฉพาะน้ำขิงออกมา สำหรับอัตราส่วน1:1 เตรียมได้โดยนำน้ำขิงอัตราส่วน 1:0 มาเติมน้ำ 1 เท่า จากนั้นนำน้ำขิงทั้งสองอัตราส่วนมาเติมน้ำตาลทรายโดยปรับให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 22 องศาบริกซ์ ปรับพีเอชน้ำขิงให้ได้ 4.0 ด้วยกรดซิตริกความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เติมไดแอมโมเนียมฟอสเฟต 0.05 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรน้ำขิง (น้ำหนักต่อปริมาตร) นำน้ำขิงไปต้มฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ100 องศาเซลเซียส 30 นาที จากนั้นกรอกน้ำขิงในขณะร้อนใส่ขวดหมัก ปิดจุกด้วยจุกสำลี ฆ่าเชื้อแล้ว ทิ้งให้เย็น เติมหัวเชื้อของ

ยีสต์สายพันธุ์ต่างๆ ที่เตรียมได้จากข้อ 3.2.3.1 ใส่ลงในปริมาตรร้อยละ10 ของปริมาตรน้ำขิงในขวดหมักนาน 18 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เก็บตัวอย่างทุก 2 วัน นำมาวัดปริมาณแอลกอฮอล์โดยใช้ Ebulliometer พีเอช โดยใช้เครื่องวัดพีเอช ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ โดยใช้ hand refractometer และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกโดยไตเตรทด้วย 0.1 N NaOH สำหรับวันที่ 18 หลังจากเก็บตัวอย่างไวน์วิเคราะห์ค่าต่างๆ แล้ว นำไวน์ที่เหลือเติมโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) 30 พีพีเอ็ม จากนั้นนำไวน์บรรจุขวด เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ไว้ทดสอบชิม

วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial Experiment) ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) ทรีตเมนต์ละ 3 ซ้ำ สำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design,RCBD) โดยแบบทดสอบชิมใช้วิธี Scoring Test (ภาคผนวก ง) ผู้ทดสอบ 20 คน นำคะแนนการทดสอบชิมที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Range Test) จากการศึกษาในข้อนี้จะคัดเลือกสายพันธุ์ของยีสต์ที่หมักไวน์ขิงโดยได้ไวน์ที่มีปริมาณแอลกอฮอล์สูง มีปริมาณกรดทั้งหมดต่ำ และมีคะแนนยอมรับจากผู้บริโภคสูง เพื่อนำมาใช้ในการศึกษาต่อไป

3.2.4 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักไวน์ขิงโดยใช้ยีสต์สายพันธุ์ที่คัดเลือกได้

คัดเลือกยีสต์ จากข้อ 3.2.3.2 นำมาศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักไวน์ขิง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) ทรีตเมนต์ละ 3 ซ้ำ นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ Duncan โดยใช้โปรแกรม SPSS Version 11.0 เก็บตัวอย่างที่ 0 3 6 9 12 15 และ18 วัน วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) และพีเอช

3.2.4.1 ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้น

ใช้หัวเชื้อเริ่มต้นในน้ำขิงอัตราส่วนที่ได้ โดยแปรผันปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้น ดังนี้ 5 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ปรับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้นของน้ำขิงด้วยน้ำตาลทรายให้เท่ากับ 22 องศาบริกซ์ ปรับพีเอชเริ่มต้นเป็น 4.0 ด้วยกรดซิตริกความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เติมไดแอมโมเนียมฟอสเฟต 0.05 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรน้ำขิง (น้ำหนักต่อปริมาตร) หมักไวน์ขิงตามวิธีในข้อ 3.2.3

3.2.4.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น

ปรับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้นของน้ำขิงด้วยน้ำตาลทรายให้เท่ากับ 18 20 22 และ 24 องศาบริกซ์ ปรับพีเอชเริ่มต้นเป็น 4.0 ด้วยกรดซิตริก ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เติมไดแอมโมเนียมฟอสเฟต ปริมาณ 0.05 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรน้ำขิง(น้ำหนักต่อปริมาตร) ใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นที่ได้จากข้อ 3.2.4.1 หมักไวน์ขิงตามวิธีในข้อ 3.2.3

3.2.4.3 ชนิดและปริมาณของแหล่งไนโตรเจน

เติมไนโตรเจนจากแหล่งต่างๆ ดังนี้ แอมโมเนียมซัลเฟตและแอมโมเนียมฟอสเฟต ปริมาณ 0.03 0.05 และ 0.07 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรน้ำขิง (น้ำหนักต่อปริมาตร) เปรียบเทียบกับการหมักโดยไม่เติมไนโตรเจน ปรับพีเอชเริ่มต้น 4.0 และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้นที่เหมาะสมจากข้อ 3.2.4.2 ใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นที่ได้จากข้อ 3.2.4.1 หมักไวน์ขิงตามวิธีในข้อ 3.2.3

3.2.4.4 พีเอชเริ่มต้นของการหมัก

ปรับน้ำขิงด้วยกรดซิตริกความเข้มข้น10 เปอร์เซ็นต์ ให้มีพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 3.5 4.0 4.5 และ 5.0 ใช้สภาวะที่เหมาะสมจากข้อ 3.2.4.1-3.2.4.3 หมักไวน์ขิงตามวิธีในข้อ 3.2.3

3.2.5 ผลิตไวน์ขิงในสภาวะที่เหมาะสมและวิเคราะห์องค์ประกอบของไวน์ที่ได้รวมทั้งทดสอบทางประสาทสัมผัส

หมักไวน์ขิงในสภาวะที่เหมาะสมจากข้อ 3.2.4 และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยให้คะแนนแบบ วิธี Scoring Test (ภาคผนวก ง) ใช้ผู้ทดสอบ 20 คน นำคะแนนการทดสอบชิมที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)วิเคราะห์องค์ประกอบของไวน์ขิงที่ได้ เช่น ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรด (ในรูปกรดซิตริก) พีเอช รวมทั้งปริมาณเมทานอล และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีในไวน์ขิง

3.2.6 ศึกษาการผสมปรุงแต่งไวน์ขิงที่หมักได้จากสภาวะที่เหมาะสม และทดสอบทางประสาทสัมผัส

นำไวน์ขิงที่ได้จากการหมักในสภาวะที่เหมาะสมในข้อ 3.2.5 มาผสมปรุงแต่งกับน้ำเชื่อมที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 15 องศาบริกซ์ และน้ำผลไม้ชนิดต่างๆ ได้แก่ น้ำมะนาว น้ำสับปะรด น้ำแอบเปิ้ลและน้ำส้ม ซึ่งเตรียมจากผลไม้คั้นสด สำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design,RCBD)โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 20 คน นำคะแนนการทดสอบชิมที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Range Test) แบบทดสอบชิมไวน์คูลเลอร์ แสดงดัง ภาคผนวก ฉ

บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 ศึกษาองค์ประกอบของขิง

นำน้ำขิงมาวิเคราะห์ค่าต่างๆ พบว่ามีพีเอชเท่ากับ 6.58 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 0.8 องศาบริกซ์ ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) ร้อยละ 0.026 และ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 2.17 กรัมต่อลิตร

4.2 ศึกษาการเจริญของเชื้อยีสต์สายพันธุ์ต่างๆ ในน้ำสับปะรด

จากการใช้ยีสต์ทั้ง 4 สายพันธุ์มาหมักไวน์ขิง พบว่ายีสต์ทุกสายพันธุ์มีการเจริญเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะแรกของการหมัก และมีการเจริญสูงสุดในระยะเวลาหมักที่แตกต่างกัน โดยพบว่า เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 มีการเจริญสูงสุดในชั่วโมงที่ 36 โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตรได้ 0.69 เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5194 เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5049 เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5339 มีการเจริญสูงสุดในชั่วโมงที่ 33 39 และ36 โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่ 660 นาโนเมตร ได้ค่าการค่ากลืนแสงเท่ากับ 0.68 0.68 และ0.69 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 หลังจากนั้นการเจริญเชื้อเหล่านี้จะคงที่หรือลดลงเล็กน้อย ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการทดลองของ Sasima *et al.*, (2003) ซึ่งได้ศึกษาการใช้สายพันธุ์ต่างๆ ของยีสต์หมักไวน์สับปะรด โดยใช้ *Saccharomyces cerevisiae* var burgundy *S. cerevisiae* var sake *S. cerevisiae* var mantrachet และ *S. cerevisiae* var champange พบว่ายีสต์สายพันธุ์เหล่านี้มีการเจริญสูงสุดในชั่วโมงที่ 36 จึงนำเชื้อยีสต์เหล่านี้มาเลี้ยงเป็นเวลา 36 ชั่วโมงเพื่อใช้ในการเตรียมหัวเชื้อต่อไป

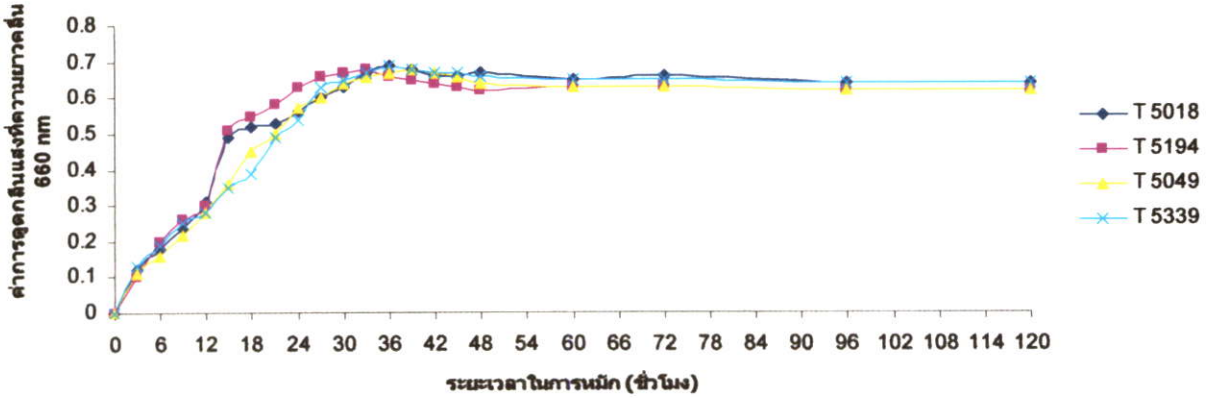
สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอชของน้ำหมักระหว่างการหมักด้วยยีสต์สายพันธุ์ต่างๆ พบว่าจะมีค่าพีเอชลดลงเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการหมัก จนถึงชั่วโมงที่ 48-60 ชั่วโมง ค่าพีเอชจะลดลงน้อยมาก และจะคงที่ในที่สุด ค่าพีเอชที่ได้จะมีค่าใกล้เคียงกันมาก โดยอยู่ในช่วง 3.46-3.51 ดังแสดงตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.2 ดังนั้นในการเตรียมหัวเชื้อโดยใช้ยีสต์สายพันธุ์เหล่านี้ ควรเลี้ยงยีสต์ตามระยะเวลาที่เชื้อมีการเจริญสูงสุด เพื่อนำมาใช้เป็นหัวเชื้อในการศึกษาขั้นต่อไป

ตารางที่ 4.1 แสดงการเจริญของเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ต่างๆในน้ำสับปะรดหมักที่อุณหภูมิห้อง นาน 120 ชั่วโมง

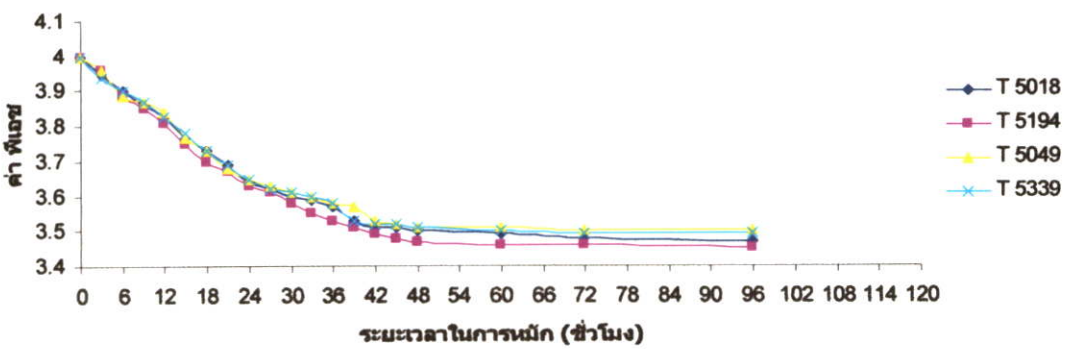
ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 660 nm			
	S. cerevisiae TISTR 5018	*S. cerevisiae* TISTR 5194	*S. cerevisiae* TISTR 5049	*S. cerevisiae* TISTR 5339
0	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.12	0.10	0.11	0.13
6	0.18	0.20	0.16	0.19
9	0.24	0.26	0.22	0.25
12	0.31	0.30	0.28	0.28
15	0.49	0.51	0.36	0.35
18	0.52	0.55	0.45	0.39
21	0.53	0.58	0.50	0.49
24	0.56	0.63	0.57	0.54
27	0.60	0.66	0.60	0.63
30	0.63	0.67	0.64	0.65
33	0.67	0.68	0.66	0.67
36	0.69	0.66	0.67	0.69
39	0.68	0.65	0.68	0.68
42	0.66	0.64	0.67	0.67
45	0.66	0.63	0.66	0.67
48	0.67	0.62	0.64	0.66
60	0.65	0.63	0.63	0.65
72	0.66	0.63	0.63	0.65
96	0.64	0.62	0.62	0.64
120	0.64	0.62	0.62	0.64

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าพีเอชของเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ต่างๆในน้ำสับปะรดหมักที่อุณหภูมิห้อง นาน 120 ชั่วโมง

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	ค่าพีเอช			
	S. cerevisiae TISTR 5018	*S. cerevisiae* TISTR 5194	*S. cerevisiae* TISTR 5049	*S. cerevisiae* TISTR 5339
0	4.00	4.00	4.00	4.00
3	3.95	3.96	3.96	3.94
6	3.90	3.89	3.89	3.90
9	3.86	3.85	3.87	3.87
12	3.83	3.81	3.84	3.83
15	3.77	3.75	3.78	3.78
18	3.73	3.70	3.73	3.73
21	3.69	3.67	3.68	3.69
24	3.64	3.63	3.65	3.65
27	3.62	3.61	3.63	3.62
30	3.60	3.58	3.61	3.61
33	3.59	3.55	3.60	3.60
36	3.57	3.53	3.58	3.58
39	3.53	3.51	3.57	3.53
42	3.51	3.49	3.53	3.52
45	3.51	3.48	3.52	3.52
48	3.50	3.47	3.51	3.51
60	3.49	3.46	3.51	3.50
72	3.48	3.46	3.50	3.49
96	3.47	3.45	3.50	3.49
120	3.47	3.45	3.50	3.48



รูปที่ 4.1 แสดงการเจริญของเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ต่างๆในน้ำสับปะรด



รูปที่ 4.2 แสดงค่าพีเอช ของเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ต่างๆในน้ำสับปะรด

4.3 ศึกษาการหมักไวน์ขิงโดยใช้ยีสต์สายพันธุ์ต่างๆ

4.3.1 ปริมาณแอลกอฮอล์

จากการทดลองการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อยีสต์ 4 สายพันธุ์ และใช้อัตราส่วนน้ำขิงต่อน้ำ สองอัตราส่วน คือ 1:0 และ 1:1 พบว่า การใช้น้ำขิง:น้ำ อัตราส่วน 1:0 ไวน์ที่ได้มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงกว่าการใช้อัตราส่วน 1:1 โดยการหมักด้วยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 *S. cerevisiae* TISTR 5194 *S. cerevisiae* TISTR 5049 และ *S. cerevisiae* TISTR 5339 จะมีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 13.50 13.17 13.23 และ13.57 ตามลำดับ ในวันที่ 18 ของการหมัก ขณะที่การใช้อัตราส่วนน้ำขิง :น้ำ เท่ากับ 1:1 ซึ่งหมักโดยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 *S. cerevisiae* TISTR 5194 *S. cerevisiae* TISTR 5049 และ *S. cerevisiae* TISTR 5339 จะ มีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 13.23 13.00 13.03 และ13.23 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.3

นำข้อมูลของปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักของยีสต์สายพันธุ์ต่างๆ มาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า เกือบทุกสายพันธุ์ของยีสต์การใช้อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:0 จะให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงกว่าการใช้อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:1 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่เมื่อเปรียบเทียบสายพันธุ์ของยีสต์ที่นำมาใช้หมักไวน์ขิง พบว่า เมื่อหมักไวน์ขิงนาน 18 วัน ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักไวน์ขิงโดยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 และ *S. cerevisiae* TISTR 5339 ให้ปริมาณแอลกอฮอล์ใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่การใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5194 และ *S. cerevisiae* TISTR 5049 ให้ปริมาณแอลกอฮอล์ค่อนข้างน้อยและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กับเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 และ *S. cerevisiae* TISTR 5339 ดังแสดงในตารางที่ 4.3

4.3.2 ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของไวน์ขิงที่หมัก โดยใช้อัตราส่วนของน้ำขิง:น้ำ ต่างกัน พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ลดลงเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการหมักและมีความสัมพันธ์กับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เชื้อผลิตขึ้น เนื่องจากกิจกรรมการใช้น้ำตาลของยีสต์เปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ ไวน์ขิงที่ใช้อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:0 จะมีปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ต่ำกว่าการใช้อัตราส่วน 1:1 โดยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 *S. cerevisiae* TISTR 5194 *S. cerevisiae* TISTR 5049 และ *S. cerevisiae* TISTR 5339 มีปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในวันที่ 18 ของการหมัก 7.23 7.17 7.27 และ 7.67 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ขณะที่การใช้อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:1 การหมักด้วยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 *S. cerevisiae* TISTR 5194 *S. cerevisiae* TISTR 5049 และ *S. cerevisiae* TISTR 5339 มีปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 8.33 7.27 8.00 และ 8.33 องศาบริกซ์ตามลำดับ ในวันที่ 18 ของการหมัก แสดงดังตารางที่ 4.3

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ พบว่า จากการใช้เชื้อยีสต์ทั้ง 4 สายพันธุ์หมักไวน์ขิง การใช้อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:0 ไวน์ขิงที่ได้จะมีปริมาณของของแข็งที่ละลายได้ต่ำกว่าการใช้อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:1 และส่วนใหญ่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ยกเว้นการใช้ *S. cerevisiae* TISTR 5339 ซึ่งมีปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้สูงและแตกต่างทางสถิติกับการใช้เชื้อยีสต์สายพันธุ์อื่น

4.3.3 ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด(ในรูปกรดซิตริก) ของไวน์ขิงที่หมักโดยใช้อัตราส่วนของน้ำขิง:น้ำ ต่างกัน พบว่า การใช้อัตราส่วน 1:0 ไวน์ขิงที่ได้จะมีปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) ใกล้เคียงกับการใช้อัตราส่วน 1:1 โดยการใช้อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:0 หมัก โดยเชื้อ

S. cerevisiae TISTR 5018 *S. cerevisiae* TISTR 5194 *S. cerevisiae* TISTR 5049 และ *S. cerevisiae* TISTR 5339 จะมีปริมาณกรดทั้งหมด(ในรูปกรดซิตริก) ในวันที่ 18 ร้อยละ 0.30 0.41 0.30 และ 0.40 ตามลำดับ ขณะที่การใช้อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:1 หมักโดยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 *S. cerevisiae* TISTR 5194 *S. cerevisiae* TISTR 5049 และ *S. cerevisiae* TISTR 5339 จะมีปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) ในวันที่ 18 ร้อยละ 0.29 0.41 0.30 และ 0.39 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.3

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) พบว่า การใช้เชื้อยีสต์ทั้ง 4 สายพันธุ์ เมื่อนำมาหมักไวน์ขิง โดยใช้อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:0 และ1:1 ไวน์ขิงที่ได้มีปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) ใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.3.4 พีเอช

การเปลี่ยนแปลงพีเอชของไวน์ขิง พบว่า การใช้อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:0 ไวน์ที่ได้มีพีเอชสูงกว่าการใช้อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:1 โดยการหมักด้วยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 *S. cerevisiae* TISTR 5194 *S. cerevisiae* TISTR 5049 และ *S. cerevisiae* TISTR 5339 ไวน์ขิงที่ได้มีพีเอช 3.40 3.43 3.33 และ 3.43 ตามลำดับ ในวันที่ 18 ของการหมัก ขณะที่ใช้อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:1 ซึ่งหมักโดยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 *S. cerevisiae* TISTR 5194 *S. cerevisiae* TISTR 5049 และ *S. cerevisiae* TISTR 5339 ไวน์ขิงที่ได้มีพีเอช 3.21 3.22 3.23 และ 3.21 ตามลำดับ ในวันที่ 18 ของการหมัก ดังแสดงในตารางที่ 4.3

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของพีเอช พบว่า การใช้เชื้อยีสต์ทั้ง 4 สายพันธุ์ เมื่อนำมาหมักไวน์ขิง การใช้อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:0 และ1:1 ไวน์ขิงที่ได้มีพีเอชแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95และเมื่อเปรียบเทียบสายพันธุ์ของยีสต์ที่นำมาหมัก ค่าพีเอชมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 4.3 ผลของการใช้อัตราส่วนของน้ำขิงต่อน้ำในการหมักไวน์ขิง โดยเชื้อยีสต์ สายพันธุ์ต่างๆหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 วัน

สายพันธุ์ยีสต์ / อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำ	ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (องศาบริกซ์)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดซิตริก) (ns)	พีเอช
S. cerevisiae TISTR 5018				
1:0	13.50 [a]	7.23 [c]	0.30	3.40 [b]
1:1	13.23 [b]	8.33 [a]	0.29	3.21 [e]
S. cerevisiae TISTR 5194				
1:0	13.17 [c]	7.17 [c]	0.41	3.43 [a]
1:1	13.00 [c]	7.27 [c]	0.41	3.22 [e]
S. cerevisiae TISTR 5049				
1:0	13.23 [b]	7.27 [c]	0.30	3.33 [c]
1:1	13.03 [c]	8.00 [b]	0.30	3.23 [d]
S. cerevisiae TISTR 5339				
1:0	13.57 [a]	7.67 [b]	0.40	3.43 [a]
1:1	13.23 [b]	8.33 [a]	0.39	3.21[e]

ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.3.5 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ภายหลังจากการหมักไวน์วันที่ 18 นำตัวอย่างไวน์ที่ได้มาวิเคราะห์ค่าต่างๆ เช่น ปริมาณแอลกอฮอล์ พีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) และ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ จากนั้นเติมสารโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) 30 พีพีเอ็ม นำไวน์บรรจุขวด เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 1 สัปดาห์ จากนั้นนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 20 คน ใช้แบบทดสอบชิมวิธี Scoring Tests

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เมื่อนำไวน์ขิงที่ได้จากการใช้อัตราส่วนของน้ำขิงต่อน้ำ 1:0 และ1:1 หมักด้วยเชื้อยีสต์ 4 สายพันธุ์ พบว่า ความใส สี aroma กลิ่นน้ำส้มสายชู และตัวตน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาความเปรี้ยว ความหวาน ความฝาด ความกลมกล่อม คุณภาพโดยทั่วไป และคะแนนรวม พบว่า ไวน์ขิงที่หมักโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำเท่ากับ 1:1 มีคะแนนรวมมากที่สุด 11.80 รองลงมาคือ *S. cerevisiae* TISTR 5339 อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำเท่ากับ 1:1 ให้คะแนนรวม 10.90 แสดงดังตารางที่ 4.4

จากผลวิเคราะห์ทางเคมี และผลการประเมินทางประสาทสัมผัส ได้คัดเลือกสายพันธุ์ยีสต์เพื่อใช้ในการหมักไวน์ขิงต่อไป คือ *S. cerevisiae* TISTR 5018 อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำ 1:1 มาใช้ในการศึกษาต่อไป เนื่องจากการใช้ยีสต์สายพันธุ์นี้ และอัตราส่วนของน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:1 เมื่อนำมาหมักไวน์ขิงทำให้ไวน์ที่ได้มีปริมาณแอลกอฮอล์สูง ปริมาณกรดทั้งหมดไม่สูงมากนัก และเมื่อนำไวน์ที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัสได้รับคะแนนการยอมรับในผลิตภัณฑ์ไวน์สูงสุด

ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไวน์ขิงที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ต่างๆ ในน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:0 และ 1:1 เป็นเวลา 18 วัน

ชนิดไวน์	คุณลักษณะ										
	ความใส (ns)	สี (ns)	aroma (ns)	กลิ่นน้ำส้มสายชู (ns)	ความเปรี้ยว	ความหวาน	ความฝาด	ตัวตน (ns)	ความกลมกล่อม	คุณภาพโดยทั่วไป	คะแนนรวม
1	1.15	1.25	1.60	1.05	0.75^{ab}	0.40^{b}	0.25^{b}	0.55	0.55^{b}	0.25^{bc}	8.60^{b}
2	1.15	1.25	2.30	1.50	1.15^{a}	0.95^{a}	0.95^{a}	0.80	1.05^{a}	0.60^{a}	11.80^{a}
3	1.15	1.25	1.85	1.30	0.40^{b}	0.10^{b}	0.40^{b}	0.55	0.20^{b}	0.05^{c}	7.00^{b}
4	1.15	1.25	1.90	1.30	0.55^{b}	0.30^{b}	0.70^{ab}	0.70	0.40^{b}	0.35^{abc}	7.00^{b}
5	1.15	1.25	1.90	1.35	0.80^{ab}	0.25^{b}	0.55^{ab}	0.55	0.40^{b}	0.30^{abc}	8.65^{b}
6	1.15	1.25	2.05	1.45	0.85^{ab}	0.45^{b}	0.60^{ab}	0.55	0.45^{b}	0.40^{ab}	8.60^{b}
7	1.15	1.25	2.15	1.50	0.90^{ab}	0.25^{b}	0.50^{ab}	0.50	0.40^{b}	0.30^{abc}	8.40^{b}
8	1.15	1.25	1.70	1.20	0.90^{ab}	1.15^{a}	0.75^{ab}	0.70	1.00^{a}	0.60^{a}	10.90^{a}

หมายเหตุ

1 คือ เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 อัตราส่วน 1:0 2 คือ เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 อัตราส่วน 1:1

3 คือ เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5194 อัตราส่วน 1:0 4 คือ เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5194 อัตราส่วน 1:1

5 คือ เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5049 อัตราส่วน 1:0 6 คือ เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5049 อัตราส่วน 1:1

7 คือ เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5339 อัตราส่วน 1:0 8 คือ เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5339 อัตราส่วน 1:1

ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

4.4 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักไวน์ขิง

4.4.1 ศึกษาปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้น

จากการใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นต่างๆกันในการหมักไวน์ขิง พบว่า ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นที่ร้อยละ 15 และ20 ของปริมาตรน้ำหมัก ให้ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 13.90 และ13.95 ในวันที่ 18 ของการหมัก ตามลำดับ ขณะที่การใช้หัวเชื้อร้อยละ 5 และ10 ของปริมาตรน้ำหมัก ให้ปริมาณแอลกอฮอล์ ร้อยละ 9.45 และ13.75 ในวันที่ 18 ของการหมัก ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.5 รูปที่ 4.3-4.6 และเมื่อนำผลของการใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 และ ร้อยละ20 ซึ่งให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 5 ร้อยละ10 ดังแสดงในตารางที่ 4.6

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของไวน์ขิง โดยใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นต่างกัน พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้จะลดลงเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการหมัก และมีความสัมพันธ์กับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เชื้อผลิตขึ้น โดยพบว่าการใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 5 10 15 และ 20 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในวันที่18 ของการหมักดังนี้ 14.00 7.60 7.20 และ 7.00 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.5 รูปที่ 4.3-4.6 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่า การใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 และ ร้อยละ20 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 5 ดังแสดงในตารางที่ 4.6

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) พบว่าจากการหมักไวน์ขิงโดยใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 5 10 15 และ 20 จะให้ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) ร้อยละ 0.33 0.35 0.38 และ 0.44 ในวันที่ 18 ของการหมัก ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.5 รูปที่ 4.3-4.6 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 5 และร้อยละ10 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 และร้อยละ 20 ดังแสดงในตารางที่ 4.6

การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของไวน์ขิง จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) ที่เกิดขึ้น โดยพบว่าจากการหมักไวน์ขิงโดยใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 5 10 15 และ 20 ไวน์ขิงที่หมักได้ 18 วัน จะมีพีเอช 3.32 3.25 3.10 และ 2.81 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.5 รูปที่ 4.3-4.6 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 5 10 15 และ 20 ในการหมักไวน์ขิงทำให้ค่าพีเอชของไวน์ขิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 ผลของปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นต่างกันในการหมักไวน์ขิง โดยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 วัน โดยมีอัตราส่วนของน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ1:1 มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้น 22 องศาบริกซ์ และพีเอช 4.0

ปริมาณหัวเชื้อ (ร้อยละ)	วันที่	ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดซิตริก)	พีเอช
5	0	0.00	22.00	0.19	3.80
	3	6.40	17.00	0.29	3.23
	6	8.90	15.00	0.31	3.37
	9	9.30	14.80	0.32	3.24
	12	9.30	14.40	0.32	3.32
	15	9.30	14.00	0.33	3.32
	18	9.45	14.00	0.33	3.32
10	0	0	21.4	0.20	3.79
	3	9.00	14.00	0.29	3.15
	6	11.00	11.00	0.31	3.29
	9	13.70	9.00	0.32	3.16
	12	13.70	8.00	0.33	3.24
	15	13.70	7.60	0.35	3.25
	18	13.75	7.60	0.35	3.25

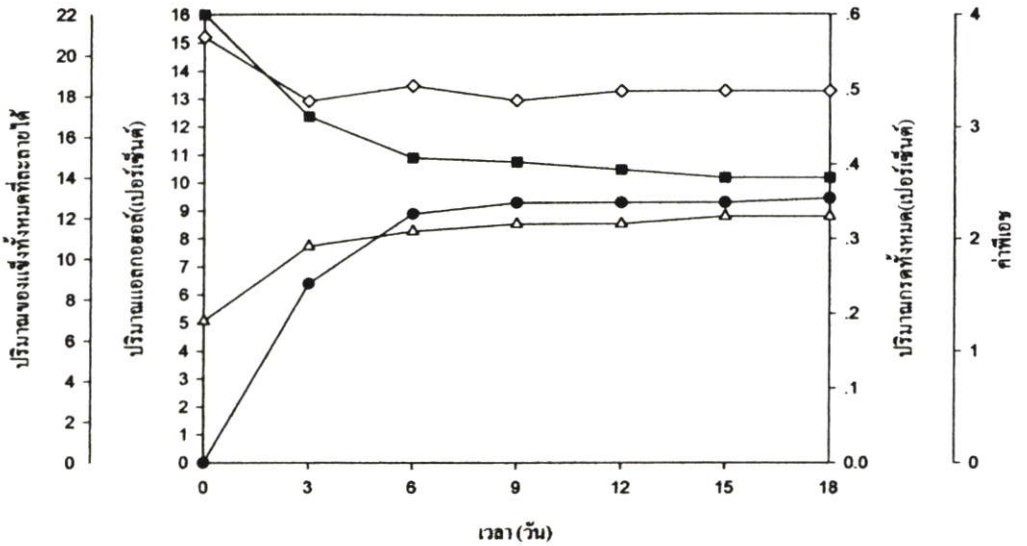
ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ปริมาณหัวเชื้อ (ร้อยละ)	วันที่	ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดซิตริก)	พีเอช
15	0	0.00	20.20	0.23	3.81
	3	9.90	12.00	0.33	3.08
	6	12.50	9.00	0.35	3.19
	9	13.75	8.00	0.36	3.02
	12	13.80	7.40	0.36	3.09
	15	13.90	7.20	0.37	3.10
	18	13.90	7.20	0.38	3.10
20	0	0.00	19.80	0.26	3.84
	3	10.5	11.00	0.37	2.96
	6	13.00	8.00	0.37	3.05
	9	13.80	7.40	0.37	2.84
	12	13.90	7.20	0.38	2.85
	15	13.90	7.00	0.41	2.81
	18	13.95	7.00	0.44	2.81

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของไวน์ขิงที่ได้จากการใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นต่างกันหมัก โดยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 วันใช้อัตราส่วนของน้ำขิง:น้ำเท่ากับ 1:1 มีปริมาณของของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้น 22 องศาบริกซ์ และพีเอช 4.0

ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้น (ร้อยละ)	ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดซิตริก)	พีเอช
5	9.45^{c}	14.00^{a}	0.33^{c}	3.32^{a}
10	13.75^{b}	7.60^{b}	0.35^{c}	3.25^{b}
15	13.90^{a}	7.20^{bc}	0.38^{b}	3.10^{c}
20	13.95^{a}	7.00^{c}	0.44^{a}	2.81^{d}

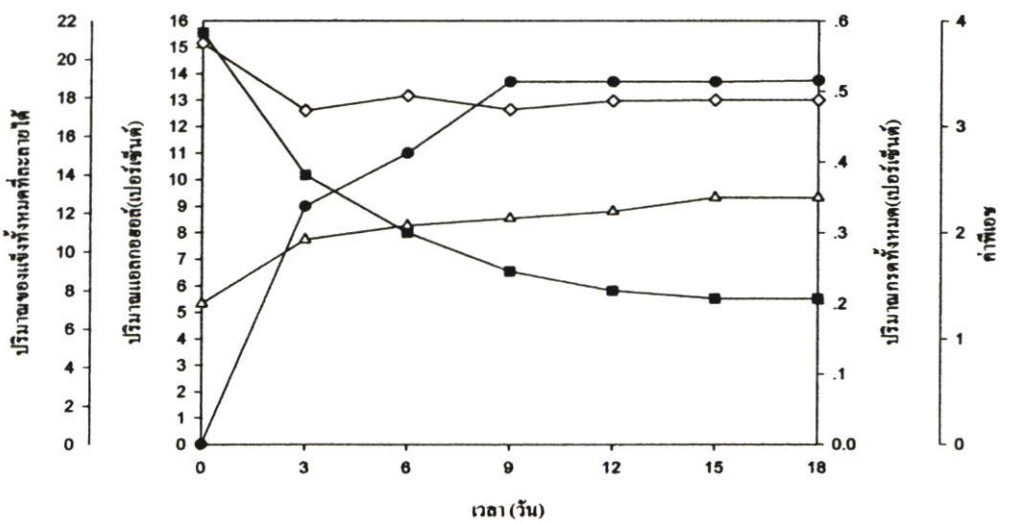
ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ อักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



● ปริมาณแอลกอฮอล์ ■ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

Δ ปริมาณกรดทั้งหมด ◇ ค่าพีเอช

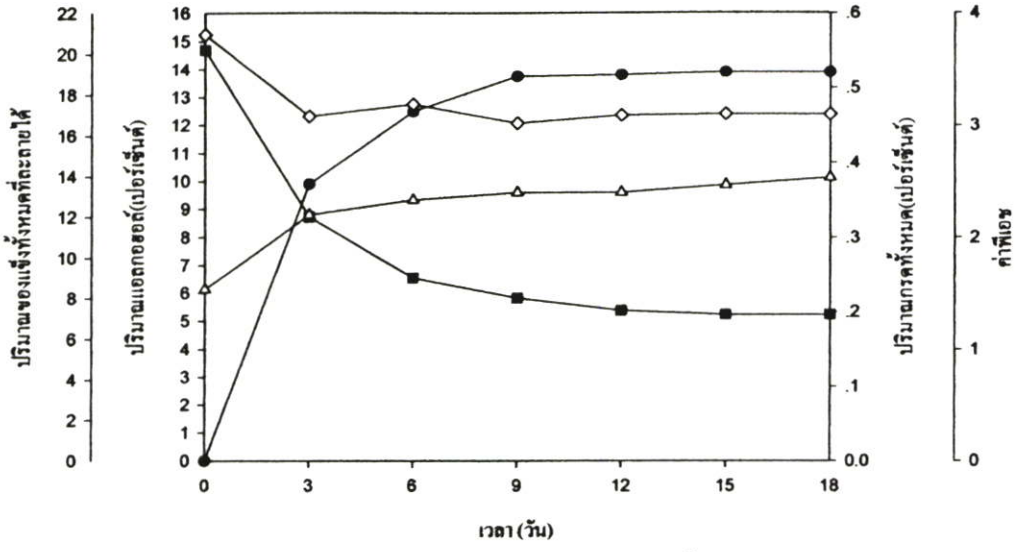
รูปที่ 4.3 แสดงผลของการใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้น ร้อยละ 5 ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018



● ปริมาณแอลกอฮอล์ ■ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

Δ ปริมาณกรดทั้งหมด ◇ ค่าพีเอช

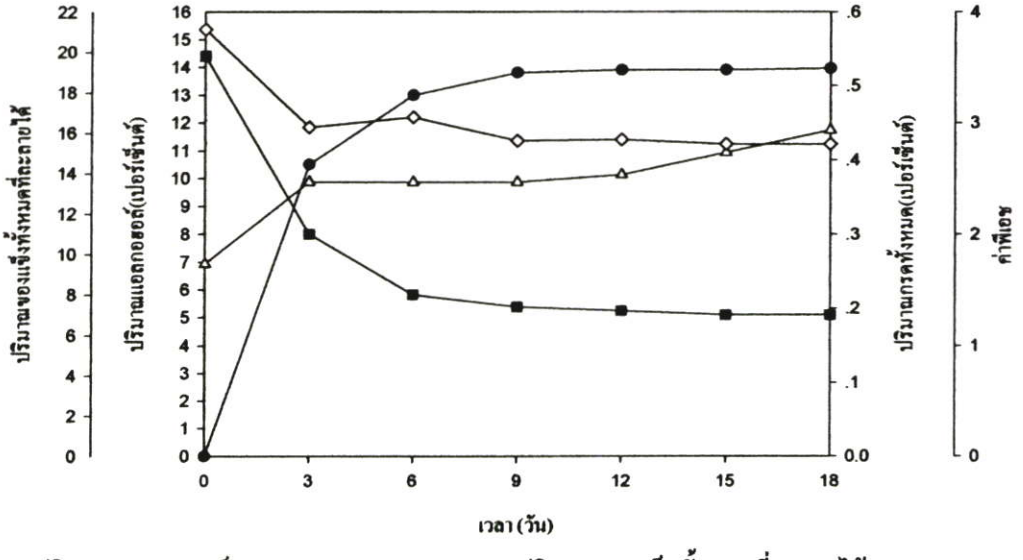
รูปที่ 4.4 แสดงผลของการใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้น ร้อยละ 10 ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018



● ปริมาณแอลกอฮอล์ ■ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

Δ ปริมาณกรดทั้งหมด ◇ ค่าพีเอช

รูปที่ 4.5 แสดงผลของการใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้น ร้อยละ 15 ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018



● ปริมาณแอลกอฮอล์ ■ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

Δ ปริมาณกรดทั้งหมด ◇ ค่าพีเอช

รูปที่ 4.6 แสดงผลของการใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้น ร้อยละ 20 ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018

จากการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) และพีเอชของไวน์ขิงที่หมักโดยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 อัตราส่วนของน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:1 หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 วัน และใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นที่แตกต่างกัน พบว่า การใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 ให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูง และไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 20 จึงนำปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 มาใช้ในการศึกษาในหัวข้อต่อไป

4.4.2 ศึกษาปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น

จากการใช้ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้นต่างกันในการหมักไวน์ขิง พบว่า ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น เท่ากับ 24 องศาบริกซ์ ให้ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 14.20 ในวันที่ 18 ของการหมัก ขณะที่การใช้ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้นเท่ากับ 18 20 และ22 องศาบริกซ์ มีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 12.40 12.90 และ 13.70 ในวันที่ 18 ของการหมัก ตามลำดับ แสดงดังในตารางที่ 4.7 รูปที่ 4.7-4.10 และเมื่อนำผลของการใช้ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น มาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การใช้ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น เท่ากับ 24 องศาบริกซ์ ให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงที่สุด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) กับการใช้ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้นเท่ากับ 18 20 และ22 องศาบริกซ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.8

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของของแข็งที่ละลายได้ของไวน์ขิงโดยใช้ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้นต่างกัน พบว่า ปริมาณของของแข็งที่ละลายจะลดลงเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการหมัก และมีความสัมพันธ์กับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เชื้อผลิตขึ้น โดยพบว่า การใช้ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้นเท่ากับ 18 20 22 และ24 องศาบริกซ์ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ในวันที่ 18 ของการหมัก ดังนี้ 6.00 6.20 7.00 และ 8.60 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.7 รูปที่ 4.7- 4.10 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่า การใช้ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้น เท่ากับ 18 และ20 องศาบริกซ์ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น 22 และ24 องศาบริกซ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.8

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด(ในรูปกรดซิตริก) พบว่า จากการหมักไวน์ขิง ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้นเท่ากับ 18 20 22 และ 24 องศาบริกซ์ จะให้ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) ร้อยละ 0.32 0.33 0.35 และ 0.35 ในวันที่ 18 ของการหมัก ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.7 รูปที่ 4.7-4.10 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การใช้ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น เท่ากับ 22 และ24 องศาบริกซ์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้น 18 และ 20 องศาบริกซ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.8

การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของไวน์ขิงจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) ที่เกิดขึ้น โดยพบว่า การใช้ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้นเท่ากับ 18 20 22 และ 24 องศาบริกซ์ ไวน์ขิงที่หมักได้ 18 วัน จะมีพีเอช 3.34 3.33 3.32 และ 3.32 แสดงดังตารางที่ 4.7 รูปที่ 4.7-4.10 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การใช้ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้นเท่ากับ 18 20 22 และ24 องศาบริกซ์ ในการหมักไวน์ขิงที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.7 แสดงผลของปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้นในการหมักไวน์ขิง โดยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 วัน โดยมีอัตราส่วนของน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ1:1 ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 และพีเอช 4.0

ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น (ร้อยละ)	วันที่	ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดซิตริก)	พีเอช
18	0	0.00	18.00	0.16	3.99
	3	1.60	8.60	0.28	3.05
	6	8.50	7.00	0.28	3.16
	9	10.77	6.00	0.29	3.30
	12	11.80	6.00	0.30	3.32
	15	12.40	6.00	0.31	3.35
	18	12.40	6.00	0.32	3.34
20	0	0.00	20.00	0.18	4.00
	3	1.70	9.40	0.28	3.04
	6	9.50	8.00	0.29	3.15
	9	11.43	6.40	0.31	3.28
	12	12.40	6.20	0.31	3.30
	15	12.90	6.20	0.32	3.34
	18	12.90	6.20	0.33	3.33

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

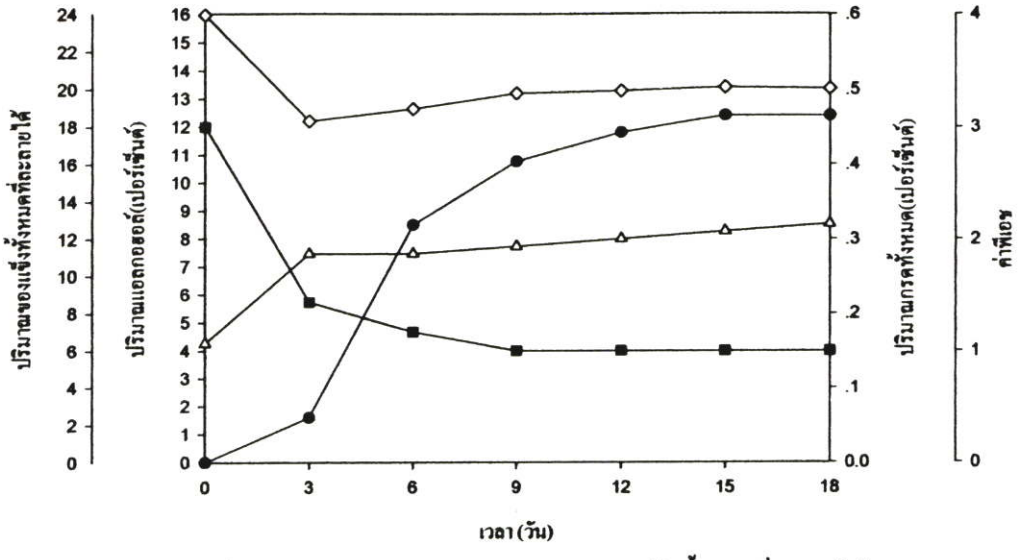
ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น (ร้อยละ)	วันที่	ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดซิตริก)	พีเอช
22	0	0.00	22.00	0.18	3.92
	3	2.28	11.40	0.31	3.06
	6	11.00	9.00	0.31	3.17
	9	13.20	7.60	0.32	3.26
	12	13.40	7.40	0.33	3.30
	15	13.40	7.20	0.35	3.30
	18	13.70	7.00	0.35	3.32
24	0	0.00	24.00	0.18	4.00
	3	3.23	17.00	0.31	3.09
	6	12.00	13.00	0.32	3.20
	9	13.60	9.60	0.33	3.28
	12	13.80	9.40	0.33	3.32
	15	14.10	9.00	0.35	3.31
	18	14.20	8.60	0.35	3.32

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้นของไวน์ขิง โดยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 วัน โดยมีอัตราส่วนของน้ำขิง:น้ำเท่ากับ 1:1 มีปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 และพีเอช 4.0

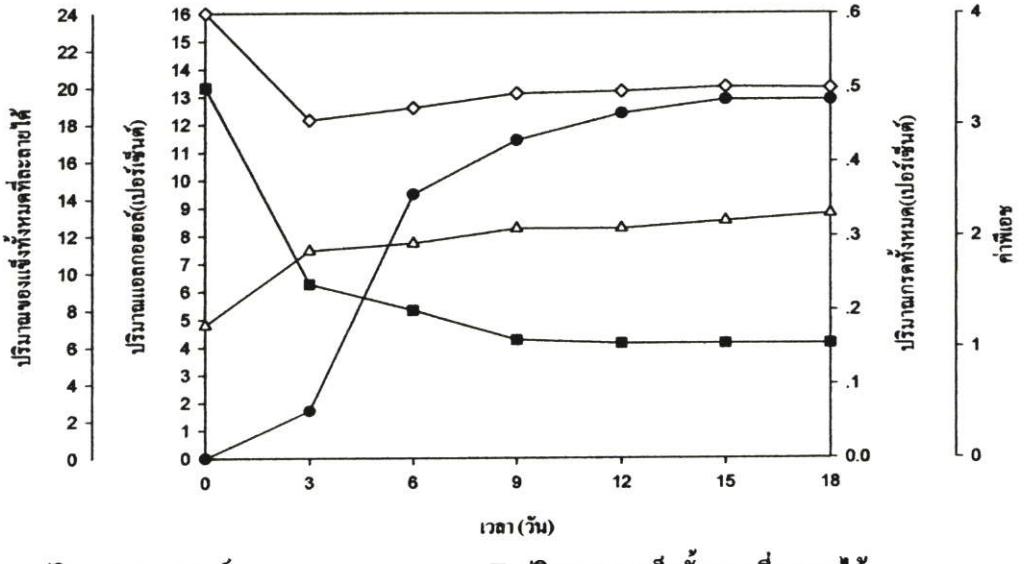
ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น (ร้อยละ)	ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดซิตริก)	พีเอช (ns)
18	12.37^{d}	6.00^{c}	0.32^{c}	3.34
20	12.90^{c}	6.20^{c}	0.33^{b}	3.33
22	13.70^{b}	7.00^{b}	0.35^{a}	3.32
24	14.20^{a}	8.60^{a}	0.35^{a}	3.32

ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ อักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

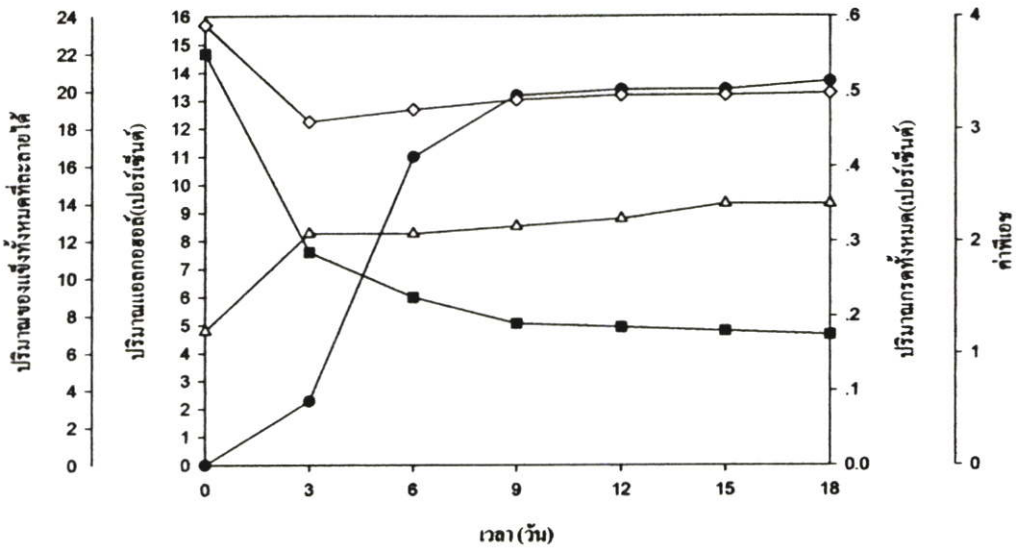
ns= ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



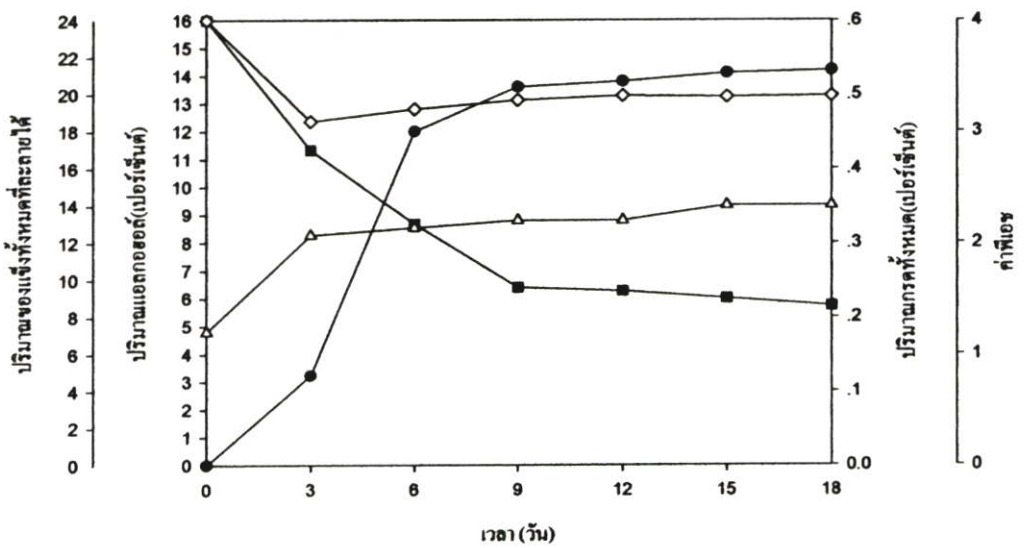
รูปที่ 4.7 แสดงผลของการใช้ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น 18 องศาบริกซ์ ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ชิงโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018



รูปที่ 4.8 แสดงผลของการใช้ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น 20 องศาบริกซ์ ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ชิงโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018



รูปที่ 4.9 แสดงผลของการใช้ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น 22 องศาบริกซ์ ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลาย ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018



รูปที่ 4.10 แสดงผลของการใช้ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น 24 องศาบริกซ์ ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018

จากการวิเคราะห์ ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) และพีเอชของไวน์ขิงที่หมักโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:1 หมักที่อุณหภูมิห้องนาน 18 วัน และใช้ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้นที่แตกต่างกัน พบว่า การใช้ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้น 24 องศาบริกซ์ ให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงที่สุด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับการใช้ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้นอื่นๆ จึงนำปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น 24 องศาบริกซ์ มาใช้ในการศึกษาต่อไป

ซึ่งจากการทดลองการผลิตไวน์จากน้ำผลไม้เข้มข้นบางชนิดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ประมวล เพ็ชราช. 2533) ศึกษาทำไวน์จากน้ำผลไม้เข้มข้นที่ได้จากผลไม้ที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3 ชนิด ได้แก่ มะเฟือง มะยม และมะขาม หมักด้วยยีสต์สด และยีสต์แห้ง ปริมาณน้ำตาลเข้มข้นแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 22 25 และ 30 องศาบริกซ์ พบว่าวิเคราะห์ด้านคุณภาพของไวน์เหล่านี้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส สูตรไวน์ที่ได้รับการยอมรับในการศึกษานี้ คือ ไวน์มะเฟือง ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้นในการหมัก 25 องศาบริกซ์ โดยใช้ยีสต์สด หมักที่อุณหภูมิห้อง สำหรับไวน์มะยม และไวน์มะขาม ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้นในการหมัก 30 องศาบริกซ์ โดยใช้ยีสต์สด หมักที่อุณหภูมิห้อง

4.4.3 ศึกษาชนิดและปริมาณของแหล่งไนโตรเจน

จากการใช้ชนิดของไนโตรเจน 2 ชนิดในการหมักไวน์ขิงคือ แอมโมเนียมซัลเฟต $(NH_4)_2SO_4$และแอมโมเนียมฟอสเฟส (DAP) ปริมาณของแหล่งไนโตรเจน ที่ใช้เติม ร้อยละ(น้ำหนักต่อปริมาตร) 0.03 0.05 และ 0.07 หมักไวน์ขิงพบว่า แอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.05 ให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุด คือ ร้อยละ14.80 ในวันที่ 18 ของการหมัก ขณะที่การใช้แอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.03 และ 0.07 ให้ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ14.20 และ14.60 ในวันที่ 18 ของการหมักตามลำดับ ส่วนแอมโมเนียมซัลเฟต ร้อยละ 0.03 0.05 และ 0.07 ให้ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 12.90 10.90 และ8.50 ในวันที่ 18 ของการหมัก ตามลำดับ ไวน์ขิงที่ไม่ได้เติมแหล่งไนโตรเจนซึ่งใช้เป็นชุดควบคุมให้ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 12.50 ดังแสดงในตารางที่ 4.9 รูปที่ 4.11-4.17 และเมื่อนำผลของการใช้ชนิดและปริมาณของแหล่งไนโตรเจนมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การใช้ปริมาณแอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.05 ซึ่งให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงที่สุด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้ชนิดและปริมาณของแหล่งไนโตรเจนอื่น ดังแสดงในตารางที่ 4.10

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้จากการใช้ชนิดและปริมาณของแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันพบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ลดลงเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการหมักและมีความสัมพันธ์กับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เชื้อผลิตขึ้น โดยพบว่าการใช้ชนิดและปริมาณของแหล่งไนโตรเจนคือ แอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.03 0.05 และ 0.07 หมักไวน์ขิงทำให้ไวน์ขิงที่ได้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในวันที่ 18 ของการหมัก ดังนี้ 8.40 8.20 และ 8.00 องศาบริกซ์ ตามลำดับ การใช้แอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.03 0.05 และ0.07 ทำให้ไวน์ขิง มีปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 10.10 13.20 และ 15.60 องศาบริกซ์ ตามลำดับในวันที่ 18 ของการหมักและไวน์ขิงที่ไม่ได้เติมแหล่งไนโตรเจนให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในวันที่ 18 ของการหมัก 11.60 องศาบริกซ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.9 รูปที่ 4.11-4.17 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่า การใช้ปริมาณแอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.05 หมักไวน์ขิง ทำให้ไวน์ขิงมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ต่ำ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้ชนิดและปริมาณของแหล่งไนโตรเจนจากแหล่งอื่น แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้ปริมาณแอมโมเนียมฟอสเฟต ร้อยละ 0.07 ดังแสดงในตารางที่ 4.10

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) พบว่า จากการหมักไวน์ขิงโดยใช้ชนิดและปริมาณของแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกัน คือ แอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.03 0.05 และ0.07 ทำให้ไวน์ขิงมีปริมาณกรดทั้งหมดในวันที่ 18 ของการหมัก ดังนี้ 0.35 0.38 และ 0.41 ตามลำดับ การใช้แอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.03 0.05 และ 0.07 ทำให้ไวน์ขิงมีปริมาณกรดทั้งหมดในวันที่ 18 ของการหมัก ร้อยละ 0.35 0.37 และ 0.38 ตามลำดับ และไวน์ขิงที่ไม่ได้เติมแหล่งไนโตรเจนให้กรดทั้งหมดในวันที่ 18 ของการหมัก ร้อยละ 0.37 ดังแสดงในตารางที่ 4.9 รูปที่ 4.11-4.17 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า การใช้แอมโมเนียมฟอสเฟตที่ปริมาณร้อยละ 0.07 ทำให้ไวน์ขิงที่ได้มีปริมาณกรดทั้งหมดสูงและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้ชนิดและปริมาณแหล่งไนโตรเจนอื่นๆ แต่การใช้แอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.05 ทำให้ไวน์ขิงที่ได้มีปริมาณกรดทั้งหมดใกล้เคียงกับการใช้แอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.05 0.07 และชุดควบคุมซึ่งไม่เติมแหล่งไนโตรเจน ดังแสดงในตารางที่ 4.10

การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของไวน์ขิงจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) ที่เกิดขึ้น โดยพบว่าการใช้แอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.03 0.05 และ0.07 หมักไวน์ขิง ไวน์ขิงที่หมักได้ในวันที่ 18 ของการหมัก จะมีพีเอช 3.32 3.27 และ3.18 ตามลำดับ การใช้แอมโมเนียมซัลเฟต ร้อยละ 0.03 0.05 และ 0.07 หมักไวน์ขิง ไวน์ขิงที่หมักได้ในวันที่ 18 ของการหมัก จะมีพีเอช 3.09 2.88 และ2.71 ตามลำดับ สำหรับไวน์ขิงที่ไม่ได้เติมแหล่งไนโตรเจนในวันที่ 18 ของการหมักมีพีเอช 3.28 ดังแสดงในตารางที่ 4.9 รูปที่ 4.11-4.17 เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การใช้ชนิดและปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันหมักไวน์ขิง ทำให้ไวน์ขิงที่ได้มีค่าพีเอชแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.9 ผลของการใช้ชนิดและปริมาณของแหล่งไนโตรเจนต่อการหมักไวน์ขิง โดยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 วัน โดยมีอัตราส่วนของน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:1 ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้น 24 บริกซ์ และพีเอช 4.0

ชนิดและปริมาณของแหล่งไนโตรเจน	วันที่	ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดซิตริก)	พีเอช
ชุดควบคุม	0	0.00	23.00	0.15	3.46
	3	3.00	18.00	0.32	3.03
	6	7.00	15.80	0.33	3.05
	9	9.40	13.20	0.33	3.18
	12	10.80	12.40	0.35	3.18
	15	11.90	12.00	0.36	3.24
	18	12.50	11.60	0.37	3.28
แอมโมเนียมฟอสเฟต ร้อยละ0.03	0	0.00	22.40	0.17	3.71
	3	3.40	14.20	0.26	2.97
	6	12.70	11.80	0.29	3.06
	9	13.80	9.20	0.33	3.23
	12	14.00	8.80	0.33	3.25
	15	14.00	8.60	0.35	3.30
	18	14.20	8.40	0.35	3.32

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ชนิดและปริมาณของแหล่งไนโตรเจน	วันที่	ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดซิตริก)	พีเอช
แอมโมเนียมฟอสเฟต ร้อยละ0.05	0	0.00	22.80	0.18	3.97
	3	3.60	13.20	0.29	2.96
	6	13.10	11.00	0.29	3.04
	9	14.00	9.60	0.34	3.17
	12	14.60	8.80	0.36	3.18
	15	14.80	8.40	0.36	3.22
	18	14.80	8.20	0.38	3.27
แอมโมเนียมฟอสเฟต ร้อยละ0.07	0	0.00	22.00	0.22	3.90
	3	3.40	13.20	0.30	2.93
	6	12.50	11.00	0.33	3.01
	9	13.90	9.60	0.36	3.11
	12	14.40	8.80	0.36	3.11
	15	14.40	8.40	0.40	3.14
	18	14.60	8.00	0.41	3.18
แอมโมเนียมซัลเฟต ร้อยละ0.03	0	0.00	22.40	0.17	3.49
	3	3.40	14.80	0.28	2.89
	6	10.50	12.80	0.30	2.92
	9	12.00	11.20	0.30	3.02
	12	12.60	10.60	0.32	3.01
	15	12.90	10.20	0.35	3.05
	18	12.90	10.10	0.35	3.09

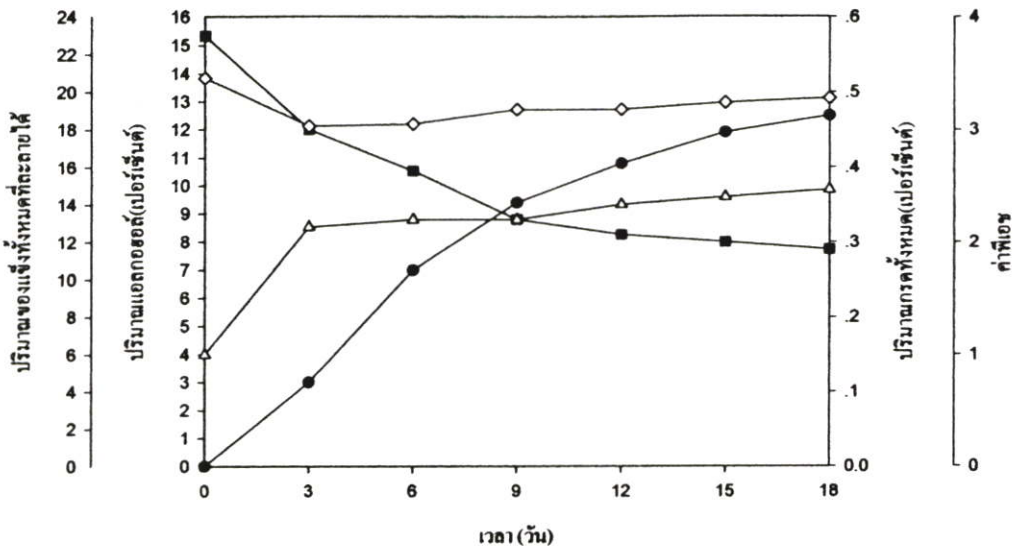
ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ชนิดและปริมาณของแหล่งไนโตรเจน	วันที่	ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดซิตริก)	พีเอช
แอมโมเนียมซัลเฟต ร้อยละ0.05	0	0.00	22.60	0.17	3.49
	3	3.40	16.20	0.28	2.75
	6	9.80	14.60	0.28	2.80
	9	10.20	13.90	0.32	2.85
	12	10.60	13.60	0.34	2.82
	15	10.80	13.40	0.36	2.84
	18	10.90	13.20	0.37	2.88
แอมโมเนียมซัลเฟต ร้อยละ0.07	0	0.00	22.20	0.19	3.48
	3	3.30	17.20	0.30	2.62
	6	8.00	16.40	0.33	2.66
	9	8.20	16.00	0.33	2.70
	12	8.40	16.00	0.34	2.67
	15	8.50	15.80	0.36	2.70
	18	8.50	15.60	0.38	2.71

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของไวน์ขิงที่ได้จากการใช้ชนิดและปริมาณของแหล่งไนโตรเจนแตกต่างกัน โดยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 วันโดยมีอัตราส่วนของน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:1 มีปริมาณของหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ15 ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น24 องศาบริกซ์และพีเอช 4.0

ชนิดและปริมาณของแหล่งไนโตรเจน	ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดซิตริก)	พีเอช
ชุดควบคุม (ไม่เติมแหล่งไนโตรเจน)	12.50^{c}	11.60^{c}	0.37^{b}	3.28^{b}
แอมโมเนียมฟอสเฟต(DAP)				
ร้อยละ 0.03	14.20^{c}	8.40^{e}	0.35^{c}	3.32^{a}
ร้อยละ 0.05	14.80^{a}	8.20^{f}	0.38^{b}	3.27^{b}
ร้อยละ 0.07	14.60^{b}	8.00^{g}	0.41^{a}	3.18^{c}
แอมโมเนียมซัลเฟต$(NH_4)_2SO_4$				
ร้อยละ 0.03	12.90^{d}	10.10^{d}	0.35^{c}	3.09^{d}
ร้อยละ 0.05	10.90^{f}	13.30^{b}	0.37^{b}	2.88^{e}
ร้อยละ 0.07	8.50^{g}	15.60^{a}	0.38^{b}	2.71^{f}

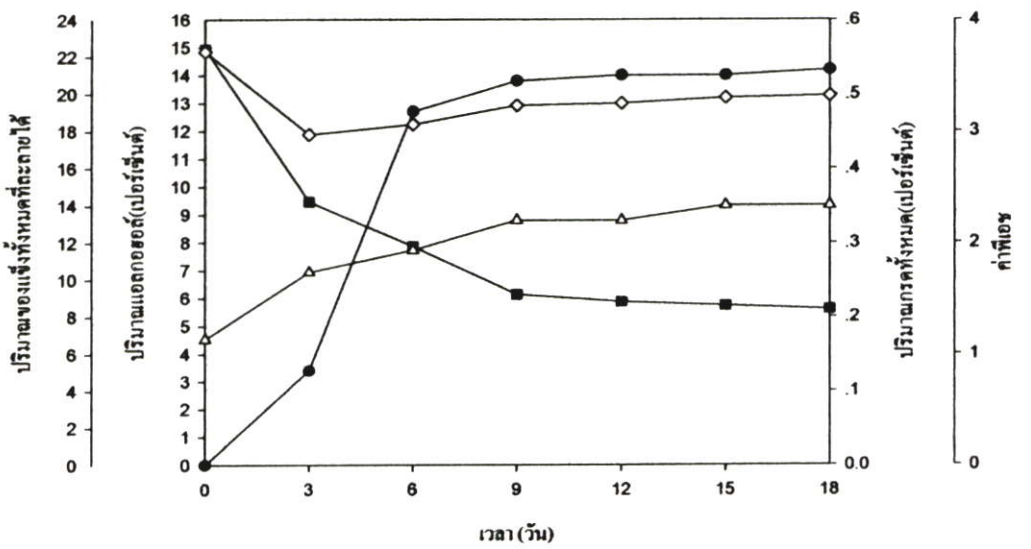
ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ อักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



● ปริมาณแอลกอฮอล์ ■ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

Δ ปริมาณกรดทั้งหมด ◇ ค่าพีเอช

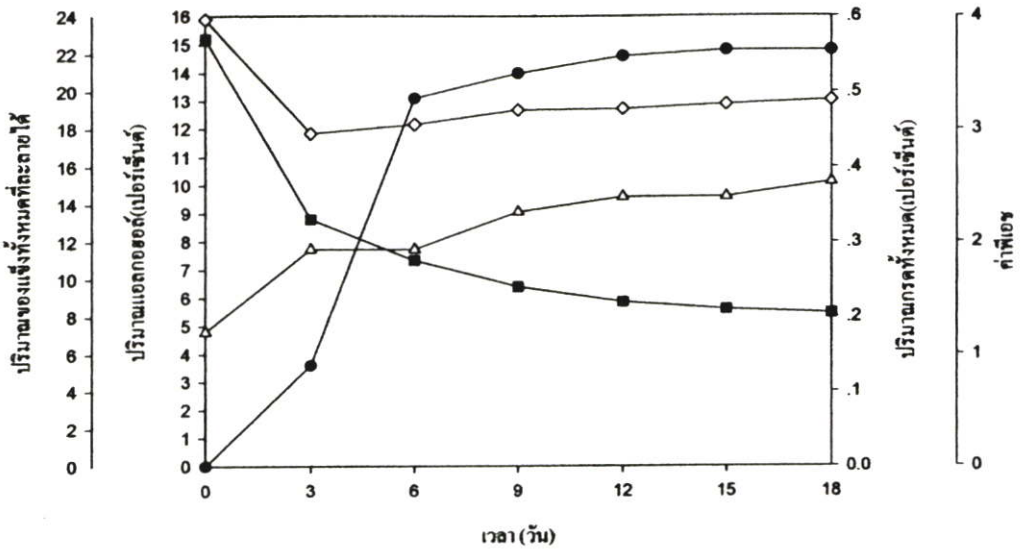
รูปที่ 4.11 แสดงผลของการหมักไวน์ขิงโดยไม่เติมแหล่งไนโตรเจน ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมดและพีเอช ในระหว่างการหมัก โดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018



● ปริมาณแอลกอฮอล์ ■ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

Δ ปริมาณกรดทั้งหมด ◇ ค่าพีเอช

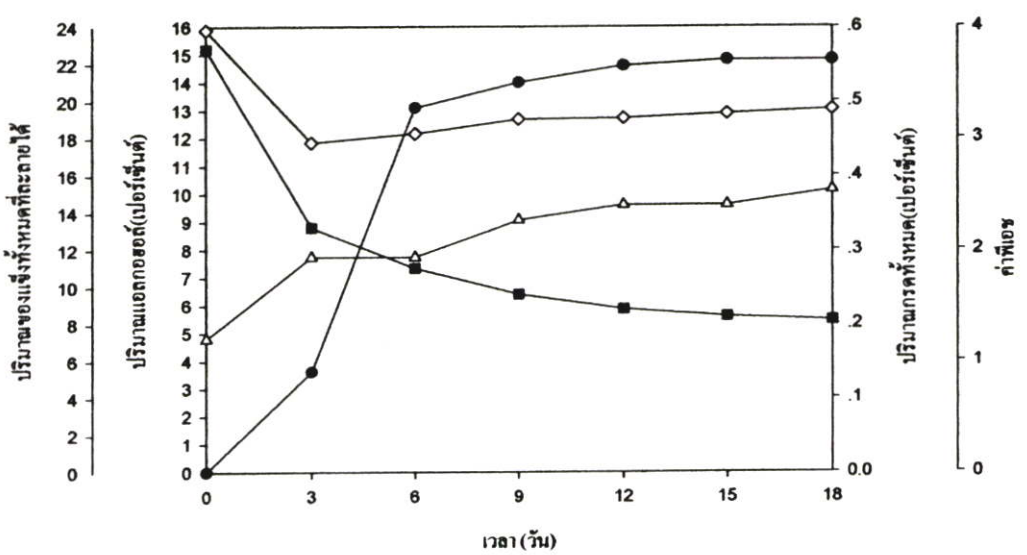
รูปที่ 4.12 แสดงผลของการใช้แอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.03 เป็นแหล่งไนโตรเจน ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018



● ปริมาณแอลกอฮอล์ ■ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

Δ ปริมาณกรดทั้งหมด ◇ ค่าพีเอช

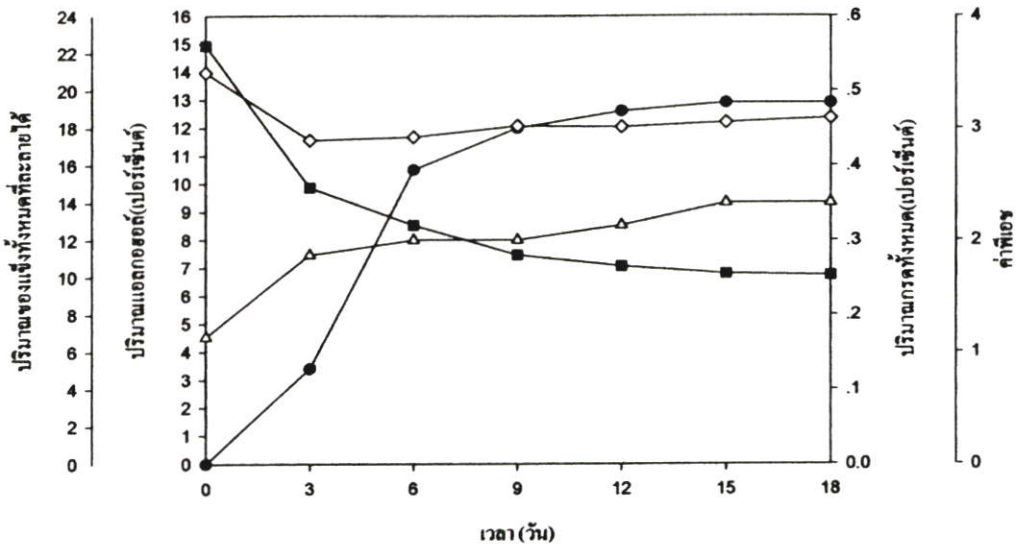
รูปที่ 4.13 แสดงผลของการใช้แอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.05 เป็นแหล่งไนโตรเจน ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018



● ปริมาณแอลกอฮอล์ ■ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

Δ ปริมาณกรดทั้งหมด ◇ ค่าพีเอช

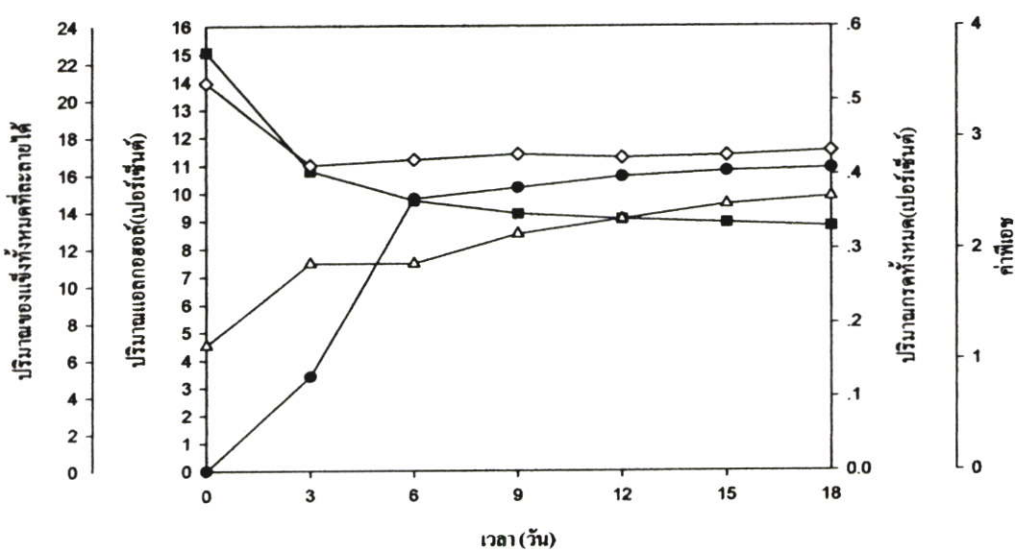
รูปที่ 4.14 แสดงผลของการใช้แอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.07 เป็นแหล่งไนโตรเจน ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018



● ปริมาณแอลกอฮอล์ ■ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

Δ ปริมาณกรดทั้งหมด ◇ ค่าพีเอช

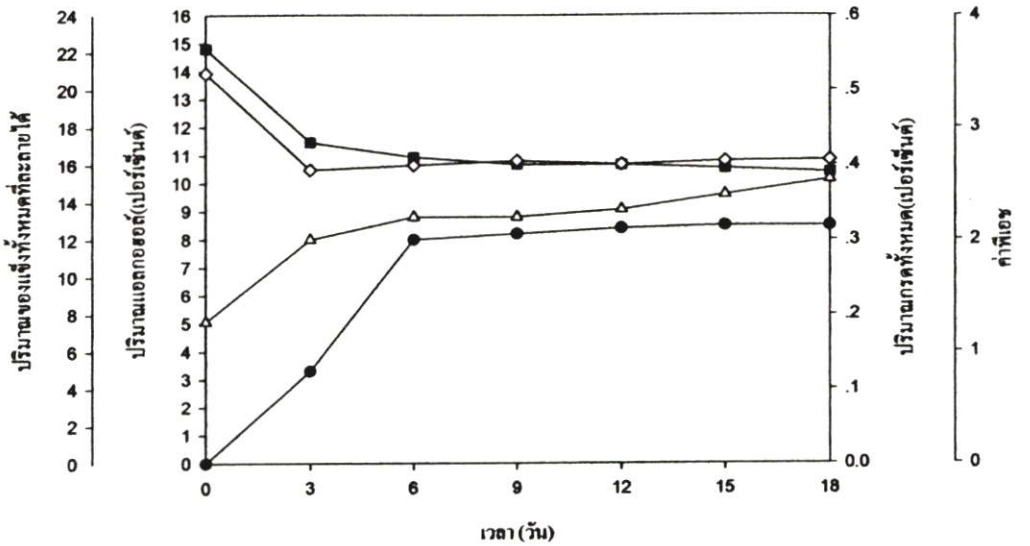
รูปที่ 4.15 แสดงผลของการใช้แอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.03 เป็นแหล่งไนโตรเจน ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการ หมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018



● ปริมาณแอลกอฮอล์ ■ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

Δ ปริมาณกรดทั้งหมด ◇ ค่าพีเอช

รูปที่ 4.16 แสดงผลของการใช้แอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.05 เป็นแหล่งไนโตรเจน ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการ หมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018



รูปที่ 4.17 แสดงผลของการใช้แอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.07 เป็นแหล่งไนโตรเจน ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการ หมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018

นำผลของการใช้ชนิดและปริมาณแหล่งไนโตรเจนมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การใช้แอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.05 ของปริมาตรน้ำขิง (น้ำหนักต่อปริมาตร) มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนมากที่สุด เนื่องจากมีปริมาณแอลกอฮอล์สูง และไวน์ที่ได้มีความเป็นกรดไม่สูงมากนัก จึงคัดเลือกแอมโมเนียมฟอสเฟตความเข้มข้นร้อยละ 0.05 เป็นแหล่งไนโตรเจนไว้ใช้ในการหมักในขั้นต่อไป ซึ่งการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของสมบูรณ์ เตชัญญวรากูล (2535) โดยศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการหมักไวน์น้ำผึ้ง โดยใช้น้ำผึ้งจากสาบเสือเป็นวัตถุดิบ ใช้เชื้อยีสต์ 3 สายพันธุ์ สารอาหารที่ใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนคือ แอมโมเนียมซัลเฟต และแอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.01 0.03 0.05 0.07 และ 0.09 (น้ำหนักต่อปริมาตร) โดยให้การทดลองที่ไม่เติมแหล่งไนโตรเจนเป็นการทดลองควบคุม ผลของการทดลอง พบว่า การใช้แอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.05 ได้ผลหมักดีที่สุด จึงนำมาใช้เป็นแหล่งไนโตรเจน และศิริพร แก้วแดง(2540) ศึกษาปัจจัยที่มีผลในการหมักและการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีระหว่างการบ่มไวน์หม่อน โดยใช้เชื้อยีสต์ 2 สายพันธุ์ ใช้แอมโมเนียมฟอสเฟตเป็นแหล่งไนโตรเจน โดยใช้ร้อยละ 0.00 0.01 0.03 0.05 0.07 และ 0.09 ของปริมาตรน้ำหมัก (น้ำหนักต่อปริมาตร) พบว่าปริมาณแอมโมเนียมฟอสเฟตที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 0.03 ของปริมาตรน้ำหมัก (น้ำหนักต่อปริมาตร)

4.4.4 ศึกษาพีเอชเริ่มต้นของการหมัก

จากการทดลองทำการปรับพีเอชน้ำขิงก่อนนำมาหมักด้วยกรดซิตริก ให้มีพีเอชเริ่มต้น 3.5 4.0 4.5 และ 5.0 พบว่า พีเอชเริ่มต้นของการหมัก 4.5 ไวน์ที่ได้มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงกว่าการใช้พีเอชเริ่มต้นอื่น โดยมีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 14.80 ในวันที่18 ของการหมัก ขณะที่การใช้พีเอช 5.0 4.0 และ3.5 มีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 14.20 14.40 และ12.90 ตามลำดับ แสดงดังในตารางที่ 4.11 รูปที่ 4.18-4.21 นำข้อมูลของปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมัก เมื่อใช้พีเอชเริ่มต้นที่ต่างกันมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า พีเอชเริ่มต้นของการหมัก 4.5 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) กับพีเอชเริ่มต้น 5.0 4.0 และ 3.5 ดังแสดงในตารางที่ 4.12

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้พบว่า เมื่อหมักครบในวันที่ 18 พีเอชเริ่มต้น 3.5 4.0 4.5 และ5.0 มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 10.20 8.20 8.10 และ8.40 องศาบริกซ์ ตามลำดับ แสดงดังในตารางที่ 4.11 รูปที่ 4.18-4.21 เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การใช้พีเอชเริ่มต้น 4.0 และ4.5 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้พีเอชเริ่มต้น 3.5 และ5.0 ดังแสดงในตารางที่ 4.12

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกพบว่า จากการหมักไวน์ขิงโดยมีพีเอชเริ่มต้นของการหมัก 3.5 4.0 4.5 และ5.0 ไวน์ขิงที่ได้จะมีปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) ร้อยละ 0.50 0.41 0.37 และ0.36 ในวันที่ 18 ของการหมัก ตามลำดับ แสดงดังในตารางที่ 4.11 รูปที่ 4.18-4.21 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การใช้พีเอชเริ่มต้น 4.5 และ5.0 ไม่มีความ

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้พีเอชเริ่มต้น 3.5 และ4.0 ดังแสดงในตารางที่ 4.12

การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของไวน์ขิงจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) ที่เกิดขึ้น โดยพบว่า การใช้พีเอชเริ่มต้นของการหมัก 3.5 4.0 4.5 และ 5.0 หมักไวน์ขิงจะให้พีเอช 3.09 3.18 3.25 และ3.32 ในไวน์ขิงที่หมักได้ 18 วัน ตามลำดับ จะมีพีเอช แสดงดังในตารางที่ 4.11 รูปที่4.18-4.21 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การใช้พีเอชเริ่มต้น 4.5 ในการหมักไวน์ขิงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) กับการใช้พีเอชเริ่มต้น 3.5 4.0 และ 5.0 ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.11 ผลของพีเอชเริ่มต้นต่างกันในการหมักไวน์ขิง โดยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 วัน โดยมีอัตราส่วนของน้ำขิง:น้ำเท่ากับ 1:1 ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 เติมแอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.05 และปริมาณของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้น 24 องศาบริกซ์

พีเอชเริ่มต้นของการหมัก	วันที่	ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดซิตริก)	พีเอช
3.5	0	0.00	23.00	0.31	3.46
	3	3.40	14.80	0.40	2.89
	6	10.60	12.00	0.45	2.92
	9	12.20	11.00	0.48	3.02
	12	12.60	10.80	0.48	3.01
	15	12.80	10.60	0.50	3.05
	18	12.90	10.20	0.50	3.09

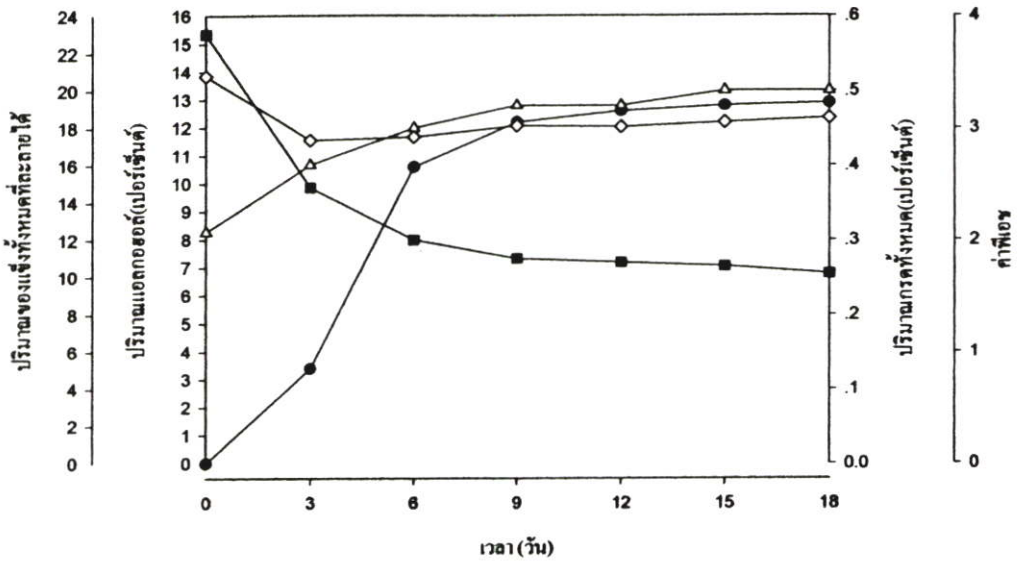
ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

พีเอชเริ่มต้นของการหมัก	วันที่	ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละ)	ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) (ร้อยละ)	พีเอช
4.0	0	0.00	23.20	0.26	3.80
	3	3.40	13.20	0.30	2.93
	6	12.70	11.00	0.34	3.02
	9	13.80	9.60	0.36	3.12
	12	14.20	8.90	0.38	3.14
	15	14.20	8.40	0.40	3.16
	18	14.40	8.20	0.41	3.18
4.5	0	0.00	23.20	0.23	3.97
	3	3.60	13.00	0.29	2.96
	6	13.10	11.00	0.34	3.05
	9	14.00	9.50	0.36	3.16
	12	14.60	8.80	0.36	3.18
	15	14.80	8.40	0.37	3.22
	18	14.80	8.10	0.37	3.25
5.0	0	0.00	23.20	0.20	3.99
	3	3.40	14.20	0.25	2.99
	6	12.60	11.80	0.27	3.04
	9	13.90	9.40	0.30	3.23
	12	14.00	8.80	0.32	3.25
	15	14.00	8.60	0.34	3.30
	18	14.20	8.40	0.36	3.32

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของไวน์ขิงที่ได้จากการใช้พีเอชเริ่มต้นของการหมักต่างกัน โดยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 วัน โดยมีอัตราส่วนของน้ำขิง:น้ำเท่ากับ 1:1 ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 เติมแอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.05 และปริมาณของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้น 24 องศาบริกซ์

พีเอชเริ่มต้น	ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	กรดทั้งหมด (ร้อยละกรดซิตริก)	พีเอช
3.5	12.90^{d}	10.20^{a}	0.50^{a}	3.09^{d}
4.0	14.40^{b}	8.20^{c}	0.41^{b}	3.18^{c}
4.5	14.80^{a}	8.10^{c}	0.37^{c}	3.25^{b}
5.0	14.20^{c}	8.40^{b}	0.36^{c}	3.32^{a}

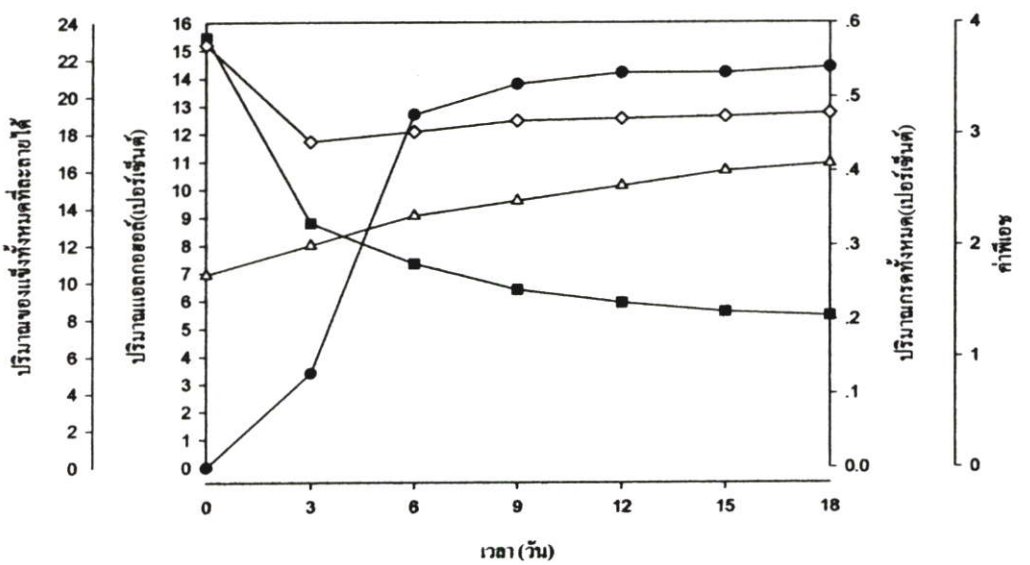
ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ อักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



● ปริมาณแอลกอฮอล์ ■ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

Δ ปริมาณกรดทั้งหมด ◇ ค่าพีเอช

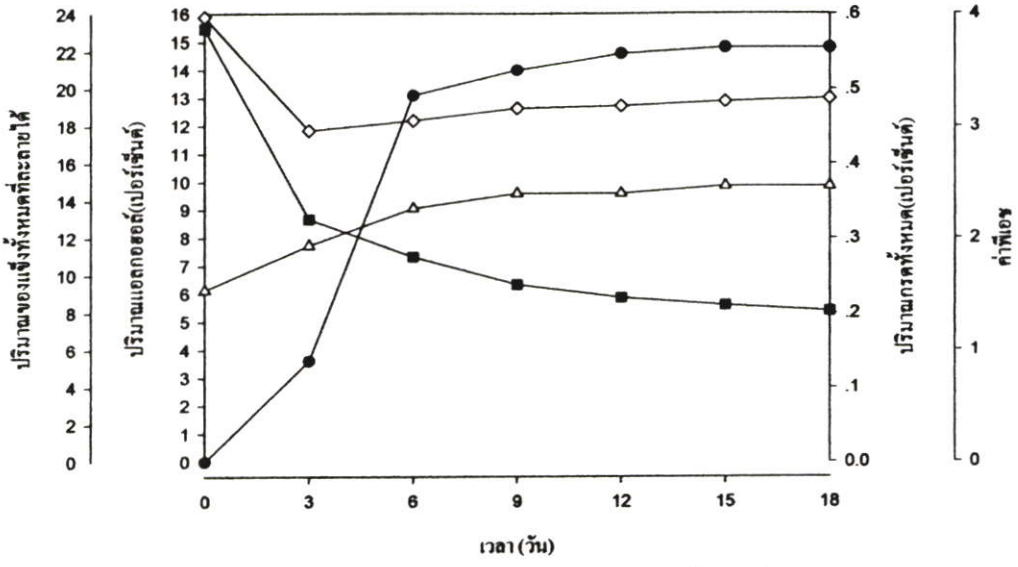
รูปที่ 4.18 แสดงผลของการใช้พีเอชเริ่มต้น 3.5 ในการหมักไวน์ขิงต่อการเปลี่ยนแปลง ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และ พีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018



● ปริมาณแอลกอฮอล์ ■ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

Δ ปริมาณกรดทั้งหมด ◇ ค่าพีเอช

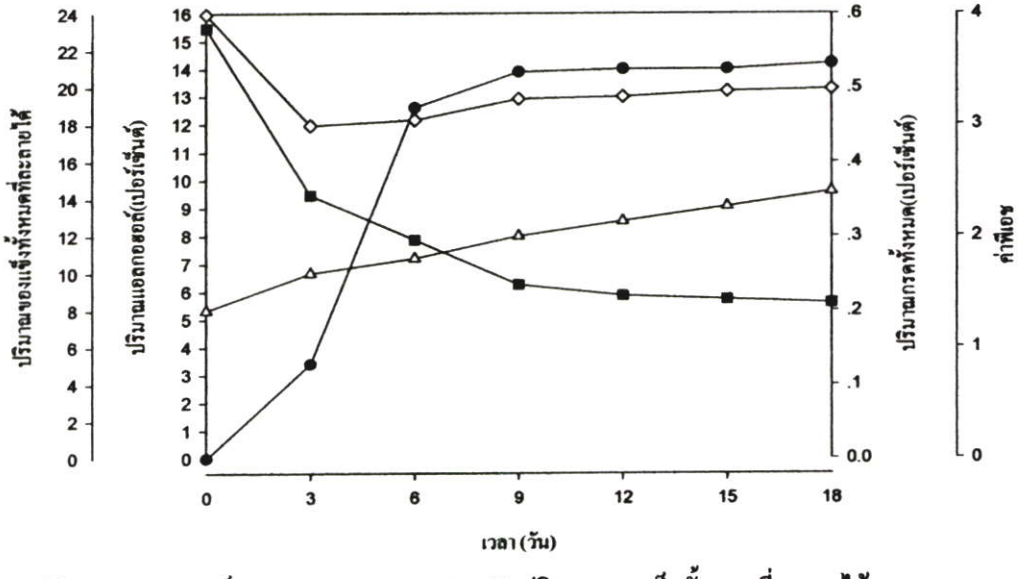
รูปที่ 4.19 แสดงผลของการใช้พีเอชเริ่มต้น 4.0 ในการหมักไวน์ขิงต่อการเปลี่ยนแปลง ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และ พีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018



● ปริมาณแอลกอฮอล์ ■ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

Δ ปริมาณกรดทั้งหมด ◇ ค่าพีเอช

รูปที่ 4.20 แสดงผลของการใช้พีเอชเริ่มต้น 4.5 ในการหมักไวน์ขิงต่อการเปลี่ยนแปลง ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และ พีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018



● ปริมาณแอลกอฮอล์ ■ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

Δ ปริมาณกรดทั้งหมด ◇ ค่าพีเอช

รูปที่ 4.21 แสดงผลของการใช้พีเอชเริ่มต้น 5.0 ในการหมักไวน์ขิงต่อการเปลี่ยนแปลง ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช ในระหว่างการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018

เมื่อนำข้อมูลของการใช้พีเอชเริ่มต้นที่แตกต่างกันหมักไวน์ขิงมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าการใช้พีเอชเริ่มต้นที่ 4.5 เหมาะสมในการผลิตไวน์มากที่สุด เนื่องจากให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงและมีปริมาณกรดทั้งหมดไม่สูงมากนักจึงคัดเลือกค่าพีเอชเริ่มต้นนี้มาใช้ทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อไป ซึ่งจากการทดลองสอดคล้องกับการทดลองของ ปราณี จรูญศิริเสถียร (2536) ศึกษาการผลิตไวน์คูลเลอร์จากตาลโตนด พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการหมักไวน์น้ำตาลโตนดของเชื้อยีสต์ คือ พีเอชเริ่มต้นหมัก 4.5 หมักนานเป็นเวลา 9 วัน สามารถผลิตแอลกอฮอล์ได้ดีที่สุดและ ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัส

4.5 ผลิตไวน์ขิงในสภาวะที่เหมาะสมและวิเคราะห์องค์ประกอบของไวน์ที่ได้รวมทั้งทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากการผลิตไวน์ขิงในสภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการศึกษาในขั้นต้น คือใช้อัตราส่วนน้ำขิงต่อน้ำเท่ากับ 1:1 ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น 24 องศา - บริกซ์ พีเอชของน้ำขิงเริ่มต้น 4.5 เติมไดแอมโมเนียมฟอสเฟตความเข้มข้นร้อยละ 0.05 หมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 18 วัน พบว่าไวน์ขิงที่ผลิตได้มีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 14.00 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 9.0 องศาบริกซ์ ความเป็นกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) ร้อยละ 0.42 พีเอช 3.25 มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 99.96 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และไม่พบเมทานอล ซึ่งตามมาตรฐานไวน์สมุนไพรกำหนดให้ไวน์สมุนไพรมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ มีปริมาณเมทานอลได้ไม่เกิน 420 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งแสดงว่าไวน์ขิงที่หมักได้มีความปลอดภัยต่อการนำมาบริโภค ดังแสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 องค์ประกอบทางเคมีของไวน์ขิงที่หมักโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 ใช้อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:1 ใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 ปริมาณของแข็งเริ่มต้นร้อยละ 24 องศาบริกซ์ พีเอชเริ่มต้น 4.5 เติมแอมโมเนียมฟอสเฟตเป็นแหล่งไนโตรเจน หมักที่อุณหภูมิห้องนาน 18 วัน

องค์ประกอบของไวน์ขิง	ผลการวิเคราะห์
ปริมาณของแอลกอฮอล์ (ร้อยละ)	14.00
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	9.00
ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดซิตริก)	0.42
พีเอช	3.25
เมทานอล	ไม่พบ
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	99.69

เมื่อนำไวน์ขิงที่ผลิตได้มาทดสอบชิมกับผู้ทดสอบ 20 คน ทำการประเมินไวน์ซ้ำสองครั้ง ผลการทดสอบชิมทั้งสองครั้งสอดคล้องกันและไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยการทดสอบชิมครั้งแรกได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.35 คะแนน และ ครั้งที่สองได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.50 คะแนน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคให้การยอมรับไวน์ขิง ซึ่งจากการทดสอบชิม ถ้าระดับคะแนนอยู่ในช่วง 13-16 คะแนน นั้นแสดงว่าเป็นไวน์มาตรฐานที่ไม่มีอะไรที่เด่นหรือด้อย(ภาคผนวก ง) และจาการทดสอบชิม พบว่า ความใส สี กลิ่น เป็นที่ยอมรับได้ ไม่มีกลิ่นน้ำส้มสายชู รสชาติเป็นที่ยอมรับ มีตัวตนสมกับเป็นไวน์ขิง ความกลมกล่อมพอใช้และคุณภาพโดยทั่วไป ใช้ได้ สามารถผลิตเป็นการค้าได้

ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไวน์ขิงที่หมักโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5018 ใช้อัตราส่วนน้ำขิง:น้ำ เท่ากับ 1:1 ใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 ปริมาณของแข็ง เริ่มต้นร้อยละ 24 องศาบริกซ์ พีเอชเริ่มต้น 4.5 เติมแอมโมเนียมฟอสเฟตเป็นแหล่งไนโตรเจน หมักที่อุณหภูมิห้องนาน 18 วัน

ไวน์ขิง	การทดสอบทางประสาทสัมผัส					
	ความใส	สี	กลิ่น	รสชาติ	คุณภาพ	การยอมรับ
ชิมครั้งที่ 1	1.15±0.37	1.25±0.44	4.05±0.60	3.90 ±0.50	3.35±0.35	13.70 ±2.64
ชิมครั้งที่ 2	1.35±0.49	1.35 ±0.49	4.25 ±0.59	3.90 ±0.50	3.65±0.31	14.50 ±2.06

4.6 ศึกษาการผสมปรุงแต่งไวน์ขิงที่หมักได้จากสภาวะที่เหมาะสม และทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผสมไวน์ขิงที่หมักได้จากสภาวะที่เหมาะสมข้างต้น โดยมีแอลกอฮอล์ 14.00 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำเชื่อมที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 15 องศาบริกซ์ และน้ำผลไม้ชนิดต่างๆ ได้แก่ น้ำมะนาว น้ำสับปะรด น้ำแอบเปิ้ล และน้ำส้ม ซึ่งเตรียมจากผลไม้คั้นสดจะได้ไวน์คูลเลอร์ที่มีแอลกอฮอล์อยู่ในช่วง 5.00-6.00 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้อยู่ในช่วง 7-13 องศาบริกซ์ และมีปริมาณกรดทั้งหมด อยู่ในช่วงร้อยละ1.0-4.3 โดยใช้อัตราส่วนที่ได้ดังนี้

1. รสมะนาว	อัตราส่วน (โดยปริมาตร)
- ไวน์ขิง	2
- น้ำมะนาว	1
- น้ำเชื่อม	3

ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 5.00

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 12.20 องศาบริกซ์

ปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 4.00

2. รสสับปะรด	อัตราส่วน (โดยปริมาตร)
- ไวน์ขิง	1
- น้ำสับปะรด	1
- น้ำเชื่อม	1

ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 5.50

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 12.80 องศาบริกซ์

ปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 2.00

3. รสแอปเปิ้ล	อัตราส่วน (โดยปริมาตร)
- ไวน์ขิง	1
- น้ำแอปเปิ้ล	1
- น้ำเชื่อม	1

ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 5.00

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 12.20 องศาบริกซ์

ปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 1.25

4. รสส้ม	อัตราส่วน (โดยปริมาตร)
- ไวน์ขิง	1
- น้ำส้ม	1
- น้ำเชื่อม	1

ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 5.00

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 13.00 องศาบริกซ์

ปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 1.00

จากนั้นนำไวน์ที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อดูการยอมรับของผู้บริโภคต่อไป

4.6.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ทดสอบทางประสาทสัมผัสไวน์คูลเลอร์ที่ได้จากสูตรต่างๆ ข้างต้นโดยใช้ผู้ทดสอบชิม 20 คน ให้คะแนนในแบบทดสอบชิม (ภาคผนวก ฉ) นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม SPSS/PC version 13.0 วิเคราะห์และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Range Test) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design,RCBD) วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) ผลการทดลอง พบว่า ไวน์ขิงที่ปรุงแต่งด้วยน้ำผลไม้ 4 ชนิด ลักษณะ กลิ่นผลไม้ ความขม ความหวาน และแรงแอลกอฮอล์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 สำหรับความเหมาะสมของผลไม้ พบว่า แอปเปิ้ล จะมีความเหมาะสมน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับการใช้ผลไม้ชนิดอื่น และมีค่าแตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญกับการใช้ผลไม้ชนิดอื่น สี และรสชาติ รวมทั้งการยอมรับของไวน์ขิงที่ปรุงแต่งด้วยแอปเปิ้ลมีค่าน้อย และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้ผลไม้ชนิดอื่น แสดงดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไวน์ที่ปรุงแต่งด้วยผลไม้ชนิดต่างๆ

ไวน์ คูลเลอร์	กลิ่น (ns)	ความเหมาะสมของผลไม้	สี	รสชาติ	ความหวาน (ns)	ความขม (ns)	แรงแอลกอฮอล์ (ns)	การยอมรับ
มะนาว	2.00	1.95[a]	2.00[a]	1.95[a]	1.95	1.95	2 .00	2.95[a]
สับปะรด	1.95	1.95[a]	2.00[a]	1.95[a]	1.90	1.95	2.00	2.85[b]
แอปเปิ้ล	1.95	1.80[b]	1.85[b]	1.85[b]	1.85	1.95	2.00	2.75[c]
ส้ม	1.95	1.95[a]	2.00[a]	1.95[a]	1.85	1.95	2.00	2.85[b]

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

จากการทดสอบประสาทสัมผัสของไวน์ขิงที่ปรุงแต่งด้วยผลไม้ชนิดต่างๆ พบว่า ไวน์ขิงที่ปรุงแต่งด้วย น้ำมะนาว จะมีลักษณะต่างๆ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด รองลงมาเป็นน้ำสับปะรด น้ำส้ม และน้ำแอปเปิ้ล สำหรับแอปเปิ้ลได้รับคะแนนการยอมรับน้อย อาจเนื่องจากแอปเปิ้ลเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ระหว่างการปอกเปลือก และทำให้เกิดสีน้ำตาล (browning)ในระหว่างคั้นน้ำ เมื่อนำมาผสมปรุงแต่งกับไวน์ขิง ทำให้ลักษณะปรากฏโดยรวมของเครื่องดื่มที่ได้เป็นสีน้ำตาลแดง

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการเจริญของเชื้อยีสต์สายพันธุ์ต่างๆในน้ำสับปะรดพบว่า เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5049 *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5339 *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5194 *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 มีค่าการเจริญสูงสุดในชั่วโมงที่ 39 36 33 และ 36 โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร ได้ 0.68 0.69 0.68 และ 0.69 ตามลำดับ จากการหมักไวน์ขิงโดยใช้เชื้อยีสต์ 4 สายพันธุ์ ใช้อัตราส่วนน้ำขิงต่อน้ำ 2 อัตราส่วนคือ 1:0 และ 1:1 เตรียมหัวเชื้อยีสต์แต่ละสายพันธุ์ตามระยะเวลาที่ได้จากการศึกษาในขั้นต้น หมักไวน์ขิงที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 วัน พบว่า การใช้ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 อัตราส่วนน้ำขิงต่อน้ำเท่ากับ 1:0 ทำให้ไวน์ขิงที่ได้มีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ13.50 ในวันที่ 18 ของการหมัก ซึ่งสูงกว่าการใช้ยีสต์สายพันธุ์อื่นและใช้น้ำขิงต่อน้ำอัตราส่วน 1:1 ภายหลังการหมักนำไวน์ขิงที่ได้จากยีสต์ทั้ง 4 สายพันธุ์ มาทดสอบชิมและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 20 คนใช้แบบทดสอบชิมแบบ Scoring tests นำผลมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ความใส สี aroma กลิ่นน้ำสายชู และตัวตน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อพิจารณา ความเปรี้ยว ความหวาน ความฝาด ความกลมกล่อม คุณภาพโดยทั่วไป และคะแนนรวม พบว่า ไวน์ขิงที่หมักโดยใช้ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 อัตราส่วนน้ำขิงต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 ได้รับการยอมรับมากที่สุด รองลงมาคือการใช้ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5339 อัตราส่วนน้ำขิงต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 เมื่อนำค่าเปลี่ยนแปลงทางเคมีระหว่างการหมัก เช่น ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณกรดทั้งหมด พีเอช และ ปริมาณของแข็งทั้งหมด พิจารณาร่วมกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส จึงได้คัดเลือกใช้ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 อัตราส่วนน้ำขิงต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 มาใช้ในการศึกษาต่อไป

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไวน์ขิง โดยใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 อัตราส่วนน้ำขิงต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 หมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 18 วัน แปรผันปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นที่ร้อยละ 5 10 15 และ20 ของปริมาตรน้ำหมัก พบว่า การใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 และ 20 จะทำให้ไวน์ขิงที่ได้มีปริมาณแอลกอฮอล์สูง คือ ร้อยละ13.90 และ13.95 ตามลำดับ ขณะที่การใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 5 และ 10 ไวน์ขิงที่ได้มีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 9.45 และ 13.75 เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ15 และ 20 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 5 และ 10 จึงได้คัดเลือกปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้น ร้อยละ 15 มาใช้ในการศึกษาต่อไป

จากการศึกษาปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น 4 ระดับ คือ 18 20 22 และ24 องศาบริกซ์ พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้นเท่ากับ 24 องศาบริกซ์ ไวน์ขิงที่มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงกว่าการใช้ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น 18 20 และ 22 องศาบริกซ์ โดยมีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 14.20 ในวันที่ 18 ของการหมัก ขณะที่การใช้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้น 18 20 และ 22 องศาบริกซ์ มีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 12.37 12.90 และ13.70 ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) จึงคัดเลือกปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น 24 องศาบริกซ์ มาใช้การศึกษาต่อไป

จากการศึกษาชนิด และปริมาณของแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมในการหมักไวน์ขิง พบว่าการใช้ไดแอมโมเนียมฟอสเฟตความเข้มข้นร้อยละ 0.05 จะทำให้ไวน์ที่ได้มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุดร้อยละ 14.80 ในวันที่ 18 ของการหมัก ขณะที่การใช้แอมโมเนียมฟอสเฟตร้อยละ 0.03 และ 0.07 ให้ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 14.20 และ14.60 ตามลำดับ ส่วนแอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.03 0.05 และ 0.07 ให้ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 12.90 10.90 และ8.50 ตามลำดับ ไวน์ขิงที่ไม่ได้เติมแหล่งไนโตรเจน ซึ่งใช้เป็นชุดควบคุมจะมีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 12.50 เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าการใช้ไดแอมโมเนียมฟอสเฟตความเข้มข้นร้อยละ 0.05 จะทำให้ไวน์ที่ได้มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) กับการใช้แหล่งไนโตรเจนชนิดอื่น จึงคัดเลือกไดแอมโมเนียม ฟอสเฟต ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 เป็นแหล่งไนโตรเจนในการศึกษาต่อไป

จากการปรับพีเอชเริ่มต้นของการหมักไวน์ขิง พบว่า ไวน์ขิงที่ปรับพีเอชเริ่มต้นเป็น 4.50 จะปริมาณแอลกอฮอล์สูงกว่าการใช้พีเอชเริ่มต้น 3.50 4.00 และ 5.00 โดยมีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 14.80 ในวันที่ 18 ของการหมัก และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) กับการใช้พีเอชเริ่มต้นอื่น จึงเลือกพีเอชเริ่มต้น 4.50 มาใช้ในการศึกษาต่อไป

ผลิตไวน์ขิงในสภาวะที่เหมาะสม ดังนี้ หมักไวน์ขิงโดยใช้ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5018 ใช้อัตราส่วนน้ำขิงต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 15 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น 24 องศาบริกซ์ พีเอชเริ่มต้น 4.5 เติมไดแอมโมเนียมฟอสเฟตความเข้มข้น ร้อยละ 0.05 หมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 18 วัน พบว่าไวน์ขิงที่ผลิตได้มีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 14.00 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 9.00 องศาบริกซ์ ความเป็นกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) ร้อยละ 0.42 พีเอช 3.25 ไวน์ขิงมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 99.96 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตรวจไม่พบเมทานอล

นำมาไวน์ขิงที่หมักได้มาทดสอบชิมกับผู้ทดสอบ 20 คน พบว่า คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบชิมครั้งแรกเท่ากับ 13.35 และครั้งที่ สองได้คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 14.50 คะแนน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคให้การยอมรับไวน์ขิง จากนั้นนำไวน์ขิงมาปรุงแต่งกับน้ำผลไม้ พบว่า ไวน์ขิงผสมน้ำมะนาว ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด รองลงมาเป็นสับปะรด ส้ม และแอปเปิ้ล

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาสายพันธุ์ของยีสต์หลายสายพันธุ์ร่วมกันในการหมักเพื่อพัฒนาไวน์ขิง
2. ควรมีการพัฒนาจากไวน์ขิง โดยปรุงแต่งทางด้านรสชาติด้วยผลไม้ชนิดต่างๆ และ อาจมีการอัดก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ รวมทั้งศึกษาทางอายุการเก็บรักษา
3. ควรวิเคราะห์สารประกอบที่มีประโยชน์ในขิง

บรรณานุกรม

กรวิภา หาญกิติชัย.2542. **การศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์ส้มแขก.** สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสาตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.36 หน้า.

เกศิณี ระมิงค์วงศ์. 2528. **ไม้ผลเมืองร้อน.** ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 211-290.

คณะกรรมการเอกลักษณ์ของชาติ.2545. **ผลไม้ไทย.** สำนักนายกรัฐมนตรี. 122 หน้า.

ฉัตรพร อมาตยกุล วิมล สุรกิตติดำรง และอัจฉรา เทียบทับทิม. 2541. **การผลิตไวน์สมุนไพรจากเก๊กฮวย ตะไคร้ และขิง.** รายงานการวิจัยปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.59 หน้า.

ชัยรัตน์ โมไนยพงศ์. 2546. **ไวน์.** หนังสือสำหรับผู้ผลิตไวน์มือใหม่. กรุงเทพ ฯ.

ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน. 2542. **เรียนรู้การทำไวน์ผลไม้ด้วยตนเอง.**1-3, 47-51. ลำปาง

ทนง ภัครัชพันธุ์. 2524. **อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีทางอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .กรุงเทพฯ.

เทคโนโลยีและอาชีวศึกษา.วิทยาลัย.สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร.2531.**เทคโนโลยีการหมักดอง.** เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ.ลำปาง.

นภดล จรัสสัมฤทธิ์. 2537. **ไม้ผลเมืองหนาว.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ. 70-82.

นัยทัศ ภู่ศรันย์. 2532. **อุตสาหกรรมหมักดอง.** โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.สงขลา.

ปทุมพร ฉิมอเนก.2526. การใช้สารกันบูดในไวน์. **วารสารชมรมผู้หมักแอลกอฮอล์แห่งประเทศไทย.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.

ประดิษฐ์ ครุวัฒฌา.2520. ไวน์ผลไม้เกษตร. **อาหาร.** 9:3-8.

ประดิษฐ์ ครุวัฒฌา.2523. หลักเบื้องต้นของการชิมไวน์. **อาหาร.** 16:1-7.

ประดิษฐ์ ครุวัฒฌา.2529. ไวน์คูลเลอร์. **อาหาร.** 16:1-7.

ประดิษฐ์ ครุวัฒฌา.2530. ไวน์คูลเลอร์ (ตอนที่ 2). **อาหาร.** 17:25-30.

ประดิษฐ์ ครุวัฒฌา.2531. ไวน์คูลเลอร์ในประเทศไทย. **วารสารชมรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.** 1:6-8.

ประดิษฐ์ ครุวัฒฌา.2529. **ไวน์ผลไม้แอลกอฮอล์ต่ำ.** สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.

ประดิษฐ์ ครุวัฒฌา. 2546. **ไวน์ : ศาสตร์และศิลป์.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.

ประดิษฐ์ ครุวัฒณา มาลัย บุญรัตนกรกิจ ฉกามาศ วงศ์ข้าหลวง และวิมลศิริ พรทวีวัฒน์. 2530. การเปรียบเทียบคุณภาพของไวน์ที่ได้จากการหมักโดยใช้เชื้อยีสต์แห้งต่างๆ. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.

ประดิษฐ์ ครุวัฒณา สมใจ สัตบุสต์ และวินัย พันธุ์วุฒิ. 2542. **งานวิจัยและพัฒนาไวน์**.หนังสือทำเนียบผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป เครื่องปรุงรสและเครื่องดื่ม . สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .กรุงเทพฯ.

ประดิษฐ์ ครุวัฒณา สมใจ สัตบุสต์ และวินัย พันธุ์วุฒิ. 2539. **ไวน์ไทย**.หนังสือทำเนียบผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป เครื่องปรุงรสและเครื่องดื่ม . สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .กรุงเทพฯ.

ประดิษฐ์ ครุวัฒณา วิภา สุโรจนะเมธากุล และมาลัย บุญรัตนกรกิจ. 2532. ชนิดและปริมาณอาหารเหมาะสมในการเร่งการหมักไวน์กระเจี๊ยบ. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .กรุงเทพฯ.

ประดิษฐ์ ครุวัฒณา วิภา สุโรจนะเมธากุล มาลัย บุญรัตนกรกิจ และน้อย สาริกะภูติ. 2533. การผลิตไวน์และสปาร์คลิ่งไวน์จากดอกกระเจี๊ยบ. รายงานผลงานวิจัย ทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .กรุงเทพฯ.

ประดิษฐ์ ครุวัฒณา ฉรงค์ นิยมวิทย์ และบุญชัย พัฒนปิยะทรัพย์. 2535. ผลของรากมะเกลือที่มีต่อการหมักแอลกอฮอล์. กรุงเทพฯ.

ประมวล เพ็ชราช.2533. การผลิตไวน์จากน้ำผลไม้เข้มข้นบางชนิดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 92 หน้า

ปราณี จรูญศิริเสถียร.2536. การผลิตไวน์คูลเลอร์จากน้ำตาลโตนด. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปราโมทย์ ธรรมรัตน์. 2532. หลักการเตรียมน้ำผลไม้หมักไวน์ให้มีรสอร่อย. 19:33-48.

ปัณฑิตา ถาดสระน้อย และอุสุมาวะดี พิทักษ์.2543. การผลิตไวน์เสาวรส. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.66 หน้า .

พรทิภา ฤกษ์รัตนวราพร. 2531. ไวน์ส้ม. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 44 หน้า.

พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2534. **น้ำสมุนไพร**. สำนักพิมพ์เมดิคัล มีเดีย . กรุงเทพ ฯ.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ไวน์สมุนไพร. 2546. กรุงเทพฯ.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2544. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม.กรุงเทพฯ.

เมธิณี เถลิงรัมย์. 2547. การแยกเชื้อยีสต์ที่ให้กลิ่นรสจากดอกไม้เพื่อใช้ในการหมักไวน์สับปะรด. สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมัก. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 42 หน้า.

ลูกจันทร์ ภัครัชพันธุ์. 2540. การพัฒนาคุณภาพไวน์จากผลผลิตเกษตรเพื่อการส่งออก. เอกสารประกอบการสัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัย. กองโครงการและประสานงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพ ฯ.

วนิดา โอศิริพันธุ์. 2540. **เอกสารประกอบการสอนวิชาอุตสาหกรรมการหมัก**. คณะเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยรังสิต. กรุงเทพ ฯ.

วันดี กฤษณพันธ์. 2541. **สมุนไพรน่ารู้**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์. กรุงเทพฯ.

วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม. 2531. **พจนานุกรมสมุนไพรไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 1 .โอ. เอส. พริ้นติ้งเฮ้าส์, กรุงเทพ ฯ.

ศักดิ์ บวร. 2542. **ชิงสมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพตนเอง**. กรุงเทพ ฯ.

ศิริพร แก้วแดง.2540. ปัจจัยที่มีผลในการหมักและการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี ระหว่างการหมักไวน์หม่อน.วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางอาหาร, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.136 หน้า

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. **ทฤษฎีการชิมในอุตสาหกรรมอาหาร**.ทฤษฎีอาหาร เล่ม 3. 2522 :44.

สมบูรณ์ เตชัญญวรากูล. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการหมักในการผลิตไวน์น้ำผึ้ง.วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางอาหาร, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.100 หน้า

สมใจ ศิริโภค. 2544. **จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพ ฯ. :301-303

สามารถ พรหมศิริ. 2539. **ความรู้เกี่ยวกับการทำไวน์**.โครงการหนังสือเกษตรชุมชน.กรุงเทพ ฯ.

อำพรรณ ชัยกุลเสรีวัฒน์ และ ปิยมาศ วงษ์ประยูร. 2548. การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ไวน์มะม่วง. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม.กรุงเทพ ฯ.

Amerine, M.A., Kunkee, R.E., Ough, C.S., Singleton, V.L. and Webb, A.D. 1980. **The Technology of Wine Making. 4th ed.** TheAV1 Publishing Company. Westport, Connecticut.

Amerine, M.A. and Ough, C.S. 1980. **Methods for Analysis of Musts and Wines.** John Wiley&Sons, Inc. New York.

Amerine, M.A. and Singletun, V.L. 1999. **Wine and Introduction for Americans** , University of Calofornia Press,Berkeley,and Los Angeles,USA.

Ampun Chaikulsareewath and Piyamas Wongprayoon. 2006. Research and Development of Mango Wine. Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University,

Bangkok. Page 28-35.

A.O.A.C. 1990. **Official Methods of Analysis of the Association of official Analytical chemists**. Arlington. Virginia.

Appleyard , A. 1972. **Make Your Own Wine**. Dover Publication. Inc., New York. Page 48-51.

Ayogu , T.E.1998. Evaluation of the performance of a yeast isolate from Nigerian plam wine in wine production from pineapple fruits. **Bioresource Technology**.69:189-190.

Barnett, J.A. 1976. The Utilization of sugars by yeasts. Cited by Amerine, M.A., Kunkee,R.E., Ough,C.S., Singleton, V.L. and Webb, A.D. 1980. **Technology of Wine Making. 4th ed.** The AVI Publishing Company. Westport, Connecticut.

Berta, P. 1988. **Wine coolers**: present market situation. Vignevini.15:23-30.

Bertrand Beauvoit , Bruno Blondin, Eric Rosenfeld and Jean-Michel Salmon.,2003. Oxygen Consumption by Anaerobic *Saccharomyces cerevisiae* under enological condition : Effect on Fermentation Kinetics. **Journal of Applied Microbiology**.69:113-121.

Carla S.Thomas and Douglas Gubler.1993.The effect of elemental sulfur , yeast strain ,and fermentation medium on hydrogen sulfide production during fermentation. **Journal of Biotechnology**.44:211-216

Crueger, W. and A. Crueger. 1990. **Biotechnology: A Textbook of Industrial Microbiology**. 2nd ed. Sunderland: Sinauer Associates.

Fields, M.L. 1979. **Fundamentals of Food Microbiology**. The AVI Publishing Company. Westport, Connecticut.

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

Ghose, T.K. and Tyagi, R.D. 1979. Rapid ethanol fermentation of cellulose hydrolysate. II. Product and substrate inhibition and optimization of fermentor design. **Journal of Biotechnolgy and Bioengineering**. 21: 1401-1420

Humphreys, T.W. and Stewart,G.G. 1978 **Alcoholic beverages**. In Food and Beverage Mycology, Beuchat.L.R.(ed). The AVI Publishing Company. Westport , Connecticut.

Hutchinson , P. 1972. **Home Made Wine Secrets**. Drake Publishers. Inc., New York.

Jagendorf, M.A. 1963. **Folk Wines, Cordials & Brandies**. The Vanguard Press, Inc., New York. Page 249-282.

Jesus Torija, Ma. ; Rozes, N.; Poblet, M.; Guillamon, J.M. and Albert Mas.2001. Effects of

fermentation temperature on the strain population of *Saccharomyces cerevisiae.* **International Jounal of Food Microbiology**.80:47-53.

Jay, M.Y. 1970. **Modern Food Microbiology**. D. Van Nostrand Company.New York.

Kilian, S.G., du Preez, J.C. and Gericke,M. 1989. The effects of ethanol on growth rate and passive proton diffusion in yeasts. **Journal of Applied Microbiology and Biotechnology** 32:90-94.

Kilian , S.G., Prior, B.A., Lategan, P.M. and Kruger, W.C.J. 1981. Temperature effects on ethanol and isopropanol utilization by *Candida krusei*. **Journal of Biotechnology Bioengineering** 23:267-275.

Leao, C. and Van Uden, N. 1982. Effects of ethanol and other alkanols on the kinetics and the activation parameters of thermal death in *Saccharomyces cerevisiae*. **Journal of Biotechnology and Bioengineering**. 24:1581-1590.

Loureiro , V. and Van Uden, N. 1982. Effects of ethanol on the maximum temperature for growth of *Saccharomyces cerevisiac* : a model. **Journal of Biotechnology and Bioengineering**. 24:1881-1884.

Lowry , O.H., Rosebrough, M.J., and Randall ,R.J. 1951.Protein Measurement with Folin Phenol Reagent. **Journal of Biology and chemistry**. 193:25-275.

Nelson , N. 1994. A Photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of Glucose. **Journal of Bacteriology**. 48:413-421.

Novak , M., Strehaiano, P., Moreno,M. and Goma,G. 1981. Alcoholic fermentation:on the inhibitory effect of ethanol. **Journal of Biotechnology and Bioengineering**. 23:201-211.

Ough, C.S. and Amerine, M.A. 1988. **Methods for Analysis of Musts and Wines.** 2nd Ed., A Wiley-Interscience Publication.

Peppler, H.J. 1976. **Yeasts.** In Food Microbiology:Public Health and Spoilage Aspects. Defigueiredo, M.P. and Splittstoesser, D.F. (eds). The AVI Publishing Company. Westport, Connecticut.

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

Purseglove, J.W. 1972. **Tropical Crops- Monocotyledons 1** . London: Longman Group Ltd.

334p.

Reed, G. and Peppler, H. J. 1973. **Yeasts Technology**. The AVI Publishing Company. Westport, Connecticut.

Reiser,C.1998.Torula Yeast from Potato starch wastes agriculturist ,Food Chemistry ,2:70.

Suwanvisolkij ,S.and Pongpornchedtha ,T. 1996. The Production of Aloe Vera Wine. Senior project Report of the degree of B.S in Biotech.Assumption University. (ABAC), Bangkok. 46 pages.

Iamsaengthum ,S.; Hanpongkittikul T.and Kittikun ,A.2003.Effect of Various Yeast Strains in pineapple Wine Making. **The 14th Annual meeting of the Thai society for Biotechnology "Biotechnology for better living in the new economy"**. Bangkok.

Schanderl, H. 1959. Die mikrobiologie des mostes und weines. Cited by Amerine, M.A., Kunkee, R.E., Ough, C.S., Singleton. V.L. and Webb, A.D. 1980. **The Technology of Wine Making. 4th ed.** The AVI Publishing Company. Westport, Connecticut.

Schmitthenner, F. 1950. Die wirkung der kohlensaure auf hefen und bakterien. Cited by Amerine, M.A., Kundee, R.E., Ough, C.S., Singleton, V.L. and Webb, A.D. 1980. **The Technology of Wine Making. 4th ed.** The AVI Publishing Company. Westport, Connecticut.

Somogyi , M. 1952. Notes on sugar determination. **Journal of Biology and Chemistry.** 195:19-23.

Stone, H. and Sidel,F.L. Food3 sensory evaluation Sensory evaluation practices.1993.

Szabo, J. and Rakcsanyi, L. 1973. Das mengenverhaltnis der dextrose und der lavulose in weintrauben, im mosten und im wein. Cited by Amerine, M.A., Kunkee, R.E., Ough,C.S., Singleton, V.L. and Webb, A.D. 1980. **The Technology of Wine Making. 4th ed.** The AVI Publishing Company. Westport, Connecticut.

TISTR Culture Collection LIST OF CULTURES 6th edition 2000 Bangkok. MIRCEN Thailand Institute of Scientific and Technological Research Bangkok Thailand.

http://www.doae.go.th/plant/khing.htm

http://agritech.doae.go.th/agri-media/radio47/index53.html

http://www.gpo.or.th/herbal/group8/group081.htm

http://www.praphansarn.com/herb/herb9.asp

www.tungsong.com/Modify-Lifetsgcity/samunpai/drug/13Kig/Kig.ht

http://www.nrru.ac.th/learning/science/sc_002/01/malo-lactic.html

http//www.doae.go.th/library/htm/detail/pineapple/pine03.htm

http://www.nco-project.com/herb/htm

http://www.dnp.go.th/nursery/pud/som.htm

http://www.suc.ac.th/e-texts/agri/insectfinal 2/ insects/20web/chapter4_orange.htm

http://www.doae.go.th/library/html/deatal/apple/app-3htm

http://www.doae.go.th/library/html/deatal/lemon/index.htm

ภาคผนวก ก
อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. อาหาร PDA (Potato Dextrose Agar)

มันฝรั่ง (potato)	200	กรัม
เด็กซ์โตรส (dextrose)	20	กรัม
วุ้น (agar)	15	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

หั่นมันฝรั่งเป็นสี่เหลี่ยมขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้มมันฝรั่งในน้ำกลั่นจนมันฝรั่งเริ่มนิ่ม จากนั้นกรองเอาส่วนน้ำใส เติมน้ำตาลเด็กซ์โตรส และวุ้นละลายให้เป็นเนื้อเดียวกัน ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 1,000 มิลลิลิตร

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

ยีสต์สกัด (yeast extract)	3	กรัม
มอล์ตสกัด (malt extract)	3	กรัม
เปปโตน (peptone)	5	กรัม
กลูโคส (glucose)	10	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

ถ้าเป็นอาหารแข็งให้เติมวุ้น (Agar) ลงไป 20 กรัม แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 15 นาที หากเป็นสูตรต้องปรับพีเอชให้เท่ากับ 3.5 ใช้กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล เติมหลังจากฆ่าเชื้อเสร็จแล้ว

ภาคผนวก ข

การเตรียมสารเคมี

1.โซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล (0.1 N NaOH)

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ ใส่ลงใน Volumetric flask 4 กรัม แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มัล (0.1 N HCl)

ละลายกรดไฮโดรคลอริก 3.65 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

3. สารละลาย Copper reagent

เตรียมคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4 \cdot 5H_20$) 10 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร จากนั้นเตรียมสารละลายฟอสเฟตทาเทรต โดยชั่ง $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ 71 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 700 มิลลิลิตร เติมโซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทรต ($NaKC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$) 40 กรัม เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มัล ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติมโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) 120 กรัม ปรับปริมาตรเป็น 1ลิตร เก็บในขวดสีชา 2 วัน กรองตะกอนออก จึงนำมาผสมกับสารละลายคอปเปอร์

4. สารละลาย Nelson' s Arsenomolybdate color reagent

เตรียมโดยชั่ง $Na_2HAsO_4 \cdot 7H_2O$ 3 กรัม ในน้ำ 25 มิลลิลิตร นำไปผสมกับแอมโมเนียมโมลิบเดต $(NH_4)_6Mo7O_{24} \cdot 4H_2O$) 25 กรัม ในน้ำ 450 มิลลิลิตร เติมกรดซัลฟูริก 21 มิลลิลิตร เก็บใส่ขวดสีชา บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน

5. สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต

1. เติมกรดกำมะถันเข้มข้น 325 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วทำให้เย็นลง
2. เติม $K_2Cr_2O_7$ (primary standard) 33.768 กรัม
3. ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

6. สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต

1. ละลาย $FeSO_4(NH_4)SO_4 \cdot 6H_2O$ 135.5 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร
2. เติมกรดกำมะถันเข้มข้น 30 มิลลิลิตร
3. ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

7. สารละลาย 1,10 – ฟีแนนโทรลีนเฟอร์รัสซัลเฟต

1. ละลาย $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.695 กรัม ในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร
2. เติม o- phenanthroline $\cdot H_2O$ 1.485 กรัม
3. ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์

1. ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดยวิธี Somogyi – Nelson (Nelson. 1994)

สารเคมี

1. สารละลาย Copper reagent (ภาคผนวก ข)
2. สารละลาย Nelson' s Arsenomolybdate color reagent (ภาคผนวก ข)

วิธีการวิเคราะห์

1. เตรียมสารละลายกลูโคสมาตรฐาน เตรียมชั่งน้ำตาลกลูโคส 0.02 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายน้ำตาลเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นนำมาเจือจางให้ได้สารละลายกลูโคสมาตรฐานความเข้มข้น ตั้งแต่ 0-200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร นำสารละลายกลูโคสมาตรฐานมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 520 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาทำกราฟมาตรฐาน
2. ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่มีปริมาณกลูโคสไม่เกิน 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร หรือสารละลายกลูโคสมาตรฐาน ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง
3. เติมสารละลายคอปเปอร์ลงไป 1 มิลลิลิตร
4. นำไปต้มในน้ำร้อนเป็นเวลา 10 นาที แล้วทำให้เย็น
5. เติมสารละลายเนลสันลงไป 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
6. เติมน้ำกลั่นลงไป 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 15 นาที แต่ไม่ควรเกิน 40 นาที
7. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 520 นาโนเมตร
8. นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน เพื่อหาความเข้มข้นของกลูโคสในสารละลายตัวอย่าง หรือคำนวณได้จาก

$$\text{ความเข้มข้นของกลูโคส (กรัมต่อลิตร)} = \frac{\text{ค่าการดูดกลืนแสงที่ 520 นาโนเมตร} \times \text{อัตราการเจือจาง}}{\text{ความชันของกราฟมาตรฐาน} \times 1{,}000}$$

2. การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ (A.O.A.C. 1990)

สารเคมี

1. สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต (ภาคผนวก ข)
2. สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (ภาคผนวก ข)
3. สารละลาย 1,10 - ฟีแนนโทรลีนเฟอร์รัสซัลเฟต (ภาคผนวก ข)

วิธีการวิเคราะห์

1. ปิเปตสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต 25 มิลลิลิตร ใส่ในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วนำไปรองรับสารละลายที่กลั่นได้จากปลายหลอดควบแน่น โดยปล่อยให้ปลายหลอดควบแน่นจุ่มในสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต ตลอดเวลา
2. ปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดกลั่น เติมน้ำกลั่นลงไปจำนวนหนึ่ง กลั่นจนสารละลายในขวดรองรับทั้งหมดมีปริมาตร 40 มิลลิลิตร ใช้น้ำกลั่นล้างปลายหลอด ควบคุมอุณหภูมิ 60 (±)2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที
3. ถ่ายสารละลายทั้งหมดลงในฟลาสก์ขนาด 500 มิลลิลิตร หยดสารละลาย1,10 - ฟีแนนโทรลีน - เฟอร์รัสซัลเฟต 7-10 หยด จากนั้นไทเทรตด้วย สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตจนได้จุดยุติเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเขียวเป็นสีเขียวเทา หรือสีน้ำตาล
4. การทำแบลงค์ ทำเช่นเดียวกับวิธีข้างต้น แต่ใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง

การคำนวณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร) = $25.00 - (25 \times V/V')$

โดย

V = มิลลิลิตรของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมตที่เหลือจากการทำปฏิกิริยากับตัวอย่าง

V′ = มิลลิลิตรของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ไทเทรตกับแบลงค์

3. การหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล
2. ฟีนอฟทาลีน

วิธีการวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างไวน์ 5 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร
2. ผสมให้เข้ากัน ไทเทรตสารละลายกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล หาจุดยุติ มีฟีนอฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์
3. คำนวณปริมาณกรดทั้งหมด ในรูปของกรดซิตริก จากสูตร

$$\text{ปริมณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก (ร้อยละ)} = \frac{\text{ปริมาตรไทเทรต} \times \text{N ของ NaOH} \times 64 \times 100}{\text{มิลลิลิตรของสารตัวอย่าง} \times 100}$$

ภาคผนวก ง

การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัส

1. ชนิดของแบบทดสอบ แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสในการประเมินคุณภาพไวน์ทำได้ 4 วิธีดังนี้

1. Difference Tests แบบนี้เป็นวิธีให้ผู้ชิมตัดสินว่าไวน์ที่เขากำลังชิมมีความแตกต่างหรือเหมือนกับไวน์ที่ใช้เป็น control

2. Ranking Tests แบบนี้ให้ผู้ชิมเรียงลำดับไวน์อาจเรียงลำดับจากสูงสุดไปต่ำสุด ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่น ความหวาน ความเป็นกรด ฯลฯ

3. Scoring Tests แบบนี้เป็นวิธีให้ผู้ชิมให้คะแนนไวน์โดยการเปรียบเทียบกันมีค่าแสดงระดับคะแนนที่ตั้งเป็นมาตรฐานจากไวน์ที่มีคุณภาพดีเด่นไว้เป็นตัวเลขแสดงระดับคะแนนในการประเมินผล เป็นการทดสอบหาความชอบโดยรวม จากค่าแสดงระดับที่ได้ของตัวอย่างไวน์ตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้

4. Hedonic Tests แบบนี้เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดโดยให้ผู้ชิมบอกว่าชอบหรือไม่ชอบ

2. Scoring tests ที่ใช้ในงานวิจัย

อ้างอิงจากอาจารย์ประดิษฐ์ ครุวัณณา นักวิจัย (เชี่ยวชาญ) ระดับ 9 หัวหน้าที่หน่วยไวน์ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาอาหารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ออกแบบโดยคณาจารย์ที่สอนวิชาการผลิตไวน์และการปลูกองุ่นมหาวิทยาลัยแห่งรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา เรียก Davis Score Card ที่แสดงแบบการให้คะแนนเพื่อประเมินคุณภาพ พร้อมคำอธิบายวิธีการให้คะแนนเหมาะสำหรับผู้ที่ยังไม่เคยชินกับการให้คะแนนหรือชิมไวน์

3. ประเภทผู้ชิม

ประเภทของผู้ชิม แบ่งเป็น 1. ผู้ชิมอาชีพ หมายถึง ผู้ที่มีความคุ้นเคยกับอาหารที่จะชิมเป็นอย่าง ต้องเป็นผู้มีความรู้เรื่องไวน์การผลิตไวน์พันธุ์องุ่นที่ใช้ และคุณภาพของไวน์ในภูมิภาคสำคัญต่างๆ ของโลก รู้วิธีการให้คะแนนหรือเคยมีประสพการณ์ในการตัดสินให้คะแนนไวน์ เมื่อมีการประกวดไวน์ระดับท้องถิ่น ระดับประเทศหรือระหว่างประเทศมาแล้ว 2. ผู้ชิมที่ได้รับการฝึก หมายถึง ผู้ที่ได้รับการฝึกให้มีความคุ้นเคยกับอาหารที่จะชิมและต้องทราบถึงคุณภาพหรือลักษณะที่ดีของอาหารนั้นว่ามีอะไรเป็นองค์ประกอบ ผู้ชิมกลุ่มนี้จะต้องได้รับข้อมูลเกี่ยวกับมาตรฐานของอาหารที่จะชิมและผ่านการฝึกและประเมินอาหารชนิดนั้นที่ได้มาตรฐานมาก่อน 3. ผู้ชิม หมายถึง ผู้ชิมทั่วไปที่ไม่เข้าข่าย ข้อ 1 และ ข้อ 2

4. จำนวนตัวอย่างไวน์

จำนวนตัวอย่างไวน์ ถ้าเป็นผู้ชิมอาชีพ สามารถประเมินได้นับ 100 ตัวอย่าง และชิมได้ 3 หรือ 4 ซ้ำ ในการชิมครั้งหนึ่งๆ ถ้าเป็นผู้ชิมทั่วไป และใช้หลักการชิมในวิธี Scoring Tests การชิมในแต่ละครั้งควรมีไวน์ตัวอย่าง 6-10 ตัวอย่าง

ทฤษฎีของจำนวน ตัวอย่างอาหารในการชิม (หน้า 44 หนังสือทฤษฎีอาหาร เล่ม 3 ศิริลักษณ์ สินธวาลัย) กล่าวว่าในการประเมินผลครั้งหนึ่งๆ จะต้องจำกัดจำนวนตัวอย่าง แต่ไม่มีข้อกำหนดที่จะระบุจำนวนตัวอย่างไว้เท่าใด ทั้งนี้ขึ้นกับ 1. ลักษณะของอาหาร อาหารที่มีรสจืดชิมได้มากกว่าอาหารที่มีรสจัด เช่น 20 ตัวอย่างผู้ชิมยังคงความสามารถแยกความแตกต่าง 2. วิธีการให้คะแนน ถ้าเป็นการให้คะแนนสีหรือเนื้อสัมผัสอาหารจะทำได้มากกว่าการให้คะแนนด้านรสชาติ แบบคะแนนที่สั้นเข้าใจง่าย ทำได้มากกว่าแบบประเมินที่ยุ่งยาก 3. ประสบการณ์ของผู้ชิม ต้องมาจากความเต็มใจชิม มีสุขภาพดี สามารถปลีกเวลามาชิมได้ทุกครั้ง มีความสามารถรู้ได้ถึงเหตุแห่งความรู้สึกในรสชาตินั้น มีความสามารถที่จะตัดสินใจได้คงที่และเชื่อถือได้ (Stone.1993)

5. จำนวนผู้ชิม

จำนวนผู้ขึ้นกับประเภทของผู้ชิม 1. ผู้ชิมอาชีพใช้ 4 คน 2. ผู้ชิมที่ได้รับการฝึกฝนใช้ 8-10 คน 3. ผู้ชิมทั่วไปไม่กำหนดไว้ หากยิ่งมาก จะยิ่งมีผลลดความคาดเคลื่อนจากการทดลอง (Experimental error) ผลจะเชื่อถือได้มากขึ้น มีความแน่นอนมากยิ่งขึ้น

6. ปริมาณไวน์ที่ชิม

ปริมาณไวน์ที่ชิม 15-20 มิลลิกรัม หรือให้สามารถจิบ และswirl เพื่อดูขา หรือ น้ำตาไวน์

7. บรรยากาศของการชิม

บรรยากาศของการชิม ห้องปรับอากาศไม่มีกลิ่น เสียงแปลกปลอม รบกวนสมาธิผู้ชิม จะสร้างเป็นคูหาติดกันผู้ชิมนั่งคูหาละ 1 คน มีช่องเจาะด้านหน้าสำหรับเลื่อนแก้วไวน์เข้าออก มีกระโถน หรือภาชนะสำหรับบ้วนปาก หรือเทไวน์ที่เหลือทิ้ง มีแสงสว่างอย่างเพียงพอ มีดินสอกระดาษให้คะแนน รวมทั้งกับแกล้มเล็กๆ น้อยๆ สำหรับซับน้ำลาย และลบรสชาติที่คงเหลือค้างในปาก มีน้ำดื่มอุณหภูมิห้อง 1 แก้ว เพื่อล้างปากไม่ควรใช้น้ำเย็น เพราะน้ำเย็นจะทำให้ประสาทรับรสเฉื่อยลง

8. เวลาที่เหมาะสมนาการชิม

เวลาที่เหมาะสมในการชิมไวน์ มี 2 ช่วง มีเหมาะสมเนื่องจากผู้ชิมจะเริ่มหิว ประสาทในการรับรู้ตอบสนองได้เต็มที่

ช่วงเช้า ระหว่าง 10.00-12.00 น.

ช่วงบ่าย ระหว่าง 16.00-18.00 น.

9. ลำดับการชิม

ลำดับการชิม ชิมไวน์รสอ่อน ก่อนไวน์รสแรง ไวน์ขาวก่อนไวน์แดง ไวน์ไม่หวานก่อนไวน์หวาน และเสริฟเย็น 15 องศาเซลเซียส

10. การประเมิน

การประเมินผล จากคะแนนรวม 20

17-20 คะแนน เป็นไวน์ที่มีคุณภาพดีเด่นและไม่มีลักษณะด้อย

13-16 คะแนน เป็นไวน์มาตรฐานไม่มีอะไรที่เด่นหรือด้อย

9-12 คะแนน เป็นไวน์ที่ยอมรับโดยผู้บริโภคมีลักษณะด้อยบ้างเล็กน้อย

5-8 คะแนน เป็นไวน์ที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ

1-4 คะแนน เป็นไวน์เสีย

11. แบบใบให้คะแนนในการชิมไวน์ขิง และคำอธิบายวิธีการให้คะแนนในการชิมไวน์ขิงที่ใช้ในงานวิจัย ได้ดัดแปลงมาจาก Davis Score Card

ภาคผนวก จ

ใบให้คะแนนในการชิมไวน์ขิง

ตัวอย่างใบให้คะแนนในการชิมไวน์ขิง

วันที่/เดือน/ปี.....

ชื่อ-นามสกุล(นาย/นาง/นางสาว)..... อายุ.....ปี อาชีพ.....

คุณภาพ	คะแนนเต็ม	หมายเลขไวน์			
		1	2	3	4
1. Appearance	4				
ก) ความใส	(2)				
ข) สี	(2)				
2. กลิ่น	6				
ก) aroma and bouque	(4)				
ข) กลิ่นน้ำส้มสายชู	(2)				
3. รส	6				
ก) ความเปรี้ยว	(2)				
ข) ความหวาน	(2)				
ค) ความฝาด	(2)				
4. ตัวตน	1				
5. ความกลมกล่อม	2				
6. คุณภาพโดยทั่วไป	1				
รวมคะแนน	20				

คำอธิบายวิธีให้คะแนนในการชิมไวน์ขิง

1. Appearance..... 4 คะแนน

ก) ความใส (2 คะแนน)

ขุ่น..... 0

ใส..... 1

ใสเป็นประกาย..... 2

ข) สี (2 คะแนน)

ไม่สมกับเป็นสีของไวน์เห็นแล้วไม่อยากดื่ม..... 0

สีพอใช้ได้..... 1

สมกับเป็นสีของไวน์เห็นแล้วอยากดื่ม..... 2

2. กลิ่น..... 6 คะแนน

ก) Aroma and bouquet (4 คะแนน)

กลิ่นไม่ชวนดื่มเลย เช่น มีกลิ่นราหรือยีสต์หรือกลิ่นข้าวบูด..... 0

ไม่มีกลิ่น..... 1

มีกลิ่นหอมเล็กน้อย..... 2

มีกลิ่นหอมปานกลาง..... 3

มีกลิ่นหอมชวนดื่มมาก..... 4

ข) มีกลิ่นน้ำส้มสายชู (2 คะแนน)

กลิ่นแรงเหมือนน้ำส้มสายชู..... 0

มีกลิ่นบ้างเล็กน้อย..... 1

ไม่สามารถบอกได้..... 2

3. รส..... 6 คะแนน

ก) ความเปรี้ยว (2 คะแนน)

เปรี้ยวมากเกินไปหรือไม่เปรี้ยวเลย..... 0

เปรี้ยวมากไปหน่อยหรือน้อยไปหน่อย..... 1

เปรี้ยวพอดี..... 2

ข) ความหวาน (2 คะแนน)

มากหรือน้อยเกินไป..... 0

พอใช้..... 1

กำลังดี..... 2

ค) ความเผ็ด (2 คะแนน)

มากไปหรือไม่มีเลย..... 0

น้อยไป..... 1

พอดี..... 2

4. ตัวตน (body)..... 1 คะแนน

ไม่เหมือนกับการดื่มไวน์แต่เหมือนดื่มน้ำเปล่าผสมแอลกอฮอล์..... 0

เป็นเครื่องดื่มที่ให้ความรู้สึกไม่เหมือนกับการดื่มน้ำเปล่าผสมแอลกอฮอล์..... 1

5. ความกลมกล่อม..... 2 คะแนน

ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ..... 0

พอใช้ได้..... 1

กลิ่นรสกลมกล่อมน่าพอใจ..... 2

6. คุณภาพโดยทั่วไป..... 1 คะแนน

ใช้ไม่ได้ (ไม่ควรผลิตเป็นการค้า) 0

ใช้ได้ (น่าจะผลิตเป็นการค้า) 1

หมายเหตุ 17-20 คะแนน เป็นไวน์ที่มีคุณภาพดีเด่นและไม่มีลักษณะด้อย

13-16 คะแนน เป็นไวน์มาตรฐานไม่มีอะไรที่เด่นหรือด้อย

9-12 คะแนน เป็นไวน์ที่ยอมรับโดยผู้บริโภคมีลักษณะด้อยบ้างเล็กน้อย

5-8 คะแนน เป็นไวน์ที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ

1-4 คะแนน เป็นไวน์เสีย

ภาคผนวก ฉ

แบบทดสอบการชิมไวน์คูลเลอร์

อายุ ○ 20-30 ○ 30-40 ○ 40-50

เพศ ○ ชาย ○ หญิง

1. **กลิ่นผลไม้**

○ ชัดเจน ○ ได้กลิ่นเล็กน้อย ○ ไม่ได้กลิ่นเลย

2. **กลิ่นผลไม้เป็นกลิ่นอะไร**

_____

3. **ความเหมาะสมของผลไม้**

○ เหมาะสมมาก ○ พอใช้ ○ ไม่เหมาะสม

4. **สี**

○ ชอบมาก ○ ปานกลาง ○ ไม่ชอบ

5. **ความหวาน**

○ หวานพอดี ○ หวานน้อยไป ○ หวานเกินไป

6. **ความขม**

○ ไม่ขม ○ ขมเล็กน้อย ○ ขมเล็กน้อย

7. **รสชาติ**

○ อร่อยมาก ○ พอใช้ได้ ○ ไม่อร่อย

8. **แรงแอลกอฮอล์**

○ แรงพอดี ○ แรงเกินไป ○ อ่อนเกินไป

9. **ความพึงพอใจโดยรวม**

○ ชอบมาก ○ ชอบ ○ พอรับได้ ○ ต้องปรับปรุง

ไวน์คูลเลอร์ ในคิดของคุณควรจะใส หรือขุ่น

○ ใส ○ ขุ่น

การให้คะแนนแบบทดสอบมี ดังนี้

1. กลิ่นผลไม้

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

2. กลิ่นผลไม้เป็นกลิ่นอะไร

- ตอบถูก = 1
- ตอบผิด = 0

3. ความเหมาะสมของผลไม้

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

4. สี

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

5. ความหวาน

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

6. ความขม

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

7. รสชาติ

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

8. แรงแอลกอฮอล์

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

9. ความพึงพอใจโดยรวม

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

หมายเหตุ ส่วนข้อสุดท้ายไม่ต้องนำมาคิดคะแนน

ภาคผนวก ช

วิเคราะห์ผลทางสถิติ

1. ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของสภาวะที่เหมาะสมในการหมักไวน์ขิง

1.1 ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้น

ANOVA

ปริมาณแอลกอฮอล์

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	43.956	3	14.652	2604.778	.000
Within Groups	.045	8	.006		
Total	44.001	11			

ปริมาณแอลกอฮอล์

Duncan

		Subset for alpha = .05		
treat	N	1	2	3
5	3	9.4500		
10	3		13.7500	
15	3			13.9000
20	3			13.9500
Sig.		1.000	1.000	.438

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ANOVA

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	102.570	3	34.190	427.375	.000
Within Groups	.640	8	.080		
Total	103.210	11			

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

Duncan

treat	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
20	3	7.0000		
15	3	7.2000	7.2000	
10	3		7.6000	
5	3			14.0000
Sig.		.412	.122	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ANOVA

ปริมาณเกรด

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.020	3	.007	79.300	.000
Within Groups	.001	8	.000		
Total	.020	11			

ปริมาณเกรด

Duncan

treat	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5	3	.3333		
10	3	.3500		
15	3		.3800	
20	3			.4400
Sig.		.056	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ANOVA

พีเอช

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.460	3	.153	2045.333	.000
Within Groups	.001	8	.000		
Total	.461	11			

ฟีเอช

Duncan

treat	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
5	3	2.8100			
10	3		3.1000		
15	3			3.2500	
20	3				3.3200
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

1.2 ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้น

ANOVA

ปริมาณแอลกอฮอล์

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8.303	3	2.768	40.016	.000
Within Groups	.553	8	.069		
Total	8.857	11			

ปริมาณแอลกอฮอล์

Duncan

treat	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
18	3	12.3667			
20	3		12.9000		
22	3			13.7000	
24	3				14.200
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ANOVA

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	13.370	3	4.457	53.480	.000
Within Groups	.667	8	.083		
Total	14.037	11			

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

Duncan

treat	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
18	3	6.0067		
20	3	6.2000		
22	3		7.0000	
24	3			8.6000
Sig.		.195	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ANOVA

ปริมาณกรด

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.002	3	.001	30.667	.000
Within Groups	.000	8	.000		
Total	.002	11			

ปริมาณกรด

Duncan

treat	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
18	3	.3167		
20	3		.3267	
22	3			.3467
24	3			.3500
Sig.		1.000	1.000	.438

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ANOVA

พีเอช

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.001	3	.000	.833	.512
Within Groups	.004	8	.001		
Total	.005	11			

พีเอช

Duncan

treat	N	Subset for alpha = .05
		1
24	3	3.3167
22	3	3.3200
20	3	3.3300
18	3	3.3433
Sig.		.213

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

1.3 ชนิดและปริมาณของแหล่งไนโตรเจน

ANOVA

ปริมาณแอลกอฮอล์

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	93.583	6	15.597	1559.714	.000
Within Groups	.140	14	.010		
Total	93.723	20			

ปริมาณแอลกอฮอล์

treat	N	Subset for alpha = .05						
		1	2	3	4	5	6	7
0.07 S	3	8.5000						
0.05 S	3		10.9000					
Control	3			12.5000				
0.03 S	3				12.9000			
0.03 DAP	3					14.2000		
0.07 DAP	3						14.6000	
0.05 DAP	3							14.8
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ANOVA

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	152.271	6	25.379	2537.857	.000
Within Groups	.140	14	.010		
Total	152.411	20			

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้

treat	N	Subset for alpha = .05						
		1	2	3	4	5	6	
0.07 DAP	3	8.0000						
0.05 DAP	3		8.2000					
0.03 DAP	3			8.4000				
0.03 S	3				10.1000			
control	3					11.6000		
0.05 S	3						13.3000	
0.07 S	3							15
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ANOVA

ปริมาณเกรด

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.008	6	.001	12.714	.000
Within Groups	.001	14	.000		
Total	.009	20			

ปริมาณเกรด

Duncan

		Subset for alpha = .05		
treat	N	1	2	3
0.03 s	3	.3500		
0.03 DAP	3	.3500		
control	3		.3700	
0.05 s	3		.3700	
0.07 s	3		.3800	
0.05 DAP	3		.3800	
0.07 DAP	3			.4100
Sig.		1.000	.277	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ANOVA

พีเอช

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.950	6	.158	1582.857	.000
Within Groups	.001	14	.000		
Total	.951	20			

พีเอช

Duncan

treat	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
0.07 s	3	2.7100					
0.05 s	3		2.8800				
0.03 s	3			3.0900			
0.07 DAP	3				3.1800		
0.05 DAP	3					3.2700	
control	3					3.2800	
0.03 DAP	3						3.3200
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	.241	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

1.4 พีเอชเริ่มต้น

ANOVA

ปริมาณแอลกอฮอล์

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.082	3	2.027	202.750	.000
Within Groups	.080	8	.010		
Total	6.162	11			

ปริมาณแอลกอฮอล์

Duncan

treat	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
3.5	3	12.9000			
5.0	3		14.2000		
4.0	3			14.4000	
4.5	3				14.8000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ANOVA

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8.842	3	2.947	294.750	.000
Within Groups	.080	8	.010		
Total	8.922	11			

ANOVA

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายละลายได้

Duncan

		Subset for alpha = .05		
treat	N	1	2	3
4.5	3	8.1000		
4.0	3	8.2000		
5.0	3		8.4000	
3.5	3			10.2000
Sig.		.256	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ANOVA

ปริมาณเกรด

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.037	3	.012	122.000	.000
Within Groups	.001	8	.000		
Total	.037	11			

ปริมาณเกรด

Duncan

		Subset for alpha = .05		
VAR00003	N	1	2	3
5.0	3	.3600		
4.5	3	.3700		
4.0	3		.4100	
3.5	3			.5000
Sig.		.256	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ANOVA

พีเอช

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.087	3	.029	290.000	.000
Within Groups	.001	8	.000		
Total	.088	11			

พีเอช

Duncan

		Subset for alpha = .05			
treat	N	1	2	3	4
3.5	3	3.0900			
4.0	3		3.1800		
4.5	3			3.2500	
5.0	3				3.3200
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

2. ตรวจสอบทางประสาทสัมผัสของไวน์ขิงที่ปรุงแต่งด้วยน้ำผลไม้ชนิดต่างๆ

ANOVA

กลิ่น

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.006	3	.002	1.000	.441
Within Groups	.015	8	.002		
Total	.021	11			

กลิ่น

Duncan

		Subset for alpha = .05
treat	N	1
สับปะรด	3	1.9500
แอปเปิ้ล	3	1.9500
ส้ม	3	1.9500
มะนาว	3	2.0000
Sig.		.220

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000

ANOVA

ความเหมาะสมของผลไม้

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.051	3	.017	168.750	.000
Within Groups	.001	8	.000		
Total	.051	11			

ความเหมาะสมของผลไม้

Duncan

treat	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
แอปเปิ้ล	3	1.8000	
มะนาว	3		1.9500
สับปะรด	3		1.9500
ส้ม	3		1.9500
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ANOVA

สี

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.063	3	.021	4.167	.047
Within Groups	.040	8	.005		
Total	.103	11			

สี

Duncan

treat	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
แอปเปิ้ล	3	1.8500	
มะนาว	3		2.000
สับปะรด	3		2.000
ส้ม	3		2.000
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ANOVA

รสชาติ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.022	3	.007	75.000	.000
Within Groups	.001	8	.000		
Total	.023	11			

รสชาติ

Duncan

		Subset for alpha = .05	
treat	N	1	2
แอปเปิ้ล	3	1.8500	
มะนาว	3		1.9500
สับปะรด	3		1.9500
ส้ม	3		1.9500
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ANOVA

ความหวาน

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.021	3	.007	2.750	.112
Within Groups	.020	8	.002		
Total	.041	11			

ความหวาน

Duncan

		Subset for alpha = .05
treat	N	1
แอปเปิ้ล	3	1.8500
ส้ม	3	1.8500
สับปะรด	3	1.9000
มะนาว	3	1.9500
Sig.		.051

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ANOVA

ความชม

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.000	3	.000	.000	1.000
Within Groups	.020	8	.003		
Total	.020	11			

ความชม

Duncan

treat	N	Subset for alpha = .05
		1
มะนาว	3	1.9500
สับปะรด	3	1.9500
แอปเปิ้ล	3	1.9500
ส้ม	3	1.9500
Sig.		1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ANOVA

แรงแอลกอฮอล์

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.000	3	.000	.667	.596
Within Groups	.000	8	.000		
Total	.000	11			

แรงแอลกอฮอล์

Duncan

treat	N	Subset for alpha = .05
		1
แอปเปิ้ล	3	1.9967
ส้ม	3	1.9967
มะนาว	3	2.0000
สับปะรด	3	2.0000
Sig.		.373

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ANOVA

การยอมรับ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.060	3	.020	8.000	.009
Within Groups	.020	8	.002		
Total	.080	11			

การยอมรับ

Duncan

		Subset for alpha = .05		
treat	N	1	2	3
แอปเปิ้ล	3	2.7500		
สับปะรด	3		2.8500	
ส้ม	3		2.8500	
มะนาว	3			2.9500
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวปิยดา ลีลาปิยะนาถ
วัน เดือน ปีเกิด	4 พฤศจิกายน 2521
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ปีการศึกษา 2542 และเข้าศึกษาต่อในระดับวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2545