

๗๐
๖๔๑.๖๒๒
๗/๒๙/๗

การศึกษาการเตรียมไวน์จากสาหร่ายไก่อ



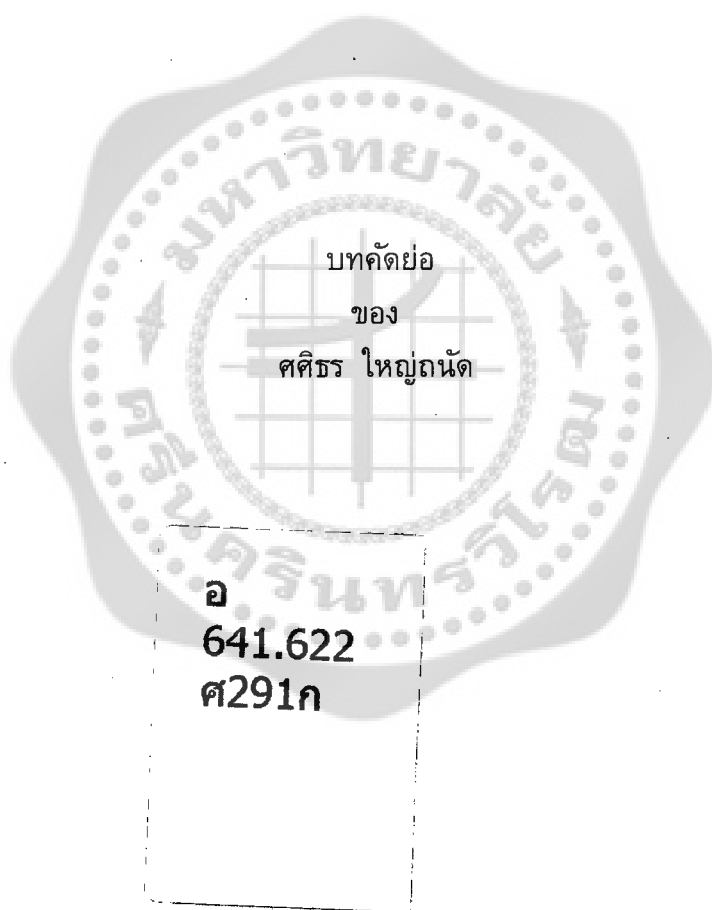
เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

เมษายน ๒๕๕๒

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

S 355014

การศึกษาการเตรียมไวน์จากสาหร่ายไก่อ



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

เมษายน 2552

ศศิธร ไหญ่ถนัด.(2552) การศึกษาการเตรียมไวน์จากสาหร่ายไถ.สารนิพนธ์ กศ.ม.

(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ดร. พรพิมล ม่วงไทย

สาหร่ายไถเป็นพืชที่พบมากทางภาคเหนือของประเทศไทย โดยเฉพาะพบมากในพื้นที่อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน ดังนั้นในงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่ต้องการนำสาหร่ายไถมาแปรรูปให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่อีกชนิดหนึ่งอันเป็นการเพิ่มมูลค่าของสาหร่ายไถ โดยแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ไวน์ จึงทำการศึกษากระบวนการหมัก 4 สูตรคือ สูตรที่ 1 สาหร่ายไถสด ผสมกับน้ำตาลทรายและจุลินทรีย์แซคคาโรไมซีส (*Saccharomyces cerevisiae*) สูตรที่ 2 สาหร่ายไถสด ผสมกับน้ำตาลทราย และยีสต์ในการทำขนมปัง สูตรที่ 3 สาหร่ายไถแห้ง ผสมกับน้ำตาลทรายและจุลินทรีย์แซคคาโรไมซีส (*Saccharomyces cerevisiae*) และสูตรที่ 4 สาหร่ายไถแห้ง ผสมกับน้ำตาลทรายและยีสต์ในการทำขนมปัง ทุกสูตรทำการผสมสาหร่ายไถต่อน้ำตาลต่อน้ำในอัตราส่วน 0.5:0.2:0.5 ตามลำดับ ส่วนผสมถูกหมักเป็นเวลานาน 30 วัน ซึ่งจะศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่ากรด เบส ปริมาณกรดรวม ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ ในระหว่างการหมักที่ระยะ เวลา 0 1 2 3 4 5 6 7 14 21 และ 30 วัน ผลการติดตามค่ากรดเบส พบว่า ทุกส่วนผสมหมักค่ากรดเบสมีแนวโน้มลดลง ผลวิเคราะห์หาปริมาณกรดรวม มีค่าร้อยละ 16.16 – 13.56 เอทิลแอลกอฮอล์ มีค่าเฉลี่ย 6.0 g/l เมื่อทำการพาสเจอไรส์แล้วได้ไวน์มีสีน้ำตาลอ่อนถึงสีน้ำตาลเข้ม จึงทำการเก็บรักษาเป็น 2 สภาวะ เพื่อศึกษาผลการเก็บรักษา โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 °C เป็นเวลานาน 90 วัน จึงทำการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีทุกเดือน ได้แก่ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก เอทิลแอลกอฮอล์ ปริมาณจุลินทรีย์ พบว่า อุณหภูมิการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในไวน์และเอทิลแอลกอฮอล์ ในไวน์สาหร่ายไถ โดยเมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิเย็นจะช่วยรักษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์มีปริมาณลดลงกว่าไวน์ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยผลการตรวจปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในไวน์ทุกสูตรมีค่าเฉลี่ย 39.09 mg/l ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ไม่เกิน 3.0 g/L และไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ในไวน์ทุกสูตร นอกจากนี้ยังได้ทำการประเมินผลทางประสาทสัมผัส พบว่าผลการทดสอบกับกลุ่มอาสาสมัคร 20 คน ในการชิมไวน์สาหร่ายไถด้วยอาสาสมัคร พบว่า มีลักษณะที่เป็นที่ยอมรับด้านกลิ่น รส ในระดับปานกลาง

A STUDY ON WINE PREPARATION FORM KAI ALGAE



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Science Education
at Srinakharinwirot University
April 2552

Sasitorn Yaithanat. (2009). *A Study on Wine preparation from Kai Algae*. Master 's Project, M.Ed. (Science Education). Bangkok: Graduate School. Srinakharinwirot University.
Project Advisor: Assoc.e Prof. Dr. Pornpimol Muangthai.

Kai Algae, the plant that growth on the Northern part of Thailand. Especially at Amphur Tawwangpa Nan province, there are a plenty of Kai Algae. In this research, Kai Algae were processed to be the new value added products from Kai such as wine products. The fermented wine were prepared 4 formulas as F1 : fresh Kai Algae mixed with sugar, water and *Saccharomyces cerevisiae*, F2 : dried Kai Algae mixed with sugar, water and baker yeast, F3 : fresh Kai Algae mixed with sugar, water and *Saccharomyces cerevisiae* and F4 dried Kai Algae mixed with sugar, water and baker yeast. All those formulas, the ratio between Kai Algae : sugar : water was 0.5 : 0.2 : 0.5 respectively. Those mixed components were fermented for 30 days. The pH value, total acid and ethylalcohol were studied 1 2 3 4 5 6 7 14 21 and 30 days of fermentation. The results and found that the pH value trend to reduce in all fermented mixed components. The total acid content was in the rang of 16.16 – 13.56 % and the average ethylalcohol content was 6.0 g/l. After pasteurization, the wine showed the pale brown to dark brown color. All those wines were divided into two parts for storage effect study at room temperature and 4 °C for 90 days. The wines were analysed total phenolic content, ethyl alcohol and total microorganism each month. The result showed that the storage temperature had an effect on total phenolic content, ethyl alcohol content since the storage at cool temperature could preserved the total phenolic content and the content of ethylalcohol more than the wine that storge at room temperature. The total phenolic content was 39.09 mg/l, ethylalcohol content not exceeded than 3.0 g/l and no microorganism in all those wines. The sensory evaluation of Kai wines were tested by 20 volunteers which found that Kai wines accepted in flavour in mediam perception.

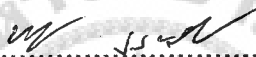
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการ
สอบได้พิจารณาสารนิพนธ์เรื่อง การศึกษาการเตรียมไวน์จากสาหร่ายไก่อ ของศศิธร ไหญ่ถนัด
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์



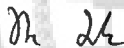
(รองศาสตราจารย์ ดร.พรพิมล ม่วงไทย)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร



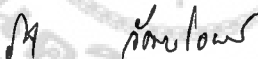
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฟื่องลดา วีระสัย)

คณะกรรมการสอบ



ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.พรพิมล ม่วงไทย)



กรรมการสอบสารนิพนธ์

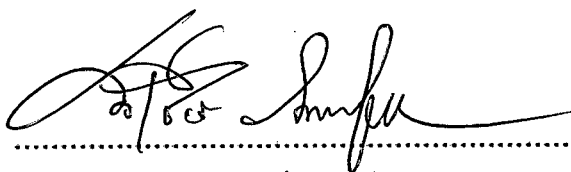
(รองศาสตราจารย์ ภาณี วัฒนโอพาร)



กรรมการสอบสารนิพนธ์

(อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก)

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร มากตุ่น)

วันที่ 22 เดือน ๒๕๖๔ พ.ศ. 2552

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับพระมหากรุณาธิคุณจาก สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ผู้วิชัยขอน้อมรำลึกถึงพระมหากรุณาธิคุณใน พระองค์ที่ทรงมีพระมหากรุณาดำริโครงการส่งเสริมคุณภาพการศึกษา ในโรงเรียนถิ่นทุรกันดาร พื้นที่อำเภอบ่อเกลือ และอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน อันเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาครูใน ถิ่นทุรกันดาร ให้ได้รับการศึกษาในระดับมหาวิทยาลัย สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ซึ่งนับเป็นเกียรติอัน สูงสุดที่ข้าพเจ้าได้รับโอกาสอันดียิ่งนี้ และจะได้นำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาเด็กนักเรียนต่อไป

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. พรพิมล ม่วงไทย ประธานควบคุมสารนิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดถึงดูแล แก้ไขปัญหา และข้อบกพร่องต่างๆ ในการเขียน สารนิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ได้สนับสนุน ทุนการศึกษา โดยผ่านโครงการส่งเสริมคุณภาพการศึกษา โรงเรียนถิ่นทุรกันดาร ในสมเด็จพระเทพ รัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. พรพิมล ม่วงไทย และ คุณจตุรงค์ จงเจริญ ที่ได้ช่วยเหลือแนะนำในห้วงปฏิบัติการ การตรวจวิเคราะห์กรด จุลินทรีย์และ เอทิลแอลกอฮอล์ และขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร. พรพิมล ม่วงไทย ที่ช่วยเสริมข้อมูลในการ เขียนสารนิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. พรพิมล ม่วงไทย รองศาสตราจารย์ ภาณี วัฒนโอพาร และอาจารย์ ดร. สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก ในการเป็นกรรมการสอบปากเปล่า สารนิพนธ์ ตลอดจนการให้คำแนะนำต่างๆ และขอขอบพระคุณอาจารย์ ในคณะวิทยาศาสตร์ ทุกท่านที่ให้ความรู้ให้ความเมตตา ตลอดถึงให้แนวความคิดในการพัฒนาตนเอง และขอบคุณนิสิต ร่วมรุ่นทุกคนที่ช่วยเสริมกำลังใจในด้านการศึกษา

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ คุณอา เพื่อนร่วมงาน และครอบครัวทุกคนที่เป็นกำลังใจ ทำให้การศึกษาได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ศศิธร ไหญ่ถนัด

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
จุดประสงค์ของการวิจัย.....	2
ความสำคัญของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
ข้อมูลพื้นฐาน.....	9
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	20
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	23
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	28
อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมี.....	28
ขั้นตอนการทดลอง.....	29
4 ผลการวิจัย.....	35
ผลการศึกษาการเตรียมไวน์จากสาหร่ายไก่อ.....	35
การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีในระหว่างกระบวนการหมักไวน์จากสาหร่ายไก่อ.....	35
วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ จุลินทรีย์ ของไวน์สาหร่ายไก่อระหว่างกระบวนการเก็บรักษา.....	40
ผลการวิเคราะห์คุณภาพของไวน์สาหร่ายไก่อทางประสาทสัมผัส.....	45

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	48
สรุปผลการวิจัย.....	48
อภิปรายผล.....	49
ข้อเสนอแนะ.....	50
บรรณานุกรม.....	51
ภาคผนวก.....	55
ภาคผนวก ก.....	56
ภาคผนวก ข.....	61
ภาคผนวก ค.....	63
ภาคผนวก ง.....	67
ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์.....	69



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 สำหรับรายไถ่ในธรรมชาติ.....	6
2 สำหรับรายไถ่สด.....	6
3 สำหรับรายไถ่แห้ง.....	7
4 แสดงปฏิกิริยาระหว่างอนุมูลอิสระกับเป้าหมายเป้าหมาย.....	21
5 ค่าความเป็นกรด-เบสของไวน์สำหรับรายไถ่ระหว่างการหมัก.....	36
6 ค่าความเป็นกรด-เบสของไวน์สำหรับรายไถ่เก็บที่อุณหภูมิห้อง.....	37
7 ค่าความเป็นกรด-เบสของไวน์สำหรับรายไถ่เก็บที่อุณหภูมิ 4 °C	38
8 ปริมาณกรดรวมในไวน์สำหรับรายไถ่ระหว่างการหมัก.....	38
9 ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในไวน์สำหรับรายไถ่ระหว่างการหมัก.....	39
10 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในไวน์สูตรต่าง ๆ ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง.....	40
11 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในไวน์สูตรต่าง ๆ ที่เก็บไว้ที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 °C.	41
12 เปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในไวน์เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและ อุณหภูมิ 4 °C.....	42
13 ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในไวน์สำหรับรายไถ่เก็บที่อุณหภูมิห้อง.....	43
14 ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในไวน์สำหรับรายไถ่เก็บที่อุณหภูมิ 4 °C.....	44
15 เปรียบเทียบปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในไวน์เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและ อุณหภูมิ 4 °C.....	45
16 ระดับความพึงพอใจกลิ่นในไวน์สำหรับรายไถ่.....	46
17 ระดับความพึงพอใจรสชาติในไวน์สำหรับรายไถ่.....	47
17 กราฟมาตรฐาน Ethanol.....	62
18 กราฟมาตรฐานปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยเปรียบเทียบกับกรด Gallic.....	62
19 สำหรับรายไถ่แห้งก่อนนำมาหมัก.....	54
20 ช่วงระยะเวลาการหมัก 0 - 30 วัน.....	54
21 บรรจุไวน์สำหรับรายไถ่.....	65
22 ไวน์สำหรับรายไถ่ที่หมักจากรายไถ่สด.....	65
23 ไวน์สำหรับรายไถ่ที่หมักจากรายไถ่แห้ง.....	66
24 ไวน์สำหรับรายไถ่ที่บรรจุในขวด.....	66

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

สาหร่ายไก่อ เป็นสาหร่ายน้ำจืดสีเขียวที่พบทางภาคเหนือของประเทศไทย โดยเฉพาะเข
จังหวัดน่านพบมากบริเวณ แม่น้ำน่าน เขตอ.ท่าวังผา นอกจากนี้ยังพบในเขตแม่น้ำโขง อ.เชียงของ
จ.เชียงราย จากการสำรวจชนิดของสาหร่ายไก่อพบว่าสาหร่ายไก่อมี 2 สกุล คือ คลอดิโอฟอรัรา
(*Cladophora* spp.) รู้จักในชื่อสามัญว่า สาหร่ายไก่อไหม้ หรือ สาหร่ายไก่อเปื่อย และ ไมโครสปอรัรา
(*Microspora* spp.) คือ สาหร่ายไก่อ้าว หรือสาหร่ายไก่อเหนียว เมื่อพิจารณาในระดับชนิด พบว่า
สาหร่ายไก่อไหม้ หรือ สาหร่ายไก่อเปื่อย คือ *Cladophora glomerata* Kützing ส่วนสาหร่ายไก่อ้าว
หรือสาหร่ายไก่อเหนียว คือ *Microspora fluccosa* Thuret โดยทั่วไปประชาชนส่วนใหญ่นิยมนำ
สาหร่ายไก่อมาบริโภคเป็นอาหาร โดยบริโภคสด นอกจากนี้ยังนิยมนำมาปรุงเป็น ยำ หรือ ห่อหนึ่ง จาก
การวิเคราะห์ทางเคมีพบว่าสาหร่ายไก่อมีโปรตีนประมาณร้อยละ 19.44 นอกจากนี้พบ ไขมัน เส้นใย
แคลเซียม เหล็ก แมกนีเซียม แคโรทีน วิตามินอี วิตามิน บี1 และ บี2 แชนโทรฟิล โดยเฉพาะ
ปริมาณเบต้าแคโรทีนในสาหร่ายไก่อมีปริมาณสูงกว่าแครอท 4 เท่า การบริโภคสาหร่ายไก่อจึงช่วย
ส่งเสริมความจำ ช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง ช่วยบำรุงสมอง กระดูก และฟันให้แข็งแรง มีเส้นใย
อาหารสูงจึงป้องกันการท้องผูกและยังเป็นอาหารที่ดีเยี่ยมสำหรับผู้บริโภคอาหารเจ และมังสวิวัติ
ตามความเชื่อของชาวบ้านซึ่งเชื่อกันว่าการบริโภคสาหร่ายไก่อจะทำให้ผอมดกดำ ไม่หงอกง่าย และ
ชะลอความแก่ จากการที่สาหร่ายไก่อมีคุณค่าทางอาหารสูงจึงมีผู้นำสาหร่ายไก่อไปแปรรูปเป็น
ผลิตภัณฑ์อื่น เช่น สาหร่ายไก่อยี้ สาหร่ายไก่อแผ่นอบแห้ง แต่สำหรับการผลิตเป็นเครื่องดื่มประเภท
ไวน์ยังไม่มีรายงาน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาวิจัย เกี่ยวกับการแปรรูปสาหร่ายไก่อ โดย
นำสาหร่ายไก่อมาแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่ามากขึ้น โดยสนใจที่จะผลิตเป็นไวน์ ทั้งนี้เพราะ
ไวน์เป็นเครื่องดื่ม ประเภทหนึ่งที่ได้รับการบริโภคแพร่หลาย และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาสูง ซึ่ง
ตามปกติไวน์จะผลิตได้จากการหมักของน้ำผลไม้ ดังนั้น ไวน์จึงมีรสเปรี้ยว รสหวาน และมีกลิ่นหอ
ของน้ำผลไม้ชนิดนั้น ๆ มีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ต่ำ ไวน์ตามความหมายที่แท้จริงหรือตามหลักสาก
หมายถึง ไวน์ที่ทำจากน้ำองุ่นเท่านั้น แต่โดยทั่วไปแล้วผลไม้ทุกชนิดสามารถใช้ผลิตเป็นไวน์ได้ โดย
จะเรียกชื่อชนิดของผลไม้ชนิดนั้นไว้ด้วย ในไวน์จะประกอบไปด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ น้ำตาล
คาร์โบไฮเดรต วิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ ไม่น้อยกว่า 20 ชนิด นอกจากนี้ยังมีกรดอินทรีย์มากกว่า
22 ชนิด

ดังนั้นนอกจากผู้วิจัยจะได้ศึกษาการผลิตไวน์จากสาหร่ายไก่อแล้ว จะทำการศึกษาคุณภาพ
ของไวน์จากสาหร่ายไก่อ โดยวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพด้านสี กลิ่น รส ความยอมรับของ

ผู้บริโภครวบรวมข้อมูลทางเคมีที่เป็นประโยชน์ ทั้งนี้เพื่อเป็นการเสริมให้ประชาชนทั่วไปเห็นประโยชน์ของสาหร่ายไวกามากยิ่งขึ้น

จุดประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีจุดประสงค์ของการวิจัย ดังต่อไปนี้

- 1) เพื่อศึกษาการผลิตไวน์จากสาหร่ายไวกสเปรียบเทียบกับสาหร่ายไวกแห้ง
- 2) เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณกรด ปริมาณแอลกอฮอล์ ในระหว่างกระบวนการหมักและปริมาณจุลินทรีย์ ระหว่างการเก็บรักษา
- 3) เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ

ความสำคัญของงานวิจัย

เพื่อทราบถึงแนวทางในการหมักไวน์จากสาหร่ายไวก

- 1) เพื่อทราบถึงแนวทางพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงประเภทหนึ่งจากสาหร่ายไวก
- 2) ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับการผลิตไวน์จากพืชผักและผลไม้ ที่อยู่ในท้องถิ่น เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไข หรือช่วยการเพิ่มมูลค่าของพืชผัก ผลไม้ ที่มีอยู่ในท้องถิ่น

ขอบเขตของงานวิจัย

1. ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

สาหร่ายไวกสดและสาหร่ายไวกแห้ง นำมาจาก อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน

2. การตรวจสอบคุณสมบัติของไวน์จากสาหร่ายไวก

- วิเคราะห์ปริมาณกรด ในระหว่างการหมักและระหว่างการเก็บรักษา
- วิเคราะห์ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ ในระหว่างการหมักและระหว่างการเก็บรักษา
- วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ ในระหว่างการเก็บรักษา

ในระหว่างกระบวนการหมักไวน์ และ ระหว่างการเก็บรักษาไวน์นาน 90 วัน

3. การตรวจสอบคุณสมบัติพิเศษของไวน์จากสาหร่ายไวก

- ตรวจหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ในระหว่างการเก็บรักษา

กรอบแนวคิดในการวิจัย

- 1) ศึกษากระบวนการผลิตไวน์ที่มีการแปรผันลักษณะของการผลิตไวน์ จำนวน 4 สูตรได้แก่

สูตรที่ 1 สาหร่ายไวกสด ผสมกับน้ำตาลทราย; น้ำ และจุลินทรีย์แซคคาโรไมซีส

สูตรที่ 2 สำหรับไกสด ผสมกับน้ำตาลทราย; น้ำ และยีสต์ที่ใช้ในการทำขนมปัง

สูตรที่ 3 สำหรับไกแห้ง ผสมกับน้ำตาลทราย; น้ำ และจุลินทรีย์แซคคาไรโมซีส

สูตรที่ 4 สำหรับไกแห้ง ผสมกับน้ำตาลทราย; น้ำ และยีสต์ที่ใช้ในการทำขนมปัง

2) การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณกรดรวม, แอลกอฮอล์, จุลินทรีย์รวม โดยทำการตรวจสอบสารข้างต้นก่อนการพาสเจอร์ไรซ์และระหว่างการเก็บเป็นเวลา 90 วัน

3) การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม โดยตรวจสอบในสำหรับสด สำหรับแห้ง เมื่อผลิตไวน์เสร็จและระหว่างการเก็บเป็นเวลา 90 วัน

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลา เริ่มตั้งแต่ วันที่ 1 มกราคม 2551 – ธันวาคม 2551

สถานที่ทำการทดลอง

1) สถานที่ทำการทดลองหมักไวน์จากสำหรับไก อ.บ่อเกลือ จ.น่าน และห้องปฏิบัติการทดลองวิจัยสาขาเคมีวิเคราะห์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2) สถานที่ทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารต่างๆ คือ ห้องวิจัยเคมีวิเคราะห์และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ไวน์ หมายถึง เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ที่เกิดจากการหมักผลไม้ น้ำผลไม้ หรือผลผลิตทางการเกษตรบางชนิด เช่น ข้าว น้ำผึ้ง แป้ง น้ำตาล เป็นต้น ทั้งนี้อาจเติมแอลกอฮอล์หรือสุราชนิดอื่น เพื่อให้มีแรงแอลกอฮอล์มากขึ้น และอาจปรุงแต่ง สี กลิ่น รส เพิ่มเติมด้วยก็ได้ มาตรฐานนี้ได้กำหนดขอบข่าย บทนิยาม คุณลักษณะที่ต้องการ คุณลักษณะทางเคมี วัตถุเจือปนอาหาร สารปนเปื้อน การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก และการชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, (ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 118 ตอนที่ 94ง วันที่ 22 พฤศจิกายน 2544)

2. มอก. หมายถึง มาตรฐานอุตสาหกรรม ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 21 พ.ศ.2543 ว่าด้วยเครื่องดื่มในภาชนะปิดสนิทกำหนดให้มีแอลกอฮอล์ เกิดขึ้นจากธรรมชาติของส่วนประกอบและแอลกอฮอล์ ที่ใช้ในกรรมวิธีการผลิต รวมกันได้ไม่เกินร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก ถ้าจำเป็นต้องมีแอลกอฮอล์ ในปริมาณที่สูงกว่าที่กำหนดไว้ ต้องได้รับความเห็นชอบ จากคณะกรรมการอาหารและยา และแอลกอฮอล์ที่ได้จากกรรมวิธีการผลิต ต้องไม่มีเอทิลแอลกอฮอล์

3. การประเมินคุณภาพของไวน์ หมายถึง การประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพและการประเมินคุณภาพทางด้านเคมี

3.1 คุณลักษณะทางกายภาพ หมายถึง ลักษณะสี กลิ่น และรส ของไวน์จากสาหร่ายไก่อ

3.2 คุณสมบัติทางเคมี หมายถึง ปริมาณกรดรวม ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณจุลินทรีย์รวม ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ปริมาณซัลไฟเนียมของไวน์ที่ผลิตจากสาหร่ายไก่อ

4. สารต้านอนุมูลอิสระ หมายถึง สารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) หรือสารที่สามารถเข้าจับกับอนุมูลอิสระแล้วยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของโมเลกุลเป้าหมาย ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และ DNA

5. สาหร่ายไก่อสด หมายถึง สาหร่ายที่เจริญอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติและถูกเก็บมาเพื่อใช้บริโภคโดยตรง โดยไม่ผ่านกระบวนการแปรรูป

6. สาหร่ายไก่อแห้ง หมายถึง สาหร่ายไก่อสดที่ผ่านกระบวนการแปรรูปโดยการทำให้แห้งด้วยการตากแดด



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ได้แก่

1. ข้อมูลพื้นฐาน
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

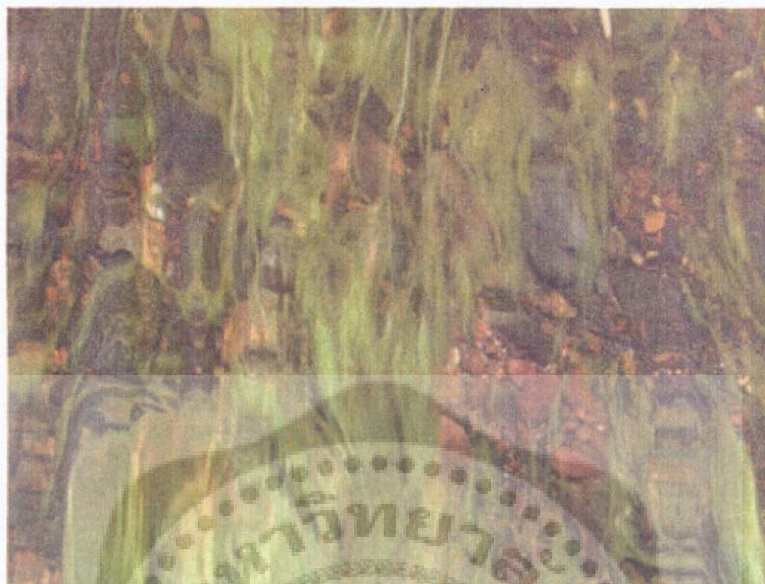
1. ข้อมูลพื้นฐาน

1.1 ข้อมูลพื้นฐานสาหร่ายไก่อ

สาหร่ายไก่อจัดเป็นสาหร่ายสีเขียว (Green Algae) อยู่ใน Division Chlorophyta เป็นสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้นสายบางชนิดแตกแขนง บางชนิดไม่แตกแขนง คลอโร พลาสต์เป็นแบบร่างแห สาหร่ายไก่อมี 2 ประเภท คือ สาหร่ายไก่อไหม ซึ่งเส้นสายยาวและอ่อนนุ่มคล้ายเส้นไหม ประกอบไปด้วยสาหร่ายในจีนัส *Microspora* spp. หลายสปีชีส์ เช่น *Microspora floccosa* (Vaucher) Thuret, *Microspora pachyderma* (Will) Lagerheim, *Microspora* sp. 1 และ *Microspora* sp. 2 ส่วนอีกชนิดคือ สาหร่ายไก่อ้าว ซึ่งเป็นเส้นสายที่หยากกว่าสาหร่ายไก่อไหม เนื่องจากมีการแตกแขนง ประกอบไปด้วยสาหร่ายในจีนัส *Cladophora* spp. หลายชนิดได้แก่ *Cladophora glomerata* Kuetzing, *Cladophora* sp. 1 (ยู่ดี พิรพรพิศาลและคนอื่น ๆ , 2547) สาหร่ายชนิดนี้เจริญอยู่บนก้อนหินในน้ำไหลที่ค่อนข้างใส น้ำไหลเอื่อย ๆ และเป็นน้ำที่มีคุณภาพดี พบได้ทั่วไปในลำธาร หรือแม่น้ำขนาดเล็ก พื้นท้องน้ำมีหินก้อนใหญ่น้อย และน้ำตื้นใส แหล่งน้ำที่มสาหร่ายไก่อมากเป็นพิเศษในประเทศไทย มี 2 แหล่ง คือ แม่น้ำน่าน จังหวัดน่าน และแม่น้ำโขง บริเวณอำเภอยางของ จังหวัดเชียงราย สำหรับในลำน้ำน่านจะพบสาหร่ายไก่อตลอดลำน้ำตั้งแต่ตน้ำจนถึงปลายน้ำ แต่จะมีมากน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งยึดเกาะที่สาหร่ายจะเจริญได้ คือ ก้อนหินขนาดใหญ่ และเล็ก แต่สาหร่ายชนิดนี้ไม่ได้เจริญทั้งปี แต่จะเจริญในช่วงฤดูแล้ง คือ ฤดูหนาวต่อกับต้นฤดูร้อน ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนเมษายน เมื่อมีฝนตกลงมา น้ำในลำน้ำจะขุ่น สาหร่ายเหล่านี้สามารถสังเคราะห์แสงได้จะทยอยตายไปจนหมด

การเก็บสาหร่ายไก่อจากแหล่งน้ำธรรมชาตินั้น ชาวบ้านจะรอให้สาหร่ายเจริญเต็มที่จะมีขนาดยาวมากตั้งแต่ครึ่งเมตร ไปจนถึง 4 – 5 เมตร โดยการ "จกไก่อ" ซึ่งก็คือ การดึงสาหร่ายที่มีขนาดยาวพอเหมาะออกจากก้อนหินแล้วส่ายไปมาในน้ำให้ดินหรือสิ่งที่เกาะมาหลุดออกไป พาดไว้บนท่อนแขน สะสมไปเรื่อย ๆ จนมากพอที่จะมัดให้เป็นกลุ่มก้อน นำไปตากหรือแปรรูปเป็นอาหารชนิดต่าง ๆ ซึ่งในจังหวัดน่านมีการกระจายทั่วไปของสาหร่ายไก่อในลำน้ำน่าน โดยเฉพาะที่พื้นท้องน้ำ

ที่มีลักษณะเป็นก้อนหินและมีกระแสน้ำไหลไม่แรงนัก (ศรีวรรณ ไชยสุข: 2545) จะมีมากบริเวณ
อำเภอท่าวังผา อำเภอบ่อเกลือ อำเภอบัว และอำเภอเมืองตามลำต๊ับ



ภาพประกอบ 1 สำหรับไ้ในสภาพธรรมชาติ
ที่มา: ยุวดี พิรพรพิศาล. (2546). สำหรับวิทยยา. 173



ภาพประกอบ 2 สำหรับไ้โกสด
ที่มา: <http://www.ist.cmu.ac.th>



ภาพประกอบ 3 สาหร่ายไทดากแห้ง

ที่มา : <http://www.bloggang.com>

สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารจากสาหร่ายที่มาจากภูมิปัญญาชาวบ้านที่แพร่หลายที่อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย และอำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน ชาวบ้านมีการใช้สาหร่ายทั้งสดและแห้ง อาหารสดที่ทำมาจากสาหร่ายจะเป็นยาคชนิดต่าง ๆ เช่น ยาก ห่อไถนึ่ง ซึ่งคล้ายกับห่อหมกของภาคกลาง ส่วนสาหร่ายไทดากแห้งนิยมนำมาทำ "ไถย" นอกจากนี้ได้มีผู้วิจัยหลายท่านทำการพัฒนาดัดแปลงการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารจากสาหร่ายไถในแบบต่าง ๆ มากขึ้นเช่น สาหร่ายไถแผ่นปรุงรส ลูกก็สาหร่ายไถ ขนมปังสาหร่ายไถ เส้นบะหมี่สาหร่ายไถ หมูยอสาหร่ายไถ ลูกชิ้นหมูสาหร่ายไถ ไส้กรอกเปรี้ยวผสมสาหร่ายไถ แครกเกอร์หน้าไถย สาหร่ายไถแผ่นชุบแป้งทอด ยาสระผมสาหร่ายไถ และซีอิ๊วจากสาหร่ายไถ ข้าวเกรียบสาหร่ายไถ, ลูกก็สาหร่ายไถ, แค็กเนยสดใส่สาหร่ายไถ, ครองแครงสาหร่ายไถ ข้าวตังหน้าสาหร่ายไถ และกะหรี่ปั๊ปใส่สาหร่ายไถ

สาหร่ายไถมีคุณสมบัติที่สำคัญ ด้านสรรพคุณทางยา โดยใช้เป็น ยาอายุวัฒนะสามารถรักษาโรคต่าง ๆ เช่น โรคมะเร็ง ระบายความร้อน ดับกระหาย รักษาพิษของแผลสด อันเนื่องจากบาดแผลจากคมมีด หรือจากแมลงสัตว์กัดต่อย ทำให้ร่างกายกระชุ่มกระชวย ชะลอความแก่ ผดผื่นคัน ทางสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ได้ทำการศึกษาลแล้วพบว่า สารสกัดจากไถมีฤทธิ์ต้านการเกิดแผลในกระเพาะอาหารได้ และยังมีแนวโน้มยับยั้งอาการเกร็งของกล้ามเนื้อเรียบ ขยายหลอดลม ด้านการอักเสบ ระงับปวด นอกจากนี้ยังมีสารต่อต้านอนุมูลอิสระหรือเซลล์มะเร็ง

ยุวดี พิรพรพิศาลและคนอื่น ๆ (2547) ได้รายงานผลการตรวจสอบคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายไถตามที่แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายโก

ชนิดสารอาหาร	(กรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)
ความชื้น	6.61
ไขมัน	6.14
โปรตีน (N×6.25)	20.6
กากใยอาหาร	21.2
เถ้า	14.2
คาร์โบไฮเดรต	31.25
ค่าพลังงานความร้อน (กิโลแคลอรี/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	262.7
ชนิดวิตามิน	(ไมโครกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)
วิตามินเอ	ไม่พบ
วิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	21.6
วิตามินบี 1	87.3
วิตามินบี 2	355.6
กรดโฟลิก	128.2
กรดแพนโทธีนิก	349.3
ไนอะซิน (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	4.59
ชนิดเกลือแร่	(มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)
แคลเซียม	768
โซเดียม	474.3
โพแทสเซียม (กรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	2.61
คลอไรด์ (กรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	1.04
แมกนีเซียม	194.8
แมงกานีส	21.2
เหล็ก	195.2
ทองแดง (ไมโครกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	250
สังกะสี	1.13
ซีลีเนียม (ไมโครกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	9.6

ตาราง 1 (ต่อ)

ปริมาณรังควัตถุในสาหร่ายไก่อ	(mg.g.dw ⁻¹)
คลอโรฟิลล์ เอ	3.75
คลอโรฟิลล์ บี	18.45
แคโรทีนอยด์	1.84
ไฟโคไซยานิน	ไม่มี
อัลโลไฟโคไซยานิน	ไม่มี

ที่มา: ยุวดี พิรพรพิศาล. (2546). สาหร่ายวิทยา. 173

1.2 ข้อมูลพื้นฐานไวน์

ประวัติและความเป็นมาของไวน์

ต้นองุ่นเป็นพันธุ์ไม้ชนิดหนึ่งที่น่าผลมาทำเหล้าองุ่นหรือไวน์ได้ และยังสามารถนำไปทำเหล้าชนิดอื่นได้อีก เช่น เหล้าบรันดี เหล้าคอนยัค เหล้าแชมเปญ เป็นต้น องุ่นนั้นนิยมปลูกทั่วไปในที่ที่มีอากาศและดินที่ดีเกี่ยวกับพันธุ์องุ่นที่นำมาปลูกนั้น ตามประวัตินั้นเชื่อกันว่ามาจากทวีปเอเชียและได้ถูกนำไปปลูกยังทวีปอื่น ๆ จนเป็นที่แพร่หลายโดยทั่วไปในปัจจุบัน ส่วนการผลิตหรือการทำเหล้าองุ่น ตามตำนานของกรีก ได้กล่าวไว้ว่า บักซุ เป็นผู้ค้นพบวิธีการทำไวน์จากผลองุ่นและได้สอนวิธีการปลูกรักษาองุ่นและการทำเหล้าองุ่นให้ชาวไร่และต่อมาได้รับสมญานามว่า “เทพเจ้าแห่งเหล้าองุ่น” ถ้าจะกล่าวถึงประเทศต่าง ๆ ที่มีการผลิตเหล้าไวน์นั้น ในปัจจุบันมีอยู่หลายประเทศด้วยกัน เช่น ประเทศฝรั่งเศส ประเทศเยอรมัน ประเทศออสเตรีย ประเทศอิตาลี ประเทศสเปน ประเทศโปรตุเกส ประเทศสหรัฐ ประเทศกรีซ ฯลฯ สำหรับไวน์มีประเทศต่าง ๆ มีการผลิตนั้นมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน ซึ่งแต่ละชนิดหรือแต่ละชนิดประเภทก็จะมี ความแตกต่างกันออกไป ประเภทของไวน์โดยทั่วไป แบ่งได้เป็น 4 ประเภทด้วยกัน คือ

1. เทเบิล ไวน์ หมายถึง ไวน์ที่นิยมใช้ดื่มควบคู่กับอาหารชนิดต่าง ๆ เพื่อให้อาหารมีรสชาติดีขึ้น ไวน์ที่จัดอยู่ในประเภทนี้ คือ ไวน์แดง ไวน์ขาว ไวน์สีชมพู
2. สปราร์คกลิ้ง ไวน์ หมายถึง ไวน์ที่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ประกอบอยู่ด้วย ได้แก่ แชมเปญ
3. ฟอร์ทified ไวน์ หมายถึง ไวน์ที่มีปริมาณคักรีของแอลกอฮอล์อยู่สูงกว่าไวน์ชนิดอื่น ๆ เพราะได้นำเหล้าชนิดอื่นผสมลงไป เช่น เหล้าประเภทบรันดี เหล้าพอร์ต เหล้าเชอร์รี่
4. อโรมาไทซ์ ไวน์ หมายถึง ไวน์ที่มีการปรุงรสชาติ กลิ่น และสีขึ้นใหม่ด้วยวิธีการต้ม กลั่น แช่ว ไวน์ ได้แก่ เหล้าเวอร์มูท

ไวน์แต่ละประเภทที่กล่าวมาแล้ว มีหลายประเทศที่ผลิตและจำหน่าย แต่มีคุณภาพ คุณลักษณะ รสชาติที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ไวน์ที่มีคุณภาพ คุณลักษณะและรสชาติจะดีหรือไม่ดีนั้น จะขึ้นอยู่กับส่วนประกอบต่อไปนี้

1. ดิน (ประเภทของดิน)
2. ภูมิอากาศ
3. พันธุ์ขององุ่นและผลไม้
4. การเพาะปลูกและการรักษา
5. กรรมวิธีการผลิต

ขั้นตอนการผลิตไวน์

ขั้นตอนการผลิตไวน์ มี 9 ขั้นตอน ดังนี้ (ประดิษฐ์ ครุณาวิน. 2541)

1. การเตรียมน้ำองุ่น ขั้นนี้เป็นขั้นที่สำคัญ การได้น้ำองุ่นที่ดีต้องเริ่มจากคัดเลือกพันธุ์องุ่นที่เหมาะสมกับสภาพดินฟ้าอากาศและสามารถนำมาทำไวน์ได้ เมื่อเข้าสู่ฤดูเก็บเกี่ยวองุ่น ต้องทดสอบองค์ประกอบขององุ่น ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตว่าที่ความหวานและปริมาณกรดเหมาะสมหรือไม่ รวมทั้งการจดบันทึกน้ำหนักและชื่อพันธุ์องุ่นที่ใช้ทำไวน์ ควรทำการทดลองปลูกองุ่นหลาย ๆ พันธุ์ เพื่อทดสอบว่าไวน์ที่ทำจากองุ่นพันธุ์ใด จะให้ผลอย่างไร หรือการผสมองุ่นตั้งแต่ 2 พันธุ์ขึ้นไป ในอัตราส่วนที่ต้องการจะได้ไวน์ที่มีลักษณะ รสชาติอย่างไรบ้าง ในการผลิตไวน์ขาวจะบีบคั้นองุ่นมาหมัก แต่ไวน์แดงจะหมักทั้งเปลือกและน้ำ
2. การกำจัดจุลินทรีย์ในน้ำองุ่นด้วย ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เพื่อกำจัดจุลินทรีย์ที่ปนอยู่ในน้ำองุ่น
3. การใส่เชื้อยีสต์เพื่อช่วยในการผลิตไวน์ การเลือกใช้เชื้อยีสต์ควรเลือกให้เหมาะสมกับพันธุ์องุ่นและชนิดของไวน์ที่ผลิต ในปัจจุบันมีเชื้อยีสต์สำเร็จรูปขาย สามารถเลือกซื้อได้ง่าย ราคาไม่แพง วิธีใช้จะระบุอยู่ข้างภาชนะบรรจุ การผลิตไวน์เป็นขั้นตอนหนึ่ง การเลือกใช้ภาชนะหมัก ควรเป็นภาชนะแข็งแรง ทนทานต่อกรด ไม่เป็นสนิมสุก ร้อนเร็ว ซึมง่าย การผลิตไวน์ขาวจะควบคุมอุณหภูมิที่ $15 - 18^{\circ}\text{C}$ ใช้เวลาหมักประมาณ 1 สัปดาห์ จึงบีบคั้นกากองุ่นทิ้งแล้วนำไวน์มาหมักต่อ ใช้เวลาประมาณ 3 - 4 สัปดาห์ จนไวน์หมดความหวาน
4. การทำให้ไวน์ใส เมื่อหมักเสร็จควรกำจัดตะกอนออกจากถังหมัก แล้วเติมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และสารเพื่อช่วยการตกตะกอนจะทำให้ไวน์ใส
5. การเก็บและการบ่มไวน์ ไวน์ที่ผ่านการตกตะกอน จะเก็บไว้ในถังสแตนเลสระยะหนึ่งมีการควบคุมอุณหภูมิ ระยะเวลาที่ใช้ในการบ่ม ขึ้นอยู่กับชนิดของไวน์พันธุ์องุ่นการบ่มไวน์เพื่อให้ได้ไวน์มีคุณภาพ
6. การผสมปรุงแต่งไวน์ การผสมปรุงไวน์ทำโดยนำไวน์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาผสมในสัดส่วนต่าง ๆ เพื่อให้ได้ไวน์มีคุณภาพ ตามต้องการหรืออาจจะเติมสารปรุงแต่งอื่น ๆ เช่น เพิ่มความหวานตามชนิดของไวน์ก็ได้

7. การทดสอบการอยู่ตัวของไวน์ ในการผลิตไวน์บางครั้งตั้งแต่ขั้นแรกจนถึงการเก็บบ่มอาจมีเชื้อจุลินทรีย์ และสารเคมีเหลืออยู่ทำให้ไวน์ขุ่นหรือเกิดผลึกสีขาว ดังนั้นต้องกำจัดจุลินทรีย์ และสารเคมีที่ทำให้ไวน์ขุ่นให้หมด เมื่อไวน์อยู่ตัวดีแล้วนั้น คือจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงด้านสีและความใสอีก

8. การกรองครั้งสุดท้าย หลังจากทำให้ไวน์อยู่ตัวแล้ว จะนำมากรองอีกครั้งหนึ่งก่อนบรรจุขวด การกรองนี้เพื่อกำจัดตะกอนหรือสารแขวนลอยที่หลงเหลืออยู่ การกรองจะทำให้ไวน์ใสมาก เมื่อกรองเสร็จแล้วแล้วจะบรรจุขวดทันที

9. การบรรจุขวดไวน์ เมื่อผ่านการทดสอบทุกขั้นตอนจนมั่นใจว่าไวน์มีคุณภาพดีแล้วจะนำมาบรรจุขวด ขวดที่ใช้บรรจุส่วนใหญ่เป็นขวดสีเขียวหรือสีชา ใช้จุกคอร์กปิดปากขวดหุ้มด้วยฟอสล์ ปิดฉลาก ข้อความในฉลากประกอบด้วย ชื่อ ชนิดไวน์ ผู้ผลิต ปริมาณแอลกอฮอล์ ขนาดบรรจุ และควรระบุพื้นที่ที่ผลิต ปีที่ผลิต และอื่น ๆ ที่จำเป็น

1. ปริมาณแอลกอฮอล์ไวน์หรือสุราแซ่ทุกชนิด (ยกเว้นเบียร์) ควรมีปริมาณแอลกอฮอล์อย่างต่ำร้อยละ 8 โดยปริมาตร สูงสุดไม่ควรเกินร้อยละ 14 โดยปริมาตร

ไวน์ที่มีการเติมแอลกอฮอล์กลั่น ควรมีแรงแอลกอฮอล์อย่างต่ำร้อยละ 15 โดยปริมาตร สูงสุดไม่เกินร้อยละ 22 โดยปริมาตร

2. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ละลายในไวน์ฟองและแชมเปญ เพื่อเก็บภาณีประเภทไวน์ฟอง อย่างต่ำควรมีคาร์บอนไดออกไซด์ 5 บรรยากาศ สูงสุดไม่ควรเกิน 6.5 บรรยากาศที่ 15 °C

3. ปริมาณกรดทั้งหมดในไวน์

3.1 ไวน์องุ่น ควรมี 5 – 9 กรัม/ลิตร (คำนวณเป็นกรดทาร์ทาริก)

3.2 ไวน์ผลไม้ ควรมี 3 – 6 กรัม/ลิตร (คำนวณเป็นกรดมะนาว)

3.3 ไวน์ข้าว ควรมี 1 – 2 กรัม/ลิตร (คำนวณเป็นกรดแลคติก)

3.4 ไวน์อื่น ๆ ควรมี 3 – 6 กรัม/ลิตร (คำนวณเป็นกรดมะนาว)

4. ปริมาณกรดระเหย (volatile acidity) ไม่ควรเกิน 1.5 กรัม/ลิตร (คำนวณเป็นกรดน้ำส้มสายชู)

5. ปริมาณอัลดีไฮด์ (aldehyde) ไม่ควรเกิน 100 ส่วนในล้านส่วน (ppm) (คำนวณเป็น acetadehyde) ยกเว้นไวน์ประเภทเชอร์รี่ ซึ่งอาจสูงกว่า 300 ppm

6. ฟุเซลอยส์ (fusel oils) ไม่ควรเกิน 400 ppm

7. กลีเซอรอล (glycerol) ประมาณ 20 – 30 กรัม/ลิตร

8. เอสเทอร์ (ester) ไม่ควรเกิน 300 ppm (คำนวณเป็นเอทิลอะซิเตต)

9. โลหะหนัก (heavy metal)

สารหนู (Arsenic) ไม่ควรเกิน 0.2 ppm

ตะกั่ว (Lead) ไม่ควรเกิน 0.1 ppm

ทองแดง (Copper) ไม่ควรเกิน 3.0 ppm

เหล็ก (Iron) ไม่ควรเกิน 1.5 ppm

10. ไม่ควรมีเมทานอล (methanol) กรดซาลิซิลิก (salicylic Acid)

อัลคาลอยด์ที่เป็นพิษ (toxic alkaloids) ไกลโคไซด์ที่เป็นพิษ (toxic glycosides)

11. สารถนอมอาหาร (preservatives)

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ ไม่ควรเกิน 40 ppm

กรดเบนโซอิก ไม่ควรเกิน 250 ppm

กรดซอร์บิก ไม่ควรเกิน 200 ppm

คุณภาพหรือมาตรฐานของไวน์บรรจุขวด

ปัจจุบันนี้ผู้ผลิตไวน์บรรจุขวดจำหน่ายแพร่หลายตามท้องตลาดและได้รับความนิยมจากผู้บริโภคทั่วไป ในการคุ้มครองผู้บริโภคให้ได้รับความปลอดภัยในการบริโภค กระทรวงสรรพสามิตได้ออกประกาศ ฉบับที่ 10 (พ.ศ.2522) เรื่องให้สุรา ไวน์ บรรจุขวดเป็นอาหารควบคุมเฉพาะและแก้ไขเพิ่มเติมตามประกาศ ฉบับที่ 10 (พ.ศ.2527) ได้กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของไวน์บรรจุขวด ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. คุณสมบัติของไวน์ทางกายภาพ

1.1 ความขุ่น ต้องไม่เกิน 7.0 ซิลิกาซากล

1.2 สีต้องไม่เกิน 30 ฮาเซนยูนิต

1.3 กลิ่น มีเฉพาะกลิ่นแอลกอฮอล์และวัตถุดิบที่ใช้ทำ เช่น องุ่น หรือผลไม้ที่ใช้ทำ ไม่มีกลิ่นคลอรีน และกลิ่นบูดเปรี้ยว

1.4 ความเป็นกรด – ด่าง ต้องอยู่ระหว่าง 6.5 ถึง 9.5

1.5 ปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ระหว่าง 10 – 15 ดีกรี

2. คุณสมบัติทางเคมี

2.1 ปริมาณสารทั้งหมด (Total Solid) ไม่เกิน 700.00 มิลลิกรัม ต่อไวน์บริโภค 1 ลิตร

2.2 สารหนู ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อไวน์บริโภค 1 ลิตร

2.3 แบเรียม ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม ต่อไวน์บริโภค 1 ลิตร

2.4 แคดเมียม ไม่เกิน 0.005 มิลลิกรัม ต่อไวน์บริโภค 1 ลิตร

2.5 คลอไรด์ โดยคำนวณเป็นครอสีน ไม่เกิน 250.00 มิลลิกรัม ต่อไวน์บริโภค 1 ลิตร

2.6 โครเมียม ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อไวน์บริโภค 1 ลิตร

2.7 ทองแดง ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม ต่อไวน์บริโภค 1 ลิตร

2.8 เหล็ก ไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัม ต่อไวน์บริโภค 1 ลิตร

- 2.9 ตะกั่ว ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อโวน์บริโภาค 1 ลิตร
- 2.10 แมงกานีส ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อโวน์บริโภาค 1 ลิตร
- 2.11 พรอท ไม่เกิน 0.002 มิลลิกรัม ต่อโวน์บริโภาค 1 ลิตร
- 2.12 ไนเตรท โดยคำนวณเป็นไนโตรเจน ไม่เกิน 4.0 มิลลิกรัม ต่อโวน์

บริโภาค 1 ลิตร

- 2.13 ฟีนอล ไม่เกิน 0.001 มิลลิกรัม ต่อโวน์บริโภาค 1 ลิตร
- 2.14 ซิลิเนียม ไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัม ต่อโวน์บริโภาค 1 ลิตร
- 2.15 เงิน ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อโวน์บริโภาค 1 ลิตร
- 2.16 ซัลเฟต ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อโวน์บริโภาค 1 ลิตร
- 2.17 สังกะสี ไม่เกิน 5.0 มิลลิกรัม ต่อโวน์บริโภาค 1 ลิตร
- 2.18 ฟลูออไรด์ โดยคำนวณเป็นฟลูออรีน ไม่เกิน 1.5 มิลลิกรัม ต่อโวน์

บริโภาค 1 ลิตร

- 2.19 อลูมิเนียม ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม ต่อโวน์บริโภาค 1 ลิตร
- 2.20 เอบีเอส (Alkyvenqene Sulfonate) ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม ต่อโวน์

บริโภาค 1 ลิตร

- 2.21 ไซยาไนต์ ไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัม ต่อโวน์บริโภาค 1 ลิตร

3. คุณสมบัติเกี่ยวกับจุลินทรีย์

3.1 ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 2.2 มิลลิกรัม ต่อโวน์บริโภาค 100 มิลลิลิตร โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number)

3.2 ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล

3.3 ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

4. ภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุโวน์บริโภาค

การปฏิบัติตามประกาศ (กระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องภาชนะบรรจุ และ จะต้องเป็นภาชนะที่มีฝาหรือจุกปิด ซึ่งเมื่อใช้บรรจุจะต้องปิดผนึก หรือผนึกโดยรอบระหว่างหรือจุกกับขวดหรือภาชนะบรรจุและเมื่อเปิดใช้แล้วจะต้องทำให้สิ่งที่ปิดผนึกหรือส่วนที่ปิดผนึกหรือภาชนะนั้นไม่เสียไปสามารถนำกลับมาใช้เหมือนเดิมได้อีก บนฝาบรรจุโวน์ต้องติดอากรแสตมป์)

1.3 ข้อมูลพื้นฐานจุลินทรีย์

จุลินทรีย์เป็นคำทั่วไปที่ใช้เรียกสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ซึ่งอาจมีเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์อยู่รวมกัน มีขนาดเล็กมาก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์(สุวิมล .2546)

ใน “พจนานุกรมชีววิทยา” ของสำนักพิมพ์ Iwanami ได้ให้คำนิยามของคำว่า “จุลินทรีย์” ไว้ว่า “จุลินทรีย์เป็นชื่อเรียกทั่วไปสำหรับสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ซึ่งขยายขนาดอย่างน้อยหลายร้อยเท่าจึงจะมองเห็น ขอบเขตที่แบ่งแยกระหว่างจุลินทรีย์

กับสิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช่จุลินทรีย์นั้นไม่ชัดเจน แต่กล่าวได้ว่า สิ่งมีชีวิตที่มีการพัฒนาของการแบ่งเซลล์อย่างซับซ้อนส่วนใหญ่จะไม่จัดว่าเป็นจุลินทรีย์ จึงไม่เรียกไข่หรือสูกิจว่าเป็นจุลินทรีย์ ในการจัดทำอนุกรมวิธาน เชื้อแบคทีเรียเป็นตัวอย่งที่สำคัญของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังมีเชื้อยีสต์ เชื้อรา และอาจรวมทั้งสาหร่าย โปรโตซัว (Protozoa) และไวรัสด้วย”

ส่วนใน World Cyclopedia ของสำนักพิมพ์ Heibon กล่าวว่า “จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กและมีระบบการทำงานที่ไม่ซับซ้อน”

การศึกษาสิ่งมีชีวิตที่จัดว่าจุลินทรีย์นั้นจะรวมสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโมเนรา (Monera) เช่น เชื้อแบคทีเรีย และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เป็นต้น สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโปรติสตา (Protista) เช่น โปรโตซัว และสาหร่าย เป็นต้น และสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรฟังไจ (Fungi) เช่น เชื้อรา เชื้อยีสต์ และเห็ด เป็นต้น

เป็นที่ทราบกันดีว่าในฤดูร้อนอาหารจะเน่าเสียหรือมีเชื้อราเกิดขึ้นได้ง่าย อาหารที่มนุษย์บริโภคส่วนใหญ่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือเน่าเสียได้จากการกระทำของเชื้อจุลินทรีย์ เชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหารไม่ได้มีเพียงชนิดเดียว แต่มีหลายชนิดปะปนกันอยู่ เชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนเหล่านี้มีทั้งพวกที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์และพวกที่ก่อให้เกิดโทษ หากอาหารนั้น ๆ มีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ หรือเชื้อจุลินทรีย์สามารถปรับตัวเข้ากับสภาวะแวดล้อมของอาหารได้ เชื้อจุลินทรีย์ก็จะเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวน ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ที่ปรับตัวไม่ได้ก็จะตายในที่สุด ดังนั้นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดีจะสามารถเพิ่มจำนวนและสร้างสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมสำหรับเชื้อจุลินทรีย์นั้น ๆ ขึ้นมา

สภาวะแวดล้อมตามธรรมชาติ เช่น ดิน น้ำทะเล แม่น้ำ และดินโคลน จะมีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ประเภทต่าง ๆ แตกต่างกันไป เมื่อสภาวะแวดล้อมเหมาะสม เชื้อจุลินทรีย์จะสร้างระบบนิเวศน์ขึ้นมา 1 ระบบ ในลำไส้ของมนุษย์หรือสัตว์ก็มีเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ อาศัยอยู่ บางชนิดอยู่ร่วมกันโดยมีความสัมพันธ์แบบ Commensalisms กล่าวคือ เป็นแบบพึ่งพาอาศัยกัน หรือ ซิมไบโอซิส (symbiosis) บางชนิดจะแข่งขันกันหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของกันและกัน ซึ่งเรียกว่าปรากฏการณ์แบบแอนตาโกนิสซึม (Antagonism) สภาพเชื้อจุลินทรีย์อยู่รวมกันเป็นกลุ่มเช่นนี้เรียกว่า ไมโครฟลอรา (Micro flora) ไมโครฟลอราที่พบในอาหารจะเกิดขึ้นตามธรรมชาติ กล่าวคือ เชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมจะมีโอกาสปนเปื้อนในอาหารเท่าเทียมกัน แต่เป็นที่น่าสนใจคือ อาหารแต่ละชนิดจะเกิดไมโครฟลอราที่มีลักษณะเฉพาะอาหารนั้น ๆ เท่านั้น ตัวอย่าง เช่น ข้างสาลี แป้ง จะปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากดินมาก (เช่น *Bacillus* spp., *Clostridium* spp. และเชื้อรา เป็นต้น) ปลาและหอยจะมีโอกาสปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำทะเลหรือดินโคลนใต้ทะเล (เช่น *Vibrio* spp. เป็นต้น) แต่อาหารแปรรูปที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนจะมีเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถทนต่อความร้อนหลงเหลืออยู่ (เช่น *Bacillus* spp. และ *Clostridium* spp. เป็นต้น) หลงเหลืออยู่ ดังนั้น อาหารแต่ละประเภทจึงมีไมโครฟลอราที่ค่อนข้างจำเพาะ

ในปัจจุบันจุลินทรีย์จัดว่ามีบทบาทมากในชีวิตมนุษย์ตลอดจนสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ทั้งในการก่อให้เกิดประโยชน์ หรือ ก่อให้เกิดโทษ สำหรับในอาหารและเครื่องดื่มหลายชนิดมีผลจากที่เกิดจากการกระทำของจุลินทรีย์ ซึ่งมนุษย์เราได้ใช้ประโยชน์มาเป็นเวลานานแล้ว อาหารที่เกิดจากการหมักของจุลินทรีย์ที่เป็นที่รู้จักในนามของ อาหารหมัก (fermented food) เช่น ผลิตภัณฑ์จากผักดองกะหล่ำปลีดอง แดงกวาดอง ผลิตภัณฑ์นมหมัก (fermented milk) ล้วนเป็นผลเกิดจากการกระทำของแบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติก เป็นส่วนใหญ่ แบคทีเรียเหล่านี้อาจมีอยู่ตามธรรมชาติบนอาหารหรือเราตั้งใจใส่เชื้อนั้นลงในอาหาร ในการผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เช่น เบียร์ ไวน์ ไชเดอร์ ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ ไชเดอร์ทำจากแอปเปิล ไวน์ทำจากองุ่น เบียร์ทำจากข้าวบาเลย์ จุลินทรีย์ที่ใช้ คือ ยีสต์ ซึ่งจะเปลี่ยนน้ำตาลในพืชหรือผลไม้ให้เป็นแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และเกิดการเปลี่ยนแปลงกับสารอื่นๆ ทำให้ได้รสชาติดี เครื่องดื่มแอลกอฮอล์แต่ละชนิดมีรสชาติต่างกัน เนื่องจากใช้วัตถุดิบ วิธีการและสายพันธุ์ยีสต์ที่ต่างกัน

ในการศึกษาการผลิตไวน์ในครั้งนี้ จะทำการศึกษากระบวนการผลิตที่เกิดจากจุลินทรีย์ที่มีมาจากธรรมชาติ ซึ่งปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ ผลไม้ หรือ ตัวสาหร่ายไก่อ และอาจจะปนเปื้อนมากับส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิต ได้แก่ น้ำตาล และจากกระบวนการหมัก กรรมวิธีการหมักอาจปนเปื้อนจากสภาวะสิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น เชื้อจุลินทรีย์ในสกุลแอสเพอร์จิลลัส ซึ่งพบในธรรมชาติ ผ่นละอองในอากาศ ตามผัก ผลไม้ ลักษณะรูปร่างเป็นไมซีเลียมที่แตกแขนง และมีผนังกัน แต่ละส่วนที่กันแล้วมีนิวเคลียสหลายอัน โคนิดิโอฟอร์เกิดจากฟุตเซลล์ (foot cell) อาจมีผนังกันหรือไม่ก็ได้ ที่ส่วนปลายของโคนิดิโอฟอร์จะโป่งออกเป็นเวสซิเคิล (vesicle) และมีส่วนที่ยื่นออกมาเป็นสเตอร์ริกา (sterigma) ซึ่งอาจมีชั้นเดียว หรือสองชั้นก็ได้ โคนิดีเดียวจะถูกสร้างชั้นภายในสเตอร์ริกา โคนิดีที่สร้างขึ้นภายหลังจะดันโคนิดีตัวอันแรก ๆ ออกมาและยังติดต่อกันอยู่จึงเกิดเป็นสายของโคนิดีเดียว มีสีต่าง ๆ กัน และเป็นลักษณะเฉพาะของเชื้อแต่ละชนิดส่วนใหญ่ มีสีน้ำตาล เขียว ในโลกนี้พบว่ามีเชื้อสกุลแอสเพอร์จิลลัส ประมาณ 600 สายพันธุ์ (นงลักษณ์ สุวรรณพิณิจ. 2541) เชื้อราสกุลนี้มีทั้งชนิดที่ให้โทษและให้ประโยชน์จึงมีความสำคัญต่ออาหารหลายด้าน การใช้ประโยชน์จากราสกุลนี้ คือ ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น *A.oryzae* ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการหมักอาหารพื้นเมืองพวกถั่วเหลือง ในเชื้อราและแบคทีเรียหลายชนิดยังสามารถสังเคราะห์เอนไซม์และขับออกจากเซลล์มาอยู่ในอาหาร เช่น เอนไซม์อะไมเลส (amylase) ได้จาก *Rhizopus delemar*, *Mucor rouxii*, *Aspergillus oryzae* ใช้อย่างแบ่งให้เป็น เดกซ์ทรินและน้ำตาล จึงใช้เอนไซม์นี้ในการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล เพื่อการผลิตแอลกอฮอล์ ใช้ในการทำไวน์ เบียร์ และน้ำผลไม้ใสชื่น ดังนั้นในสาหร่ายไก่ออาจจะมียีสต์ที่ช่วยให้เกิดการหมักปนเปื้อนมาจากธรรมชาติแล้ว

ส่วนใหญ่ในการทำไวน์ในระดับอุตสาหกรรมจะเป็นชนิด *Saccharomyces* spp. หมายถึง ยีสต์น้ำตาลซึ่งมีหลายพันธุ์และที่นิยมใช้ในกระบวนการหมัก ได้แก่ *Saccharomyces cerevisiae*, *S. uvarum*, *S. elipsoideus* และ *S. bayanus* ยีสต์ที่ดีจะทำให้เกิดการหมักไม่ช้าหรือเร็ว

เกินไป ยีสต์ *S. elipsoideus* จะเกิดกระบวนการหมักช้ากว่า *S. cerevisiae* แต่มีความทนต่อเอทิลแอลกอฮอล์ได้ดีและตกตะกอนแยกออกจากไวน์ได้ง่าย (นิธิยา รัตนพานนท์ .2546)

ยีสต์เป็นปัจจัยสำคัญในการหมักไวน์ เพราะเป็นผู้ผลิตแอลกอฮอล์และสารประกอบอื่น ๆ ในไวน์ และมีผลต่อคุณภาพของไวน์ โดยเฉพาะจะมีผลกระทบต่อกลิ่น รสชาติ ความใส ความแรงเอทิลแอลกอฮอล์ และคุณภาพในการเก็บรักษาไวน์ ดังนั้น ในการหมักไวน์ควรเลือกสายพันธุ์ยีสต์เฉพาะสำหรับหมักไวน์เท่านั้น และจะต้องเหมาะสมกับชนิดของไวน์และชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ด้วย

1.4 ข้อมูลพื้นฐานยีสต์

ยีสต์ **Yeast** เป็นจุลินทรีย์ที่พบได้กว้างขวางในธรรมชาติ เช่น ในดิน น้ำ ใบไม้ ดอกไม้ ผลไม้ วัชพืช เห็ด สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นก และในแมลง โดยเฉพาะแมลงหวี่ซึ่งเป็นตัวแพร่กระจายยีสต์ไปในที่ต่างๆ ยีสต์มีความสำคัญด้านอาหารทั้งในแง่ประโยชน์และทำให้เกิดความเสียหายแก่อาหาร โดยยีสต์มีบทบาทสำคัญในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารหลายประเภท เช่น ขนมปัง ไวน์ เบียร์ เครื่องดื่มแอลกอฮอล์อื่นๆ น้ำส้มสายชูหมัก อาหารหมักพื้นเมือง นอกจากนี้ยังใช้ในการผลิตเอนไซม์ กรดอินทรีย์และผลิตเป็นอาหารโปรตีนโดยตรง ขณะเดียวกันยีสต์ทำให้อาหารต่างๆ เช่น น้ำผลไม้ น้ำเชื่อม น้ำผึ้ง แยม ผักดอง ไวน์ เบียร์ เนื้อสัตว์ และอาหารอื่นๆ เกิดการเน่าเสียได้เช่นกัน

ลักษณะทั่วไปและโครงสร้างของยีสต์

ยีสต์เป็นจุลินทรีย์พวุกยูคาริโอต เซลล์ยีสต์ส่วนใหญ่มีรูปร่างกลม หรือรี นอกจากนี้อาจมีรูปร่างเป็นรูปไข่ รูปเลมอน ทรงกระบอก สามเหลี่ยม หรือยาวเป็นสาย ขนาดของยีสต์แตกต่างกันในแต่ละชนิด ลักษณะเด่นของยีสต์คือ เป็นพวกเซลล์เดี่ยวและมีหน่อ การแตกหน่อบางครั้งไม่หลุดออกจากกัน แต่เกาะกันเป็นกลุ่ม บางครั้งมีการเปลี่ยนแปลงโดยเซลล์ตรงกลางยาวต่อกันเป็นสาย เรียกว่าโดไมซีเลียม (pseudomycelium) โครงสร้างทั่วไปของยีสต์มีดังนี้คือ ผนังเซลล์ เซลล์เมมเบรน นิวเคลียส ไมโทคอนเดรีย แวกคิวโอล กอลจิบอดี และ เม็ดไขมัน

สรีรวิทยาของยีสต์

อาหาร ที่ยีสต์ใช้ได้ดีได้แก่ น้ำตาล โดยเฉพาะน้ำตาลกลูโคสและฟรักโทส ยีสต์บางชนิดสามารถใช้ได้แซ็กคาไรด์พวกมอลโทส ซูโคส หรือ แล็กโทสได้ ส่วนพอลิแซ็กคาไรด์ที่ยีสต์บางชนิดใช้ได้ คือ แป้ง ยีสต์ที่สามารถใช้แป้งได้ เช่น *Saccharomyces diastaticus*, *S. chevalieri*, *Endomycopsis fibuligera* มียีสต์บางชนิดเท่านั้นที่สามารถให้น้ำตาลเพนโทสได้ดีกว่าน้ำตาลเฮกโซส เช่น *Cryptococcus* ยีสต์บางพวก เช่น ฟิล์มยีสต์สามารถใช้กรดอินทรีย์ได้ ยีสต์มีกระบวนการไกลโคไลติก 2 กระบวนการ คือ สภาพที่ไม่มีออกซิเจนยีสต์จะใช้กระบวนการเอมบีเดน เมเยอร์ฮอฟฟ์ พาร์นาส (EMP) ถึง 90 % (ใน *Saccharomyces cerevisiae* และ *Candida utilis*) ส่วนในสภาพมีออกซิเจนนอกจากกระบวนการเอมบีเดน เมเยอร์ฮอฟฟ์ พาร์นาส แล้ว ใน

S. cerevisiae จะใช้กระบวนการเฮกโซมอโนฟอสเฟต 6-30 % และใน *C. utilis* 30 – 50% ในสภาพไม่มีออกซิเจนน้ำตาลจะเข้าสู่กระบวนการหมักได้เอทิลแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์ แต่การหมักให้ได้เอทิลแอลกอฮอล์ไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะในสภาพไม่มีออกซิเจนเท่านั้น อาจเกิดขึ้นได้เมื่อเลี้ยงยีสต์ในน้ำตาลกลูโคสที่มีความเข้มข้นสูงแม้อยู่ในสภาพที่มีออกซิเจนทั้งนี้อาจเป็นเพราะกลูโคสที่มีความเข้มข้นมากกว่า 5 % จะยับยั้งการสังเคราะห์เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ แต่ถ้าหากไม่มีน้ำตาลในอาหารเลี้ยงเชื้อ พบว่าเป็นการกระตุ้นหรือเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ในวัฏจักรเครบส์ นอกจากนี้การมีน้ำตาลยังยับยั้งการสร้างไมโทคอนเดรียอีกด้วย ในสภาพมีออกซิเจนและความเข้มข้นของน้ำตาลต่ำ ๆ ยีสต์จะใช้น้ำตาลไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำหรือเกิดกระบวนการหายใจเช่นเดียวกับในพืชและสัตว์

อุณหภูมิ ยีสต์แต่ละชนิดเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ยีสต์ส่วนใหญ่เป็นพวกมีไซโทไฟล์มีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 20 – 30 °C อุณหภูมิสูงสุดที่ยีสต์ยังสามารถเจริญเติบโตได้ประมาณ 35 – 47 °C ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดที่สามารถเจริญเติบโตได้อยู่ระหว่าง 0 – 5 °C แต่ยีสต์บางชนิดที่เป็นพวกไซโครไฟล์สามารถเติบโตได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 °C เช่น *Candida frigida*, *C. gelida* และ *C. nivalis* มีอุณหภูมิต่ำสุดที่ (-5) – (-7) °C อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตคือ 15 °C และไม่สามารถเติบโตที่อุณหภูมิสูงกว่า 20 °C หรือจัดเป็นพวก ออบลิเกต ไซโครไฟล์ สำหรับยีสต์ที่เป็นเทอร์โมไฟล์หรือสามารถเติบโตได้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 50 °C ไม่พบ นอกจากอุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตแล้ว ยังมีผลต่อการสร้างเอสโครสปอร์ของยีสต์อีกด้วย อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสร้างเอสโครสปอร์ของยีสต์แต่ละชนิดแตกต่างกัน เช่น *Saccharomyces cerevisiae* อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 25 – 30 °C สูงสุดประมาณ 35 °C ต่ำสุด 11 – 12 °C *S. ellipsoideus* ต่ำสุด 4 – 7.5 °C เหมาะสม 25 °C สูงสุด 30 – 33 °C *S. intermedius* ต่ำสุด 0.5 – 4 °C เหมาะสม 25 °C สูงสุด 27 – 29 °C *S. pastorianus* ต่ำสุด 0.5 – 4 °C เหมาะสม 27.4 °C สูงสุด 29 – 31.5 °C *S. turbidans* ต่ำสุด 4.8 °C เหมาะสม 29 °C สูงสุด 33 – 35 °C *S. validus* ต่ำสุด 4.8 – 5.0 °C เหมาะสม 25 °C สูงสุด 27 – 29 °C ส่วนพวก *Schizosaccharomyces octosporus* *S. tombe*, *Kluyveromyces sp.* *Nadsonia fulvescens* และ *Hansenula saturnus* สร้างเอสโครสปอร์ได้ดีที่อุณหภูมิ 25 °C

ออกซิเจน ยีสต์ส่วนใหญ่เป็นพวกเฟคัลเททีฟ แอนแอโรบ แต่ยีสต์เติบโตในสภาพมีออกซิเจนได้ดี ส่วนในสภาพไม่มีออกซิเจนเติบโตได้ช้า ในสภาพมีออกซิเจนยีสต์ใช้น้ำตาล โดยการออกซิเดชันโดยสมบูรณ์ได้ คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยมีออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย ส่วนในสภาพไม่มีออกซิเจนยีสต์ใช้น้ำตาล โดยการหมักส่วนใหญ่เป็นการให้ เอทานอล ในการหมักโดยยีสต์ให้ได้เอทานอลนั้น หากมีออกซิเจนยีสต์จะใช้น้ำตาลให้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำแทนการหมักให้เอทานอล หรือการหมักถูกยับยั้งโดยการหายใจเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า "Pasteur effect" ยกเว้นในยีสต์บางชนิด ได้แก่ *Brettanomyces* ซึ่งออกซิเจนช่วยกระตุ้นการหมัก (negative Pasteur Effect) ในสภาพมีออกซิเจน แต่ถ้าหากมีน้ำตาลความเข้มข้นสูง ยีสต์สามารถหมักน้ำตาลให้เอทานอลแทนการหายใจให้คาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ หรือการหายใจถูกยับยั้งด้วยการหมัก (reverse

Pasteur effect", "Grabtree effect") ยีสต์บางชนิดสามารถเติบโตได้เฉพาะในสภาพที่มีออกซิเจนไม่มีความสามารถในการหมัก (oxidative yeast) ยีสต์พวกนี้ได้แก่ *Rhodotorula*, *Sporobolomyces*, *Endomycopsis* เป็นต้น

ค่าความเป็นกรด-เบส ยีสต์เติบโตได้ในค่าความเป็นกรด - เบส ช่วงกว้างของค่าความเป็นกรด - เบส ต่ำสุดที่ยีสต์สามารถเติบโตได้คือ 1.5 ส่วน ค่าความเป็นกรด - เบส สูงสุด 8.0 - 8.5 สำหรับ ค่าความเป็นกรด - เบส ที่เหมาะสม สำหรับการเติบโตของยีสต์แตกต่างกัน ส่วนใหญ่จะอยู่ระหว่าง 4.0 - 4.5 ยีสต์ส่วนใหญ่จะเติบโตได้ดีในสภาพที่เป็นด่าง นอกจากค่าความเป็นกรด - เบส มีผลต่อการเติบโตแล้วยังมีผลต่อการสร้างแอสโคสปอร์ของยีสต์อีกด้วย ค่าความเป็นกรด - เบส ในการสร้างสปอร์ของยีสต์แต่ละชนิดแตกต่างกัน เช่น *Saccharomyces cerevisiae* มีค่าความเป็นกรด - เบส สูงสุด 9.1 - 9.2 ต่ำสุด 2.4 - 2.6 *Schizosaccharomyces pombe* มีค่าความเป็นกรด - เบส สูงสุด 8.0 - 8.2 ต่ำสุด 4.0 - 4.3

สกุลของยีสต์ที่มีความสำคัญด้านอาหาร เช่น

Saccharomyces เซลล์รูปกลม รูปรีทรงกระบอก หรือยาว สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการแตกหน่อรอบเซลล์ อาจสร้างซุโดไมซีเลียม แต่ไม่พบไมซีเลียมจริง สร้างแอสโคสปอร์รูปกลมหรือรูปไข่ ส่วนใหญ่ผนังเรียบ มีบางชนิดที่ผนังสปอร์อาจมีปุ่ม โดยปกติมีจำนวน 1 - 4 สปอร์ต่อแอสคัส สปอร์หลุดออกจากแอสคัสได้ยากทุกชนิดหมักได้รวดเร็ว ไม่ใช่ในเตรต ยีสต์สกุลนี้แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่1 *Saccharomyces sensu stricto* กลุ่มนี้มีมากชนิดที่สุด สมาชิกในกลุ่มนี้เป็นพวกดีพลอยด์ ที่รู้จักกันดีได้แก่ *Saccharomyces cerevisiae* และ *Saccharomyces uvarum*

กลุ่มที่2 เดิมอยู่ในสกุล *Zygosaccharomyces* กลุ่มนี้เป็นพวกเฮพลอยด์ สมาชิกในกลุ่มนี้ประกอบด้วยพวกที่ชอบน้ำตาลหลายชนิด เช่น *S. bailii* var. *osmophilis*, *S. bisporus* var. *mellis*

กลุ่มที่3 เดิมอยู่ในสกุล *Torulaspora* และ *Debarymyces giobosus* สมาชิกในกลุ่มนี้เป็นพวกเฮพลอยด์ ส่วนใหญ่ผนังแอสโคสปอร์มีปุ่ม

ยีสต์สกุลนี้มีความสำคัญต่ออาหาร คือ

1) ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เช่น เบียร์ซึ่งเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักข้าวมอลต์โดยไม่มีการกลั่น แบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ลาเกอร์ และเอล ลาเกอร์ผลิตโดยใช้บอททอมยีสต์คือเมื่อสิ้นสุดการหมัก ยีสต์เหล่านี้จะตกตะกอนและสะสมอยู่ที่ถังก้นหมัก ยีสต์ที่ใช้ในการหมักลาเกอร์ คือ *S. uvarum* (*S. carlsbergensis*) ส่วนเอลผลิตโดยใช้ท็อปยีสต์ (top yeast) ยีสต์พวกนี้จะรวมตัวกันหลวมๆ ลอยอยู่กับฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผิวหน้านั้นหมัก ยีสต์ที่ใช้ในการหมักเอล คือ *S. cerevisiae* ยีสต์ทั้ง2ชนิดนี้แตกต่างกันที่การใช้น้ำตาลรฟิโนซึ่งเป็นไตรแซ็กคาไรด์ประกอบด้วย กาแล็กโทส - กลูโคส - ฟรักโทส โดย *S. cerevisiae* สามารถหมักรฟิโนสได้เพียง 1 ใน 3 คือ มีเฉพาะเอนไซม์อินเวอร์เตส สลายรฟิโนสเป็นเมลไโบโอส และฟรักโตส ในขณะที่ *S. uvarum* สามารถหมักรฟิโนสได้โดยสมบูรณ์ คือ มีทั้งเอนไซม์อินเวอร์เตส

และเมลีไบเอส ซึ่งจะสลายเมลีไบโอสเป็นกาแล็กโทสและกลูโคส นอกจากนี้อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเติบโตต่างกัน คือ *S. uvarum* จะอยู่ประมาณ 20 – 24 °C ในขณะที่ *S. cerevisiae* จะอยู่ประมาณ 28 – 32 °C ดังนั้นในการหมักลาเกอร์จะอุณหภูมิต่ำกว่า คือ 6 – 15 °C เป็นเวลา 7 – 12 วัน ส่วนการหมักเอลไซออนหภูมิ 18 – 22 °C เป็นเวลา 5 – 7 วัน

ไวน์ เครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักน้ำองุ่นโดยยีสต์ ไม่มีการกลั่นยีสต์ที่ใช้ในการหมักไวน์ควรมีลักษณะดังนี้ คือ สามารถผลิตเอทานอลได้สูง ทนต่อซัลไฟต์ ทนต่อเอทานอล ทนต่อเพนนิล ทนต่อน้ำตาลความเข้มข้นสูง ทนต่อความร้อนให้กรดแอซิดิกต่ำ ซึ่งยีสต์ที่ใช้ในการหมักไวน์ได้แก่ *S. cerevisiae* สายพันธุ์ที่นิยมใช้คือ แชมเปญ (Champagne) และเบอกันดี (Burgundy) ส่วน *Saccharomyces* ชนิดอื่นๆที่เป็นไวน์ยีสต์ได้แก่ *S. fermentati* และ *S. bayanus* นอกจากนี้ *Saccharomyces* ยังมีบทบาทในการหมักเครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์อื่นๆอีก เช่น สาเกของญี่ปุ่น ไชเตอร์ของอังกฤษซึ่งได้จากการหมักน้ำแอปเปิล วิสกี้ เป็นต้น

2) ใช้ในการผลิตอาหารโปรตีน โดยใช้ *S. cerevisiae*, *S. uvarum* โดยใช้วัตถุดิบเป็นพวกธัญพืช หรือกากน้ำตาล ยีสต์เหล่านี้มีประมาณ 50 % น้ำหนักแห้ง

3) ใช้ในการผลิตยีสต์ขนมปังชนิดที่ใช้คือ *S. cerevisiae* ยีสต์ขนมปังมี 2 แบบ คือ ยีสต์สด (compressed yeast) ซึ่งมีความชื้นประมาณ 70% ยีสต์แบบนี้ต้องเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจะใช้ และยีสต์แห้งซึ่งมีความชื้นอยู่ระหว่าง 7.5 – 8.5% ยีสต์แบบนี้สามารถเก็บไว้ได้นานและไม่จำเป็นต้องเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ

4) ใช้ในการผลิตเอนไซม์ และกรดอะมิโน เช่น *S. cerevisiae* และ *S. uvarum* ใช้ในการผลิตเอนไซม์อินเวอร์เตส หรือซูเครส ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมการทำลูกกวาด ทำน้ำผึ้งสังเคราะห์ ทำซ็อกโกเลต และเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ *S. cerevisiae* ใช้ในการผลิตไลซีน ซึ่งใช้เติมในแป้งสาลีที่ใช้ทำขนมปัง เติมน้ำในข้าวเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหาร

5) มีบทบาทในการหมักผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้าน เช่น *S. rouxii* มีบทบาทในการหมักมิโซ และโซยุ อาหารหมักพื้นบ้านของญี่ปุ่นและจีน ซึ่งชนิดแรกทำจากข้าวและถั่วเหลืองหรือข้าวและธัญพืชอื่นๆ ชนิดที่สองทำจากถั่วเหลืองและข้าวสาลี โดย *S. rouxii* มีบทบาทในการทำให้เกิดกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว *S. cerevisiae* มีบทบาทในการหมักโอกิ (Ogi) อาหารหมักของไนจีเรีย แอฟริกาตะวันตกที่ทำจากข้าวโพด

6) ทำให้อาหารเน่าเสีย เช่น *S. rosea*, *S. globosus* ทำให้เกิดฝ้าในแตงกวาดอง *S. kuyveri*, *S. Oleaginosus* ทำให้โอลีฟหมักเสีย โดยยีสต์พวกนี้เป็นพวกสลายเพกทิน *S. cerevisiae*, *S. uvarum* ทำให้เครื่องดื่มไม่มีแอลกอฮอล์เน่าเสีย *S. rouxii*, *S. bisporus* ทำให้น้ำผลไม้เน่าเสีย *S. rouxii* ทำให้น้ำผลไม้เข้มข้น เช่น น้ำส้มเข้มข้นที่มีความหวานถึง 630 บริกซ์ เน่าเสีย *S. rouxii* และ *S. bisporus* var. *mellis* ทำให้น้ำผึ้งเน่าเสีย โดยหมักให้เกิดแอลกอฮอล์ คาร์บอนไดออกไซด์และกรด ทำให้กลิ่นรสผิดปกติและมีสีเข้มข้น *S. cerevisiae* และ *S. dairensis* พบในไก่ที่ใช้คลอเตตราไซคลิน

การสลายน้ำตาลกลูโคส

น้ำตาลกลูโคสที่ได้จากการสลายคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ จะเปลี่ยนแปลงต่อไปหากเกิดการเปลี่ยนแปลงในสภาพมีออกซิเจน กลูโคสจะถูกออกซิไดส์ไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ รวมทั้งพลังที่จะใช้ในการเติบโต ส่วนการเปลี่ยนแปลงในสภาพไม่มีออกซิเจนจะเข้าสู่กระบวนการหมัก ซึ่งในจุลินทรีย์แต่ละพวกจะแตกต่างกันไป ดังจะได้กล่าวรายละเอียดต่อไป คือ

การหมักในแอลกอฮอล์ (Alcoholic fermentation)

จุลินทรีย์ที่มีการหมักแบบนี้ได้แก่ ยีสต์ เช่น *Saccharomyces cerevisiae* โดยยีสต์จะใช้น้ำตาลกลูโคสผ่านทางกระบวนการเอมบีเทน เมเยอร์ฮอฟ พาร์นาส (embden-Meyerhof-Parnas pathway) ในสภาพที่เป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อย และไม่มีออกซิเจน ได้ผลิตภัณฑ์หลักคือเอทิลแอลกอฮอล์ และคาร์บอนไดออกไซด์

ปฏิกิริยาทั้งหมดในการหมักให้ไดเอทานอลของยีสต์เป็นดังนี้ คือ



(วิลลาลย์ เจริญจิระตระกูล : 2539)

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 อนุมูลอิสระ (free radical)

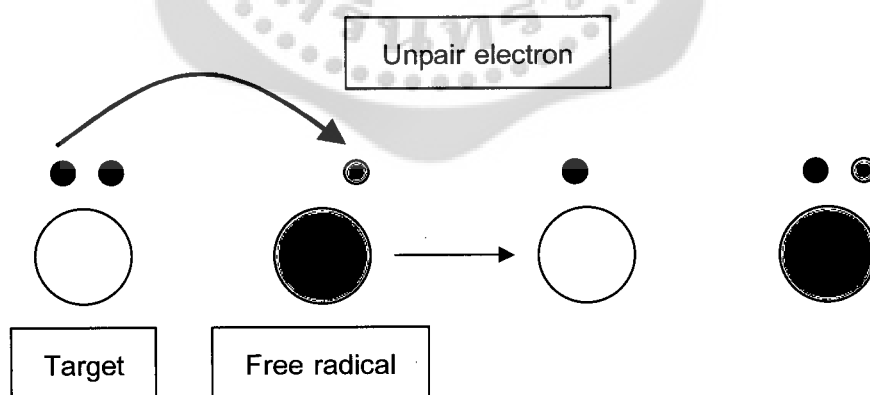
อนุมูลอิสระ คือ อะตอมหรือโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนไม่เป็นคู่ เมื่อมีอิเล็กตรอนไม่เป็นคู่ จึงทำให้โมเลกุลนั้นไม่เสถียร จึงพยายามจับอิเล็กตรอนจากโมเลกุลข้างเคียงให้มีอิเล็กตรอนครบคู่เพื่อความเสถียร เมื่อโมเลกุลที่อยู่ข้างเคียงถูกดึงอิเล็กตรอนออกไปต้องไปจับเอาอิเล็กตรอนจากอะตอมหรือโมเลกุลข้างเคียงตัวอื่นต่อไปเป็น อย่างนี้ต่อเนื่องไปเป็นแบบปฏิกิริยาลูกโซ่ โดยไม่มีที่สิ้นสุดเพื่อให้ตัวอะตอมหรือโมเลกุลมีความเสถียร และถ้าหากอิเล็กตรอน ที่ไม่มีคู่ 2 ตัวจับคู่กันพอดี จะเปลี่ยนเป็นมีโมเลกุลที่เสถียรเช่น hydrogen radical ($\text{H}^\bullet$) hydroxyl radical ($\text{HO}^\bullet$) super oxide anion radical ($\text{O}_2^{\bullet -}$) เป็นต้น (Halliwell. 1991 : 569-605)

อนุมูลอิสระที่พบจริงและเกิดขึ้นในร่างกายมนุษย์เป็นสิ่งที่ไม่สามารถมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า (พนิดา กุลประสูติติก : 2548) แต่เกิดได้ทั้งภายในและภายนอกร่างกาย สามารถพบได้มากที่ ระบบเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง ทำให้ เกิดอาการผิวแห้งเสียความยืดหยุ่น เกิดฝ้า ตกกระ หรืออาจมีอาการข้อเสื่อมได้ถ้าอนุมูลอิสระเข้าไปทำลายที่ไขข้อกระดูก ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า อนุมูลอิสระมีผลมากในทางทำให้เกิดสภาวะเสื่อม ทำให้ระดับเซลล์เสียหายได้หลายรูปแบบ เช่น อาจช่วยกระตุ้นให้สารก่อมะเร็งมีฤทธิ์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเกิดการเสื่อมสภาพของเนื้อเยื่อ ตลอดจนอาจทำลายโครงสร้างทางเคมีของ DNA หรือ โครโมโซม อนุมูลอิสระสร้างความเสียหายต่อชีวโมเลกุลมาก โดยเฉพาะการออกซิไดซ์ไขมันซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เสีย

สภาพ เป็นเหตุให้เกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็งตัวและมีความยืดหยุ่นน้อยลง อีกทั้งยังเข้าสู่โจมตีให้เกิดการแตกหัก และโปรตีนรวมตัวเป็นก้อน ทำให้เอนไซม์เสื่อมสภาพ ฮอโมนทำงานไม่ปกติ นอกจากนี้ถ้าอนุมูลอิสระเข้าจับกับ DNA ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ (mutation) และการแบ่งเซลล์ผิดปกติ (Gladys. 1999 : 47) เป็นสาเหตุของโรคหัวใจ โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน โรคความจำเสื่อม โรคมะเร็ง ต้อกระจก และภาวะความเสื่อมชราของเซลล์ (aging) (Culter. 1991 : 375S-379S)

อนุมูลอิสระอาจถูกจำแนก เป็น 4 ชนิด ได้แก่

1. อนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ (super oxide) เกิดขึ้นเมื่อ ไมโทคอนเดรียในเซลล์ นำออกซิเจนออกมาใช้เป็นพลังงาน
2. อนุมูลอิสระไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ใช้เป็นยาฆ่าเชื้อโรคชนิดหนึ่งจัดเป็นอนุมูลอิสระคุณสมบัติทางเคมีของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จัดว่ามีความไม่เสถียรเป็นอย่างมาก จึงปล่อยออกซิเจนออกมา ทำให้มีพิษรุนแรง
3. ซิงเกิลต ออกซิเจน (singlet oxygen) เป็นอนุมูลอิสระที่ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันรุนแรง หากร่างกายได้รับรังสีเอ็กซ์ รังสีอัลตราไวโอเลต ภายในร่างกายก็จะเกิด ซิงเกิลต ออกซิเจนจำนวนมากเป็นอนุมูลอิสระ ซึ่งก่อให้เกิดโรคต่างๆ เช่น มะเร็งผิวหนัง และเป็นอันตรายต่อผิวหนัง
4. อนุมูลอิสระไฮดรอกซิล มีฤทธิ์ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันรุนแรง กล่าวคือ ถ้ามีอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล อยู่ในร่างกายเพียงชนิดเดียวก็ทำให้บุคคลคนนั้น มีโอกาสเสียชีวิตถึง 50 % เป็นอนุมูลอิสระที่ทำให้ร่างกายแก่เร็ว เกิดโรคมะเร็ง และโรคในผู้สูงอายุเป็นต้น



ภาพประกอบ 4 แสดงปฏิกิริยาระหว่างอนุมูลอิสระกับเป้าหมายเป้าหมาย

ร่างกายสิ่งมีชีวิตได้รับอนุมูลอิสระจากแหล่งสำคัญ 2 แหล่ง ดังนี้

1. แหล่งภายในร่างกาย มาจากปฏิกิริยาเคมีต่างๆหรือ ผลจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกายเองที่เกิดขึ้นตลอดเวลา(Maxwell, 1995) ได้แก่กระบวนการย่อยสลายอาหาร

โดยเอนไซม์ชนิดต่างๆ การกำจัดเชื้อแบคทีเรียโดยเซลล์เม็ดเลือดขาว และกระบวนการลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน (lipid peroxidation) เป็นต้น

2. แหล่งภายนอกร่างกาย มาจากการรับประทานอาหารที่มีสารพิษตกค้าง ประเภทยาฆ่าแมลง ยากำจัดวัชพืช อาหารที่ใช้สารกันบูด สารแต่งสี แต่งกลิ่น สารเพิ่มความกรอบ การปรุงอาหารด้วยการทอดในน้ำมันเดือดยๆ อาหารที่ปิ้งย่างจนเกรียมจัด อาหารที่รมควัน ตลอดจนการฉายรังสีหรือเคมีบำบัด การหายใจเอาควันพิษจากท่อไอเสียรถยนต์หมอกควัน เขม่าจากโรงงาน และควันบุหรี่ เป็นต้น (Borek. 1997 : 52-60)

2.2. สารต้านอนุมูลอิสระ จัดเป็นสารที่ยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันจากอนุมูลอิสระ ซึ่งการยับยั้งของสารต้านอนุมูลอิสระมีกลไกการทำงานสามารถจำแนกได้เป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. ป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระ (Preventive antioxidant)
2. ทำลายหรือยับยั้งอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น (scavenging antioxidant)
3. ทำให้ลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระสิ้นสุดลง (chain breaking antioxidant)

(Strain; & Benzie. 1999 : 95 - 105)

ในสิ่งมีชีวิตจะมีระบบป้องกันการทำลายเซลล์และเนื้อเยื่อจากอนุมูลอิสระอยู่ปริมาณหนึ่ง ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติในร่างกายมีหลายชนิด ทั้งที่เป็นเอนไซม์ ได้แก่ ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเตส (peroxide dismutase) (SOD) พบในเม็ดเลือดแดง เอนไซม์คะตะเลส (catalase) พบในไซโตซอลของเซลล์ (Michiels;et al. 1994 : 235-248) และสารต้านอนุมูลอิสระอื่นๆ เช่น โคเอนไซม์คิวเทน (coenzyme Q₁₀) (Beyer.1992:390-403) ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้มีปริมาณจำกัด เมื่อร่างกายมีอนุมูลอิสระมากขึ้น จะเกิดการขาดความสมดุลระหว่างสารต้านอนุมูลอิสระและอนุมูลอิสระในร่างกาย ดังนั้นถ้ามนุษย์ไม่มีการบริโภคสารที่มีลักษณะช่วยในการต้านอนุมูลอิสระก็จะก่อให้เกิดความเสื่อมถอยของเซลล์ในร่างกาย และในที่สุดทั้งสุขภาพของร่างกายก็เสื่อมไปด้วย ดังนั้นมนุษย์เราจึงควรหาแหล่งอาหารหรือ สิ่งที่ช่วยเพิ่มเสริมให้มีสารต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น เช่น

1. วิตามิน ได้แก่ วิตามินซี วิตามินอี และเบต้าแคโรทีน (Sies; & Stahl. 1995 : 1315S-1321S)

2. กลีโธแร่ได้แก่ ทองแดงและสังกะสี เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตส และซีลีเนียมเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์กลูตาไทโอนเปอร์ออกซิเดส (Glutathione peroxidase) (Michiels; et al. 1994 : 235-248)

3. สารต้านอนุมูลอิสระอื่นๆ ได้แก่ โคเอนไซม์เอนไซม์ คิวเทน (Beyer. 1992:390-403) สารสกัดจากเมล็ดองุ่น สารสกัดจากเปลือกสน (Jayaprakasha; Singh; & Sakariah. 2001 : 285-290) กรดแอลฟา-ไลโปอิก (Scott; et al. 1994 : 119-133) และสารประกอบฟีนอลิก (Veliloglu; et al. 1998 : 4113-4117) ซึ่งเป็นสารประกอบที่หาได้จากการ เมทาบอลิซึม ในพืช

ทั่วไป ประกอบด้วยสารประกอบสำคัญได้แก่ โปรแอนโทไซยานิดินส์ (proanthocyanidins) อนุพันธ์ของกรดแกลลิก (gallic acids) และอนุพันธ์ของกรดเฮกซะไฮดรอกซีไดฟีนิกส์ (hexahydroxydiphenic acid) สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound) โดยสารประกอบฟีนอลิกที่สำคัญคือ ฟลาโวนอยด์ ประกอบด้วย catechin, proanthocyanins, anthocyanidins, flavone, flavonols และ glycosides ของสารเหล่านี้ (Baskin; & Salem. 1997:56)

ในพืชที่มีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระมักจะมีสารประกอบหลักคือ สารฟีนอลิก ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ กรดฟีนอลิก และ แอนโทไซยานินซึ่งพบทั่วไปในใบ ลำต้นและเปลือกของพืช กลไกในการต้านอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิกจะอยู่ในรูปของการกำจัดอนุมูลอิสระ การให้ไฮโดรเจนอะตอม และการกำจัดออกซิเจนที่ขาดอิเล็กตรอน รวมทั้งการรวมตัวกับโลหะ สารต้านอนุมูลอิสระมีคุณประโยชน์อย่างมากต่อระบบที่สำคัญต่าง ๆ ในร่างกาย ได้แก่ ระบบหลอดเลือดและหัวใจ ระบบภูมิคุ้มกัน ระบบกลุ่มเซลล์ประสาทที่ทำงานเฉพาะในสมอง การต่อต้านการเกิดโรคมะเร็งต่าง ๆ และการชะลอความชรา รวมทั้งกระบวนการต่าง ๆ ที่โดดเด่นในการปกป้องชีวิตระบบต่าง ๆ เหล่านี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับสุขภาพร่างกายของเรา ตัวอย่างเช่น โรคหัวใจที่เกิดจากการอุดตันของเส้นเลือดที่อาจเกิดขึ้นอย่างฉับพลัน ซึ่งบางทีอาจจะเกิดจากการสะสมสารต่าง ๆ ที่บริเวณหลอดเลือดทำให้ผนังหลอดเลือดถูกทำลาย ในกรณีโรคอื่น ๆ เช่น โรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer's disease) ความเสียหายที่เกิดขึ้นไม่สามารถตรวจสอบได้อย่างแน่ชัดว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเมื่อใด ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเซลล์ประสาทในผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยการผลิตไวน์จากสาหร่ายไทยยังไม่ปรากฏรายงาน แต่มีรายงานด้านการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไวน์จากพืชผัก ผลไม้ต่าง ๆ มีหลายรายงานมากมาย แต่จะขอนำมากล่าวพอสังเขปดังนี้

ประดิษฐ์ คุ้มวัฒนา. และ คนอื่น ๆ (2537) : การผลิตไวน์และไวน์เติมแอลกอฮอล์กลั่นจากลิ้นจี่พันธุ์ฮวงฮวยและพันธุ์ไทย ผลการวิจัย ในการผลิตไวน์จากลิ้นจี่พันธุ์ฮวงฮวยและพันธุ์ไทย พบว่าการหมักหรือการตีปั่นเนื้อลิ้นจี่ในขั้นตอนการเตรียมก่อนการหมักไม่มีผลต่อการหมักแต่มีผลต่อคุณภาพของไวน์ ในการผลิตไวน์ (Table Wine) จากลิ้นจี่พันธุ์ฮวงฮวยควรหมักเนื้อลิ้นจี่แบบหั่นสำหรับพันธุ์ไทยควรหมักเนื้อลิ้นจี่แบบตีปั่น ควรทำให้ไวน์จากลิ้นจี่ทั้ง 2 พันธุ์มีน้ำตาลรีดิวซ์ประมาณ 2 – 4 % จะได้รับความนิยมสูงสุด สำหรับไวน์ลิ้นจี่เติมแอลกอฮอล์กลั่นไวน์ลิ้นจี่ให้เป็น 18 % โดยปริมาตร ถ้าเติมแอลกอฮอล์กลั่นที่ไม่ใช่เศษไม้โอ๊คควรตีปั่นเนื้อลิ้นจี่ก่อนการหมักและควรทำให้ไวน์แอลกอฮอล์สูงนี้มีน้ำตาลรีดิวซ์ 4 % สำหรับลิ้นจี่พันธุ์ฮวงฮวย แต่ไม่ควรทำให้ไวน์มีรสหวานหากผลิตจากลิ้นจี่พันธุ์ไทย เศษไม้โอ๊คทำให้คุณภาพด้านกลิ่นและสีของแอลกอฮอล์กลั่นดีขึ้น อาจวิจัยและ

พัฒนาเป็นบรันท์ลิ้นจี่เพื่อการค้าในอนาคตได้ พบว่าคุณภาพของไวน์และไวน์เดิมแอลกอฮอล์กลั่นจากลิ้นจี่พันธุ์ฮวงฮวยสูงกว่าลิ้นจี่พันธุ์ไทย

อำพรพรณ ชัยกุลเสรีวัฒน์. และ ปิยะมาศ วงษ์ประยูร (2537) : การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ไวน์มะม่วง ผลการวิจัย สภาวะที่เหมาะสมต่อการหมักต่อการหมักไวน์มะม่วง คือ ไวน์มะม่วงที่ทำจากมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ โดยมีอัตราส่วนน้ำมะม่วงต่อน้ำเป็น 1:1 (ปริมาตรต่อปริมาตร) ปรับปริมาตรความหวาน (ของแข็งที่ละลายได้) เท่ากับ 22 องศาบริกซ์ ค่าความเป็นกรด – ด่าง เท่ากับ 4.21 ปริมาตรกรดซิตริกเท่ากับ 0.384 กรัม/ 100 มิลลิลิตร โดยใช้ปริมาตรกล้าเชื้อร่อนละ 5 ของปริมาตรน้ำหมักและหมักไวน์ที่อุณหภูมิ 20 °C ซึ่งสามารถหมักไวน์ได้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุดร้อยละ 11.6 โดยปริมาตร ในเวลา 22 วัน

เจริญ เจริญชัย. ; แกรแฮม ฟลิท. และ พอล เฮนสกี (2540) : การศึกษาผลของอุณหภูมิความเป็นกรด – ด่าง และความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำองุ่น ที่มีต่ออัตราการเจริญเติบโตของยีสต์ 22 สายยีสต์ พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของส่วนใหญ่ลดลงเมื่ออุณหภูมิของการหมักลดลงจาก 25 °C ถึง 10 °C และเมื่อความเข้มข้นของน้ำตาลเพิ่มจาก 200 เป็น 300 กรัมต่อลิตร แต่การที่ ความเป็นกรด – ด่าง ลดลงจาก 4.0 ถึง 3.0 ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของยีสต์ ยีสต์บางสายพันธุ์ที่ไม่ใช่ *Saccharomyces cerevisiae* เช่น ยีสต์ *Kloeckera apiculata* มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่า *Saccharomyces cerevisiae* ซึ่งสามารถอธิบายการเชื่อนี้สามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่า *Saccharomyces cerevisiae* ในช่วงแรกของการหมักไวน์

ศักดิ์สิทธิ์ จันทรไทย. และ คนอื่น ๆ (2542) : ได้วิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์และสารระเหยง่ายอื่น ในไวน์มะม่วงและไวน์องุ่น โดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี พบว่า สามารถแยกแอลกอฮอล์ 3 ชนิด และอัลดีไฮด์อย่างละชนิดออกจากกันได้อย่างสมบูรณ์ภายในเวลา 26 นาที และหาปริมาณสารเหล่านี้ในตัวอย่างไวน์มะม่วงแก้ว ไวน์มะม่วงโชคอนันต์ และไวน์แดงองุ่นสำเร็จรูป ได้ผลดังนี้ มีปริมาณเมทานอล (89 – 375 ppm) เอทานอล (9.73 – 13.25 % v/v), นอร์มอล – โปรพานอล (24 – 650 ppm), ไอโซ – บิวทานอล (216 – 410 ppm), ไอโซ – เอมีลแอลกอฮอล์ (120 – 523 ppm) และเอทิลอะซิเตต (12 – 109 ppm) นอกจากนี้ยังพบ อะซีตัลดีไฮด์ (44 ppm) เฉพาะในตัวอย่างไวน์มะม่วงแก้วอีกด้วย

อรนุช เผ่าจินดา. และ ศุภลักษณ์ พณิชัยเสรีวงศ์ (2542) จากการศึกษาคุณสมบัติของเชื้อยีสต์ *Saccharomyces ellipsoideus* TISTR 5011 ที่ใช้ในการทดลอง โดยทำการหมักในอาหารสังเคราะห์ที่มีกลูโคสเป็นส่วนประกอบ 50 กรัม/ลิตร พบว่าเชื้อยีสต์มีอัตราการเจริญ อัตราการใช้ น้ำตาล และอัตราการผลิตเอทานอลอยู่ในระดับดี โดยความเข้มข้นของมวลชีวภาพสูงสุดเป็น 8.92

กรัม/ลิตร อัตราการใช้น้ำตาลกลูโคส 1.24 กรัม/ลิตร/ชั่วโมง และอัตราการผลิตเอทานอล 0.50 กรัม/ลิตร/ชั่วโมง การหมักสิ้นสุด 48 ชั่วโมง

ต่อมาได้ใช้ยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomyces ellipsoideus* TISTR 5011 หมักน้ำมะพร้าวอ่อน โดยปรับความหวานของน้ำมะพร้าวเป็น 20 องศาบริกซ์ การทดลองพบว่าความเข้มข้นของ ชีวมวล สูงสุดเป็น 2.37 กรัม/ลิตร อัตราการใช้น้ำตาลรวม 0.75 กรัม/ลิตร/ชั่วโมง และอัตราการผลิตเอทานอล 0.35 กรัม/ลิตร/ชั่วโมง โดยใช้เวลาการหมัก 238 ชั่วโมง

เกศศิณี ตระกูลทิวากร. และ จันทรเพ็ญ ศักดิ์สิทธิพิทักษ์ (2543) : ในการวิเคราะห์ ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระรายงานเป็นค่าของปริมาณสาร butylated hydroxyanisole (BHA) เปรียบเทียบในการทดลองใช้สาร butylated hydroxyanisole (BHA) ซึ่งมีคุณสมบัติด้านปฏิกิริยา ออกซิเดชันที่ดีเป็นสารมาตรฐานจาก กราฟมาตรฐานของสาร BHA ในเมทานอล 80 % ที่ความเข้มข้น 0 0.25 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร ของ 80 % เมทานอล นำผลต่างของค่า O.D ที่ 15 นาที และ 45 นาที ไปหาค่า Linear Regression ได้สูตรหาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดของผักพื้นบ้าน คือ $y = 0.254 + (-163.43) x$ โดย y คือ ผลต่างของค่า O.D ที่ 15 นาที และ 45 นาที และ x คือ ปริมาณสาร BHA ส่วนค่า Correlation Coefficient คือ -0.9827

รานี สุรกาญจน์กุล (2546) : งานวิจัยนี้ได้ศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการผลิตไวน์ลินจี 3 พันธุ์ คือ จักรพรรดิ ฮงฮวย และโฮวเฮียะ ทำการทดลองโดยใช้อัตราส่วนระหว่างเนื้อลินจีและน้ำ เป็น 1:0.5, 1:1, 1:2 โดยใช้ยีสต์ 3 พันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* ver *Ellipsoideus* , *Saccharomyces cerevisiae* ver *Burgundy*, *Saccharomyces cerevisiae* ver *Pasteur Red* โดยหมักที่อุณหภูมิ 25 °C และศึกษาสิ่งแวดล้อมในการหมักไวน์ โดยหมักใน incubator และ fermenter ที่อุณหภูมิ 16 °C โดยทำการหมัก 30 วัน ผลการทดลองไวน์ที่หมักโดยอัตราส่วนระหว่างเนื้อลินจีและน้ำเป็น 1:0.5 ใช้เวลาหมักน้อยที่สุด ผลการทดลองทางประสาทสัมผัสของไวน์ลินจี พบว่า อัตราส่วนทั้ง 3 แบบ มีรสชาติ สี กลิ่น และปริมาณแอลกอฮอล์มีผลไม่แตกต่างกัน ผลการทดลองทางประสาทสัมผัสของไวน์ลินจีที่ใช้ 3 พันธุ์ ได้ผลไม่แตกต่างกัน ส่วนการทดลองที่อุณหภูมิ 16 °C โดยหมักใน incubator และ fermenter ได้ผลไม่แตกต่างกัน ผลวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีมีผลดังนี้ คือ ปริมาณแอลกอฮอล์ 12 % แคลเซียม 39.56 % กรัม/ลิตร วิตามิน ซี 0.157 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร

ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจที่สุดในการทำไวน์ลินจี คือ การใช้เนื้อลินจี 1:2 และหมักอุณหภูมิที่ 25 °C โดยสามารถใช้ยีสต์ได้ทั้ง 3 พันธุ์

ชนิดา หันสวาสดี. ; นันทา เป็งเนตร์. และ พีระศักดิ์ ฉายประสาท (2548) การหาปริมาณ Antioxidant activity ด้วยวิธี scavenging activity on DPPH radical assay โดยการวัด radical scavenging ability โดยใช้ 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) modified method (

Yen and Hsish,1997) พบว่า ข้าวหอมมะลิเสริมตะไคร้ 5 % มีฤทธิ์ต้านอนุมูลสูงสุด คือ 5.21 % รองลงมา คือ ข้าวหอมมะลิเสริมข่า (4.84 %) ขิง (4.73 %) และกระชาย (3.65 %) ตามลำดับ

บัณฑิต บุญศิลป์ไทย (2548) : การพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากสาหร่ายไถและมะไฟจีน กรณีศึกษาซอสปรุงรสจากสาหร่ายไถและลูกอมมะไฟจีน ผลการวิจัย ผู้วิจัยได้ศึกษาคุณค่าทางอาหารและสารออกฤทธิ์ชีวภาพในพืชพื้นบ้านของจังหวัดน่าน จำนวน 2 ชนิด คือสาหร่ายไถและมะไฟจีน พบว่าสาหร่ายไถมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบสารอาหารหลายกลุ่ม เช่น คาร์โบไฮเดรตในรูปน้ำตาลและ พอลิแซคคาไรด์ โปรตีนที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนจำเป็นครบทุกชนิด กรดไขมันจำเป็น กรดไขมันไม่อิ่มตัว และวิตามินโดยเฉพาะอย่างยิ่ง มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบสูงถึงร้อยละ 17-19 โดยน้ำหนัก ผู้วิจัยจึงศึกษา ศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสปรุงรสจากสาหร่ายไถทดสอบคุณค่าทางอาหารและประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค ผลการวิจัยพบว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจของผู้บริโภค ผลการวิจัยพบว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อลักษณะทางกายภาพของน้ำซอสในระดับที่มีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นสารอาหารหลักในน้ำซอสที่ผ่านกระบวนการหมัก มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ สาหร่ายไถสดสำหรับมะไฟจีนนั้น ประกอบด้วยคุณค่าในเชิงเภสัชโภชนาการ กล่าวคือ ประกอบด้วยทั้งสารอาหารประเภทน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว กรดอินทรีย์และสารออกฤทธิ์ชีวภาพด้านการออกซิเดชันหลายชนิดและสารต้านการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคหลายสายพันธุ์ ผู้วิจัยจึงพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกอมจากมะไฟจีน ซึ่งเป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่คงคุณค่าทางเภสัชโภชนาการของมะไฟจีนได้ดีที่สุด ผลการทดสอบความพึงพอใจพบว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อลักษณะทางกายภาพของลูกอมในระดับที่มีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เช่นเดียวกัน

สมจิต อ่อนเหม. และ คนอื่น ๆ. (2548) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมีสาหร่ายไถ ผลการวิจัย ข้าวเม่าหมี 4 สูตรที่มีระดับสาหร่ายไถแผ่นทอดต่างกัน 4 ระดับ คือ 0, 6, 9 และ 12% ของน้ำหนักส่วนผสมที่เป็นของแข็งทั้งหมด ไปให้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏโดยรวม สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีทดสอบแบบ 9-point hedonic scale เพื่อหาสูตรข้าวเม่าหมีที่มีระดับสาหร่ายไถแผ่นทอดเหมาะสมที่สุด ซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคได้รับคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น นำข้าวเม่าหมีสูตรที่มีระดับสาหร่ายไถแผ่นทอดเหมาะสมที่สุดไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ ผลการศึกษาพบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับในทุกคุณลักษณะ คือ ลักษณะปรากฏโดยรวม สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของข้าวเม่าหมีทั้ง 4 สูตร แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) โดยคะแนนเฉลี่ยการยอมรับโดยรวมของข้าวเม่าหมีทั้ง 4 สูตร อยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง คือ ข้าวเม่าหมีสูตรใส่สาหร่ายไถแผ่นทอด 0, 6, 9 และ 12% ของน้ำหนักส่วนผสมที่เป็นของแข็งทั้งหมด ได้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 6.76, 6.70, 6.70 และ 6.59 คะแนนตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่า ข้าวเม่าหมีสูตรใส่สาหร่ายไถแผ่นทอด 9% เป็นสูตร

ข้าวเม่าหมีที่มีระดับสาหร่ายไโคแผ่นทอดเหมาะสมที่สุด เพราะลักษณะปรากฏโดยรวมมองดูดีมีสาหร่ายไโคแผ่นทอดไม่มากหรือน้อยจนเกินไป นอกจากนี้ยังให้คุณค่าทางอาหารสูงกว่าข้าวเม่าหมีสูตรใส่สาหร่ายไโคแผ่นทอด 0 และ 6% อีกด้วย โดยพบว่า องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวเม่าหมีสูตรใส่สาหร่ายไโคแผ่นทอด 9% มีค่าความชื้น 3.08% โปรตีน 21.98% ไขมัน 42.29% เถ้า 3.4% เส้นใยอาหาร 3.17% คาร์โบไฮเดรต 29.15% โดยน้ำหนักแห้ง

ระวีวรรณ แก้วอมตวงศ์. และ ทรงพร จึงมั่นคง. (2549) : การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพืชสมุนไพรที่พบทั่วไปในจังหวัดอุบลราชธานี 8 ชนิด ด้วยการนำส่วนต่าง ๆ ของพืชมาสกัด โดยใช้ตัวทำละลาย ethyl acetate และ ethanol ได้สกัดชั้น ethyl acetate และ ethanol ทั้งหมด 36 สารสกัด จากนั้นทดสอบการยับยั้งอนุมูลอิสระโดยใช้ DPPH พบว่าสารสกัดชั้น ethanol แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้สูงกว่าสารสกัดในชั้น ethyl acetate

อรนุช เผ่าจินดา. และ อุไรวรรณ ดิงสวัสดิ์ (2549) : จากการศึกษาพบว่ากล้วยหอมสามารถแปรรูปเป็นเครื่องดื่มไวน์ได้ คุณสมบัติที่น่าสนใจคือกล้วยหอมให้ผลตลอดปี มีกลิ่นและรสชาติดี เนื้อกล้วยประกอบด้วยน้ำตาลที่เหมาะสมสำหรับการหมักแอลกอฮอล์ นอกจากนี้ยังอุดมไปด้วยเกลือแร่และวิตามิน ไวน์กล้วยหอมจึงอาจจัดเป็นไวน์เพื่อสุขภาพได้ งานวิจัยนี้ได้ทดลองนำกล้วยหอมที่สุกงอมมาหมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ที่ใช้หมักไวน์โดยเฉพาะและควบคุมสภาวะของการหมักให้เหมาะสม หลังจากกระบวนการหมักสิ้นสุดลง ทำการวิเคราะห์ผลการทดลองและคำนวณค่าจลนพลศาสตร์ของการหมัก พบว่าอัตราการเจริญของเชื้อยีสต์สอดคล้องกับอัตราการใช้ซับสเตรทและอัตราการผลิตแอลกอฮอล์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิจัย ดังนี้

ทำการทดลองหมักไวน์จากสาหร่ายไก่อและศึกษาถึงความเหมาะสมในการใช้ยีสต์ในการหมักไวน์จากสาหร่ายไก่อ ดังนี้

- 1.1. ศึกษาวิธีการหมักไวน์
- 1.2. วิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด – เบส ปริมาณกรดรวม ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ของไวน์สาหร่ายไก่อระหว่างกระบวนการหมัก
- 1.3 วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ จุลินทรีย์ของไวน์สาหร่ายไก่อระหว่างกระบวนการเก็บรักษา
- 1.4 การประเมินทางประสาทสัมผัส

อุปกรณ์ เครื่องมือ สารเคมี

- โซเดียมไฮดรอกไซด์ เกรดแอนาลาร์จากบริษัท Merck
- กรดแกลลิกเกรดแอนาลาร์จากบริษัท Merck
- โซเดียม คาร์บอเนต เกรดแอนาลาร์จากบริษัท Merck
- สารมาตรฐานเอทิลแอลกอฮอล์ เกรดแอนาลาร์ จากบริษัท BDH
- Folin-Ciocalteu reagent เกรดแอนาลาร์ จากบริษัท Fluka
- โพรพานอล เกรดโครมาโทกราฟี จากบริษัท Fluka
- ฟีนอลฟทาไลน์อินดิเคเตอร์ จากบริษัท Merck
- จุลินทรีย์แซคคาโรไมซีส (*Saccharomyces cerevisiae*) จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
- ยีสต์ที่ใช้ในการทำขนม ชื้อจากห้างฟู้ดแลนด์ซูเปอร์มาเก็ต
- เครื่องวัดค่า pH ของบริษัทMettler
- เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Precisa รุ่น 205 A
- เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas Chromatography) ของบริษัท Hewlett Packard
- ชุดทดสอบปริมาณจุลินทรีย์รวม ของกระทรวงสาธารณสุข
- โถแก้วสำหรับหมัก
- น้ำตาลทรายขาว ของบริษัทมิตรผล
- ผ้าขาวบาง

ตัวอย่าง

สาหร่ายไกสดและสาหร่ายไก่อแห้ง จากอำเภอบางบาล จังหวัดนนทบุรี

ขั้นตอนการทดลอง

วิธีการทดลอง

ตอนที่1. การเตรียมไวน์

นำสาหร่ายไกสดและสาหร่ายไก่อแห้งมาล้างทำความสะอาดและนำไปลวกก่อนซึ่งน้ำหั่นและนำไปผสมกับน้ำตาลทรายและน้ำ โดยใส่เชื้อจุลินทรีย์ หรือเชื้อยีสต์ทำขนมตามสูตรดังนี้

สูตร 1 สาหร่ายไกสด : น้ำตาลทราย : น้ำ อัตราส่วน 0.5:0.2:0.5 ผสมจุลินทรีย์แซคคาไรไมซีส

สูตร 2 สาหร่ายไกสด : น้ำตาลทราย : น้ำ อัตราส่วน 0.5:0.2:0.5 ผสมยีสต์ที่ใช้ในการทำขนมปัง

สูตร 3 สาหร่ายไก่อแห้ง : น้ำตาลทราย : น้ำ อัตราส่วน 0.5:0.2:0.5 ผสมจุลินทรีย์แซคคาไรไมซีส

สูตร 4 สาหร่ายไก่อแห้ง : น้ำตาลทราย : น้ำ อัตราส่วน 0.5:0.2:0.5 ผสมยีสต์ที่ใช้ในการทำขนมปัง

นำส่วนผสมของไวน์แต่ละสูตร ผสมให้เข้ากันและบรรจุใส่ในขวดโหลแก้วซึ่งปิดด้วยผ้าขาวบางและเก็บที่อุณหภูมิห้อง 30 วัน

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีในระหว่างกระบวนการหมัก

ทำการเก็บตัวอย่างส่วนผสมหมักจากสาหร่ายไก่อแห้งเป็นระยะต่างๆ ดังนี้คือ 0 1 2 3 4 5 6 7 14 21 และ 30 วันตามลำดับ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่า pH ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณความเป็นกรดรวมระหว่างการหมัก

วิธีทดลอง

2.1 การหาค่าความเป็นกรด – เบส

เมื่อครบกำหนดตามระยะเวลา 0 1 2 3 4 5 6 7 14 21 และ 30 วันตามลำดับ บีบตัวอย่างปริมาตร 5 มิลลิตร นำไปวัดด้วยเครื่องวัด pH บันทึกค่า pH

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณความเป็นกรดรวม

1. ชั่ง โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัมใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิตร เติมน้ำกลั่นครบปริมาตรจะได้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐาน ที่มีความเข้มข้น 0.1 M

2. นำตัวอย่างส่วนผสมหมัก 5 มิลลิลิตรจากตอนที่ 2.1 ใส่ขวดรูปชมพูนขนาด 250 มิลลิลิตร และเจือจางให้ได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันดี หยดฟีนอล์ฟทาลีน 2 หยด นำไปไตเตรดกับสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐานเข้มข้น 0.1 M จนกระทั่งสารละลาย เปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพู เป็นเวลานานประมาณ 30 วินาที จดบันทึกปริมาตรของ สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐานที่ใช้ และคำนวณหาปริมาณกรดในรูป % กรดทาร์ทาริก

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์

2.3.1 การเตรียมสภาวะเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี ปรับสภาพของเครื่อง

ดังนี้

อุณหภูมิบริเวณที่เตรียมสารตัวอย่าง 200 องศาเซลเซียส
อุณหภูมิคอลัมน์ 170 องศาเซลเซียส
อุณหภูมิตัวตรวจจับชนิด FID 200 องศาเซลเซียส
แก๊สตัวพาชนิดไนโตรเจน อัตราการไหล 30 มิลลิลิตร ต่อนาที
เปิดเครื่องก่อนทำการวิเคราะห์ประมาณ 1 ชั่วโมง
คอลัมน์ที่ใช้คือ Porapak type Q เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 1/3 นิ้ว ยาว 6 ฟุต

2.3.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานอินเทอร์นอล โดยใช้โพรพานอล 3 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 1000 มิลลิลิตร
2. เตรียมสารละลายมาตรฐานเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 4000 มิลลิกรัม ใน 100 มิลลิลิตร (Stock standard 4000 mg%) โดยปิเปตแอบโซลูทเอทานอล 4 มิลลิลิตร ลงในขวดเชิงปริมาตร แล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลายมาตรฐานอินเทอร์นอลจนครบ 100 มิลลิลิตร
3. การเตรียมสารละลายมาตรฐานเอทิลแอลกอฮอล์ โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานในข้อ 2 จำนวน 0, 0.6, 1.3, 1.9, 2.5 และ 3.2 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลายมาตรฐานอินเทอร์นอลจนครบ 100 มิลลิลิตร จะได้ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทิลแอลกอฮอล์เป็น 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 มิลลิกรัมใน 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ
4. การเตรียมสารละลายตัวอย่าง นำตัวอย่างไวน์สำหรับยักไกมาเจือจางด้วยสารละลาย อินเทอร์นอลให้อยู่ในช่วงความเข้มข้น 0 – 100 มิลลิกรัมใน 100 มิลลิลิตร โดยปิเปตไวน์สำหรับยักไกมา 0.2 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลายมาตรฐานอินเทอร์นอลจนครบ 10 มิลลิลิตร

2.3.3 การทดลอง

1. นำสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ ฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี ครั้งละ 3 ไมโครลิตร จำนวน 3 ครั้ง โดยฉีดสารที่มีความเข้มข้นต่ำไปหาความเข้มข้นสูง แล้วฉีดสารตัวอย่าง ด้วยน้ำกลั่นทุกครั้ง
2. ฉีดน้ำกลั่นจำนวน 3 ไมโครลิตร เข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีเพื่อตรวจสอบจากโครมาโตแกรมว่าไม่มีการปนเปื้อนที่ฉีดสารตัวอย่าง
3. ฉีดสารละลายตัวอย่างที่เจือจางแล้วเข้าสู่เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี 3 ไมโครลิตร จำนวน 3 ครั้ง
4. ปิดแก๊สไฮโดรเจนและอากาศ
5. ทำการลดอุณหภูมิของเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี ปิดเครื่องและแก๊สตัวพาตามลำดับ
6. ล้างเข็มฉีดสารตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น อะซิโตน เฮกเซน ตามลำดับ

ตอนที่ 3 วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ จุลินทรีย์ ของไวน์สาหร่ายไก่อระหว่างกระบวนการเก็บรักษา

ทำการเก็บตัวอย่างไวน์จากสาหร่ายไก่อที่เก็บไว้ 2 สภาวะคือ ในตู้เย็น และที่อุณหภูมิห้องที่ระยะเวลา 0 30 60 และ 90 วันตามลำดับ เพื่อศึกษาการปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ จุลินทรีย์ ในระหว่างการเก็บรักษาไวน์

วิธีทดลอง

3.1 การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในไวน์สาหร่ายไก่อ (ดัดแปลงจากวิธีของซีแอมบารา และคณะ : 2002)

1. ชั่งกรดแกลลิก 0.0100 g ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 mL ปรับปริมาณด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายกรดแกลลิก ที่มีความเข้มข้น 100 µg/mL
2. ปิเปตสารละลายกรดแกลลิก มีความเข้มข้น 100 µg/mL ปริมาตร 7.50, 10.00, 12.50, 15.00 และ 17.50 mL ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 mL ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้กรดแกลลิก ที่มีความเข้มข้น 30, 40, 50, 60, และ 70 µg/mL ตามลำดับ
3. ชั่งไวน์สาหร่ายไก่อทั้ง 2 ชุด ชุดละ 0.025 g ในแต่ละส่วน ใส่ลงไปในขวดวัดปริมาตร ขนาด 50 mL ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายของสารสกัดที่มีความเข้มข้น 500 µg/mL
4. ปิเปตสารละลายกรดแกลลิก 0.4 mL ความเข้มข้นละ ลงในหลอดทดลองเต็ม 7.5% โซเดียม คาร์บอเนต ปริมาตร 1.6 mL ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที

5. ปิเปตสารละลายของไวน์สาหร่ายไเก่ที่มีความเข้มข้น 500 $\mu\text{g/mL}$ ปริมาตร 0.4 mL ลงในหลอดทดลอง เติม 10 % Folin-Ciocalteu reagent ปริมาตร 2 mL เขย่าให้เข้ากัน ตั้งพักไว้ 5 นาที จากนั้นเติม 7.5% โซเดียมคาร์บอเนต ปริมาตร 1.6 mL ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที

6. นำสารที่ได้ มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm สร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิก ที่ช่วงความเข้มข้น 0 -70 mg/mL

7. หาปริมาณของสารประกอบฟีนอลิก โดยนำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดจากไวน์เทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก เป็น gallic acid equivalents (GAE)

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์

ขั้นเตรียมการทดสอบ

1. ใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์เช็ดมือทั้งสองข้าง และภาชนะบรรจุอาหารบริเวณที่ต้องการเปิดภาชนะ
2. ใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์เช็ดกรรไกรตรงส่วนที่ใช้ตัดให้สะอาด หรือนำไปแช่ไว้ในแอลกอฮอล์ที่เตรียมไว้
3. ใช้หลอดฉีดยาดูดสารตัวอย่างขึ้นมา 5 ml
4. ค่อย ๆ เปิดแผ่นทดสอบยีสต์ราออก แล้วฉีดสารตัวอย่างลงกึ่งกลางแผ่นทดสอบจนหมด แล้วปิดแผ่นกระดาษทดสอบช้า ๆ อย่าให้เกิดฟองอากาศ
5. วางแผ่นพลาสติกสำหรับกระจายสารตัวอย่าง ลงบนแผ่นทดสอบ แล้วใช้นิ้วค่อย ๆ กดบริเวณตรงกลางให้สารตัวอย่างกระจายอย่างช้า ๆ โดยที่อย่าให้เกินขอบวงกลมของพลาสติก
6. นำแผ่นทดสอบห่อไว้ในกระดาษที่สะอาดอย่างมิดชิด
7. เก็บแผ่นกระดาษทดสอบในที่มืดและเย็น ที่มีอุณหภูมิประมาณ 20 – 30 °C นาน 3 วัน แล้วตรวจดูผลการทดสอบ
8. การอ่านผลทดสอบ เชื้อยีสต์ มีลักษณะเป็นจุดสีเขียวขนาดเล็ก
9. เชื้อรามีขนาดใหญ่กว่ายีสต์ มีหลายสี มักมีสีเขียว ขอบไม่เรียบ มีลักษณะเส้นแผ่กระจายออกจากจุดกลาง

ตารางที่ 2 ตารางเกณฑ์การประเมินจำนวนยีสต์และเชื้อรา

ชนิดตัวอย่าง	จำนวนยีสต์	จำนวนเชื้อรา	เกณฑ์การตัดสิน	จำนวนยีสต์และเชื้อรา
เครื่องดื่ม	0	0	✓	จำนวนที่นับได้
อาหารพร้อมบริโภค	0 – 19	0	✓	จำนวนที่นับได้ x 500
	มากกว่า 19	1 หรือมากกว่า 1	✗	
			✓ ผ่าน	✗ ไม่ผ่าน

เกณฑ์การตัดสิน

1. อาหาร: ยีสต์/กรัม ต้องน้อยกว่า 10,000 ตามเกณฑ์คุณภาพของ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
เชื้อรา/กรัม ต้องน้อยกว่า 500 ตามเกณฑ์คุณภาพของ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
2. เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท: ต้องไม่พบยีสต์และเชื้อรา ตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 214 พ.ศ. 2543

3.3 การวิเคราะห์ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์

ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2.3

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์คุณภาพของไวน์ทางประสาทสัมผัส

4.1 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำไวน์ที่เตรียมได้ไปศึกษาผลการประเมินทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ชิมเพศชาย อายุระหว่าง 30 ถึง 55 ปี จำนวน 20 คน ชิม โดยประเมินความพอใจ ของกลิ่น และ รสชาติ และตอบแบบสอบถาม เพื่อต้องการหาความพึงพอใจ ในกลิ่น และรสชาติของไวน์จากสาหร่ายไก่อ

ด้านกลิ่น ทดสอบกลิ่นของไวน์จากสาหร่ายไก่อในแต่ละความเข้มข้นว่ามีกลิ่นแตกต่างกันอย่างไร

ด้านรสชาติ ทดสอบรสชาติของไวน์จากสาหร่ายไก่อในสูตรว่ามีรสชาติแตกต่างกันอย่างไร ในแบบสอบถามได้ระบุรหัสของไวน์สาหร่ายไก่อไว้ดังนี้

BADC หมายถึง ไวน์สาหร่ายไก่อสูตร 1 ขวด 1

BACD หมายถึง ไวน์สาหร่ายไก่อสูตร 1 ขวด 2

ABCD หมายถึง ไวน์สาหร่ายไก่อสูตร 1 ขวด 3

ABDC หมายถึง ไวน์สาหร่ายไก่อสูตร 2 ขวด 1

BDAC หมายถึง ไวน์สาหร่ายไก่อสูตร 2 ขวด 2

ACBD หมายถึง ไวน์สำหรับโกสสูตร 2 ขวด 3
CABD หมายถึง ไวน์สำหรับโกสสูตร 3 ขวด 1
BCDA หมายถึง ไวน์สำหรับโกสสูตร 3 ขวด 2
CBDA หมายถึง ไวน์สำหรับโกสสูตร 3 ขวด 3
BDCA หมายถึง ไวน์สำหรับโกสสูตร 4 ขวด 1
DBAC หมายถึง ไวน์สำหรับโกสสูตร 4 ขวด 2
DBCA หมายถึง ไวน์สำหรับโกสสูตร 4 ขวด 3



บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการ 4 ขั้นตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาการเตรียมไวน์จากสาหร่ายไก่อ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีในระหว่างกระบวนการหมักไวน์จากสาหร่ายไก่อ

ตอนที่ 3 ผลวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ จุลินทรีย์ของไวน์สาหร่ายไก่อระหว่างกระบวนการเก็บรักษา

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของไวน์สาหร่ายไก่อทางประสาทสัมผัส

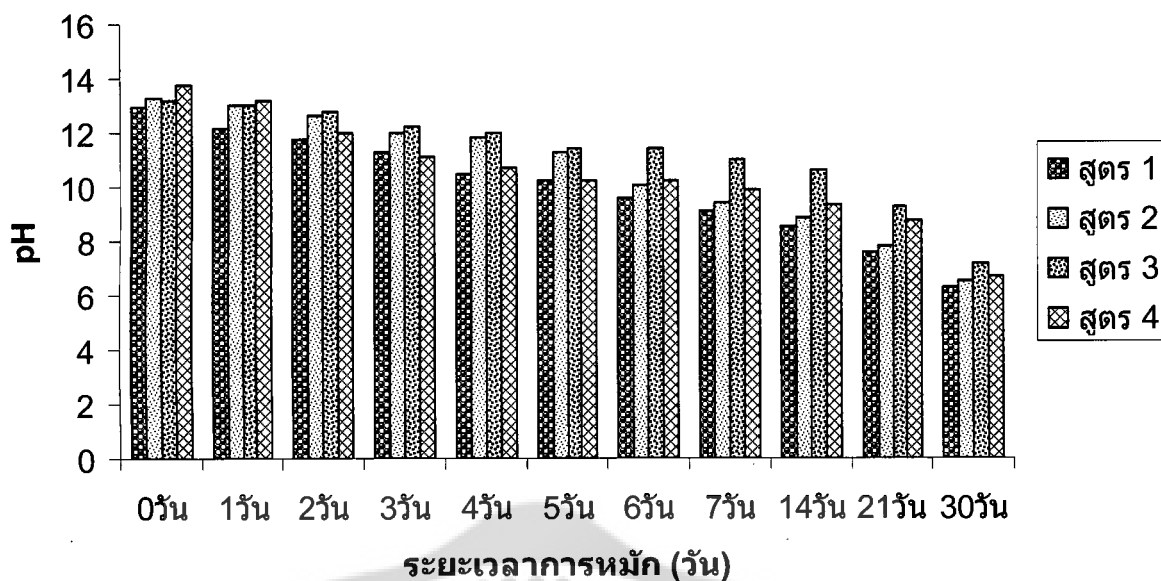
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาการเตรียมไวน์จากสาหร่ายไก่อ

ผลจากการเตรียมไวน์ 4 สูตร โดยเปรียบเทียบวัตถุดิบ สาหร่ายไก่อสด และไก่อแห้ง เปรียบเทียบชนิดยีสต์ที่ใช้ในระหว่างการหมัก ผลปรากฏว่า ลักษณะทางกายภาพของไวน์ไม่แตกต่างกัน แสดงว่า สาหร่ายไก่อสามารถนำมาเตรียมเป็นไวน์ได้ทั้งแบบสดและแบบแห้ง ส่วนผลการใช้เชื้อจุลินทรีย์ เปรียบเทียบกับการใช้ยีสต์ พบว่า สามารถใช้ยีสต์ผลิตขนมเป็นจุลินทรีย์ในการหมักได้

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีในระหว่างกระบวนการหมักไวน์จากสาหร่ายไก่อ

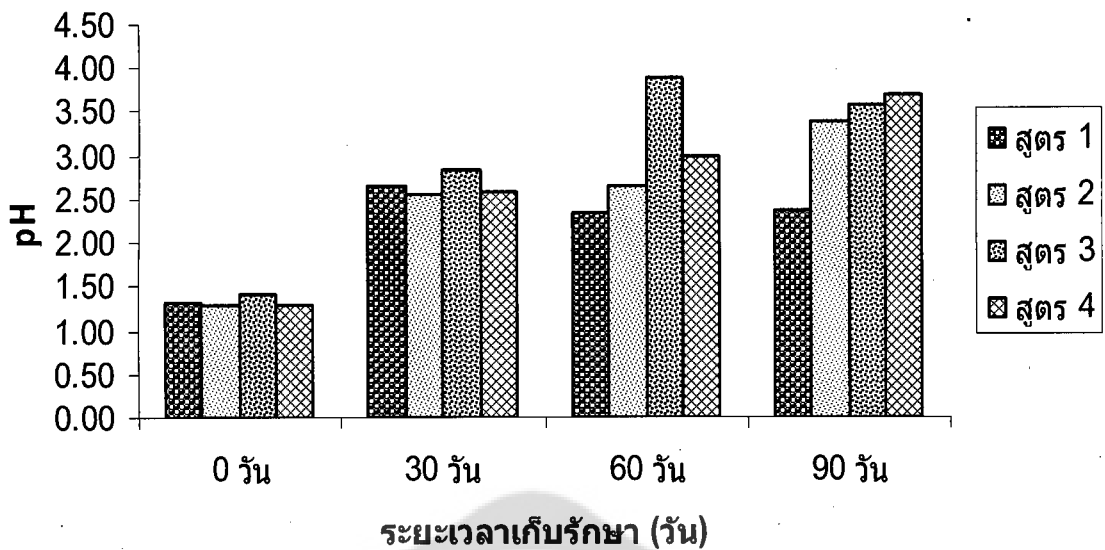
2.1 การวัดค่ากรด เบส

จากการศึกษากระบวนการหมัก ได้ตรวจวัดและบันทึกค่าความเป็นกรด – เบส ของไวน์สาหร่ายไก่อในช่วง 0 1 2 3 4 5 6 7 14 21 30 60 และ 90 วัน ตามลำดับ ผลจากการวัดค่าความเป็นกรด – เบส มีค่าตามแสดงในภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ความเป็นกรด – เบส ของไวน์สาหร่ายไก่อระหว่างการหมัก

จากภาพประกอบ 5 พบว่า ค่าความเป็นกรด – เบส หรือ pH ของไวน์สาหร่ายไก่อก่อนพาสเจอร์ไรส์เมื่อเริ่มกระบวนการหมัก ความเป็นกรด – เบส จากสูตรที่ 1 ถึงสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 13 เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นกรด – เบสเริ่มลดลง จากสูตรที่ 1-4 เมื่อเริ่มหมักมีค่า pH ค่อนข้างสูง เมื่อช่วงระยะเวลาการหมัก 0 1 2 3 4 5 6 7 14 21 และครบ 30 วัน ก่อนการพาสเจอร์ไรส์ มีแนวโน้มที่ค่า pH ลดลง และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 7 เมื่อหมักครบ 30 วัน ได้ทำการพาสเจอร์ไรส์โดยให้ความร้อน 85 °C ใช้เวลานาน 10 นาที แล้วทำให้เย็นทันทีที่อุณหภูมิ 10 °C จะได้ไวน์สาหร่ายไก่อที่ผ่านการฆ่าเชื้อโรค ผลจากการวัดค่า pH และติดตามการเปลี่ยนแปลงตลอดทุกเดือน แสดงในภาพประกอบ 5



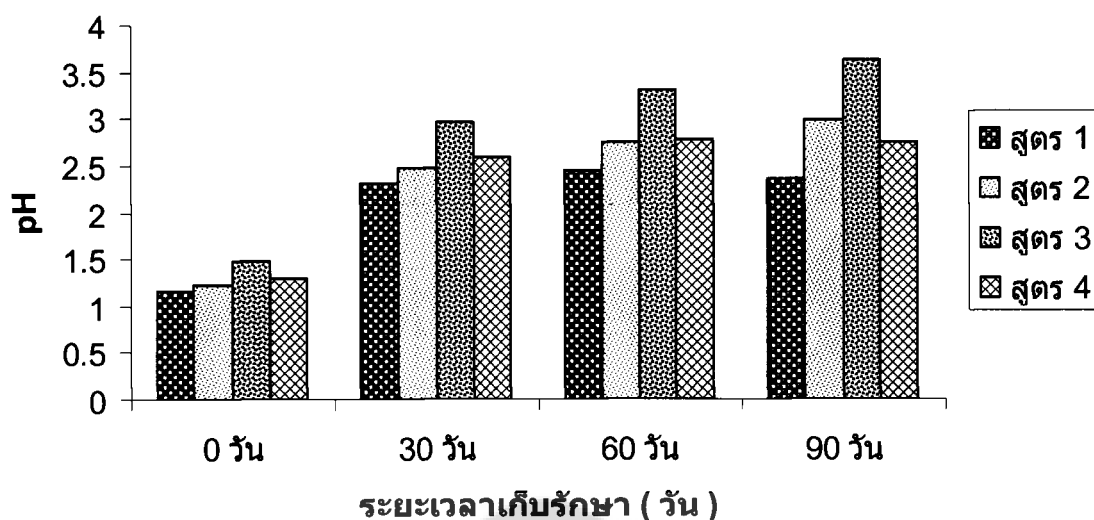
ภาพประกอบ 6 ความเป็นกรด – เบส หลังพาสเจอร์ไรส์เก็บที่อุณหภูมิห้อง

จากภาพประกอบ 6 และภาพประกอบ 6 พบว่าภายหลังการพาสเจอร์ไรส์ไวน์สำหรับยาค ไก่ นำไปเก็บไว้ในสภาวะอุณหภูมิต่างกัน คือที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 °C ในช่วงระยะเวลา 0 30 60 และ 90 วัน ค่าความเป็นกรด – เบส ของไวน์ที่เก็บที่อุณหภูมิห้องอยู่ที่ 1.33, 2.66, 2.97, 3.26 สูตรที่มีค่าความเป็นกรด – เบส สูงสุดได้แก่สูตร 4 มีค่า 3.26 และสูตรที่มีค่าความเป็นกรด – เบส ต่ำสุดได้แก่สูตร 1 มีค่า 1.33

ส่วนไวน์สำหรับยาคไก่ที่เก็บในสภาวะอุณหภูมิต่ำที่ 4 °C ในช่วงระยะเวลา 0 30 60 และ 90 วัน ค่าความเป็นกรด – เบส ของไวน์ที่เก็บที่อุณหภูมิต่ำอยู่ที่ 1.29, 2.58, 2.82, 2.93 สูตรที่มีค่าความเป็นกรด – เบส สูงสุดได้แก่สูตร 4 มีค่า 2.93 และสูตรที่มีค่าความเป็นกรด – เบส ต่ำสุดได้แก่สูตร 1 มีค่า 1.29

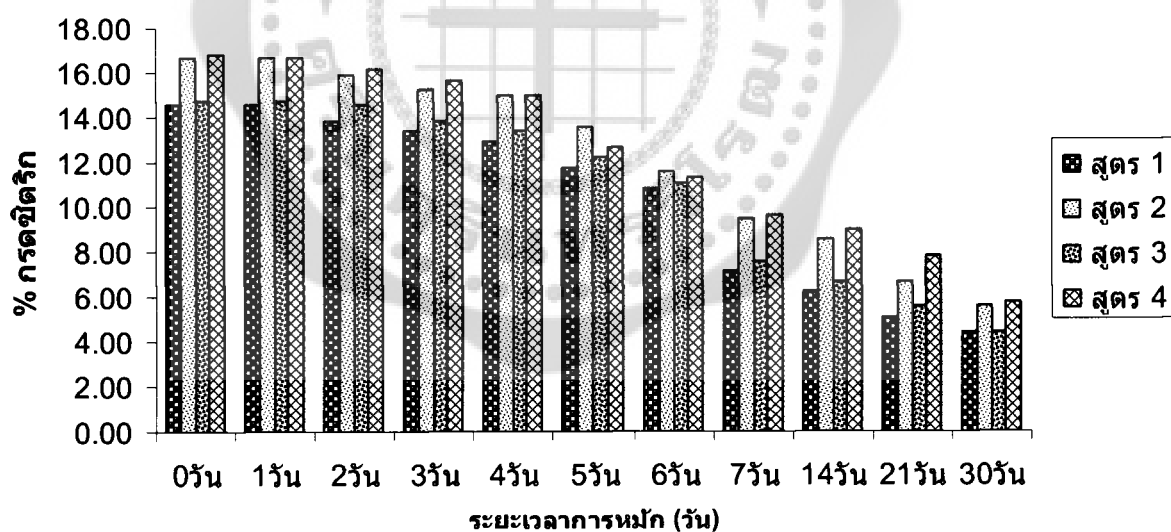
ผลจากการเปลี่ยนแปลงของไวน์สำหรับยาคไก่ที่เก็บไว้ในสภาวะทั้งสอง มีค่าใกล้เคียงกัน แต่การเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C จะมีค่าโดยเฉลี่ยต่ำกว่าการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเล็กน้อย เนื่องจากสภาวะอุณหภูมิต่ำมีผลต่อเปลี่ยนแปลงของไวน์สำหรับยาคไก่ จึงทำให้การเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างกันมีค่าการเปลี่ยนแปลงต่างกัน

ค่าความเป็นกรด – เบส ของไวน์ทั้ง 4 สูตร ในระยะเวลาที่เก็บรักษา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในการเก็บทั้งสองสภาวะ แต่ค่าไม่แตกต่างกันมากในชุดของไวน์แต่ละสูตร และที่น่าสังเกตไวน์ที่ผลิตสูตรที่ 4 จะมีค่าความเป็นกรด – เบสสูงที่สุด เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของไวน์พบว่าไวน์ที่ทำจากสาหร่ายไคแฉ่ง ซึ่งเป็นผลจากสาหร่ายวัตถุดิบที่เป็นสาหร่ายไคแฉ่ง อาจมีการเปลี่ยนแปลงสารประกอบภายในไคบั้ง แต่อย่างไรก็ตามค่ากรดเบสก็ยังคงแสดงในช่วงกรด แสดงว่าไวน์ที่ได้มีรสเปรี้ยว



ภาพประกอบ 7 ความเป็นกรด – เบส หลังพาสเจอร์ไรส์เก็บที่อุณหภูมิ 4 °C

2.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดรวม

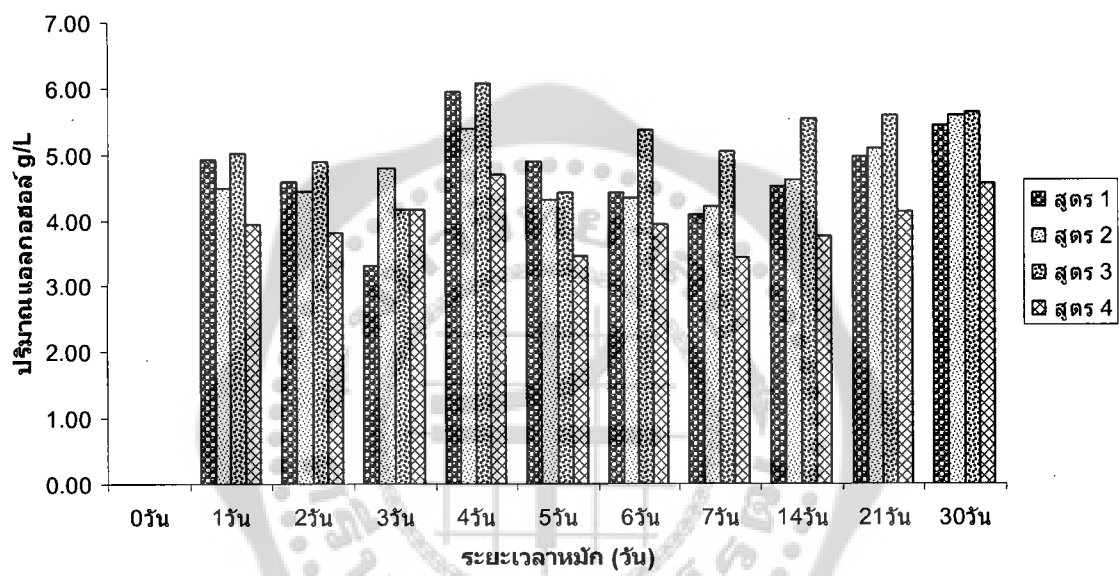


ภาพประกอบ 8 ปริมาณกรดรวมในไวน์สาหร่ายไคโนระหว่างการหมัก

จากภาพประกอบ 8 ผลจากการทดลองพบว่า เฉลี่ยของปริมาณกรดรวมอยู่ในช่วง 12.43 – 10.43 เปอร์เซ็นต์ ใน 100 ml เมื่อได้ทำการทดสอบกรดรวมในช่วงที่หมักไวน์สาหร่ายไคโนโดยทำการทดสอบตั้งแต่ 0 1 2 3 4 5 6 7 14 21 30 วันตามลำดับ โดยแต่ละสูตรจะมีค่าความเป็นกรดรวมจะลดลงตามระยะเวลาของการหมัก

2.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในระหว่างกระบวนการหมัก

ในการเก็บตัวอย่างไวน์ระหว่างกระบวนการหมักมาวิเคราะห์ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ ผลการวิเคราะห์พบว่า ในช่วงเริ่มกระบวนการหมักยังไม่มีเอทิลแอลกอฮอล์เกิดขึ้น เมื่อระยะการหมักครบ 30 วัน ผลจากการทดลองพบว่า ทั้ง 4 สูตร ค่าแอลกอฮอล์อยู่ในช่วง 4.10 – 5.52 กรัมต่อลิตร สูตรที่มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุดได้แก่สูตร 3 มีค่า 4.71 กรัมต่อลิตร ส่วนสูตรที่มีค่าต่ำสุดได้แก่ สูตร 4 มีค่า 3.63 กรัมต่อลิตร ดังแสดงในภาพประกอบที่ 7



ภาพประกอบ 9 ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในไวน์สำหรับไฮในระหว่างการหมัก

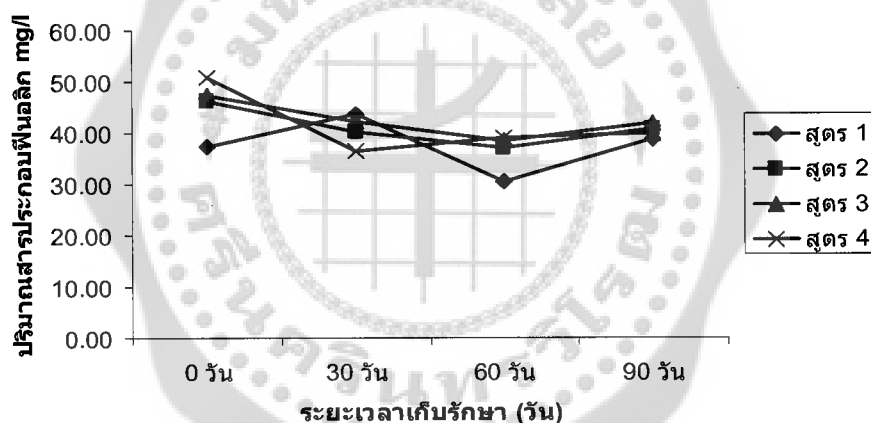
จากภาพประกอบ 9 จะเห็นว่าในช่วงสำคัญ 7 วันแรกของการหมัก สามารถตรวจพบเอทิลแอลกอฮอล์ได้ตั้งแต่วันที่ 1 ของการหมัก โดยมีค่าในช่วง ไม่เกิน 6 กรัม /ลิตร โดยสูตรที่ 3 มักจะมีปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์สูงที่สุด ผลการทดลองตอนนี้สรุปได้ว่า ส่วนผสมหมักมีกิจกรรมการทำงานของจุลินทรีย์จริง เนื่องจากสามารถตรวจสอบปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ได้ เมื่อทำการหมักนานขึ้นปริมาณแอลกอฮอล์มีแนวโน้มสูงขึ้นในบางสูตร

ตอนที่ 3 ผลวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ จลนทรีย์ ของไวน์สาหร่ายไก่อระหว่างกระบวนการเก็บรักษา

3.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในไวน์

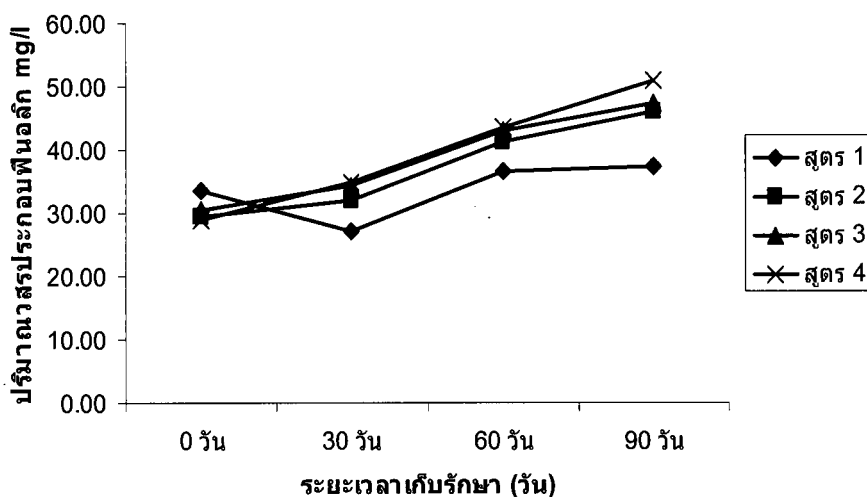
จากการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ในไวน์จากสาหร่ายไก่อพบว่า ในไวน์จากสาหร่ายไก่อสดจะมีปริมาณ สารประกอบฟีนอลิกมีค่าประมาณ 37.25 มิลลิกรัม/ลิตร และในไวน์จากสาหร่ายไก่อตากแห้งจะมีปริมาณ สารประกอบฟีนอลิกมีค่าประมาณ 40.83 มิลลิกรัม/กรัม ดังนั้น ไวน์จากสาหร่ายไก่อแห้งมีสารประกอบฟีนอลิกมากกว่าไวน์จากสาหร่ายไก่อสดและจากผลการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในไวน์จากสาหร่ายไก่อจากสูตรต่าง ๆ ได้ผลการทดลองตามตาราง 6

ผลจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบฟีนอลิก ในระหว่างการเก็บรักษาตั้งแต่ระยะเวลา 0 30 60 และ 90 วัน ในสองสภาวะ ดังแสดงในภาพประกอบ 9 และ 10 ตามลำดับ



ภาพประกอบ 10 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในไวน์สูตรต่างๆ ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

จากภาพประกอบ 10 ผลการศึกษาค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเทอมของปริมาณกรดแกลลิกหลังการพาสเจอร์ไรซ์โดยเก็บรักษาไวน์จากสาหร่ายไก่อ ในสภาวะอุณหภูมิห้อง ผลการทดลอง พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเฉลี่ยมีค่าใน ช่วง 52.45 – 36.32 มิลลิกรัม/ ลิตร ซึ่งผลการวิเคราะห์จะพบว่า การเก็บไวน์ที่อุณหภูมิห้องนาน 90 วัน บางสูตรจะเห็นการเปลี่ยนแปลงลดลงในช่วง 30 วันแรก แต่ เมื่อ 60 – 90 วันของการเก็บไวน์ ค่าสารประกอบสารประกอบฟีนอลิกรวมยังมีค่าคงที่ไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก

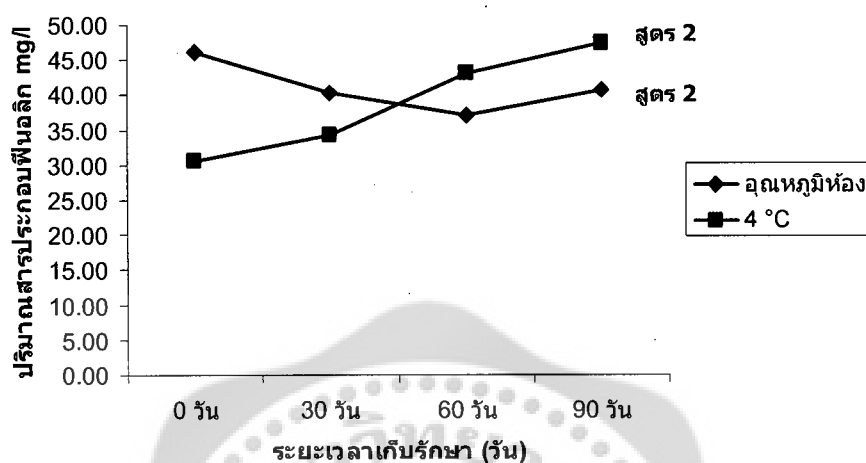


ภาพประกอบ 11 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในไวน์สูตรต่างๆ เก็บที่อุณหภูมิ 4 °C

จากภาพประกอบ 11 ผลการศึกษาค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเทอมของปริมาณกรดแกลลิกหลังการพาสเจอร์ไรซ์โดยเก็บรักษาไวน์จากสาหร่ายไค ในสภาวะอุณหภูมิ 4 °C ผลการทดลอง พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเฉลี่ยมีค่าใน ช่วงประมาณ 29 – 52 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งผลการวิเคราะห์จะพบว่า การเก็บไวน์ที่อุณหภูมิห้องนาน 90 วัน มีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบฟีนอลิกรวม มีแนวโน้มที่มีปริมาณมากขึ้น โดยเมื่อเก็บนาน 90 วัน ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกรวมมีค่าสูงสุดในเกือบทุกสูตรของไวน์

ผลจากการทดลองพบว่า ไวน์จากสาหร่ายไคสดมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเฉลี่ย 37.25 มิลลิกรัม/กรัม หรือประมาณ 3725 ไมโครกรัม / กรัม เมื่อทำการพาสเจอร์ไรซ์ไวน์ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมลดลงกว่าตอนเป็นสาหร่ายไคแห้ง ในทุกสูตรผลปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในไวน์ที่เก็บรักษาในสองสภาวะ ผลจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบฟีนอลิก(หลังการพาสเจอร์ไรซ์) ตั้งแต่ระยะเวลา 0 30 60 และ 90 วัน ผลจากการทดลอง พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเฉลี่ยมีค่าใน ช่วง 29 -52 มิลลิกรัม/กรัม มีปริมาณสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสูตรการหมักที่ 4 มีค่าสูงสุด ตามด้วยสูตร 2 และ 1 ตามลำดับส่วนสูตรการหมักที่ 3 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกต่ำสุด สาเหตุที่ทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมีค่าต่างกัน อาจเนื่องจากองค์ประกอบในกระบวนการหมัก ผลจากการทดลองการหมักโดยหมักด้วยยีสต์ขนมปังมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าการหมักที่ใช้จุลินทรีย์แซคคาโรไมซีส (*Saccharomyces cerevisiae*) อาจจะเป็นเพราะยีสต์ขนมปังเป็นยีสต์ผลิตขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งต่างจากจุลินทรีย์แซคคาโรไมซีส ซึ่งผลิตโดยใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีเข้าช่วย แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วง

วงระยะเวลาการเก็บรักษาทั้งสองสภาวะ จากการศึกษพบว่า การเก็บรักษาไวน์สาหร่ายไก่อไว้ในที่เย็นจะมีผลช่วยรักษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกไว้ได้ดีกว่าการเก็บรักษาไวน์สาหร่ายไก่อที่อุณหภูมิห้อง

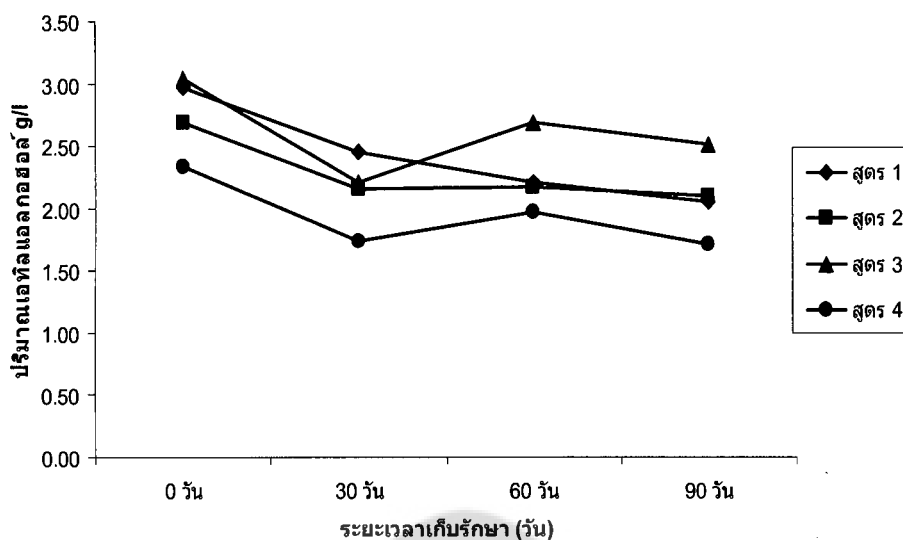


ภาพประกอบ 12 เปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในไวน์ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 4 °C

จากภาพประกอบ 12 ได้นำไวน์สาหร่ายไก่อสูตร 2 ที่เก็บไว้ทั้งสองสถานะ คือ เก็บที่อุณหภูมิห้องและเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C เปรียบเทียบกัน เพื่อจะให้เห็นความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในไวน์สาหร่ายไก่อที่เก็บรักษาไว้ที่ต่างสภาวะกัน พบว่าไวน์สาหร่ายไก่อที่เก็บที่อุณหภูมิห้องมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลง ซึ่งเมื่อเวลาในการเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลานาน ซึ่งต่างจากไวน์สาหร่ายไก่อที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 °C มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน

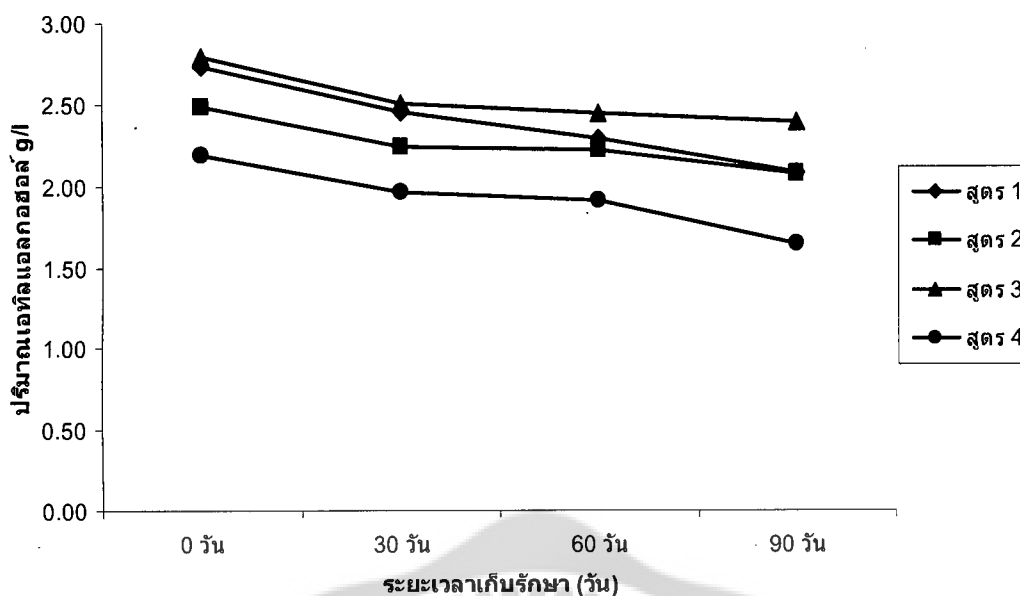
3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ ในระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้อง และที่อุณหภูมิเย็น 4 °C ได้แสดงผลตามภาพประกอบที่ 13 และ 14 ตามลำดับ



ภาพประกอบ 13 ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในไวน์สาหร่ายไก่อที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง

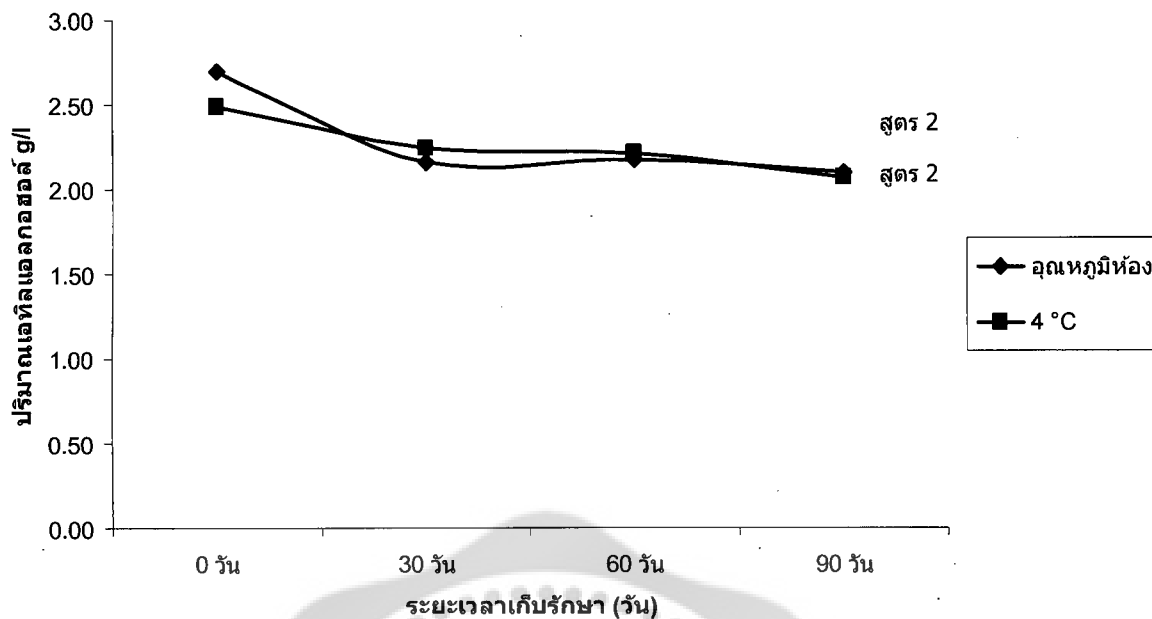
จากภาพประกอบ 13 เมื่อระยะเวลาหมักครบ 30 วัน นำไวน์สาหร่ายไก่อไปทำการพาสเจอร์ไรส์ หลังจากพาสเจอร์ไรส์แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ผลจากการทดลองพบว่า ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ แต่ละสูตรมีค่าไม่เท่ากัน บางสูตรมีค่าน้อยบางสูตรมีค่ามาก จากภาพประกอบ 13 จากทั้ง 4 สูตร พบว่าค่าเอทิลแอลกอฮอล์ที่ระยะเวลาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการเปลี่ยนแปลง คือ เมื่อระยะเวลา 0, 30, 60, และ 90 วัน พบว่า มีค่า 2.42, 2.28, 2.61 และ 1.94 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยเฉลี่ยแล้วแต่ละสูตรมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก สูตรที่มีค่ามากที่สุดคือสูตร 1 มีค่าเฉลี่ย 2.04 ถึง 2.97 กรัมต่อลิตร ส่วนสูตรที่มีค่าน้อยที่สุดคือสูตร 4 มีค่า 1.71 ถึง 2.52 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ผลจากการทดลองพบว่าสูตรไวน์สาหร่ายไก่อที่ใช้จุลินทรีย์แซคคาโรไมซีสในการหมักจะมีปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์สูงกว่าไวน์ที่ได้จากการใช้ยีสต์ขนมปัง



ภาพประกอบ 14 ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในไวน์สาหร่ายไก่อเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C

จากภาพประกอบ 14 เมื่อระยะเวลาหมักครบ 30 วัน นำไวน์สาหร่ายไก่อไปทำการพาสเจอร์ไรส์ หลังจากพาสเจอร์ไรส์แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C ผลจากการทดลองพบว่า แต่ละสูตรมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ลดลง จากภาพประกอบ 14 จากทั้ง 4 สูตร พบว่าปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ที่ระยะเวลาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C เมื่อระยะเวลา 0, 30, 60, และ 90 วัน พบว่า มีค่า 2.39, 2.26, 2.54 และ 1.93 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยเฉลี่ยแล้วแต่ละสูตรมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ลดลง สูตรที่มีปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์มากที่สุดคือสูตร 3 มีค่าเฉลี่ย 2.40 ถึง 2.79 กรัมต่อลิตร ส่วนสูตรที่มีค่าน้อยที่สุดคือสูตร 4 มีค่า 1.65 ถึง 2.19 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ผลจากการทดลองจากการเก็บไว้ทั้งสองสภาวะ พบว่าสูตรไวน์สาหร่ายไก่อที่ใช้จุลินทรีย์แซคคาโรไมซีสในการหมักจะมีปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์สูงกว่าสูตรไวน์สาหร่ายไก่อที่ใช้ยีสต์ขนมปัง

ผลการทดลองตอนนี้จะเห็นว่าการเก็บรักษาไวน์ ซึ่งจัดเป็นการบ่มไวน์ในระหว่าง 90 วัน ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลง และมีปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ต่ำ แสดงว่าการเพาะบ่มไวน์ในการวิจัยนี้ ทำได้ถูกสุขลักษณะ เนื่องจากการไม่มีการเพิ่มปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ แสดงว่าไม่มี กิจกรรมของจุลินทรีย์เพิ่ม



ภาพประกอบ 15 เปรียบเทียบปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในไวน์ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 4 °C

จากภาพประกอบ 15 ได้นำไวน์สาหร่ายไกลสูตร 2 ที่เก็บไว้ทั้งสองสถานะ คือ เก็บที่อุณหภูมิห้องและเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C มาเปรียบเทียบกัน เพื่อจะได้เห็นความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในไวน์สาหร่ายไกลที่เก็บรักษาไว้ที่ต่างสภาวะกัน พบว่าไวน์สาหร่ายไกลที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ลดลง เมื่อเวลาในการเก็บรักษาไว้เป็นมีระยะเวลานาน

3.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์รวม

ผลจากการศึกษาหาปริมาณจุลินทรีย์รวม ในไวน์จากสาหร่ายไกล หลังการพาสเจอร์ไรซ์ ในระยะเวลา 30 60 และ 90 วัน ได้ทำการตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์รวม พบว่า สูตร 1 ถึงสูตรที่ 4 ไม่พบจุลินทรีย์ปนเปื้อน เนื่องจากการศึกษาวิจัยนี้จะทำการวิเคราะห์ในรูปจุลินทรีย์รวม เท่านั้น เพื่อจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับ ไวน์สาหร่ายไกลมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์มีปริมาณเท่าใด โดยไม่ได้ตรวจเฉพาะเจาะจงว่าจะต้องตรวจ จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์หรือเป็นโทษต่อร่างกาย

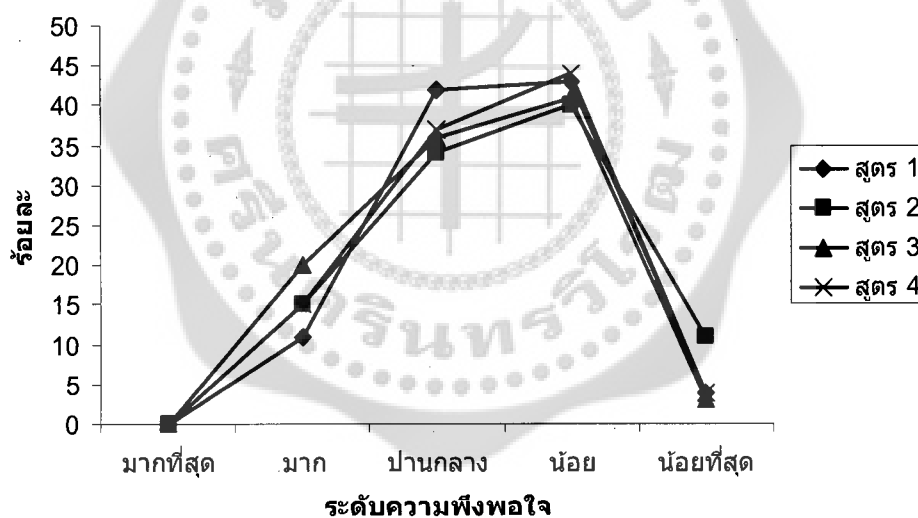
ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของไวน์สาหร่ายไกลทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลจากการสู่มตัวอย่างความพึงพอใจในการดื่มไวน์สาหร่ายไกล โดยสู่มตัวอย่างจาก

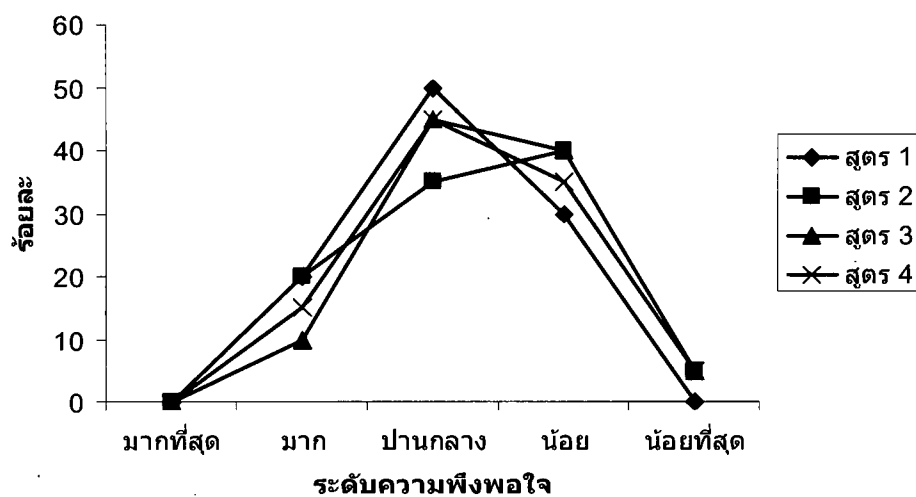
การดื่มจำนวน 20 ตัวอย่าง เป็นเพศชาย 20 คน อายุระหว่าง 30 ถึง 55 ปี ผลจากการทดลองการ สุ่มตัวอย่างความพึงพอใจในกลุ่มของไวน์จากสาหร่ายไก่ออยู่ในระดับปานกลาง ส่วนความพึงพอใจใน รสชาติ อยู่ในระดับปานกลาง สีของไวน์สาหร่ายไก่อมีสีน้ำตาลอ่อนทั้ง 4 สูตร ลักษณะกลิ่นจะเป็น กลิ่นเปรี้ยวของแอลกอฮอล์ เป็นกลิ่นของสารระเหยแอลกอฮอล์ที่เกิดจากการหมัก ส่วนรสชาติ จะมีรสเปรี้ยว ซึ่งเป็นเพราะความเป็นกรดที่เกิดจากการหมัก โดยจุลินทรีย์ทำให้เกิดกรดแลกติก และกรดอะซิติก ส่วนความหวานเกิดจากน้ำตาลที่เหลืออยู่เพราะจุลินทรีย์ใช้ไม่หมด จึงทำให้มี รสชาติหวานเหลืออยู่

จากภาพประกอบ 16 ผลจากการทดลองสุ่มตัวอย่างความพึงพอใจกลิ่น พบว่า มี ความพึงพอใจในกลุ่มมีน้อย คิดเป็นร้อยละ 42.5 ระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 36.25 ระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 15 ความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 6.25 และมีความพึงพอใจระดับมาก ที่สุดร้อยละ 0 สาเหตุที่มีความพึงพอใจน้อย อาจเนื่องจากการทดสอบกลิ่นแล้ว จะมีกลิ่นเปรี้ยวของ แอลกอฮอล์ จึงทำให้มีความพึงพอใจในกลุ่มของไวน์สาหร่ายไก่อน้อย



ภาพประกอบ 16 ระดับความพึงพอใจกลิ่นในไวน์สาหร่ายไก่อ

จากภาพประกอบ 16 ผลจากการทดลองสุ่มตัวอย่างการชิมรสชาติของไวน์สาหร่ายไก่อ พบว่า ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 44 ระดับน้อย คิดเป็นร้อยละ 36 ระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 16 ความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 4 และมีความพึงพอใจ ระดับมากที่สุดร้อยละ 0 ดังนั้นความพึงพอใจในรสชาติโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง



ภาพประกอบ 17 ระดับความพึงพอใจไรสชาติในไวน์สาหร่ายไก่อ



บทที่ 5

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษากระบวนการหมักสาหร่ายไก่อเป็นไวน์ โดยทำการศึกษาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในระหว่างกระบวนการหมัก หลังการพาสเจอร์ไรส์แล้ว ซึ่งได้สรุปผล อภิปรายผล และให้ข้อเสนอแนะ เป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาวิเคราะห์ไวน์ที่ผลิตจากสาหร่ายไก่อในด้านต่าง ๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

1.1 ในการศึกษาการผลิตไวน์จากสาหร่ายไก่อสดเปรียบเทียบกับสาหร่ายไก่อแห้ง พบว่าไวน์ที่ได้จากการหมักสาหร่ายไก่อแห้งจะมีคุณสมบัติของไวน์ได้ดีกว่าไวน์ที่ได้จากการหมักสาหร่ายไก่อสด

1.2 การวิเคราะห์หาปริมาณกรด ปริมาณแอลกอฮอล์ ในระหว่างกระบวนการหมัก และปริมาณจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา

ในระหว่างกระบวนการหมักได้ตรวจการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – เบส ของไวน์สาหร่ายไก่อในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ระยะเริ่มแรกค่าความเป็นกรด – เบสอยู่ระดับไม่คงที่ เมื่อระยะเวลาการหมัก 30 วัน ค่าเริ่มคงที่อยู่ในช่วง 10.00 – 11.31 หลังจากพาสเจอร์ไรส์ได้เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องกับเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C ผลปรากฏว่าเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C มีค่าต่ำกว่าที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (อาจจะเกิดจากความเย็นมีการควบคุมความเป็นกรด – เบส จึงทำให้มีค่าแตกต่างกัน)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดรวม จากการศึกษาปริมาณกรดรวมในไวน์สาหร่ายไก่อ ในครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการหมักในช่วง 0 – 30 วัน พบว่าช่วงระยะเวลาการหมักจะมีค่าของกรดรวมที่ 12.43 – 10.43 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิเคราะห์ทางแอลกอฮอล์ จากการศึกษาปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ ในไวน์ ในครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการหมักในช่วง 0 – 30 วัน พบว่าช่วงระยะเวลาการหมักก่อนการพาสเจอร์ไรส์เป็นช่วงที่มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงที่สุด แต่เมื่อทำการพาสเจอร์ไรส์และเก็บรักษาในสองสภาวะ พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์ลดลง และเริ่มคงที่เมื่อเก็บรักษานานขึ้น ดังนั้นระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณของแอลกอฮอล์

ผลจากการศึกษาการเจริญของจุลินทรีย์ในไวน์จากสาหร่ายไก่อ พบว่าไวน์ เมื่อผ่านการพาสเจอร์ไรส์แล้วพบว่าไม่สามารถตรวจพบจุลินทรีย์

1.3 การวิเคราะห์หาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิก พบว่าสารฟีนอลิกจากไวน์หลังจากการพาสเจอร์ไรส์และเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องมีค่าเฉลี่ย 40.73 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อนำไวน์หลังจากการพาสเจอร์ไรส์และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C พบว่าไวน์ มีปริมาณสารฟีนอลิกลดลงและมีค่าเฉลี่ย 37.36 มิลลิกรัม/ลิตร

1.4 ผลการทดสอบระดับความพึงพอใจ จากการสุ่มตัวอย่างทั้งหมด 20 คน เป็นชายทั้ง 20 คน เพื่อวัดระดับความพึงพอใจในการดื่มไวน์จากสาหร่ายไก่อ โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ผลจากการทดลองในด้านความพึงพอใจในกลิ่นจากสูตร 1,2,3 และ 4 พบว่าความพึงพอใจในกลิ่น ระดับมากที่สุด 15 ในระดับปานกลางคิดร้อยละ 36.25 ในระดับน้อยคิดร้อยละ 42.50 และน้อยที่สุดคิดร้อยละ 6.25 ส่วนความพึงพอใจในรสชาติในระดับมากที่สุดคิดร้อยละ 0 ในระดับมากคิดร้อยละ 16 ในระดับปานกลางคิดร้อยละ 44 ระดับน้อยคิดร้อยละ 36 และน้อยที่สุดคิดร้อยละ 4 สาเหตุที่ระดับความพึงพอใจในกลิ่นส่วนใหญ่อยู่ในระดับน้อย อาจเนื่องจากการรสชาติของไวน์สาหร่ายไก่อมีรสเปรี้ยว จึงทำให้ผู้ทดสอบที่เป็นเพศชายไม่ชอบรสชาติเปรี้ยวของไวน์สาหร่ายไก่อ หรืออาจจะเกิดจากกรรมวิธีการหมักยังไม่ได้มาตรฐานจึงทำให้กลิ่นออกมาไม่เป็นที่น่าพึงพอใจ

2. อภิปรายผล

จากผลการทดลองวิเคราะห์ไวน์จากสาหร่ายไก่อ โดยนำสาหร่ายไก่อสดและสาหร่ายไก่อแห้งมาแปรรูปเป็นไวน์ ได้ทำการศึกษาแบ่งเป็น 4 สูตร สูตรที่ 1 ใช้สาหร่ายไก่อกับยีสต์แซคาโรไมซีส (*Saccharomyces cerevisiae*) สูตรที่ 2 ใช้สาหร่ายไก่อลวกสดกับน้ำตาลทราย และยีสต์ในการทำขนมปัง สูตรที่ 3 ใช้สาหร่ายไก่อแห้งยีสต์แซคาโรไมซีส (*Saccharomyces cerevisiae*) และสูตรที่ 4 ใช้สาหร่ายไก่อแห้งลวกน้ำตาลทราย และยีสต์ในการทำขนมปัง และนำไปแปรรูปเป็นไวน์ สาเหตุที่ใสสาหร่ายไก่อลวกเพื่อเป็นการทำลายจุลินทรีย์ที่ติดมากับสาหร่ายไก่อ เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างสาหร่ายไก่อที่ลวกกับสาหร่ายไก่อที่ไม่ลวก เมื่อแปรรูปเป็นไวน์แล้วจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันอย่างไร ผลจากการ วิเคราะห์สามารถสรุปได้เป็นข้อๆ ดังนี้

2.1 ผลการวิเคราะห์ด้านค่าความเป็นกรด – เบส หรือค่า pH ของตัวอย่างไวน์ ในช่วงเวลาที่กำหนด 0 1 2 3 4 5 6 7 14 30 วัน ตามลำดับ พบว่าช่วงระยะเวลา 0 – 30 วัน ค่าความเป็นกรดที่ 53.82 – 45.18 และค่า pH มีค่า pH 11.31 – 10.00 เนื่องจาก จุลินทรีย์สามารถเติบโตได้ในอาหารแต่ละประเภทที่แตกต่างกัน จุลินทรีย์ก่อโรคส่วนใหญ่เจริญได้ดีที่ค่าความเป็นกรด – เบส ใกล้เคียง 7(6.5-7.5) พวกราและยีสต์ สามารถเติบโตในอาหารที่มีค่าความเป็นกรด – เบส ต่ำได้ดีกว่าแบคทีเรีย โดยรามีความเป็นกรด – เบส เหมาะสมในการเติบโตระหว่าง 5.6-6.5 ยีสต์ 4.0-5.0 แบคทีเรีย 6.0-7.5 ดังนั้นค่าความเป็น กรด – เบส ของตัวอย่างไวน์จากสาหร่ายไก่อ จึงแสดงถึงลักษณะความปลอดภัยด้านจุลินทรีย์ก่อโรคในการบริโภค

2.2 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ในไวน์จากสาหร่ายไก่อแต่ละสูตร เปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในระหว่างการเก็บรักษาตั้งแต่ระยะเวลา 0 30 60 และ 90 วัน ผลการทดลองพบว่า สาหร่ายไก่อสดมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเฉลี่ย 40.69 ± 35.66 มิลลิกรัม/กรัม ดังนั้นผลจากการทดลองไวน์ทั้ง 4 สูตร เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาขึ้น ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมีแนวโน้มลดลง

2.3 ผลการวิเคราะห์เอทิลแอลกอฮอล์ในไวน์จากสาหร่ายไก่อ ผลจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพบว่า ไวน์ทั้ง 4 สูตร มีปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์เฉลี่ยในช่วง 2.58 - 1.94 g/L สูตรที่ 3 เป็นสูตรที่มีปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์มากที่สุด และน้ำหมักสูตรที่ 4 มีปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์น้อยที่สุด ช่วงระยะเวลามีปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์มากที่สุด อยู่ในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วันแรก เมื่อมีการเก็บรักษาเป็นเวลานาน ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์มีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงจากเอทิลแอลกอฮอล์ไปเป็นน้ำตาลหรือกรด

2.4 ผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ ในไวน์จากสาหร่ายไก่อ พบว่า ไม่มีปริมาณจุลินทรีย์ ในจำนวนตัวอย่างที่นำมาทดสอบ เมื่ออ้างอิงตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ซึ่งเปรียบเทียบจากประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 230) พ.ศ.2544 เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท(ฉบับที่ 2) ซึ่งมีรายละเอียดของเกณฑ์จุลินทรีย์ตามมาตรฐานดังนี้

มาตรฐานข้อ 4 ตรวจแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 ต่อเครื่องดื่ม 100 mL โดยวิธี MPN (Most Probable Number)

มาตรฐานข้อ 5 ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด E.coli (*Escherichia coli*)

มาตรฐานข้อ 6 ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

มาตรฐานข้อ 7 ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค และอ้างอิงตามมาตรฐานอาหารพร้อมบริโภค ตามประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

มาตรฐานข้อ 8 ไม่มียีสต์และเชื้อราและจุลินทรีย์โดยรวม น้อยกว่า 1×10^6 CFU/mg

จากมาตรฐานดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าปริมาณจุลินทรีย์โดยรวมของไวน์จากสาหร่ายไก่ออยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามกำหนดจากประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยไวน์จากสาหร่ายไก่อ ยังไม่ปรากฏว่ามีการวิจัยใด ได้ทดลองนำสาหร่ายไก่อมาทำเป็นไวน์ การวิจัยครั้งนี้เป็นครั้งแรก ผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการหมัก การเปลี่ยนแปลงในกระบวนการหมัก ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ได้ศึกษาวิเคราะห์ทางด้านเคมี และด้านทางกายภาพ ผลจากการศึกษาทางด้านเคมียังไม่เพียงพอ ควรศึกษาวิจัยต่อไป เพื่อพัฒนากระบวนการหมักให้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะศึกษาทางด้านคุณค่าทางโภชนาการ และเนื่องจากไวน์สาหร่ายไก่อที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้มีรสชาติเปรี้ยว ผู้ทำการทดลองมีความเห็นว่าสาหร่ายไก่อสามารถนำไปพัฒนาในการหมักให้เป็นน้ำส้มสายชูได้



บรรณานุกรม

- คัตนางค์ ทองสุก. (2542, เมษายน – มิถุนายน). การผลิตเมรัย: ไวน์ – เบียร์. *วารสารอาหาร*.
หน้า 137 – 138
- จงรักษ์ แก้วประสิทธิ์. (2546, พฤศจิกายน – ธันวาคม). การหาอัตราการเปลี่ยนน้ำตาลเป็น
แอลกอฮอล์ในไวน์ผลไม้. *วารสารจารย์พา*. หน้า 32 – 34
- เจริญ เจริญชัย แกรแฮม ฟลิท;และพอล เฮนสกี (2540, กันยายน – ธันวาคม). ผลของอุณหภูมิ
ความเป็นกรดต่าง และความเข้มข้นของน้ำตาลต่อการเจริญเติบโตของยีสต์ในระหว่าง
การหมักไวน์. *วารสารวิจัยและอบรม*. 1(1) หน้า 56 – 65
- เจริญ เจริญชัย. (2544, พฤษภาคม – มิถุนายน). งานวิจัยไวน์. *วารสารจารย์พา*. หน้า 53 - 58
- ชัยยุทธ พัฒนธีรกุล. (2547). *ความคิดเห็นของผู้บริโภคในเขตบางรักที่มีต่อการบริโภค
ไวน์ไทย*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (ธุรกิจศึกษา). กรุงเทพฯ. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชาลี อมาตยกุล. (2544). *รู้รอบเรื่องไวน์*. ฉบับแรก. กรุงเทพฯ : ผู้จัดการ.
- ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน. (2542). *เรียนรู้การทำไวน์ผลไม้ด้วยตนเอง*. กรุงเทพฯ. ศิลปะการพิมพ์.
- นิตยา พัฒนรัชช์. (2539, มกราคม – มีนาคม). เอนไซม์จากการกลั่นไวน์เพื่อใช้ในการทำความ
สะอาดสิ่งแวดลอม. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 17(1) หน้า 8 – 11
- นิธยา รัตนাপนธ์ . (2546). *น้ำรู้เรื่องไวน์*. กรุงเทพฯ. พิมพ์โอเดียนสโตร์
- บัณฑิต บุญศิลป์ไทย. (2548, พฤศจิกายน – ธันวาคม). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจาก
สาหร่ายไคและมะไฟจีน กรณีศึกษาซอสปรุงรสจากสาหร่ายไคและลูกอมมะไฟจีน.
วารสารวิทยาศาสตร์. 55(6) หน้า 370 – 375
- ประพันธ์ เจริญสกุล. (2542). *ไวน์*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ประดิษฐ์ ครุวัฒน์และคนอื่น ๆ. (2537, ตุลาคม – ธันวาคม). การผลิตไวน์และไวน์เดิม
แอลกอฮอล์กลั่นจากลิ้นจี่พันธุ์ฮวงฮวยและพันธุ์ไทย. *วารสารอาหาร*. 24(4) หน้า
264 – 271
- ประดิษฐ์ ครุวัฒน์. (2541). *ขั้นตอนการผลิตไวน์*. กรุงเทพฯ : เนรมิต.
- ประดิษฐ์ ครุวัฒน์. (2545). *ไวน์ : ศาสตร์และศิลป์*. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พินดา กุลประสูติติก. (2548). วิธีดำนอนุมูลอิสระในตัวคุณ. *สุขภาพใจ*. กรุงเทพฯ
- ไพบุลย์ ด่านวิรุฑ์และคนอื่น ๆ. (2548). *ไวน์ผลไม้และสาโทผลิตด้วยความมั่นใจได้อย่างไร*.
ขอนแก่น. ดัวงนาวาวิทยา.
- รานี สุรกาญจน์กุล. (2546, กรกฎาคม – ธันวาคม). การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการผลิตไวน์
ลิ้นจี่. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยรามคำแหง*. 16(2) หน้า 1 – 9

ระวีวรรณ แก้วอมตวงศ์;และทรงพร จึงมั่นคง. (2549, พฤษภาคม – สิงหาคม). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณสารฟีนอลรวมของสารสกัดพืชสมุนไพรไทยบางชนิด.

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 8(2) หน้า 76 – 88

ลูกจันทร์ ภัทรชัยพันธ์;และคณะ. (2545). รายงานการวิจัยรูปแบบการพัฒนาหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ตามรูปแบบโอคิตะโดยการเพิ่มศักยภาพทางการตลาดของผลผลิตท้องถิ่นเพื่อสอดคล้องคู่ขนานกับการพัฒนาการท่องเที่ยวเกาะช้างและพื้นที่ใกล้เคียง.

วิลาวัลย์ เจริญจิระตระกูล. (2539). **จุลินทรีย์ ที่มีความสำคัญด้านอาหาร**. กรุงเทพฯ.

ยุวดี พิรพรพิศาล. (2546). **สาหร่ายวิทยา**. เชียงใหม่. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สมจิต อ่อนเหม. (2548, กรกฎาคม – กันยายน). “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมีผสมสาหร่ายไก่อ”, **วารสารอาหาร**. หน้า 222 – 231

สุภาพ อัจฉริยศรีพงศ์. (2544, มกราคม – เมษายน). เมรัยจากน้ำผลไม้. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 16(1) หน้า 7 – 18**

สุภาพิมพ์ ธนะพรพันธ์. (2550, มีนาคม). ระดับแอลกอฮอล์ในไวน์. **วารสารผู้จัดการ**. หน้า 60 – 61

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2544). **มอก.ไวน์ 2089-2544**. กรุงเทพฯ. หน้า 1

ศักดิ์สิทธิ์ จันทร์ไทย;และคนอื่น ๆ (2542, เมษายน – มิถุนายน). การปริมาณแอลกอฮอล์และสารระเหยง่ายอื่นในไวน์มะม่วงและไวน์องุ่น โดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี. **วารสารมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 27(2) หน้า 137 – 142**

อรนุช เผ่าจินดา. (2542, มิถุนายน). จลนพลศาสตร์ของการหมักไวน์น้ำมะพร้าว. **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 9(3) หน้า 4 – 9**

อรนุช เผ่าจินดา และอุไรวรรณ ดึงสวัสดิ์ (2542, มิถุนายน). จลนพลศาสตร์ของการหมักไวน์กล้วยหอมโดยยีสต์. **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 9 (3) หน้า 4 – 9.**

Baskin, Steven I.; & Salem, Herry. (1997). **Oxidant, antioxidant, and free radicals**. pp. 56 Maryland: Taylor & Francis.

Beyer, R.E. (1992). An analysis of role of coenzyme Q in free radical generation and as antioxidant. **Biochemistry and Cell Biology. 70 : 390-403**

Blois, M.S. (1958). Antioxidant determinations by the use of stable free radical. **Nature. 26: 1199-1200**

Borek, C. (1997 , Nov/Dec.) Antioxidant and cancer. **Science and Medicine. 52-60**

Chidambara Murthy (2002). Antioxidant activity of grape (Vits vinifera) pomace extracts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry. 50: 5909-5914.**

- Culter , R.G. (1991). Antioxidants and aging. ***American Journal of Clinical Nutrition***. 53 : 375S-379S.
- Gladys , B. (1991). Nutrition in chronic disease prevention. In ***Antioxidant Food Supplements in Human Health***. Lester Packer; Midori Hiromatsu; & Toshikazu Yoshikawa. pp. 46-47. San Diego: Academic Press.
- Halliwell, B (1993). The biochemistry of oxygen free radicals. In ***Free radicals in tropical diseases***. Aruoma, Okezi I. pp. 1 – 3. Switzerland : Harwood Academic.
- Jayaprakasha, G.K.; Singh, R.P.; & Sakariah, K.K. (2001). Antioxidant activity of grape seed (*Vitis vinefera*) extracts on peroxidation model *in vitro*. ***Food Chemistry***. 73 : 285 – 290.
- Lee; et al. (2002). Antioxodant property of ethanol extract of the stem of *Opuntia ficusindica* var. *saboten*. ***Journal of Agricultural and Food Chemistry***. 50 : 6490 – 6496.
- Maxwell, S.R.J. (1995). Prospects for the use of antioxidant therapies. ***Drugs***. 49 : 345 – 361
- Michiels, C.; et al. (1994). Importance of Se – glutathione peroxides, cataloes, and Cu/Zn – SOD for Cell survival against oxidative stress. ***Free Radical Biology and Medicine***. 17 : 235 – 248
- Scott, B.C.; et al. (1994, Feb). Lipoic and dihydrolipoic acid as antioxidants : A critical evaluation. ***Free Radical Research***. 20(2) : 119 – 133.
- Sies, H.; & Stahl, W. (1995). Vitamin E and C beta – carotene and other carotenoids as antioxidant. ***American Journal of Clinical Nutrition***. 62 : 1315S – 1321S.
- Strain, J.J.; & Benzie, I.F.F. (1999). Antioxidants. In ***Encyclopedia of Human Nutrition***. Michele, J. Sadler; Strain, J.J.; & Benjamin Caballero. pp. 95 – 195. San Diego : Academic Press.
- Velioglu, Y.S.; et al. (1998). Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, Vegetable and grain products. ***Journal of Agricultural and Food Chemistry***. 46 : 4113 – 4117.
- <http://www.blogger.com/viewdiary.php?id=buddy&month=03-2008&date=02&group=6&gblog=370>
- http://www.geocities.com/d15_vi/index.html
- <http://www.ist.cmu.ac.th/researchunit/AARL/kai.htm#>





ตาราง 3 ค่าความเป็นกรด-เบสของไวน์สำหรับไก่ก่อนพาสเจอร์ไรส์

ค่า pH ของ ไวน์จากสำหรับไก่ก่อนพาสเจอร์ไรส์											
สูตร	0วัน	1วัน	2วัน	3วัน	4วัน	5วัน	6วัน	7วัน	14วัน	21วัน	30วัน
1	12.94	12.13	11.73	11.25	10.52	10.23	9.58	9.13	8.55	7.64	6.33
2	13.32	13.01	12.64	12.04	11.86	11.32	10.12	9.43	8.92	7.85	6.54
3	13.22	13.07	12.77	12.23	11.97	11.44	11.44	11.04	10.66	9.32	7.21
4	13.73	13.24	11.97	11.11	10.76	10.21	10.21	9.93	9.40	8.81	6.76

ตาราง 4 ค่าความเป็นกรด-เบส ของไวน์สำหรับไก่พาสเจอร์ไรส์เก็บที่อุณหภูมิห้อง

สูตร เวลา(วัน)	ค่า pH ของไวน์สำหรับไก่หลังพาสเจอร์ไรส์เก็บที่อุณหภูมิห้อง			
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
0	1.33	2.67	2.35	2.37
30	1.28	3.58	3.45	3.39
60	1.42	3.65	3.67	3.59
90	1.29	3.72	3.88	3.71
ค่าเฉลี่ย	1.33	2.66	2.97	3.26

ตาราง 5 ค่าความเป็นกรด-เบส ของไวน์สำหรับไก่หลังพาสเจอร์ไรส์เก็บที่อุณหภูมิ 4 °C

สูตร เวลา(วัน)	ค่า pH ของไวน์สำหรับไก่หลังพาสเจอร์ไรส์เก็บที่อุณหภูมิ 4 °C			
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
0	1.16	2.31	2.44	2.37
30	1.23	2.47	2.76	2.99
60	1.48	2.96	3.30	3.63
90	1.29	2.58	2.78	2.76
ค่าเฉลี่ย	1.29	2.58	2.82	2.93

ตาราง 6 ค่าความเป็นกรดรวมของไวน์สาหร่ายไวก่อนพาสเจอร์ไรส์

ปริมาณกรดรวมของ ไวน์จากสาหร่ายไวก่อนพาสเจอร์ไรส์											
สูตร	0วัน	1วัน	2วัน	3วัน	4วัน	5วัน	6วัน	7วัน	14วัน	21วัน	30วัน
1	14.55	14.55	13.85	13.39	12.93	11.78	10.85	7.16	6.23	5.08	4.39
2	16.63	16.63	15.93	15.24	15.01	13.62	11.55	9.47	8.54	6.70	5.54
3	14.78	14.78	14.55	13.85	13.39	12.24	11.08	7.62	6.70	5.54	4.39
4	16.86	16.63	16.16	15.70	15.01	12.70	11.31	9.70	9.01	7.85	5.77

ตาราง 7 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในไวน์สาหร่ายไวก่อนการพาสเจอร์ไรส์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

สูตร	เวลา (วัน) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเฉลี่ย (µg/g) ของไวน์สาหร่ายไวก่อนการพาสเจอร์ไรส์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง			
	0 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
1	37.32±0.47	43.67±0.66	30.49±0.55	38.82±0.67
2	46.22±0.67	40.27±0.87	37.00±0.60	40.77±0.34
3	47.32±0.73	42.32±0.75	38.52±0.84	42.12±0.77
4	50.97±0.47	36.69±0.56	39.25±0.56	39.93±0.45

ตาราง 8 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในไวน์สาหร่ายไวก่อนการพาสเจอร์ไรส์เก็บที่อุณหภูมิ 4 °C

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในไวน์สาหร่ายไวก่อนการพาสเจอร์ไรส์ (µg/g)				
สูตร	0 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
1	33.61±0.18	27.29±0.16	36.74±0.11	37.32±0.27
2	29.58±0.34	32.02±0.24	41.24±0.23	46.22±0.21
3	30.62±0.22	34.26±0.43	43.02±0.20	47.32±0.24
4	28.96±0.33	34.95±0.21	43.59±0.23	50.97±0.25
ค่าเฉลี่ย	30.69	32.13	41.15	45.45

ตาราง 9 ปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์สำหรับไถก่อนการพาสเจอร์ไรส์

สูตร	ปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์สำหรับไถ ก่อนพาสเจอร์ไรส์ (g/L)										
	0วัน	1วัน	2วัน	3วัน	4วัน	5วัน	6วัน	7วัน	14วัน	21วัน	30วัน
1	0.00	4.92	4.58	3.30	5.95	4.90	4.41	4.10	4.51	4.96	5.46
2	0.00	4.49	4.44	4.79	5.39	4.32	4.35	4.21	4.63	5.09	5.60
3	0.00	5.03	4.89	4.15	6.08	4.42	5.37	5.04	5.54	5.59	5.65
4	0.00	3.94	3.82	4.17	4.68	3.47	3.95	3.43	3.77	4.15	4.56

ตาราง 10 ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในไวน์สำหรับไถหลังพาสเจอร์ไรส์เก็บที่อุณหภูมิห้อง

สูตร	ปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์สำหรับไถหลังพาสเจอร์ไรส์ (g/L) เก็บที่อุณหภูมิห้อง			
	0 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
1	2.97±0.14	2.45±0.21	2.21±0.22	2.05±0.21
2	2.69±0.18	2.16±0.22	2.17±0.18	2.10±0.19
3	3.04±0.17	2.21±0.21	2.69±0.17	2.52±0.17
4	2.34±0.19	1.74±0.19	1.97±0.15	1.71±0.18

ตาราง 11 ปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์สำหรับไถหลังพาสเจอร์ไรส์เก็บที่อุณหภูมิ 4 °C

สูตร	ปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์สำหรับไถ หลังพาสเจอร์ไรส์ (g/L) เก็บที่อุณหภูมิ 4 °C			
	0 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
1	2.73±0.19	2.46±0.19	2.29±0.18	2.09±0.17
2	2.49±0.21	2.24±0.17	2.22±0.17	2.08±0.19
3	2.79±0.22	2.51±0.18	2.45±0.14	2.40±0.16
4	2.19±0.23	1.97±0.15	1.91±0.16	1.65±0.14

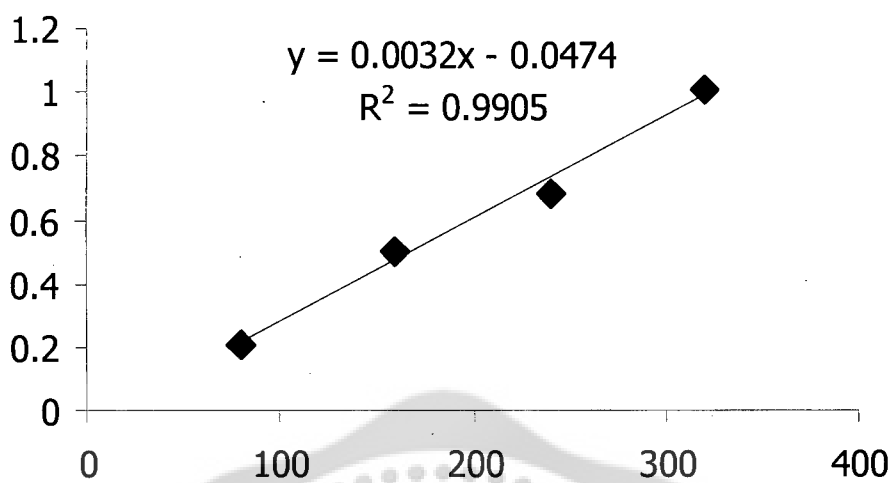
ตาราง 12 ระดับความพึงพอใจลิ้นในไวน์สำหรับไก่

ร้อยละระดับความพึงพอใจลิ้นในไวน์สำหรับไก่					
สูตร	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	0	15	35	40	10
2	0	10	40	45	5
3	0	15	35	45	5
4	0	20	35	40	5
ค่าเฉลี่ย	0	15	36.25	42.5	6.25

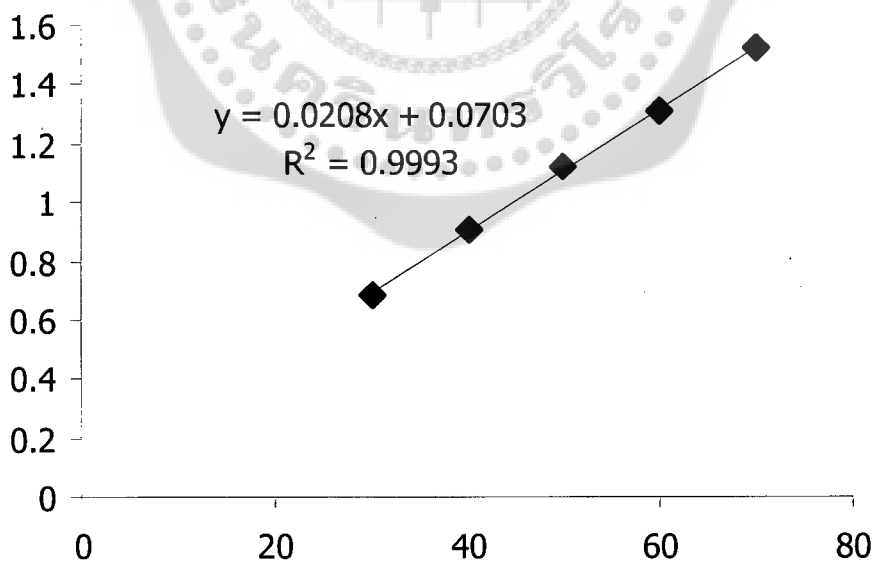
ตาราง 13 ระดับความพึงพอใจรสชาติของไวน์สำหรับไก่

ร้อยละระดับความพึงพอใจ รสชาติ ของไวน์สำหรับไก่					
สูตร	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	0	20	47	33	0
2	0	21	37	38	4
3	0	11	45	39	5
4	0	13	46	36	5
	0	65	175	146	14
ค่าเฉลี่ย	0	16	44	36	4





ภาพประกอบ 17 กราฟมาตรฐานเอทิลแอลกอฮอล์



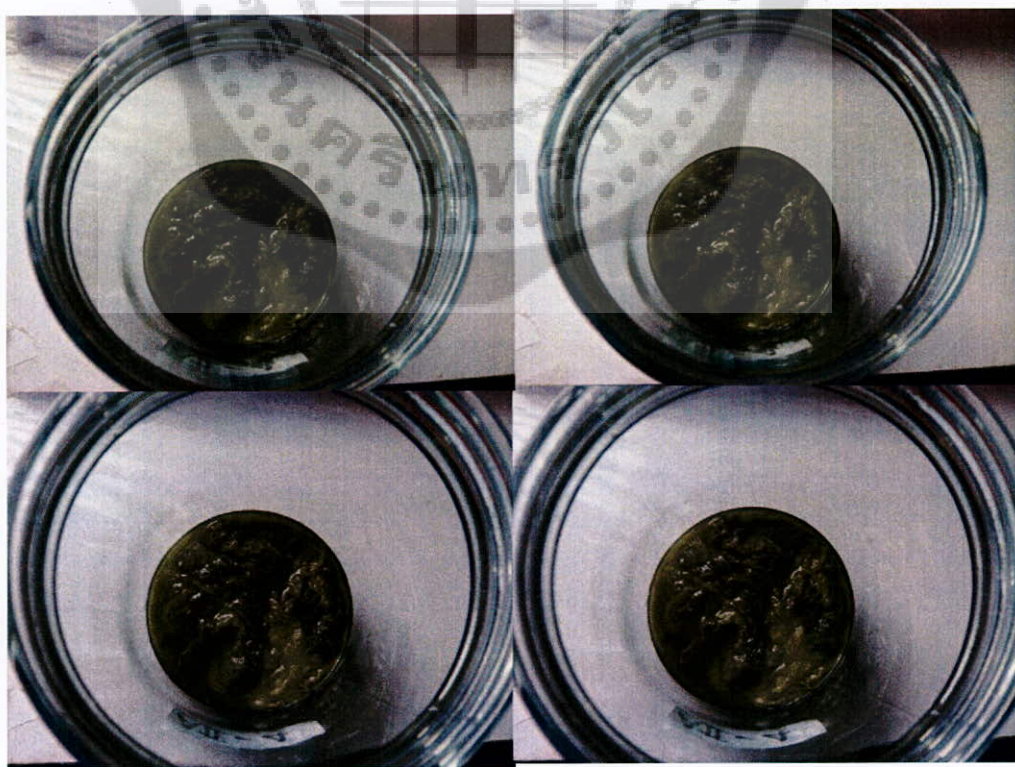
ภาพประกอบ 18 กราฟมาตรฐานปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยเปรียบเทียบกับกรด Gallic



ภาคผนวก ค
พืชและอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการหมัก



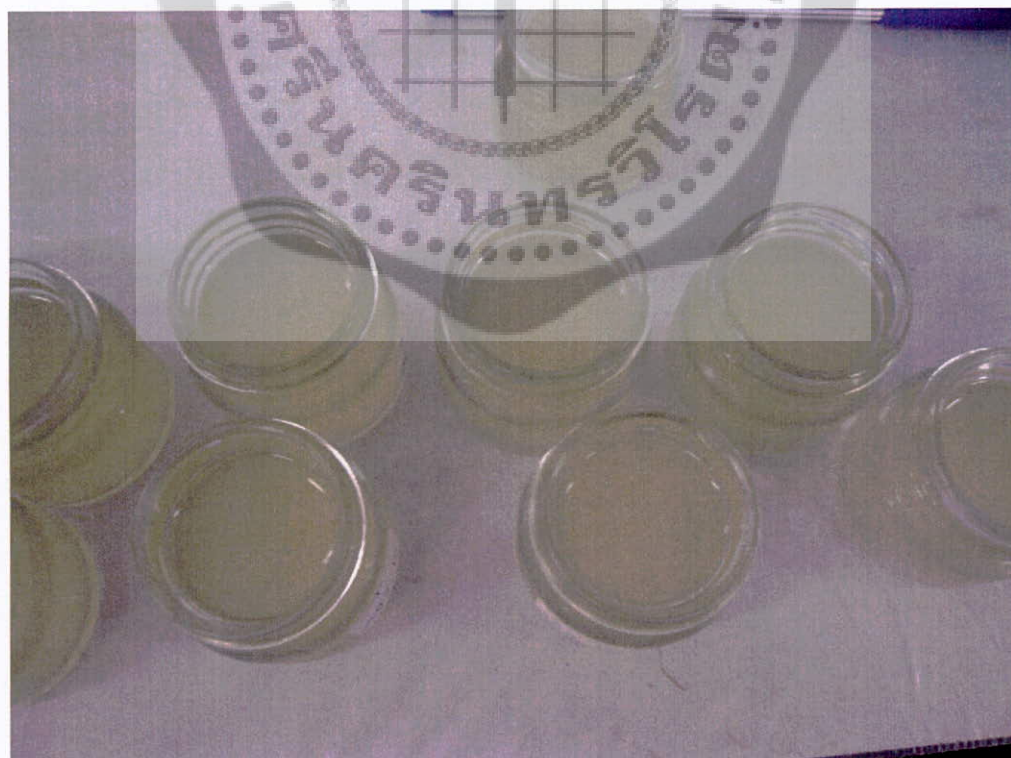
ภาพประกอบ 19 สาหร่ายไก่อแห้งก่อนนำมาหมัก



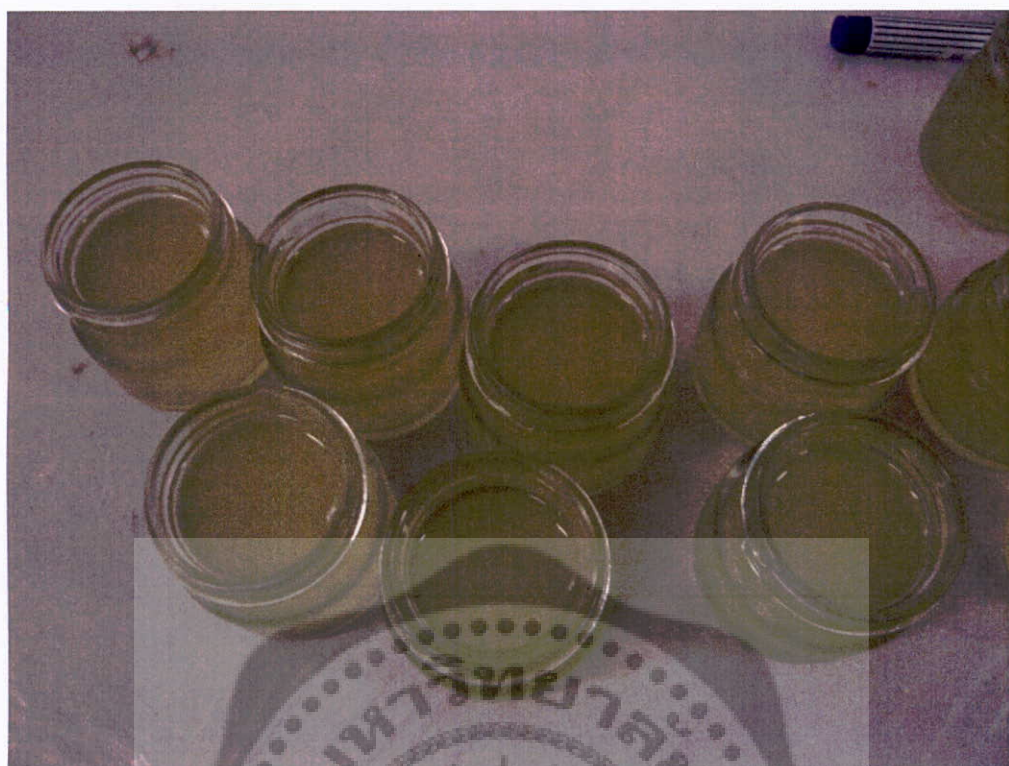
ภาพประกอบ 20 ช่วงระยะเวลาการหมัก 0 - 30 วัน



ภาพประกอบ 21 การบรรจุไวน์สาหร่ายโก



ภาพประกอบ 22 ไวน์สาหร่ายโกที่หมักจากสาหร่ายโกสด



ภาพประกอบ 23 ไวน์สาหร่ายไคที่หมักจากสาหร่ายไคแห้ง



ภาพประกอบ 24 ไวน์สาหร่ายไคที่บรรจุในขวด



ภาคผนวก ง

แบบทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส



ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อสกุล	นางสาวศศิธร ไหญ่ถนัด
วัน เดือน ปีเกิด	วันศุกร์ ที่ 27 เมษายน พ.ศ. 2516
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดน่าน
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 10 ถนนรอบกำแพงเมืองด้านใต้ ตำบลในเวียง อำเภอเมือง จังหวัดน่าน 55000
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู คศ.2
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านสว้า หมู่ 7 ตำบลดงพญา อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน 55220
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2533	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสตรีศรีน่าน
พ.ศ. 2538	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ. พลศึกษา) จากวิทยาลัยพลศึกษาลำปาง
พ.ศ. 2552	ปริญญาโท (การศึกษามหาบัณฑิต) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ