ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเบียร์ชนิดเอล และลาเกอร์ที่เสริมด้วยพืชสมุนไพรกัญชง

ANTIOXIDANT ACTIVITY IN ALE AND LAGER BEER SUPPLEMENTED WITH HEMP

ชลลดา บุญธรรม

พันวสา จิตต์หาญ

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANTIOXIDANT ACTIVITY IN ALE AND LAGER BEER SUPPLEMENTED WITH HEMP

Chonlada Boontam

Panwasa Jitharn

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR

THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (INDUSTRIAL MICROBIOLOGY)

DEPARTMENT OF BIOLOGY, SCHOOL OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเบียร์ชนิดเอล และเกอร์ที่เสริมด้วยพืชสมุนไพรกัญชง Antioxidant Activity in Ale and Lager Beer Supplemented with Hemp
ชื่อนักศึกษา	นางสาวชลลดา บุญธรรม รหัสนักศึกษา 62050584 นางสาวพันวสา จิตต์หาญ รหัสนักศึกษา 62050627
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มงคล เพ็ญสายใจ

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม) ประจำปีการศึกษา 2565

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รศ.ดวงใจ โอชัยกุล ประธานกรรมการ	
รศ.ดร.เชิดศักดิ์ มณีรัตนรุ่งโรจน์ กรรมการ	
ผศ.มงคล เพ็ญสายใจ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเบียร์ชนิดเอล และลาเกอร์ที่เสริมด้วยพืชสมุนไพรกัญชง

ชื่อนักศึกษา นางสาวชลลดา บุญธรรม รหัสนักศึกษา 62050584
นางสาวพันวสา จิตต์หาญ รหัสนักศึกษา 62050627

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

ภาควิชา ชีววิทยา

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)

ปีการศึกษา 2565

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มงคล เพ็ญสายใจ

บทคัดย่อ

การหมักเครื่องดื่มเบียร์ที่เสริมพืชสมุนไพรกัญชง โดยใส่ใบ, กิ่ง และราก กัญชงแห้ง ในเบียร์ชนิดเอลและลาเกอร์ เมื่อครบ 10 วัน พบว่ามีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ในช่วง 7-9.5 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มพืชสมุนไพรกัญชงลงในเครื่องดื่มเบียร์มีความสำคัญต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มเบียร์ ดังผลการทดสอบเบียร์เอล และลาเกอร์ที่เสริมด้วยใบกัญชง พบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าสูตรควบคุม มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 23.49 และ 31.37 mgGAE/L อัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระ ABTS สูงในเบียร์เอลสูตรควบคุม และสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร สูงที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 75.57 และ 66.06 อัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระ DPPH พบสูงสุดในเบียร์เอลสูตรควบคุม และสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตรที่ร้อยละ 75.57 และ 74.50 ตามลำดับ และผลทางลักษณะทางประสาทสัมผัส ในด้านความชอบโดยรวมพบสูงสุดของเบียร์เอล และลาเกอร์สูตรใบกัญชงสูงที่สุด โดยมีคะแนนอยู่ที่ 6.30 และ 6.87 ผลการศึกษาทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าการเติมใบกัญชงลงในเบียร์ชนิดลาเกอร์ ให้ผลการศึกษาในด้านสารประกอบฟีนอลิก และผลทางลักษณะทางประสาทสัมผัสที่สูงกว่าเบียร์เอล

คำสำคัญ : กัญชง, เบียร์ลาเกอร์, เบียร์เอล, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, สารประกอบฟินอลิก, ABTS, DPPH,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Titile	Antioxidant activity in ale and lager beer supplemented with hemp
Students	Miss Chonlada Boontam Student ID 62050584
	Miss Panwasa Jitharn Student ID 62050627
Degree	Bachelor of Science (Industrial Microbiology)
Department	Biology
School	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2022
Advisor	Asst.Prof.Mongkol Phensaijai

Abstract

Fementation of ale and lager beer supplemented with dried leaves, branch and root hemp was studied for 10 days and found 7-9.5 % alcoholic content. Beer supplemented with hemp is important for the antioxidant activity of beer as the result of ale and lager beer supplemented with dried leaves hemp found 23.49 and 31.37 mgGAE/L phenolic compounds content which were higher than the control. The ABTS free radical inhibition rate was found in the control ale beer and ale beer supplemented with dried leaves hemp 3 g/L were the highest at 75.57 and 66.06 percent and the DPPH free radical inhibition rate was found in the control ale beer and ale beer supplemented with dried branch hemp 3 g/L were the highest at 75.57 and 74.50 percent respectively. Overall preference sensory test of ale and lager beer supplemented with dried leaves hemp were found the highest score at 6.30 and 6.87. All studies showed that lager beer supplemented with hemp has phenolic compounds content and sensory evaluation test higher than ale beer.

Keyword : ABTS, Ale, Antioxidants, DPPH, Hemp, Lager, Phenolic Compounds

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้ได้จัดขึ้นตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ซึ่งสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.มงคล เพ็ญสายใจ ที่กรุณาให้คำแนะนำระหว่างการดำเนินงาน รวมไปถึงการชี้แนะแนวทางในการแก้ไขปัญหา และข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้จัดทำโครงงานพิเศษตระหนักถึงความทุ่มเทของอาจารย์ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดวงใจ โอชัยกุล ประธานกรรมการ และ รศ.ดร.เชิดศักดิ์ มณีรัตนรุ่งโรจน์ กรรมการสอบโครงงานพิเศษ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ส่งผลให้โครงงานพิเศษเล่มนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้นทางคณะผู้จัดทำต้องขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์และบุคลากร ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความรู้ ความช่วยเหลือ และคำแนะนำในการใช้เครื่องมือห้องปฏิบัติการ รวมทั้งอำนวยความสะดวกในการเบิกจ่ายเครื่องมือ และสารเคมีต่างๆ ในการทำโครงงานพิเศษครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ครอบครัว และทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการสนับสนุน และเป็นกำลังใจให้คำปรึกษา คำแนะนำ ทำให้โครงงานพิเศษประสบความสำเร็จได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ทางคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงงานพิเศษฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้อ่าน หากโครงงานพิเศษฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใดทางคณะผู้จัดทำต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ชลลดา บุญธรรม
พันวสา จิตต์หาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อภาษาไทย..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ข

กิตติกรรมประกาศ..... ค

สารบัญ..... ง-ฉ

สารบัญตาราง..... ช

สารบัญรูป..... ซ-ฌ

คำย่อและสัญลักษณ์..... ญ

บทที่ 1 บทนำ..... 1-3

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1-2

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย..... 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4-19

2.1 เบียร์..... 4-10

2.1.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเบียร์..... 4

2.1.2 ชนิดของเบียร์..... 4-5

2.1.3 องค์ประกอบสำคัญในการผลิตเบียร์..... 5-10

2.1.3.1 มอลต์..... 5-6

2.1.3.2. น้ำ..... 6

2.1.3.3. ฮอปส์..... 6-8

2.1.3.4. ยีสต์..... 9-10

2.2 กรรมวิธีการผลิตเบียร์..... 10-12

2.2.1. การทำมอลต์ (malting)..... 11

2.2.2 การบดมอลต์ (Malt milling)..... 11

2.2.3 การทำแม็ชชิ่ง..... 11-12

2.2.4 การหมักเบียร์ (Beer fermentation)..... 12

2.2.5 การบ่มเบียร์..... 12

2.3 กัญชง..... 13-17

2.3.1 ใบกัญชง..... 13

2.3.2 ดอกกัญชง..... 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง **หน้า**

2.3.3 ผลกัญชง.....14-15
2.3.4 รากกัญชง.....15-17
2.4 สารต้านอนุมูลอิสระ.....17-18
2.4.1 สารต้านอนุมูลอิสระในธรรมชาติ.....17-18
2.5 การวิเคราะห์หาน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยเทคนิค DNS.....18-19
2.6 การวิเคราะห์ค่าสีของเบียร์.....19
2.8 การวิเคราะห์ปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระ.....20
2.8.1 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการทำลายอนุมูลอิสระดีพีพีเอช.....20
2.8.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยการฟอกสีอนุมูลอิสระเอบีทีเอส.....20
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....21-22
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานและวิจัย.....23-30
3.1 เครื่องมือ, อุปกรณ์, วัตถุดิบ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง.....23-25
3.2 การเตรียมเชื้อยีสต์ 25
3.2.1 การกระตุ้นการเจริญของเชื้อยีสต์.....25
3.2.2 เก็บรักษาเชื้อยีสต์ในกลีเซอรอลความเข้มข้นร้อยละ 10.....25
3.3 การผลิตเบียร์ชนิดเอลเบียร์.....25-26
3.4 การผลิตเบียร์ชนิดลาเกอร์.....26-27
3.5 การเติมพืชสมุนไพรกัญชงลงในเบียร์.....27
3.5.1 ส่วนประกอบของกัญชง.....25
3.5.2 ขั้นตอนการเติมสมุนไพรกัญชงลงในเบียร์.....25
3.6 การวิเคราะห์เบื้องต้น 27-28
3.6.1 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง โดยใช้พีเอชมิเตอร์.....27
3.6.2 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ โดยใช้รีแฟรกโตมิเตอร์.....27
3.6.3 การวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ โดยใช้ไฮโดรมิเตอร์.....27
3.6.4 การวิเคราะห์แอลกอฮอล์ โดยใช้อีบูลลิโอมิเตอร์.....27
3.6.5 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยดีเอ็นเอส รีเอเจนต์.....27-28
3.6.6 การวัดค่าสีของเบียร์ ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง.....28
3.7 การวิเคราะห์ทางเคมี.....28-29
3.7.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด.....28
3.7.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอช.....28-29
3.7.3 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีเอบีทีเอส.....29
3.8 การวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส.....29-30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง **หน้า**

3.9 การวิเคราะห์ทางสถิติ.....30
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล.....31-66
4.1 การเตรียมเชื้อ.....31-32
4.2 การผลิตเบียร์ชนิดเอล และลาเกอร์.....33-36
4.3 การเติมพืชสมุนไพรกัญชงลงในเบียร์.....36-37
4.4 การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพเบื้องต้น.....37-51
4.4.1 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง.....37-40
4.4.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้.....40-42
4.4.3 ปริมาณแอลกอฮอล์โดยปริมาตร (%ABV) จากค่าความถ่วงจำเพาะ.....42-44
4.4.4 ปริมาณแอลกอฮอล์จากการวิเคราะห์โดยอีบูลลิโอมิเตอร์.....44-46
4.4.5 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์.....46-48
4.4.6 การวัดค่าสี.....49-51
4.5 การวิเคราะห์ทางเคมี.....51-61
4.5.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด.....51-54
4.5.2 การหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH.....54-57
4.5.3 อัตราการยับยั้งสารต้านอนุมูลอิสระด้วย ABTS.....58-61
4.6 การวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส.....62-66
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....67-68
5.1 สรุปผลการวิจัย.....67-68
5.2 ข้อเสนอแนะ.....68
เอกสารอ้างอิง.....69-73
ภาคผนวก.....74
ภาคผนวก ก.....75
ภาคผนวก ข.....76-77
ภาคผนวก ค.....78-80
ภาคผนวก ง.....81-119
ภาคผนวก จ.....120-122
ภาคผนวก ฉ.....123-139
ภาคผนวก ช.....140-208

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 ค่าความเป็นกรดด่างของเบียร์ 8 สูตร ระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่าง ๆ จนครบ 10 วัน.....38
4.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์) ของเบียร์ 8 สูตร ระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่าง ๆ จนครบ 10 วัน.....40
4.3 ปริมาณแอลกอฮอล์โดยปริมาตร (%ABV) ของเบียร์ 8 สูตรระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่าง ๆ จนครบ 10 วัน.....42
4.4 ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร) ของเบียร์ 8 สูตรระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่าง ๆ จนครบ 10 วัน.....44
4.5 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ของเบียร์ 8 สูตร ระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่างๆจนครบ 10 วัน.....47
4.6 ค่าสีของเบียร์ 8 สูตรระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่าง ๆ จนครบ 10 วัน.....49
4.7 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด(mgGAE/l) ของเบียร์ 8 สูตร ระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่าง ๆ จนครบ 10 วัน.....51
4.8 อัตราการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของเบียร์ 8 สูตร ระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่าง ๆ จนครบ 10 วัน.....54
4.9 ปริมาณ IC50 ในการกำจัดอนุมูลอิสระDPPH (มิลลิกรัมต่อลิตร).....57
4.10 อัตราการยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ของเบียร์ 8 สูตร ระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่าง ๆ จนครบ 10 วัน.....58
4.11 ปริมาณ IC50 ในการกำจัดอนุมูลอิสระ ABTS (มิลลิกรัมต่อลิตร).....61
4.12 การวิเคราะห์คุณลักษณะสีของผลิตภัณฑ์.....62
4.13 การวิเคราะห์คุณลักษณะกลิ่นของผลิตภัณฑ์.....63
4.14 การวิเคราะห์คุณลักษณะรสชาติผลิตภัณฑ์ (ความขม).....64
4.15 การวิเคราะห์คุณลักษณะรสชาติผลิตภัณฑ์ (ในภาพรวม).....65
4.16 การวิเคราะห์คุณลักษณะความชอบโดยรวม.....66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1. แผนผังฮอปส์....8
2.2 แผนผังกรรมวิธีการผลิตเบียร์....10
2.3 แสดงลักษณะใบของกัญชง....13
2.4 แสดงลักษณะยอดช่อดอกของกัญชง....14
2.5 แสดงลักษณะเมล็ดของกัญชง....15
2.6 แสดงลักษณะรากของกัญชง....15
2.7 แสดงโครงสร้างองค์ประกอบทางเคมีของกัญชง....17
2.8 ลักษณะโครงสร้างทางเคมีของสารประกอบฟีนอล....18
2.9 ปฏิกิริยาของวิธี Dinitrosalicylic colorimetric method (DNS)....19
2.10 แผนภูมิแสดงค่าสี European Brewery Convention....19
3.1 การเตรียมตัวอย่างเบียร์....30
4.1 ยีสต์ Safale US-05....31
4.2 ยีสต์ Saflager W-34/70....31
4.3 ลักษณะเซลล์ยีสต์ Safale US-05....32
4.4 ลักษณะเซลล์ยีสต์ Saflager W-34/70....32
4.5 เพียวเพลเอล มอลต์ เครื่องหมายการค้า Thomas Fawcett....33
4.6 เวียนนา มอลต์ เครื่องหมายการค้า Thomas Fawcett....33
4.7 ลักษณะของเมล็ดเพียวเพลเอล มอลต์....33
4.8 ลักษณะของเมล็ดเวียนนามอลต์....33
4.9 การบดมอลต์แบบหยาบ....34
4.10 การนำมอลต์ลงไปต้ม....34
4.11 การกรองกากามอลต์ด้วยผ้าขาวบาง....34
4.12 การทดสอบการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลด้วยไอโอดีน....34
4.13 โมเสด ฮอปส์....35
4.14 โคเมต ฮอปส์....35
4.15 ลักษณะของโมเสด ฮอปส์....35
4.16 ลักษณะของโคเมต ฮอปส์....35
4.17 การนำถังหมักเบียร์ไปบ่ม....36
4.18 ลักษณะของส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืชสมุนไพรกัญชง....36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ **หน้า**

4.19 กราฟแสดงค่าความเป็นกรดด่างของเบียร์ 8 สูตร.....39
4.20 กราฟแสดงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเบียร์ 8 สูตร.....41
4.21 กราฟแสดงปริมาณแอลกอฮอล์โดยปริมาตร (%ABV) ของเบียร์ 8 สูตร.....43
4.22 กราฟแสดงปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร) ของเบียร์ 8 สูตร.....45
4.23 กราฟแสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์(มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ของเบียร์ 8 สูตร.....47
4.24 กราฟแสดงค่าสี EBC Unit ของเบียร์ 8 สูตร.....50
4.25 กราฟแสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (mgGAE/L) ของเบียร์ 8 สูตร.....52
4.26 กราฟแสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในวันที่ 10 ของเบียร์ 8 สูตร.....53
4.27 กราฟแสดงร้อยละอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระของวิธี DPPH ของเบียร์ 8 สูตร.....55
4.28 กราฟแสดงอัตราการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของเบียร์ 8 สูตรเมื่อหมักครบ 10 วัน.....56
4.29 กราฟแสดงร้อยละอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระของวิธี ABTS ของเบียร์ 8 สูตร.....59
4.30 กราฟแสดงอัตราการยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ของเบียร์ 8 สูตรเมื่อหมักครบ 10 วัน.....60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
CA	ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์เอลสูตรควบคุม
HLA	ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร
HBA	ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร
HRA	ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร
CL	ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม
HLL	ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร
HBL	ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร
HRL	ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เบียร์เป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมจากทั่วโลก โดยเบียร์เป็นหนึ่งในเครื่องดื่มที่มีการบริโภคมากที่สุดในโลก ได้มาจากการหมักยีสต์ของมอลต์โดยมีฮอปส์และเครื่องเทศอื่น ๆ เป็นสารแต่งกลิ่นรส และสารกันบูด ทำให้อุดมไปด้วยสารอาหาร และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Palmioli *et al.,* 2020) สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารประกอบออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญในเบียร์เนื่องจากมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Viana *et al.,* 2021) เบียร์อาจแบ่งตามชนิดของยีสต์ที่ใช้ และวิธีการหมักได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ เบียร์บอตทอมยีสต์ (Bottom-fermented beer) หมายถึง เบียร์ที่ได้จากการหมักด้วยยีสต์ที่เรียกว่า บอตทอมยีสต์ (Bottom yest) โดยยีสต์ชนิดนี้หลังการหมักจะตกตะกอนอยู่ก้นถังหมัก สายพันธุ์ยีสต์ ซึ่งกระบวนการหมักจะเกิดที่ก้นถังหมัก ที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 10-15 องศาเซลเซียส การหมักเกิดอย่างช้าๆ เปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอลล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หลังการหมักจะต้องเก็บไว้ในถังไม้ที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานหลายสัปดาห์ เพื่อให้เกิดการหมักอย่างสมบูรณ์ เบียร์ที่ได้มีสีทองสดใส มีรสอ่อนถึงปานกลาง และมีก๊าซมาก เบียร์ประเภทนี้มีหลายชนิด แต่ที่ได้รับความนิยม ได้แก่ เบียร์ลาเกอร์ (Lager beer) ส่วนเบียร์อีกประเภท คือ เบียร์ทอปยีสต์ (Top-fermented beer) หมายถึง เบียร์ที่ได้จากการหมักด้วยยีสต์ที่เรียกว่า ทอปยีสต์ (Top yeast) สามารถเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่อุณหภูมิประมาณ 15-21 องศาเซลเซียส ซึ่งการหมักจะเกิดขึ้นบริเวณด้านบนของถัง เบียร์ประเภทนี้ ชนิดที่ได้รับความนิยม ได้แก่ เบียร์เอล (Ale beer) เป็นเบียร์ที่มีกลิ่นรสเข้มข้น และรสขมกว่าลาเกอร์เบียร์

เบียร์ ซึ่งเป็นเครื่องดื่มหมักแอลกอฮอล์จากน้ำเวิร์ทที่ได้จากมอลต์ เป็นผลิตภัณฑ์ของเมแทบอลิซึมของการหมักที่ขับเคลื่อนด้วยยีสต์ ซึ่งส่วนใหญ่เปลี่ยนน้ำตาลในน้ำเวิร์ทเป็นเอทานอล, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสารประกอบเล็กน้อยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อรสชาติของเบียร์ แท้จริงแล้วการหมักของยีสต์มีบทบาทสำคัญในการปล่อยสารประกอบหลายชนิด เช่น เอสเทอร์ แลคโตน ไทออล แอลกอฮอล์ และฟีนอลิกที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารสชาติของเบียร์ที่มีลักษณะเฉพาะ (Bonatto, 2021) ยีสต์ที่ใช้ในการผลิตเบียร์ยังสามารถมีอิทธิพลต่อองค์ประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย (Viana *et al.,* 2021)

กัญชง (Hemp) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ (*Cannabis sativa* L.) จัดเป็นพืชล้มลุกที่อยู่ใน Cannabaceae ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและพฤกษเคมี โดยกัญชงจะมีลำต้นสูงมากกว่า 2 เมตร ปล้องหรือข้อยาว ลักษณะใบจะมีขนาดใหญ่กว่า แผ่นใบเป็นสีเขียวอมเหลือง ใบมีแฉกประมาณ 7-9 แฉก มีการเรียงสลับของใบค่อนข้างห่างชัดเจนและไม่มียางเหนียวติดมือ และดอกมี 2 ชนิด คือดอกเพศผู้ และเพศเมีย ดอกเพศผู้ช่อดอกเป็นแบบ Panicle ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 5 กลีบ แยกกันเป็นอิสระมีสีเขียวอมเหลือง พบเกสรเพศผู้ 5 อัน ลักษณะช่อดอกห้อยลง ระยะเวลาในการบานประมาณ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดือน และดอกเพศเมีย เกิดตามซอกใบและปลายยอดในบริเวณช่อดอกจะอัดตัวกันแน่น ช่อดอกเป็นแบบ Spike เมล็ดมีขนาดใหญ่มีลวดลาย ผิวเมล็ดหยาบด้านการปลูกระหว่างต้นจะมีระยะห่างค่อนข้างแคบ เนื่องจากต้องการเส้นใยเพียงอย่างเดียว เมื่อวิเคราะห์ปริมาณสาร Tetrahydrocannabinol (THC) พบน้อยกว่าร้อยละ 0.3 กัญชงจึงไม่ถือเป็นพืชเสพติด นอกจากนี้ยังพบสารออกฤทธิ์ที่ชื่อ Cannabidiol (CBD) ในปริมาณร้อยละ 2 ขึ้นไปในพืชกัญชง (ปวีณา, 2562) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 424 (พ.ศ. 2564) เรื่อง กำหนดอาหารที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือจำหน่าย ลงวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2564 ได้ยกเลิกกัญชา-กัญชง จากบัญชียาเสพติดให้โทษรวมถึงการอนุญาตให้นำใบชั่งไม่มียอดหรือช่อดอกติดมาด้วย กิ่ง ก้าน ราก เปลือก ลำต้น เส้นใย ที่ไม่จัดเป็นยาเสพติดประเภทที่ 5 มาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ การศึกษาวิจัย ผลิตภัณฑ์สุขภาพ รวมทั้งให้ประชาชนสามารถใช้ส่วนต่างของกัญชา-กัญชง ไปประกอบอาหาร ทำยารักษาโรคได้ (ธนวัฒน์ และคณะ, 2564) ปัจจุบันมีการนำสารที่สกัดได้จากต้นกัญชงมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์อย่างแพร่หลายโดยเฉพาะในต่างประเทศ ซึ่งสารดังกล่าวไม่มีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาท สาร CBD เป็นสารสกัดที่พบมากในดอกของต้นกัญชง ถูกนำมาใช้ในการบรรเทาอาการต่างๆ เช่น ลดอาการวิตกกังวล อาการเครียด ช่วยทำให้นอนหลับได้ดีขึ้น สามารถบรรเทาอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ ลดการอักเสบ บรรเทาอาการคลื่นไส้อาเจียน นอกจากนี้ ยังนำไปใช้รักษาโรคต่างๆ เช่น โรคลมบ้าหมู ภาวะกล้ามเนื้อบิด โรคเบาหวาน อัลไซเมอร์ โรคผิวหนัง โรคตับ โรคอ้วน และโรคสมาธิสั้น อีกทั้งใบของต้นกัญชง ก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างตั้งแต่เป็นอาหาร ยารักษาโรค เครื่องสำอางเช่น ผลิตเป็นอาหารเสริม ,นำมาเป็นเครื่องดื่ม เช่นชา, เบียร์, ไวน์ เป็นต้น (ปวีณา, 2562)

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการผลิตเบียร์ 2 ชนิด ที่เสริมด้วยก้าน, ใบ และรากของพืชสมุนไพรกัญชงในปริมาณที่เท่ากัน รวมทั้งการหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิก ที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์เบียร์เสริมด้วยส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืชสมุนไพรกัญชง เนื่องจากการเลือกประเภทเบียร์และส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืชสมุนไพรกัญชงที่เหมาะสมจะเป็นตัวกำหนดกระบวนการผลิต และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มเบียร์ที่เสริมด้วยพืชสมุนไพรกัญชง
2. ศึกษาส่วนประกอบของพืชกัญชงที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเครื่องดื่มเบียร์ที่เสริมด้วยพืชสมุนไพรกัญชง
3. ศึกษาชนิดของเบียร์ที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ และสารต้านอนุมูลอิสระที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเครื่องดื่มเบียร์ที่เสริมด้วยพืชสมุนไพรกัญชง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ผลิตเบียร์ 2 ชนิด ได้แก่เอลเบียร์ และลาเกอร์เบียร์
2. เสริมสมุนไพรจากพืชกัญชง ลงไปในเบียร์ โดยใช้ส่วนประกอบของพืนสมุนไพรกัญชงที่แตกต่างกัน ได้แก่ ใบกัญชง, รากกัญชง และก้านกัญชง
3. วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพเบื้องต้นของเบียร์ ค่าพีเอช, ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้, ปริมาณแอลกอฮอล์, ค่าสีของเบียร์ และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์
4. วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถทราบถึงส่วนประกอบของพืชกัญชงที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเบียร์ที่เสริมด้วยพืชสมุนไพรกัญชง
2. สามารถทราบถึงชนิดของเบียร์ที่เหมาะสมกับการผลิตเครื่องดื่มเบียร์ที่เสริมด้วยพืชสมุนไพรกัญชง
3. สามารถใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบียร์กัญชง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เบียร์

2.1.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเบียร์

เบียร์เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ประเภทหนึ่งมีต้นกำเนิดตั้งแต่ สมัย 4,000 ปี ก่อนคริสตกาล ในแถบประเทศอียิปต์และดินแดนเมโสโปเตเมีย จากนั้นเทคโนโลยีการผลิตเบียร์ได้ขยายตัวไปทางตะวันตกเข้าสู่ทวีปยุโรป และได้รับการพัฒนาขึ้นเป็นเครื่องดื่มที่สำคัญในทวีปยุโรปตั้งแต่โบราณเป็นต้นมา โดยเบียร์เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่เกิดจากกระบวนการหมักน้ำเวิร์ท ซึ่งน้ำเวิร์ทนี้จะเตรียมจากวัตถุจำพวกแป้ง ฮอปส์ ยีสต์ และน้ำ การผลิตเบียร์ในประเทศเยอรมันมักผลิตจากมอลต์ที่มาจากข้าวบาร์เลย์เท่านั้น ส่วนในประเทศอื่น ๆ จะมีการนำแหล่งคาร์โบไฮเดรตต่าง ๆ จากมอลต์ธัญพืชชนิดอื่นที่ไม่ใช่ข้าวบาร์เลย์มาใช้สำหรับการผลิตเบียร์ เช่น นำข้าวสาสีมาผลิต Wheat beer อเมริกาผลิตเบียร์ Tesgoino จากมอลต์ข้าวโพด อินเดียผลิตเบียร์ Zutho จากข้าวมอลต์ และแอฟริกาผลิต Kaffir beer จากมอลต์ข้าวฟ่าง เป็นต้น (Teramota *et al.*,2022) นอกจากนั้นยังมีการใช้แอ็ดจังท์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อลดค่าใช้จ่ายให้ต่ำลง โดยการใช้คาร์โบไฮเดรตชนิดอื่นที่มีราคาถูกกว่ามอลต์ โดยแอ็ดจังท์เป็นคาร์โบไฮเดรตอื่น ๆ ที่เติมลงไปเพื่อเจือจางโปรตีนของมอลต์และในขณะเดียวกันจะไปเพิ่มปริมาณน้ำตาลซึ่งส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์โดยสารดังกล่าวอาจเป็น น้ำตาล น้ำเชื่อม และธัญพืช เช่น ข้าวโพด ข้าวโอ๊ต ข้าวฟ่าง ข้าว และข้าวสาลี อาจมีการใช้พืชหัว เช่น มันสำปะหลัง และมันฝรั่ง (ก่อเกียรติ, 2561)

2.1.2 ชนิดของเบียร์

ลาเกอร์ (Lager) เป็นเบียร์ที่ผลิตขึ้นแล้วนำมาเก็บไว้หลายสัปดาห์ก่อนการบรรจุขวดออกจำหน่ายแต่เอลจะเก็บไว้เพียง 2-3 วัน เท่านั้นก่อนบรรจุขวด และดีกรีของแอลกอฮอล์ในลาเกอร์เบียร์จะต่ำกว่าเอลเบียร์ ดีกรีแอลกอฮอล์จะไม่ปรากฏฉลากขวดหรือกระป๋องเนื่องจากกฎหมายมิได้ระบุไว้การวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเบียร์มี 2 ชนิด คือ อาจจะวัดเป็นจำนวนเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักหรือจำนวนเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

เอล (Ale) เป็นเบียร์ที่มีรสชาติเข้มข้น รสขมกว่า และดีกรีสูงกว่าลาเกอร์เบียร์โดยทั่วไป คือ มีดีกรีประมาณ 5.5 -6.5 % โดยน้ำหนัก และหมักโดยใช้อุณหภูมิสูงกว่าลาเกอร์เบียร์

บิทเทอร์ เอล (Bitter ale) เบียร์ประเภทนี้มีจุดเด่นที่ทำให้แตกต่าง จากเพลแอล (Pale ale) ชนิดอื่น คือ ความขมของดอกฮอปส์ และกลิ่นของดอกฮอปส์ ด้วยเหตุที่เกี่ยวของกับความขมของฮอปส์นี้ในสหราชอาณาจักรจึงเรียกว่า บิทเทอร์ (Bitter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเตาท์เบียร์ (Stout beer) ลักษณะเด่นของสเตาท์ คือ มีรสชาติเข้มข้นที่สุด และมีฟองเข้มข้น มีกลิ่นหอม และรสชาติขมเล็กน้อยจนถึงขมฝาด น้ำเบียร์มีสีน้ำตาลเข้มออกไปทางสีดำ และสีแดง หรือที่เรียกว่า Black beer มีปริมาณแอลกอฮอล์ 4.5 – 7.5 ดีกรี

พิลส์เนอร์ สไตล์ เบียร์ (Pilsner style beer) คำว่า พิลส์เนอร์ เป็นรูปแบบของเบียร์ที่มีลักษณะของรสชาติเฉพาะ คือรสชาติอ่อน ๆ รสหวานน้อย สีเหลืองอำพัน ดื่มแล้วสดชื่น ปริมาณแอลกอฮอล์จะแตกต่างกันตามกฎหมายของประเทศและรัฐนั้น ๆ โดยส่วนใหญ่จะมีปริมาณระหว่าง 3.2 - 4.5% โดยน้ำหนัก

2.1.3 องค์ประกอบสำคัญในการผลิตเบียร์

วัตถุดิบหลักในการผลิตเบียร์ ประกอบด้วยวัตถุดิบ 4 ชนิด ได้แก่ น้ำ ฮอปส์ มอล์ต และยีสต์ โดยวัตถุดิบแต่ละชนิดมีข้อมูลรายละเอียดดังนี้

2.1.3.1 มอลต์

มอลต์นั้นเป็นผลผลิตที่ผ่านการผลิตมาจากพวกธัญพืช และข้าวประเภทต่าง ๆ เช่น ข้าวบาร์เลย์ ข้าวไรย์ ข้าวสาลี เป็นต้น การจะได้มอลต์มานั้น ต้องเกิดจากการนำเมล็ดข้าวไป ทำให้งอกโดยการแช่น้ำก่อน เมื่อมีรากงอกออกมาประมาณ 1-2 เซนติเมตร ทำการหยุดการเจริญเติบโตของข้าวเหล่านั้นโดยการอบ หรือคั่วในอุณภูมิสูง ซึ่งมีผลต่อ สี กลิ่น และรสชาติของเบียร์ที่จะได้ออกมาก็ขึ้นอยู่กับขั้นตอนการผลิตมอล์ตด้วย ดังนั้น มอลต์ จึงเป็นส่วนสำคัญในการกำหนดกลิ่น สี และรสชาติของเบียร์ หรืออาจกล่าวได้ว่า เป็นส่วนสำคัญของผลของรสชาติที่ปรุงในแต่ละครั้ง โดยมอล์ตนั้นจะแบ่งได้เป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ดังนี้ (กฤษนันท์, 2563)

เพลเอล มอลต์ เป็นมอล์ตหลักในการปรุงเบียร์ โดยมีการพัฒนาสายพันธุ์ให้มีเอมไซน์ที่สูง เพื่อจะได้ปรุงเบียร์ได้ทั้งประเภท เอล และลาเกอร์ การใช้มอล์ตชนิดนี้ต้องผ่านการแมชชิ่งด้วย มีค่าสี 2-4 SRM หรือ 3.9-7.9 EBC

เวียนนา มอลต์ เป็นมอลต์ที่มีค่าความเป็นกรดสูง โดยจะให้สีที่เข้มกว่า ค่าสี ประมาณ 3-10 SRM หรือ 5.9-19.7 EBC นิยมใช้ทำเบียร์ที่เป็นประเภทจากยุโรป เช่น Vienna, Märzen และ Okterberfest

วีท มอลต์ เป็นมอลต์ข้าวสาลีหลัก ในการทำเบียร์ประเภท วีทเบียร์ และ ไวเซน นอกจากนี้ยังเป็นมอลต์ที่เสริมในเบียร์ประเภทอื่น ๆ โดยใช้เป็นส่วนประกอบในปริมาณที่น้อยกว่า โดยจะเป็นส่วนเสริมบาร์เลย์มอลต์อื่น ๆ ที่เป็นมอลต์หลักเช่น เพล เอล หรือ พิลส์เนอร์ มอลต์ เป็นต้น โดย วีท มอลต์ ถือเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มการทำงานของยีสต์ ทำให้เนื้อเบียร์โปร่งและบางลง โดย วีท มอลต์ จะให้สีที่อ่อนมากเพียง 0-3 SRM หรือ 0-5.9 EBC

คาราเมล มอลต์ เป็นมอล์ตที่เกิดจากการนำข้าวบาเลย์งอกไปผ่านความร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเอมไซน์ในมอล์ตเปลี่ยนเป็นแป้ง หลังจากนั้นจึงนำไปคั่วที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส โดยมอล์ตประเภทนี้จะไม่มีเอมไซน์ที่เปลี่ยนเป็นน้ำตาลจึงให้การหมักได้น้อย แต่จะให้เนื้อเบียร์ที่มากขึ้น และให้กลิ่นหวาน กลิ่นไม้ กลิ่นผลไม้แห้ง รวมถึงกลิ่นถั่ว ซึ่งขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา

ผลิตของผู้ผลิต โดยมอล์ตประเภทนี้จะให้สีเบียร์ที่เข้มพอสมควร คือ แดงจนถึงแดงเข้ม ประมาณ 10-120 SRM หรือ 19.7-236.4 EBC

ช็อคโกแลต มอลต์ เป็นมอล์ตที่ผ่านการคั่วที่อุณหภูมิมากกว่า 150 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นจะทำให้เย็นเมื่อได้สีของมอล์ตที่ต้องการ โดยคำว่าช็อคโกแลตในที่นี้หมายถึงสีของมอลต์ ซึ่งไม่ได้เกี่ยวกับรสชาติของมอล์ต โดยมอล์ตประเภทนี้ส่วนใหญ่จะใช้เป็นมอล์ตเสริมในการปรุงเบียร์ดำประเภท สเตาท์ และ พอร์ตเตอร์ โดยจะให้กลิ่นแนวคั่ว ไหม้ ถั่ว กาแฟ ช็อคโกแลต เป็นต้น และจะให้สีที่เข้มมากประมาณ 350-450 SRM หรือ 492.5-886.5 EBC

คาราพิลส์ มอลต์ เป็นมอล์ตคาราเมลแบบเบา ผลิตโดยการนำบาเลย์มอล์ตไปอบแห้งในอุณหภูมิที่ต่ำ มีคุณสมบัติให้ฟองเบียร์ และเนื้อเบียร์ที่มากขึ้น โดยที่ไม่ให้สีเข้มเหมือน คาราเมล มอลต์ ไม่ต้องการการแมชชิ่งในการใช้ และไม่มีเอมไซน์ โดยจะมีสีอ่อนเพียง 1-2 SRM หรือ 2.0-3.9 EBC

พิลส์เนอร์ มอลต์ เป็นมอล์ตหลักอีกประเภทที่มีสีอ่อนโดยจะให้สี 1-2 SRM หรือ 2.0-3.9 EBC มอล์ตประเภทนี้จะให้รสชาติมอล์ตที่ชัดเจน แต่จะมีเอมไซน์ที่ต่ำกว่า เพล มอลต์ เวลาใช้ต้องผ่านการแมชชิ่ง

บราวน์ มอลต์ เป็นมอล์ตคั่วแบบโบราณ เคยนิยมใช้เป็นมอล์ตหลักสำหรับเบียร์ยุโรปยุคเก่า เช่นในประเทศเยอรมัน และอังกฤษ ด้วยเทคโนโลยีในสมัยนั้นที่กรรมวิธีการอบมอล์ตยังไม่พัฒนา ทำให้การคั่วอบมอล์ตต้องใช้เวลามากกว่าปัจจุบัน และทำให้เกิดสีเข้ม ในภายหลังเมื่อมีการพัฒนากระบวนการทำมอล์ตทำให้ บราวน์ มอลต์ ถูกแทนที่ด้วย เพล มอลต์ และในปัจจุบันมอล์ตชนิดนี้ได้กลายเป็นมอล์ตเสริม โดยให้กลิ่นรมควัน และกลิ่นคั่ว และให้สีที่เข้มที่ประมาณ 50-70 SRM หรือ 98.5-137.9 EBC

2.1.3.2 น้ำ

น้ำถือเป็นส่วนประกอบหลักของเบียร์ โดยในเบียร์นั้นมีส่วนประกอบเป็นน้ำมากกว่า 95 % โดยแร่ธาตุในน้ำจะมีผลต่อรสชาติของเบียร์ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งน้ำที่ประกอบด้วยแร่ธาตุคาร์บอเนต, ไบคาร์บอเนต, โซเดียมคลอไรด์, ซัลเฟต, แคลเซียม และแมกนีเซียม โดยหากมีแร่ธาตุเหล่านี้ในน้ำเป็นจำนวนมากจะเรียกน้ำประเภทนี้ว่าน้ำกระด้าง แต่หากมีแร่ธาตุเป็นจำนวนน้อยจะเรียกว่าน้ำอ่อน น้ำยิ่งกระด้างก็ยิ่งทำให้เกิดรสฝาดออกจากมอลต์ และฮอปส์ได้มาก น้ำอ่อนจะให้ผลกลับกัน คือทำให้เบียร์มีรสฝาดน้อย และมีรสสัมผัสนุ่มนวลกว่า

2.1.3.3 ฮอปส์

ฮอปส์ เป็นพืชไม้เลื้อย ซึ่งการนำฮอปส์มาเป็นส่วนประกอบของเบียร์นั้นจะใช้ส่วนของดอกฮอปส์ ดอกฮอปส์มีส่วนช่วยยืดอายุให้เบียร์ และยังทำให้เบียร์มีการตกตะกอนเร็วขึ้น ช่วยให้เบียร์ใส มีรสชาติขม อีกทั้งยังช่วยเพิ่มกลิ่นหอมเฉพาะของเบียร์ด้วย ฮอปส์ที่นำมาใช้ในการผลิตเบียร์ มีอยู่ด้วยกัน 4 ลักษณะ ได้แก่ (กนิษฐา และสุโข, 2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฮอปส์อัดเม็ด (Hops pellets) เป็นฮอปส์ที่ผู้ผลิตรายย่อยถึงผู้ผลิตขนาดกลางนิยมใช้มากที่สุดเนื่องจากราคาไม่สูงเมื่อเทียบกับฮอปส์ประเภทอื่น เก็บรักษาง่าย ขนส่งง่าย ใช้งานได้อย่างสะดวก

ฮอปส์สด (Fresh whole hops) เป็นประเภทฮอปส์ที่มีกลิ่น และรสชาติที่สมบูรณ์ที่สุด มีราคาที่สูง หลังจากเก็บควรนำไปใช้ทันทีเพื่อให้ได้กลิ่น และรสชาติที่สมบูรณ์ของฮอปส์เนื่องจากจะสูญเสียความสดใหม่อย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังใช้ต้นทุนในการเก็บรักษาที่สูง

ฮอปส์ตากแห้ง (Dry whole hops) เป็นฮอปส์ที่มีกลิ่น และรสชาติที่มีความสดน้อยกว่าเนื่องจากนำไปตากแห้ง แต่จะมีอายุการใช้งานที่นานกว่า และเก็บรักษาได้ง่ายกว่า

สารสกัดฮอปส์ (Hops extact) อยู่ในรูปแบบของเหลว นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเบียร์ขนาดใหญ่ เพราะราคาถูกและเก็บรักษาง่าย แต่ในด้านกลิ่น และรสชาติจะสู้ฮอปส์ประเภทอื่น ๆ ไม่ได้

นอกจากการแบ่งประเภทฮอปส์เช่นนี้แล้ว ฮอปส์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบของเบียร์นั้นยังแบ่งเป็นหลายสายพันธุ์ซึ่งมีคุณสมบัติในการให้ความขมของเบียร์ และกลิ่นของเบียร์ที่แตกต่างกันออกไป โดยตัวอย่างสายพันธุ์ฮอปส์ที่เป็นที่นิยมในการใช้ผลิตเบียร์ชนิดลาเกอร์ และเบียร์ชนิดเอล ในประเทศไทยดังนี้

Mosaic เป็นฮอปส์ที่พัฒนาขึ้นในปี 2012 โดยพัฒนาให้สายพันธุ์มีความทนทาน ง่ายต่อการปลูกมากขึ้น โดยกลิ่นฮอปส์ของ Mosaic นั้นจะเป็นแนว มะม่วงสุก เลม่อน ซิตรัส สน และบลูเบอร์รี่

Comet เป็นลูกจากการผสมของ English sunshine กับฮอปส์พื้นเมืองของอเมริกา ในปี 1974 และได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ซึ่งมีชื่อเรียกอีกชื่อว่า Citra's little sister โดยผู้ผลิตเบียร์ที่ชอบ lower alpha acid (9-12%) และมีรสชาติกลมกล่อมของ Comet คือความมีชีวิตชีวาด้วยกลิ่นของส้มโอ และส้มเขียวหวาน และยังมีกลิ่นจากหญ้า และสมุนไพรที่มีเอกลักษณ์

Cascade เป็นฮอปส์ที่เน้นการให้กลิ่นแนว ดอกไม้ ซิตรัส และเป็นพันธุ์ฮอปส์แรก ๆ ที่มีการพัฒนาเพื่อแสดงถึงรสชาติ hoppy ในเบียร์

Citra เป็นฮอปส์พันธุ์ที่พัฒนาสายพันธุ์ในประเทศสหรัฐอเมริกาในกลิ่นโทนเสาวรส ลิ้นจี่ พีช ถือเป็นฮอปส์ที่สร้างความแปลกใหม่ในการปรุงเบียร์เมื่อแรกเริ่มจำหน่าย

Simcoe เป็นฮอปส์ที่นิยมใช้ในกระบวนการดรายฮอปส์ในเบียร์ยุคใหม่ สไตล์อเมริกัน มีโทนกลิ่นที่ซับซ้อนระหว่างผลไม้เมืองร้อน ซิตรัส เบอร์รี่ และสน

Chinook เป็นฮอปส์ที่ให้กลิ่นแนวสน เป็นหลัก นิยมใช้ในกระบวนการดรายฮอปส์ในเบียร์สไตล์อเมริกัน นอกจากนี้ยังมีจุดเด่นเรื่องการให้รสชาติขม

Nelson Suavin เป็นหนึ่งในฮอปส์ที่เป็นที่ต้องการของตลาดมากที่สุด เนื่องจากเป็นฮอปส์ที่ให้โทนกลิ่นแบบซูวิยองบลองค์ หรือไวน์ขาว มีกลิ่นแนวผลไม้แบบฟรุตตี้ และซิตรัสเช่นกัน

Hallertau เป็นฮอปส์สายพันธุ์เก่า ซึ่งนิยมนำไปเป็นวัตถุดิบประกอบเบียร์ยุโรปแบบเก่า โดยจะให้กลิ่นแนวดอกไม้ สมุนไพร โดยฮอปส์สายพันธุ์นี้จะให้ความขมที่น้อยกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ว่ากรณีใดๆ จะนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Amarillo เป็นฮอปส์ที่ไม่ได้เกิดจากการพัฒนาสายพันธุ์ แต่เกิดจากการค้นพบตามธรรมชาติ โดยจะให้กลิ่นแนว ซิตรัส เมล่อน และผลไม้ เป็นที่นิยมในการใช้ปรุงคราฟต์เบียร์อเมริกันอย่างมากตั้งแต่ปี 2012

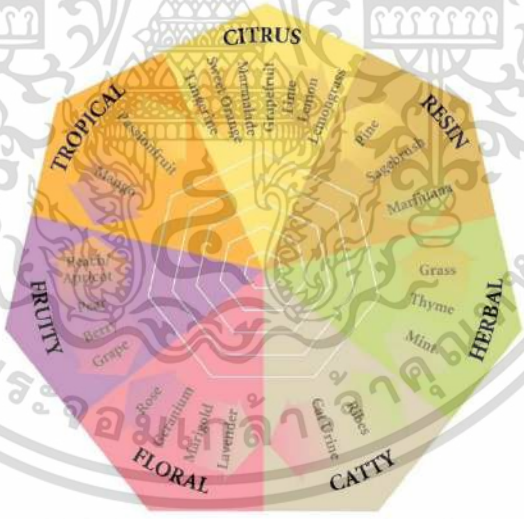
Saaz เป็นฮอปส์ที่นิยมปลูกในประเทศเช็ก เป็นฮอปส์สายพันธุ์เก่าที่ใช้ปรุงเบียร์ยุโรปแบบเก่า โดยจะให้กลิ่นแนวเครื่องเทศ และสมุนไพร นิยมใช้ทั้งการให้กลิ่นหอม และรสที่ขม

Target เป็นฮอปส์ที่พัฒนาขึ้นในประเทศอังกฤษ ในปี 1972 และได้รับความนิยมไปทั่วโลก โดยเป็นสไตล์แบบอังกฤษที่ให้ความขมที่มาก แต่ให้กลิ่นที่น้อย เนื่องจากเบียร์อังกฤษจะนิยมกลิ่นเบียร์โทนมอล์ตเป็นหลัก

Columbus เป็นฮอปส์ที่นิยมใช้เพื่อให้ความขมในเบียร์เป็นหลัก โดยในด้านกลิ่นฮอปส์สายพันธุ์นี้จะให้โทนผลไม้อ่อน ๆ และเครื่องเทศ

Centennial เป็นฮอปส์ที่รู้จักกันในอีกชื่อ คือ Super cascade เป็นฮอปส์ที่ทำให้เกิดการเพิ่มยอดขายของเบียร์ประเภท IPA ได้อย่างมาก โดยมีกลิ่นแนวดอกไม้ที่เป็นเอกลักษณ์ ที่หาจากฮอปส์สายพันธุ์อื่นได้ยากนั่นก็คือ กลิ่นกุหลาบ

โดยคุณสมบัติเรื่องกลิ่นของฮอปส์ที่มีความแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ทางด้าน กลิ่น จะมีแผนภาพที่แสดงถึงคุณสมบัติของฮอปส์ที่แตกต่างกันดังรูปที่ 2.1



รูปที่2.1. แผนผังฮอปส์
ที่มา: กฤษนันท์, 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.4 ยีสต์

ยีสต์นับว่าเป็นจุลินทรีย์ชนิดแรกที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ทำขนม, เบียร์ และไวน์ ยีสต์เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดเบียร์ขึ้นมา ยีสต์มีอยู่ทั่ว ๆ ไปตามธรรมชาติ เช่น อาศัยอยู่ในส่วนของพืช ดอก ใบ ผล ลำต้น ยางไม้ เป็นต้น บางชนิดอยู่ในดิน น้ำ ธรรมชาตินั้นมีอยู่หลายชนิดหลายสายพันธุ์ ปัจจุบันยีสต์ที่ใช้ทำเบียร์เป็นเชื้อยีสต์บริสุทธ์ที่ผ่านการคัดเลือก และศึกษาคุณสมบัติมาแล้ว

ยีสต์ที่ใช้ทำเบียร์โดยเฉพาะเมื่อใส่ลงไปจะมีคุณสมบัติที่สามารถเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ในปริมาณที่สูง มีการเจริญเติบโตเร็วทนต่อความเป็นกรด ทนต่อความเข้มข้นของน้ำตาลได้ ทนต่อแอลกอฮอล์ในเบียร์ได้ดี ยีสต์ที่ใช้ควรมีอายุ 2-3 วัน หลังจากเลี้ยงบนอาหารวุ้นซึ่งเป็นช่วงที่ยีสต์เจริญได้ดี และความสามารถในการหมักที่รวดเร็ว และทนต่ออุณหภูมิสูงสามารถคัดแยกเชื้อยีสต์นำมาใช้ในการทำเบียร์ได้ ยีสต์ที่ใช้ในการหมักเบียร์ส่วนมากจะเป็นยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*

การจำแนกยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*

divission Amastigomycoto
subdivision Ascomycotine
class Ascomycetes
subclass Hemiascomycotidae
order Endomycetales
family Saccharomycescetaceae
genus *Saccharomyces*
species *Saccharomyces cerevisiae*

<u>ลักษณะรูปร่างของยีสต์</u>

ยีสต์เป็นจุลินทรีย์จำพวก eukaryotic มีรูปร่างหลายแบบด้วยกัน ทั้งกลม รี มะนาว ลูกแพร์ ทรงกระบอก แต่ *Saccharomyces* เซลล์ของยีสต์พวกนี้จะมีรูปร่างกลม รูปไข่ หรือค่อนข้างขาว มีการสร้าง ture mycelium และมี arthrospore อาจมีการสร้าง pseudo mycelium ในบางครั้ง budding ลักษณะโคโลนีบนอาหารวุ้นจะมีสีครีม

<u>ลักษณะการเจริญเติบโตของยีสต์</u>

การเจริญของยีสต์บนอาหารแข็งในการจำแนกยีสต์ โดยดูลักษณะของโคโลนีของยีสต์ ส่วนการเจริญในอาหารเหลวของยีสต์มี 2 ลักษณะ คือ

1. ออกซิเดทีฟยีสต์ (Oxidative yeast) เป็นยีสต์ที่เจริญบนผิวของอาหารทำให้เกิดเป็นแผ่นฟิล์ม ได้แก่ *Pichia*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

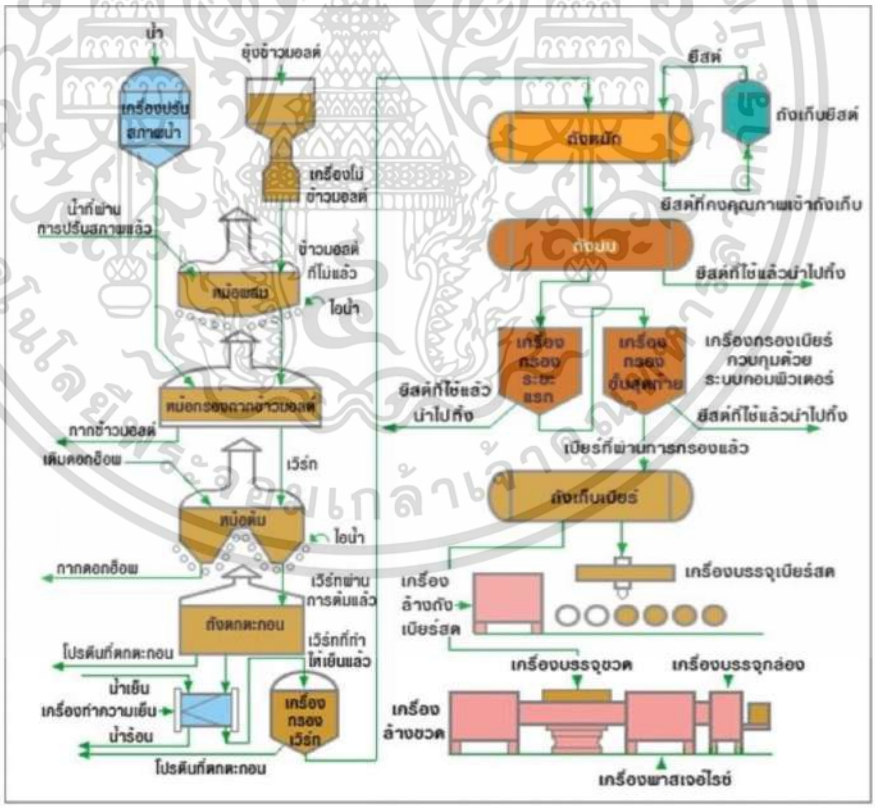
2. เฟอร์เมนเททีฟยีสต์ (Fermentative yeast) เป็นยีสต์ที่สามารถเจริญได้ทุกที่ในอาหารเหลว ทำให้อาหารขุ่นมีความสามารถในการ fermention ให้ CO_2 ได้แก่ *Saccharomyces* โดยที่มีทั้งที่เป็นทอปยีสต์ และบอททอมยีสต์

- ทอปยีสต์ (Top yeast) ที่เป็น fermentation ที่เจริญได้อย่างรวดเร็วที่ 20 องศาเซลเซียส เกิดการรวมกลุ่มของเซลล์ และปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาอย่างรวดเร็วทำให้เซลล์ลอยขึ้นอยู่บนผิวหน้าของอาหารจึงเรียกว่าทอปยีสต์

- บอททอมยีสต์ (Bottom yeast) ซึ่งเซลล์จะเจริญอย่างช้า ๆ เป็น fermentation ที่ดีในอุณหภูมิต่ำ 10-15 องศาเซลเซียส เนื่องจากไม่มีการรวมกลุ่มของเซลล์และการเจริญเป็นไปอย่างช้าๆ ทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์น้อย เซลล์จึงค่อย ๆ ตกตะกอนอยู่ที่ก้นภาชนะ จึงเรียกว่าบอททอมยีสต์

2.2 กรรมวิธีการผลิตเบียร์

กรรมวิธีการผลิตเบียร์สามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอนหลักๆ ได้แก่ การทำมอลต์ (Malting), การผลิตเวิร์ท (Wort production), การหมักเบียร์ (Fermentation) และการบ่ม (Beer ageing or maturation) แผนผังการผลิตเบียร์แสดงได้ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แผนผังกรรมวิธีการผลิตเบียร์

ที่มา: โชคชัย, 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 การทำมอลต์ (Malting)

วัตถุประสงค์ของการทำมอลต์ คือเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมี และทางกายภาพของธัญพืชให้มีความเหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นเบียร์ ได้แก่ การสร้างเอนไซม์ที่มีความจำเป็นต่อการผลิตน้ำเวิร์ทในขั้นตอนต่อไป การทำมอลต์สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. การแช่ข้าว (Steeping) การแช่ข้าวมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้ข้าวมีความชื้นที่สูงขึ้น เพื่อทำให้เกิดความเหมาะสมในขั้นตอนการงอกต่อไป โดยปกติแล้วความชื้นที่เหมาะสมที่สุดในการงอกของข้าวนั้นอยู่ที่ประมาณ 35% (Gamlatha *et al*., 2008)

2. การงอก (Germination) ขั้นตอนนี้คือการตอนการผลิตมอลต์เพื่อใช้ในการทำเบียร์ ทำได้โดยการทิ้งข้าวให้มีอากาศไหลผ่าน (Air rest) โดยมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของข้าว ในระหว่างกระบวนการงอก ฮอร์โมนจิบเบอร์เรลลิน (Gibberellic acid, GA) จะถูกสังเคราะห์ขึ้นในส่วนของเอ็มบริโอ และแพร่ไปยังเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว เพื่อให้เกิดกระตุ้นการสร้างเอนไซม์ ได้แก่ แอลฟา และเบตา-อะไมเลส โปรติเอส และอื่นๆ และแพร่ออกมายังส่วนที่เป็นแป้ง (Starch endosperm) ซึ่งเอนไซม์ดังกล่าวจะย่อยแป้งในเมล็ดข้าวให้เป็นอาหารสำหรับการสร้างเป็นยอดและรากต่อไป

2.2.2 การบดมอลต์ (Malt milling)

การบดมอลต์คือการแยกเปลือก (แกลบ) เพื่อให้เอนโดสเปิร์มที่เป็นแป้งเปิดออก การบดเป็นผงทำให้เกิดการสกัดอย่างมีประสิทธิภาพ และการกรองเวิร์ตที่มีประสิทธิภาพ การบดมอลต์อาจทำโดยวิธีการบดแห้งและการบดเปียก สำหรับการบดมอลต์ที่ใช้มากเพื่อการผลิตเบียร์ คือการบดแห้งโดยใช้เครื่องบดชนิดลูกกลิ้งในการบด

2.2.3 การทำแม็ชชิ่ง

แม็ชชิ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนแป้งในมอลต์ให้เป็นน้ำตาล และสารอาหารต่าง ๆ จากข้าวมอลต์ที่บดโดยการนำมาต้มที่อุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่สำคัญในข้าวมอลต์ซึ่งมีอยู่ 3 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่มเอนไซม์ phytase มีบทบาทในการควบคุม pH โดยเฉพาะในขั้นตอนที่หมักด้วยยีสต์
2. กลุ่มโปรติโอไลติกเอนไซม์ ได้แก่ โปรติเอส และเปปติเดส จะเป็นตัวย่อยสลายโมเลกุลของโปรตีนที่มีขนาดใหญ่ (ก่อให้เกิดความไม่เสถียรของโฟม และกลิ่นไม่พึงประสงค์) ให้มีขนาดเล็กลงและอยู่ในรูปของเปปไทด์และกรดอะมิโน อุณหภูมิที่เหมาะสำหรับการย่อยโปรตีน คือ 45-53 องศาเซลเซียส (Wolfe *et al*., 2016)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส และเอนไซม์เบตา-อะไมเลสเอนไซม์เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแป้งไปเป็นเดกซ์ทริน และน้ำตาลที่หมักได้ สำหรับมอลต์บาร์เลย์แป้งจะต้องเจลาตีไนซ์ และเกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 55-65 องศาเซลเซียส ซึ่งแอลฟา-อะไมเลสจะทำลายปลาย 1-4 Links แบบสุ่มโดยอุณหภูมิสูงกว่า 68 องศาเซลเซียส จะช่วยให้แอลฟา-อะไมเลสย่อยสลายแป้งได้ดีขึ้น ส่วนเบตา-อะไมเลสจะสลายส่วนปลาย (reducing ends) ของน้ำตาลมอลโตส และกลูโคสซึ่งอุณหภูมิต่ำกว่า 65 องศาเซลเซียส จะช่วยให้เบตา-อะไมเลสย่อยสลายได้ดีขึ้น (Wolfe *et a.l*, 2017) โดยทั่วไปเอนไซม์ทั้งสองนี้สามารถเปลี่ยนแป้งในข้าวมอลต์ให้เป็นโมเลกุลของน้ำตาลที่ยีสต์นำไปใช้ได้ 60-80%

2.2.4 การหมักเบียร์ (Beer fermentation)

เป็นกระบวนการที่ใช้ยีสต์เปลี่ยนสารอาหารในน้ำเวิร์ตให้กลายเป็นเอทานอล อุณหภูมิที่ใช้ในการหมักทั่วไปจะอยู่ที่ 8-15 องศาเซลเซียส สำหรับเบียร์ประเภทลาเกอร์ และระหว่าง 15-20 องศาเซลเซียสสำหรับเบียร์ประเภทเอล (หนึ่ง และคณะ, 2553) อุณหภูมิของการหมักขึ้นอยู่กับชนิดของเบียร์ และชนิดของยีสต์ที่ใช้กระบวนการหมักจะใช้เวลาประมาณ 5 วัน สำหรับ Top yeast ส่วน Bottom yeast ใช้เวลา 7-10 วัน หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการหมักแล้วจึงแยกยีสต์ออก โดยเบียร์ที่ได้ในช่วงนี้จะเรียกว่า กรีนเบียร์ หรือ ยังเบียร์ (Young beer) วัตถุประสงค์หลักของการหมักเบียร์ คือการผลิตเอทานอล จากน้ำตาล และกรดอะมิโนโดยยีสต์ที่เติมลงไปในสภาวะที่ปราศจากออกซิเจน ยีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคส 1 โมเลกุลไปเป็นกรดไพรูวิค 2 โมเลกุล ผ่านกระบวนการไกลโคไลซิส และจากสภาวะไร้อากาศกรดไพรูวิคจะถูกเปลี่ยนเป็นเอทานอล ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และ ATP จำเป็นต้องมีการเติมอากาศเข้าไปเมื่อเริ่มต้นกระบวนการ (Wort aeration) เพื่อกระตุ้นการทำงานของยีสต์ที่เติมลงไป

2.2.5 การบ่มเบียร์

วัตถุประสงค์ของกระบวนการบ่มเบียร์ คือปรับกลิ่นรสของเบียร์ให้มีความละมุนมากขึ้น การบ่มเบียร์ยังช่วยกำจัดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ออกไปได้ เช่น สารกลุ่มไดอะซิทิล และกลุ่มสารประกอบซัลเฟอร์ โดยสารกลุ่มไดอะซิทิล หรือสารกลุ่มวิชินอล ไดคี้โตน (vicinal diketones, VDKs) เป็นสารที่ทำให้เกิดกลิ่น สี ที่ดีในเบียร์ การบ่มเบียร์ยังทำให้เบียร์มีความคงตัวมากยิ่งขึ้น ซึ่งส่วนมากจะบ่มเบียร์ที่อุณหภูมิต่ำ (ประมาณ 0 องศาเซลเซียส) เพื่อให้เซลล์ยีสต์ และสารแขวนลอยตกลงสู่กันถังทำให้เบียร์มีความใสมากขึ้นหรือบางที่อาจใช้วิธีกรองเบียร์ผ่านตัวกรอง (โชคชัย, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 กัญชง

กัญชง ชื่อสามัญ Hemp (เฮมพ์) โดยมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cannabis sativa* L. subsp. Sativa ซึ่งจัดอยู่ในวงศ์ Cannabaceae

<u>ลักษณะของกัญชง</u>

ต้นกัญชงจัดเป็นพรรณไม้ล้มลุกที่มีอายุเพียงปีเดียวลำต้นเป็นสีเขียวตั้งตรง มีความสูงได้ประมาณ 1-6 เมตร มีลักษณะอวบน้ำเมื่อเป็นต้นกล้า และจะเริ่มมีการสร้างเนื้อไม้เมื่ออายุได้ประมาณ 2-3 สัปดาห์การเจริญเติบโตของต้นจะช้าในช่วง 6 สัปดาห์แรก หลังจากนั้นจะเพิ่มความสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีความสูงโดยเฉลี่ยประมาณ 3 เมตร มีรากเป็นระบบรากแก้ว และมีรากแขนงเป็นจำนวนมากการปลูกต้นกัญชงจะปลูกด้วยการใช้เมล็ด ซึ่งใช้เวลางอกประมาณ 8-14 วัน และสามารถเก็บเกี่ยวได้เมื่อต้นอายุ 3-4 เดือน กัญชงเป็นพืชที่มีแหล่งกำเนิดในเอเชียกลาง และแพร่กระจายไปสู่เอเชียตะวันออก อินเดีย และในทวีปยุโรป

2.3.1 ใบกัญชง ใบเป็นใบเดี่ยว ลักษณะของใบเป็นรูปฝ่ามือแผ่น ใบแก่แยกเป็นแฉกประมาณ 7-9 แฉก การเรียงตัวของใบค่อนข้างห่าง ขอบใบจะเป็นฟันเลื่อย และเว้าลึกจนถึงโคนใบ ปลายใบและเรียวแหลม ก้านใบยาวประมาณ 2-7 เซนติเมตร เมื่อมีการสร้างดอกจำนวนแฉกของใบจะลดลงตามลำดับดังรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะใบของกัญชง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ดอกกัญชง ออกดอกเป็นช่อตามซอกใบ และปลายยอดดอกมีขนาดเล็กสีขาว มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-4 มิลลิเมตร ดอกเป็นแบบแยกเพศ และอยู่ต่างต้นกัน (บางชนิดอยู่ต้นเดียวกันแต่ที่พบปลูกในบ้านเราคือชนิดที่อยู่ต่างต้นกัน) โดยช่อดอกเพศผู้จะเป็นแบบ Panicle ประกอบไปด้วยกลีบเลี้ยง 5 กลีบ แยกจากกันเป็นอิสระ มีสีเขียวอมเหลือง มีเกสรเพศผู้ 5 อัน มีระยะเวลาการบานประมาณ 2 เดือน ส่วนดอกเพศเมียจะเกิดตามซอกใบและปลายยอด ในบริเวณช่อดอกจะอัดกันแน่น ช่อดอกจะเป็นแบบ Spike ประกอบไปด้วยกลีบเลี้ยงสีเขียวเข้มหุ้มรังไข่ไว้ภายใน stigma 2 อัน สีน้ำตาลแดงอายุของดอกค่อนข้างสั้นประมาณ 3-4 สัปดาห์ก็จะติดผลดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะยอดช่อดอกของกัญชง
ที่มา: ปวีณา, 2562

2.3.3 ผลกัญชง ผลเป็นเมล็ดแห้งสีเทาลักษณะเป็นรูปไข่ผิวเรียบเป็นมัน และมีลายประสีน้ำตาลเมื่อแห้งจะเป็นสีเทา มีขนาดกว้างเฉลี่ยประมาณ 4.47 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 5.11 มิลลิเมตร และมีความหนาเฉลี่ยประมาณ 3.75 มิลลิเมตร ภายในเมล็ดมีอาหารสะสมจำพวกแป้ง และไขมันอัดกันแน่น โดยมีน้ำมันถึง 29-34% มีไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง ประกอบไปด้วย linoleic acid 54-60%, linolenic acid 15-20%, oleic acid 11-13% ผลกัญชงแสดงดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะเมล็ดของกัญชง

ที่มา: ปวีณา, 2562

2.3.4 รากกัญชง มีลักษณะยาว และลึก จึงทำให้เป็นพืชที่ปรับตัวได้ดีมาก โดยอาจมีความยาว 6 – 12 นิ้ว ซึ่งทำให้สามารถเก็บสะสมสารอาหารได้มาก แม้แต่ในดินที่ถูกชะล้างออกไป และรากกัญชงสามารถนำไปใช้ได้หลากหลายในชีวิตประจำวัน ตั้งแต่ยาแก้ปวดกระดูก และปวดกล้ามเนื้อ และแผลบวม ไปจนถึงการช่วยให้เซลล์เติบโตและช่วยทำให้เนื้อเยื่อสมานกัน รากกัญชงแสดงดังรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะรากของกัญชง

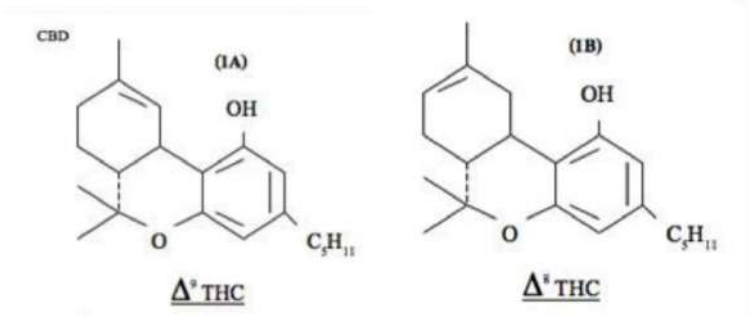
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

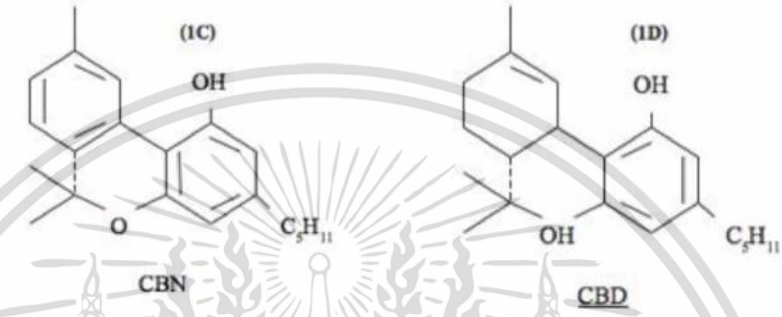
พืชกัญชงสามารถสร้างสารสำคัญที่มีลักษณะเฉพาะเรียกว่า Cannabinoids ซึ่งสารหลายชนิดในกลุ่มนี้มีฤทธิ์ต่อระบบประสาท สารในกลุ่ม Cannabinoids terpenes และ Volatile compounds อื่น ๆ ถูกขับออกมาโดย Grandular trichomes ในรูปสารเหนียว เรียกว่า เรซิน ซึ่งมีมากที่สุดในช่อดอกตัวเมีย สารในกลุ่ม Terpenes ไม่มีฤทธิ์ต่อระบบประสาทแต่ทำให้เกิดกลิ่นเฉพาะในพืช สารในกลุ่ม Cannabinoids จะอยู่ในรูป Carboxylic acid หรือ Acid form แต่เมื่อโดนแสงและความร้อนจะถูก Decarboxylate เป็น Neutral form สารสำคัญที่พบมาก คือ Delta-9-tetrahydrocannabinol (Δ9THC หรือ THC) ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทที่สำคัญ (Pshychotimimetic), Δ8THC ไอโซเมอร์ของ Δ9THC แต่มีฤทธิ์น้อยกว่าประมาณ 5 เท่า CBD สาระสำคัญอีกตัวหนึ่งแต่เป็น Non-psychoactive มีฤทธิ์ THC antagonist พบมากใน สายพันธุ์ที่ให้เส้นใย และเมล็ด (industrial hemp) นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ลดอาการชัก ต้านการอักเสบ และลดอาการคลื่นไส้

Cannabichromene (CBC) มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ลดอาการปวด นอกจากนี้มีฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพ และเชื้อรา ส่วน Cannabinol (CBN) เป็นสารสลายตัวของ THC เมื่อสัมผัสความร้อน และออกซิเจนในอากาศเกิดการออกซิเดชั่น พบได้น้อยมากในพืชสด แต่จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บไว้นาน มีฤทธิ์ต่อระบบประสาทอ่อน ๆ มีการศึกษาทางคลินิกเพื่อใช้ THC เพื่อลดอาการคลื่นไส้อาเจียนในผู้ป่วยที่ได้รับเคมีบำบัด กระตุ้นการอยากอาหาร ลดอาการปวด และลดอาการของ Multiple sclerosis นอกจากนี้พบว่า THC และ CBD มีฤทธิ์ Neuroprotection โดยต้านผลของ 6-hydroxydopamine ที่ทำให้เกิด Neurodegeneration ในผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน

กัญชงทุกสายพันธุ์ที่นำมาปลูกจะมีปริมาณของสาร THC และ CBD เพิ่มขึ้นด้วยเมื่อต้น มีอายุมากขึ้น และจะมีมากที่สุดในระยะออกดอก (ดอก และใบเพศผู้จะมีปริมาณสูงสุด) โดยต้นกัญชงที่มีอายุ 60 วัน จะมีสาร THC 0.550- 0.722%, ต้นอายุ 90 วัน จะมีสาร THC 0.754-0.939% มี CBD 0.361-0.480%, ต้นที่อยู่ในระยะออกดอกจะมีสาร THC 1.035-1.142% มี CBD 0.446-0.509% และผลการทดลองยังพบว่าปริมาณของสาร THC นั้นจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อพื้นที่ปลูกมีความสูงจากระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น โดยสรุปคือปริมาณของสาร THC จะมีความสัมพันธ์กับอายุของต้น ความสูง ของพื้นที่ที่เพาะปลูก สายพันธุ์ที่ใช้ปลูกและความยาวของเส้นรอบวงของลำต้น ส่วนปริมาณของสาร CBD จะมี ความสัมพันธ์กับอายุของต้น ความสูงของพื้นที่ที่เพาะปลูกและสายพันธุ์ที่ใช้ปลูกเท่านั้น โครงสร้างองค์ประกอบทางเคมีของกัญชงแสดงดังรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 2.7 แสดงโครงสร้างองค์ประกอบทางเคมีของกัญชง

ที่มา: ปวีณา, 2562

2.4 สารต้านอนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ หมายถึงสารที่มีอิเล็กตรอนโดดเดี่ยวในอะตอม หรือโมเลกุล เป็นสาเหตุให้เกิดโรคต่าง ๆ มากมาย ได้แก่ โรคมะเร็ง โรคหัวใจขาดเลือด โรคความจำเสื่อม โรคข้ออักเสบ โรคภูมิแพ้ โรคความดันโลหิต โรคเหงือก โรคเกี่ยวกับสายตา เกิดความผิดปกติของปอด และระบบประสาท เป็นต้น ธรรมชาติหรือร่างกายของสิ่งมีชีวิตจึงมีการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ หรือ Antioxidant ขึ้นมาเพื่อทำหน้าที่ในการต้านอนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระมีมากในพืชผัก และผลไม้บางชนิด จึงได้มีการสนับสนุนให้รับประทานสิ่งเหล่านี้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งกลไกในการต้านอนุมูลอิสระมีหลายรูปแบบ เช่น การดักจับอนุมูลอิสระ การยับยั้งการทำงานของออกซิเจนที่ขาดอิเล็กตรอน การจับกับโลหะที่สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน การหยุดปฏิกิริยาการสร้างอนุมูลอิสระ การเสริมฤทธิ์ และการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาอนุมูลอิสระ ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระมีทั้งจากธรรมชาติ และจากการสังเคราะห์ ทั้งนี้การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเชิงคุณภาพ และปริมาณมีหลายวิธีด้วยกัน ซึ่งแต่ละวิธีมีความจำเพาะแตกต่างกัน (บุหรัน, 2556)

2.4.1 สารต้านอนุมูลอิสระในธรรมชาติ

1. วิตามินซี

วิตามินซี เป็นวิตามินที่สามารถละลายได้ในน้ำ เป็นวิตามินที่จำเป็นต่อร่างกาย ซึ่งร่างกายของเราไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ จึงต้องได้รับวิตามินซีจากการรับประทาน พบมากในกลุ่มผัก และผลไม้ชนิดต่างๆ เช่น ส้ม สับปะรด มะขาม สตอร์เบอร์รี่ ฝรั่ง มะนาว มะเขือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

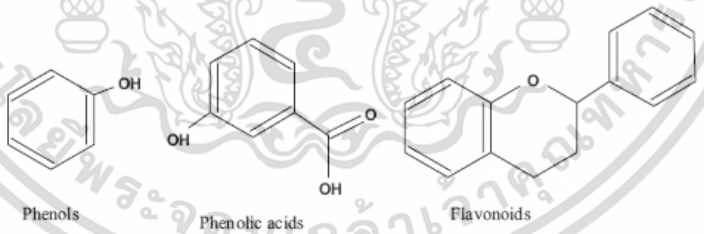
เทศ โดยวิตามินซีสามารถช่วยในเรื่องของระบบภูมิคุ้มกัน ให้มีความแข็งแรง และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพิ่มความต้านทานต่อโรคหัวใจ โดยการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมระดับคลอเลสเตอรอลในร่างกาย

2. วิตามินอี

วิตามินอี หรือ Tocopherol เป็นวิตามินชนิดหนึ่งที่จำเป็นต้องได้รับจากการรับประทาน เนื่องจากร่างกายไม่สามารถผลิตเองได้ สามารถละลายได้ดีในไขมัน ช่วยป้องกันการแตกตัวของเม็ดเลือดแดง และยังช่วยในส่วนของระบบกล้ามเนื้อและการทำงานของตับ คุณสมบัติเด่น คือความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ สามารถช่วยป้องกันและซ่อมแซมการสึกหรอของเส้นผม ผิว และเล็บได้

3. สารประกอบฟีนอล

สารประกอบฟีนอล มีลักษณะโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนที่เป็นอนุพันธ์ของเบนซิน และมีหมู่ไฮดรอกซิล (OH group) อย่างน้อยหนึ่งหมู่ สามารถพบในธรรมชาติได้หลายชนิด ซึ่งมีลักษณะสูตรโครงสร้างทางเคมีแตกต่างกัน ตั้งแต่กลุ่มที่มีโครงสร้างอย่างง่าย เช่น กรดฟีนอลิก และกลุ่มที่มีโครงสร้างเป็นพอลิเมอร์ เช่น ลิกนิน กลุ่มใหญ่ที่สุดที่พบ ได้แก่ สารประกอบฟลาโวนอยด์ ซึ่งสารประกอบฟีนอลเป็น Secondary metabolites พบได้ในเนื้อเยื่อพืชรวมทั้งผักและผลไม้ โดยมีสรรพคุณคือป้องกันโรคต่าง ๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือดและมะเร็ง สารประกอบฟีนอลจะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระ และไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่นๆ โดยใช้ตัวเองเป็นตัวรับอนุมูลอิสระดังรูปที่ 2.8



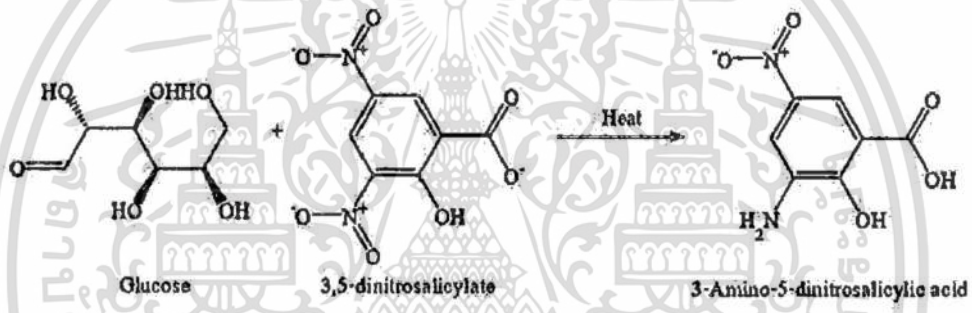
รูปที่ 2.8 ลักษณะโครงสร้างทางเคมีของสารประกอบฟีนอล
ที่มา: บุหรัน, 2556

2.5 การวิเคราะห์หาน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยเทคนิค DNS (Dinitrosalicylic colorimetric method)

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธี DNS method จะอาศัยการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์กับสารละลาย Dinitrosalicylic reagent ซึ่งสารละลาย Dinitrosalicylic reagent ซึ่งมีหมู่ไนโตรเจน 2 หมู่มีลักษณะสีเหลือง เมื่อหมู่ไนโตร 1 หมู่ถูกรีดิวซ์โดยหมู่แอลดีไฮด์ของน้ำตาล โดย

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ...

มีความร้อน และสารละลายด่างเป็นตัวเร่งจะทำให้สารละลาย 3,5- dinitrosalicylic acid กลายเป็น 3-amino,5- nitrosalicylic acid ที่มีสีส้มแดง และสามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ในช่วง 520-540 นาโนเมตร วิธีนี้เหมาะกับตัวอย่างที่มีน้ำตาลรีดิวซ์ปริมาณต่ำ ซึ่งในการวิเคราะห์หาปริมาณสารเรามักสร้างกราฟมาตรฐาน โดยการเตรียมสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ความยาวคลื่นที่เหมาะสมแล้วเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน เพื่อให้หาค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างชนิดเดียวกัน โดยการนำสารละลายตัวอย่างนั้นไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นเดียวกันแล้วนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปเปรียบเทียบหาค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างจากกราฟมาตรฐาน ปฏิกิริยาของวิธี Dinitrosalicylic colorimetric method (DNS) แสดงดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 2.9 ปฏิกิริยาของวิธี Dinitrosalicylic colorimetric method (DNS)

2.6 การวิเคราะห์ค่าสีของเบียร์

สีของเบียร์ขึ้นอยู่กับ มอล์ต และธัญพืชที่ใช้ในการแมชชิ่ง และมีผลต่อการแบ่ง ประเภทเบียร์เช่นกัน เพราะสีของเบียร์จะเป็นหนึ่งในคุณสมบัติที่กำหนดประเภทของเบียร์ โดยสีของเบียร์จะมีหน่วยวัดเป็น EBC หรือ European Brewery Convention โดยเป็นหน่วยวัดที่สมาคม American Society of Brewing Chemists ใช้เป็นการวัดสีแบบมาตราฐาน ซึ่งมีการวัดระดับสีดังรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 แผนภูมิแสดงค่าสี European Brewery Convention

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การวิเคราะห์ปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระ

2.8.1 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH (diphenyl-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay)

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH คือวิธีการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเบื้องต้น โดยตรวจสอบความสามารถในการจับอนุมูล DPPH ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระที่เสถียร ถ้าสารสกัดสามารถจับกับอนุมูล DPPH ได้ จะสังเกตเห็นว่าสีของสารละลาย DPPH เปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีเหลือง ซึ่งสามารถวัดการเปลี่ยนแปลงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ซึ่งวิธีนี้สามารถทำการวิเคราะห์ได้ง่าย ไม่ซับซ้อน แต่มีข้อเสียคืออนุมูล DPPH มีความคงตัวไม่ไวต่อปฏิกิริยาเหมือนอนุมูลอิสระที่เกิดในเซลล์หรือร่างกาย จึงทำให้วิธีนี้ไม่สามารถแยกแยะจัดอันดับอนุมูลที่มีความไวสูงได้ (พิชชาภรณ์ และคณะ, 2564)

2.8.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยการฟอกสีอนุมูลอิสระ ABTS (ABTS radical cation decolorization assay)

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยการฟอกสีอนุมูลอิสระ ABTS คือวิธีการวัดความสามารถในการฟอกสีอนุมูลอิสระ ABTS (ABTS, 2,2′-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ที่มีสีเขียวปนน้ำเงิน สามารถดูดกลืนแสงได้สูงสุดที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร เนื่องจากสีของ ABTS ปกติจะมีค่าการดูดกลืนแสงสูง จึงต้องทำการเจือจาง ABTS ด้วยฟอสเฟตบัฟเฟอร์ จากนั้นนำ ABTS ทำปฏิกิริยากับสารตัวอย่างที่ละลายด้วยเอทานอลเจือจางซึ่งจะทำให้สีจางลง และตั้งทิ้งไว้เพื่อให้เกิดปฏิกิริยา จึงสามารถหาความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารตัวอย่างได้จากการคำนวณสีที่จางลงของการยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ซึ่ง ABTS สามารถละลายได้ดีในน้ำ และตัวทำละลายอินทรีย์ จึงทำให้ทำปฏิกิริยาได้อย่างรวดเร็ว และทำปฏิกิริยาได้ดีในช่วง pH กว้าง แต่ ABTS ไม่สามารถพบได้ในธรรมชาติ ในร่างกายหรือในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต จึงต้องมีการทำปฏิกิริยากับสารอื่นก่อนถึงจะเกิดเป็นอนุมูลอิสระ (บุหรัน, 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Viana *et al.* (2021) ได้ทำการศึกษาเพื่อประเมินอิทธิพลของการใช้ *Saccharomyces cerevisiae* สี่สายพันธุ์ที่แตกต่างกันต่อสารประกอบฟีนอล, ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (AOX), กรดอินทรีย์, น้ำตาล และโปรไฟล์แอลกอฮอล์ของ American Pale Ale (APA) คราฟต์เบียร์ โดยทำการทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยใช้สาร 1,1–Diphenyl–2 picrylhydrazyl (DPPH), 2,2'-azinobis-3-ethylbenzothiazoline6-sulfonic acid (ABTS), และ Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) รวมทั้งหาสารประกอบฟีนอลต่าง ๆ โดยใช้วิธี HPLC ผลที่ได้ คือ พบว่ายีสต์สายพันธุ์ US-05 มีความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระสูงสุด

Bonatto (2021) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายของสายพันธุ์ยีสต์เบียร์เอลและลาเกอร์ที่มีจำหน่ายทั่วไป และผลกระทบของการเลือกใช้ยีสต์พิเศษของผู้ผลิตเบียร์ต่อการหมักเบียร์ การศึกษารายงานว่าประเภทเบียร์มีความหลากหลาย เข้มข้น และเป็นเนื้อเดียวกันในแง่ของการจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ สายพันธุ์ยีสต์เบียร์ ในงานนี้ความหลากหลาย ความสมบูรณ์ และความสม่ำเสมอของเบียร์ประเภทต่างๆ และสายพันธุ์ยีสต์เชิงพาณิชย์ที่มีจำหน่ายสำหรับการผลิตเบียร์ได้รับการประเมินโดยใช้แนวคิดเชิงปริมาณของการวิเคราะห์ความหลากหลายในตัวอย่างเบียร์ 119,189 สูตร มีการวิเคราะห์ค่าแรงโน้มถ่วงดั้งเดิมและสุดท้าย หน่วยความขมสากล และแอลกอฮอล์โดยปริมาตร เป็นสถิติ กรอบแนวคิดนี้ใช้สำหรับการเปรียบเทียบอุณหภูมิการหมักต่ำสุดและสูงสุด ตลอดจนเปอร์เซ็นต์การลดทอนของยีสต์เบียร์เอลและเบียร์ลาเกอร์ในสูตรผสมทั้งแบบแห้งและแบบเหลว

Yang *et al*. (2022) ได้ทำการศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ และกลิ่นระเหยของเบียร์ลาเกอร์เบียร์ที่ผลิตโดยการเสริมพุทรา 6 สายพันธุ์เป็นส่วนเสริม พบว่าขการเสริมพุทราเพิ่มปริมาณฟีนอลและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่ามีการก่อตัวของสารระเหยใหม่ 17 ชนิดหลังการเสริมพุทราประกอบด้วยแอลกอฮอล์ 1 ชนิด เอสเทอร์ 11 ชนิด กรด 2 ชนิด และอัลดีไฮด์ 3 ชนิด บ่งบอกถึงความซับซ้อนของเบียร์ที่ดีขึ้นรสชาติ. นอกจากนี้ยังพบปริมาณ c-AMP สูงตั้งแต่ 4.02 ถึง 15.14 ไมโครกรัม/มิลลิลิตรในเบียร์ขั้นสุดท้ายหมักด้วยการเสริมพุทรา ทำให้เบียร์มีคุณสมบัติใหม่ด้านสุขภาพ

Ascrizzi *et al*. (2020) ได้ทำการศึกษาการนำดอกกัญชงมาใช้สำหรับการสกัดน้ำมันหอมระเหย และเสริมในเครื่องดื่มเบียร์ และลิเคียว (เหล้าหวาน) เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับกัญชง โดยถูกนำมาใช้สารแต่งกลิ่นของเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ โดยผลที่ได้คือ การใช้เป็นสารแต่งกลิ่นเครื่องดื่มนั้นสามารถใช้ได้ในผลิตภัณฑ์เบียร์และลิเคียว โดยมีลักษณะเฉพาะด้วยเมทริกซ์สองชนิดที่แตกต่างกัน การเพิ่มความเข้มข้นของส่วนหัวเบียร์ไม่ได้เปลี่ยนรสชาติเบียร์โดยรวม เมื่อเปรียบเทียบกับเบียร์แล้ว ลิเคียวร์ยังคงเก็บสารประกอบที่ได้จากกัญชงไว้มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tura *et al.* (2019) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของ Cannabidiol (CBD) และ α-Tocopherol ที่เติมลงในน้ำมันมะกอกบริสุทธิ์และน้ำมันดอกทานตะวัน การศึกษานี้ประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของ CBD ซึ่งเพิ่มเข้าไปในระบบแบบจำลองของน้ำมันมะกอกบริสุทธิ์ (ROO) และน้ำมันดอกทานตะวัน (SO) โดยการวัดค่าเปอร์ออกไซด์ ความคงตัวของอนุมูลอิสระดัชนี (OSI), อิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์ (ESR) บังคับออกซิเดชัน และการทดสอบ DPPH ความเป็นกรดอิสระนอกจากนี้ยังตรวจสอบพารามิเตอร์ของการหืนด้วยไฮโดรไลติกด้วย เปรียบเทียบ CBD โดยใช้การวิเคราะห์แบบเดียวกัน โดยผลที่ได้คือ รูปแบบที่มี α-tocopherol CBD เมื่อเทียบกับ α-tocopherol แสดงความสามารถในการกำจัดที่สูงกว่าวัดโดยการทดสอบ DPPH แต่ไม่ได้พิจารณาความเสถียรออกซิเดชัน OSI ของระบบน้ำมันที่ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง α-tocopherol (0.5%) แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเฉพาะใน SO ซึ่งลงทะเบียนโดยเพิ่มขึ้นมากกว่า 30% ของ OSI (ตั้งแต่ 4.15 ถึง 6.28 ชั่วโมง) โดย ESR-forced oxidation assay, tความเข้มข้นของอนุมูลอิสระ (μM) ใน ROO ลดลงจาก 83.33 เป็น 11.23 และใน SO จาก 19.21 ถึง 6.90 โดยการเติม 0.5% α-tocopherol ตรงกันข้าม บวก 0.5% CBD ทำให้เสถียรภาพออกซิเดชันของ ROO แย่ลง (จาก 23.58 เป็น 17.28 ชั่วโมง) และ SO (ตั้งแต่ 4.93 ถึง 3.98 ชั่วโมง) นอกจากนี้ 0.5% ของ CBD ไม่ได้ลดลงอย่างมาก ความเข้มข้นของอนุมูลอิสระ (μM) สำหรับ α-tocopherol ซึ่งผ่านจาก 76.94 ถึง 72.25 ใน ROO และตั้งแต่ 17.91 ถึง 16.84 ใน SO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 เครื่องมือ, อุปกรณ์, วัตถุดิบ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1. เครื่องบ่มเขย่า (Incubator shaker)
2. หม้อนึ่งความดันไอฆ่าเชื้อ (Autoclave)
3. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical balance)
4. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Precision balance 2 digits)
5. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
6. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)
7. เครื่องไมโครเพลทรีดเดอร์ (Microplate reader)
8. ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar flow)
9. เตาไฟฟ้า (Hot plate)
10. เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)
11. เครื่องบดมอลต์ (Blender)
12. เครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ (Ebulliometer)
13. ตะเกียงแอลกอฮอล์
14. รีแฟลกโตมิเตอร์ (Refractometer)
15. ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer)
16. Cell counting chamber (Hemocytometer)
17. กล้องจุลทรรศน์
18. เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Thermometer)
19. แอร์ล็อค (Air Lock)
20. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร
21. ถังน้ำขนาด 6 ลิตร
22. หลอดหยด (Dropper)
23. ผ้ากรอง
24. ปิเปตขนาด 1, 5 และ10 มิลลิลิตร
25. หลอดทดลอง
26. ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร (Volumetric flask)
27. น้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28. เพลทแก้ว
29. กระบอกตวงขนาด 10, 50, 100 และ 1,000 มิลลิลิตร
30. บีกเกอร์ขนาด 50, 100, 250, 500 และ 1,000 มิลลิลิตร
31. หลอดไมโครทิวป์ (Microtube)

<u>วัตถุดิบ</u>

1. เพียว เพลเอล มอลต์ (Pearl pale ale malt)
2. เวียนนา มอลต์ (Vienna malt)
3. โมเสก ฮอปส์ (Mosiac hops)
4. โคเมต ฮอปส์ (Comet hops)
5. ใบกัญชง
6. กิ่งกัญชง
7. รากกัญชง
8. น้ำดื่มเครื่องหมายการค้า H_2O

<u>เชื้อจุลินทรีย์</u>

1. เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ Safale US-05
2. เชื้อยีสต์ *Saccharomyces pastorianus* สายพันธุ์ Saflager w-34/70

<u>อาหารเลี้ยงเชื้อ</u>

1. ยีสต์สกัด (Yeast extract)
2. เปปโตน (Peptone)
3. มอลต์สกัด (Malt extract)
4. กลูโคส (Glucose)
5. เนื้อสกัด (Beef extract)
6. ผงวุ้น (Agar powder)

<u>สารเคมี</u>

1. เมทิลีนบลู
2. ไอโอดีนความเข้มข้นร้อยละ 2
3. พีเอชบัฟเฟอร์ 4.01 และ 7.00
4. แอลกอฮอล์บริสุทธิ์ร้อยละ 99.9 (Absolute ethanol)
5. แอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95
6. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้นร้อยละ 7.5
7. โพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต ($K_2S_2O_8$)
8. โพแทสเซียม โซเดียม ทาร์เทรต เตตระไฮเดรต ($KNaC_4H_4O_6{\cdot}4H_2O$)
9. โซเดียมไฮดรอกไซด์ ($NaOH$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. กรดซิตริก ($C_6H_{10}O_8$)
11. กรดแกลลิก ($C_7H_6O_5$)
12. กรดแอล-แอสคอร์บิก (L-$C_6H_8O_6$)
13. กลีเซอรอล
14. สารฆ่าเชื้อถังหมัก
15. 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)
16. 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS)
17. Folin & Ciocalteu's phenol reagent
18. 3,5-Dinitrosalicylic acid

3.2 การเตรียมเชื้อยีสต์

3.2.1 การกระตุ้นการเจริญของเชื้อยีสต์

เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ Safale US-05 ซึ่งทำการหมักแบบทอปเฟอร์เมนต์เทชัน และเชื้อยีสต์ *Saccharomyces pastorianus* สายพันธุ์ Saflager w-34/70 ซึ่งทำการหมักแบบ บอตทอม เฟอร์เมนต์เทชัน ถูกเตรียมโดยการกระตุ้นการเจริญของเชื้อยีสต์ในอาหารเลี้ยงเชื้อยีสต์มอลต์แบบเหลว (YM broth) โดยเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อยีสต์มอลต์แบบเหลว 150 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร และนำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นเทยีสต์สายพันธุ์ Safale US-05 ลงไปให้ท่วมผิวหน้าอาหารของอาหารเลี้ยงเชื้อโดยทำในตู้ปลอดเชื้อ แล้วนำไปเลี้ยงในสภาวะเขย่า ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 ชั่วโมง ทำการนับเซลล์ของยีสต์โดยใช้ Cell counting chamber ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยคำนวณปริมาตรความเข้มข้นของหัวเชื้อก่อนหมักให้เท่ากับ $5x10^6$ เซลล์/มิลลิลิตร ในน้ำเวิร์ท สำหรับยีสต์สายพันธุ์ Saflager w-34/70 ให้ทำการเตรียมเช่นเดียวกัน (โชคชัย, 2558)

3.2.2 เก็บรักษาเชื้อยีสต์ในกลีเซอรอลความเข้มข้นร้อยละ 10

ทำได้โดยการนำกลีเซอรอล ปริมาตร 5 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 45 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอ ควบคุมอุณหภูมิที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็น และทำการใส่กลีซอลรอล 0.5 มิลลิลิตร และเชื้อยีสต์ที่ถูกกระตุ้นการเจริญ 0.5 มิลลิลิตร ลงใน หลอดไมโครทิวป์ ขนาด 1.5 มิลลิลิตร และนำไปเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส (โชคชัย, 2558)

3.3 การผลิตเบียร์ชนิดเอล

3.3.1 บดเพียว เพลเอล มอลต์ โดยใช้ปริมาณ 1,000 กรัม ทำการต้มน้ำ 4 ลิตร ให้ได้อุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ 50 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมอลต์ที่บดแล้วลงไปต้มโดยใช้แผนการผลิตเบียร์ต่อไปนี้: 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที, 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที และ 75 องศา

เอกสารนี้อนุญาตให้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

เซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทำการทดสอบการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลด้วยสารละลายไอโอดีนความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ทุก ๆ 15 นาที โดยจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินจนมีสีเหลืองทอง ซึ่งถือว่าแป้งเปลี่ยนเป็นน้ำตาลที่สามารถทำการหมักได้อย่างสมบูรณ์ นำน้ำเวิร์ทที่ได้ต้มต่อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำการเติม โมเสก ฮอปส์ 4 กรัม หลังจากน้ำเวิร์ทเดือดในนาทีที่ 40, 4 กรัม ในนาทีที่ 20 และเติม โคเมต ฮอปส์ 6 กรัม ในนาทีที่ 1 ตามลำดับ จากนั้นทำให้น้ำเวิร์ทเย็นลงถึงอุณหภูมิประมาณ 20 องศาเซลเซียส ในอ่างน้ำแข็ง (Viana *et al.,* 2021)

3.3.2 แบ่งน้ำเวิร์ทมาจำนวน 200 มิลลิลิตร เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ด้วยรีแฟรกโตมิเตอร์, วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยพีเอชมิเตอร์ และวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะด้วยไฮโดรมิเตอร์

3.3.3 นำน้ำเวิร์ทที่ได้ใส่ลงในถังหมัก จากนั้นทำการเติมเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Safale US-05 ที่นับปริมาณเซลล์โดยใช้ Cell counting chamber ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยคำนวณปริมาตรความเข้มข้นของหัวเชื้อก่อนหมักให้เท่ากับ $5x10^6$ เซลล์/มิลลิลิตร

3.3.4 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 วัน ทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ 2 วัน เพื่อนำมาวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ได้แก่ วิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์, วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง, วิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ, วิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้, วิเคราะห์ค่าสีของเบียร์, วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์, วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS

3.4 การผลิตเบียร์ชนิดลาเกอร์เบียร์

3.4.1 บดเวียนนา มอลต์ 800 กรัม ทำการต้มน้ำ 4 ลิตร ให้ได้อุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ 45 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมอลต์ที่บดแล้วลงไปต้มโดยใช้แผนการผลิตเบียร์ต่อไปนี้: 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที, 63 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที, 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และ 78 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ทำการทดสอบการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลด้วยสารละลายไอโอดีนความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ทุก ๆ 15 นาที โดยจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินจนมีสีเหลืองทอง ซึ่งถือว่าแป้งเปลี่ยนเป็นน้ำตาลที่สามารถทำการหมักได้อย่างสมบูรณ์ นำน้ำเวิร์ทที่ได้ต้มต่อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำการเติมโมเสก ฮอปส์ 4 กรัม หลังจากน้ำเวิร์เดือดในนาทีที่ 45, 4 กรัม ในนาทีที่ 30 และเติมโคเมต ฮอปส์ 4 กรัม ในนาทีที่ 15 ตามลำดับ จากนั้นทำให้น้ำเวิร์ทเย็นลงถึงอุณหภูมิประมาณ 20 องศาเซลเซียส ในอ่างน้ำแข็ง (Yang *et al.,* 2022)

3.4.2 แบ่งน้ำเวิร์ทมาจำนวน 200 มิลลิลิตร เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ด้วยรีแฟรกโตมิเตอร์, วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยพีเอชมิเตอร์ และวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะด้วยไฮโดรมิเตอร์

3.4.3 นำน้ำเวิร์ทที่ได้ใส่ลงในถังหมัก จากนั้นทำการเติมเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Saflager w-34/70 ที่นับปริมาณเซลล์โดยใช้ Cell counting chamber ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยคำนวณปริมาตรความเข้มข้นของหัวเชื้อก่อนหมักให้เท่ากับ $5x10^6$ เซลล์/มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น เข้มข้นของหัวเชื้อก่อนหมักให้เท่ากับ $5x10^6$ เซลล์/มิลลิลิตร ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 วัน ทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ 2 วัน เพื่อนำมาวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ได้แก่ วิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์, วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง, วิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ, วิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้, วิเคราะห์ค่าสีของเบียร์, วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์, วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS

3.5 การเติมพืชสมุนไพรกัญชงลงในเบียร์

3.5.1 ส่วนประกอบของกัญชง ประกอบไปด้วย ใบกัญชง กิ่งกัญชง และรากกัญชง ซื้อมาจาก เฮมพ์ ฮับ ฟาร์ม

3.5.2 ในขั้นตอนการเติมใบพืชสมุนไพรกัญชงลงในเบียร์ จะทำการเติมส่วนต่าง ๆ ของพืชสมุนไพรกัญชงที่แห้งแล้วในปริมาณ 3 กรัม/ลิตร พร้อมฮอปส์ ในช่วง 10 นาทีสุดท้ายของขั้นตอนการต้ม (Ascrizzi *et al*., 2020)

3.6 การวิเคราะห์เบื้องต้น

3.6.1 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง โดยใช้พีเอชมิเตอร์

ทำการปรับเทียบมาตรฐานก่อนใช้งานโดยการเทียบกับสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน 2 ค่า คือ พีเอช 4.01 และ พีเอช 7.00 จากนั้นวัดค่าความเป็นกรดด่างของน้ำเวิร์ทและเบียร์

3.6.2 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ โดยใช้รีแฟรกโตมิเตอร์

นำตัวอย่างหยดลงบน รีแฟรกโตมิเตอร์ แล้วอ่านค่าที่ได้โดยมีหน่วยเป็น องศาบริกซ์

3.6.3 การวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ โดยใช้ไฮโดรมิเตอร์

นำตัวอย่างใส่ในประบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร นำไฮโดรมิเตอร์ใส่ในกระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วอ่านค่า แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณเปอร์เซนต์แอลกอฮอล์ตามปริมาตร (%ABV) โดยใช้สูตร (OG – FG) x 131.25 = %ABV

โดย OG = ค่าความถ่วงจำเพาะก่อนหมัก

FG = ค่าความถ่วงจำเพาะหลังหมัก

3.6.4 การวิเคราะห์แอลกอฮอล์ โดยใช้อีบูลลิโอมิเตอร์

เป็นการวัดแอลกอฮอล์ด้วยจุดเดือดของเบียร์ที่ลดลงจากจุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์และนำค่าอุณหภูมิจุดเดือดที่อ่านได้ ไปเทียบกับตารางที่ให้มากับเครื่อง เพื่ออ่านค่าปริมาณแอลกอฮอล์

3.6.5 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยดีเอ็นเอส รีเอเจนต์ (Başkan *et al*., 2016)

สารเคมีที่ใช้ : สารละลายดีเอ็นเอส (Dinitrosalicylic acid)

นำตัวอย่างที่ทำการเจือจางที่ 100 เท่า มา 1 มิลลิลิตร เติมสารละลายดีเอ็นเอส (มีองค์ประกอบของ 3,5-Dinitrosalicylic acid จำนวน 10 กรัม , โพแทสเซียมโซเดียมทาร์เทรต 300 กรัม ที่ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตรจากนั้นนำไปผสมกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 นอร์มอล โซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่มีปริมาตร 200 มิลลิลิตรและทำการปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำสารผสมที่ได้ไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที ทำให้เย็น และทำการเติมน้ำกลั่นลงไปจำนวน 8 มิลลิลิตร และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ 540 นาโนเมตร ความเข้มข้นของน้ำรีดิวซ์จะถูกคำนวณเทียบกับค่าที่ได้จากสารละลายมาตรฐานของกลูโคสที่ความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำไปสร้างเป็นกราฟมาตรฐานกลูโคส

3.6.6 การวัดค่าสีของเบียร์ ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) (Shellhammer and Bamforth, 2008)

ทำการวัดสีของเบียร์ด้วยวิธีสเปกโตรโฟโตเมทริกซ์ โดยทำการวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 430 นาโนเมตร และคำนวณดังสมการ

$$\text{Color (EBC units)} = A_{430} \times f \times 25$$

เมื่อ A_{430} = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่ 430 นาโนเมตร

f = ค่าการเจือจาง

3.7 การวิเคราะห์ทางเคมี

3.7.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic compounds)

การวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu (สุนันทา และลักษมี, 2562)

เจือจางตัวอย่างให้มีค่าความเจือจาง 100 เท่า ปิเปตสารละลายตัวอย่างปริมาตร 100 ไมโครลิตร และ ปิเปตสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้นร้อยละ 7.5 ปริมาตร 80 ไมโครลิตร ลงในหลุม 96-เวลเพลท ตามด้วยสารละลาย Folin-Ciocalteu ปริมาตร 100 ไมโครลิตร จากนั้นปิเปตน้ำกลั่นปริมาตร 100 ไมโครลิตร ลงในหลุม 96-เวลเพลท แทนสารละลายตัวอย่างเพื่อใช้เป็นแบลงค์ ตั้งทิ้งไว้ให้ทำปฏิกิริยาในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 90 นาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร จากนั้นนำมาคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในตัวอย่าง โดยนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิกในช่วงความเข้มข้น 0 – 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.7.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (Marino and Batchvarov, 2011)

1. เตรียมสารดีพีพีเอช (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl ในเอทานอล โดยชั่ง 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl 0.0024 กรัม ละลายด้วยเอทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที ที่ 20 องศาเซลเซียส (ต้องเตรียมใหม่ก่อนการทดลองทุกครั้ง)

2. เจือจางตัวอย่างให้มีค่าความเจือจาง 100 เท่า ปิเปตสารละลายตัวอย่าง ปริมาตร 100 ไมโครลิตร และ ปิเปตต์สารละลายดีพีพีเอช ปริมาตร 200 ไมโครลิตร ลงในหลุม 96-เวลเพลท ทำแบลงค์โดยปิเปตน้ำกลั่นปริมาตร 100 ไมโครลิตร แทนสารละลายตัวอย่าง ลงในหลุม 96-เวลเพลท ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเพื่อทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร และนำค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแอล-แอสคอร์บิกในช่วงความเข้มข้น 0 – 40 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อคำนวณหาค่า อัตราการยับยังสารอนุมูลอิสระ (%inhibition) ดังสมการ

$$\%\text{inhibition} = [(A_{\text{blank}} - A_{\text{sample}})/A_{\text{blank}}] \times 100$$

กำหนดให้ A_{blank} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายดีพีพีเอชกับตัวทำละลาย

A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

3.7.3 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS (สุชาดา และปวีณา, 2558)

เตรียมสารละลายเอบีทีเอส ความเข้มข้น 7 มิลลิโมลาร์และสารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟตความเข้มข้น 2.45 มิลลิโมลาร์ ผสมสารละลายเอบีทีเอส กับโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต ในอัตราส่วน 1:0.5 ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดประมาณ 12-16 ชั่วโมงก่อนนำไปใช้ จากนั้นเจือจางสารละลาย เอบีทีเอส ด้วยเอทานอลให้มีค่าการดูดกลืนแสงอยู่ในช่วง 0.7±0.02 ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร จากนั้นปิเปตสารตัวอย่างมา 100 ไมโครลิตร แล้วเติมสารละลายเอบีทีเอส 10 มิลลิลิตรเขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 6 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร คำนวณสมบัติต้านอนุมูลอิสระเอบีทีเอส โดยเปรียบเทียบค่าที่ได้กับกราฟมาตรฐานของกรดแอสคอร์บิกในช่วงความเข้มข้น 0 – 40 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.8 การวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (ไพโรจน์, 2561)

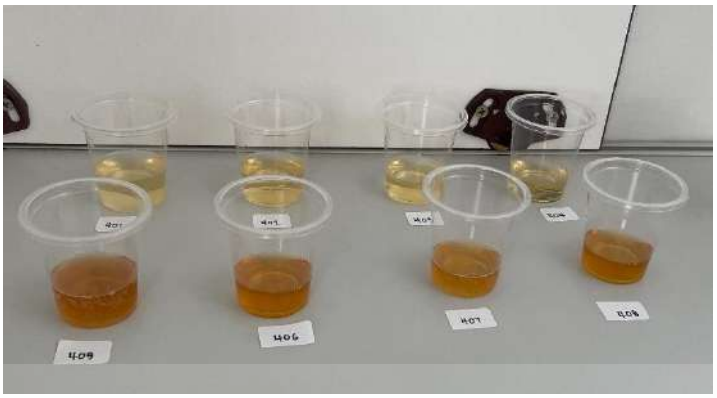
วิธีการ

ทำการวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยวิเคราะห์คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สี, กลิ่น, รสชาติ (ความขม), รสชาติ (โดยรวม) และความชอบโดยรวม

การเตรียมตัวอย่าง

นำเบียร์จำนวน 8 ตัวอย่าง ใส่ในเหยือก 8 ใบ แล้วทำการติดรหัสเลขสุ่ม 3 หลัก ซึ่งปรากฏใบแบบทดสอบแต่ละใบตามที่กำหนดไว้ การเตรียมตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3.1 การเตรียมตัวอย่างเบียร์

ผู้ทดสอบ

นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 คน เป็นผู้ที่เคยรับประทานผลิตภัณฑ์เบียร์ และทำการกรอกแบบทดสอบที่ให้ โดยทำการกำหนด_คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดให้

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

3.9 การวิเคราะห์ทางสถิติ

จากข้อมูลทั้งหมด ทำการวิเคราะห์เบียร์สูตรละ 3 ซ้ำ นำมาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว โดยใช้ Duncan ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผลการทดลอง

4.1 การเตรียมเชื้อยีสต์

การผลิตเบียร์ชนิดเบียร์เอล ทำการเตรียมเชื้อยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* โดยใช้เชื้อเครื่องหมายการค้า Safale US-05 ซึ่งทำการหมักแบบลอยผิว ดังแสดงในรูปที่ 4.1

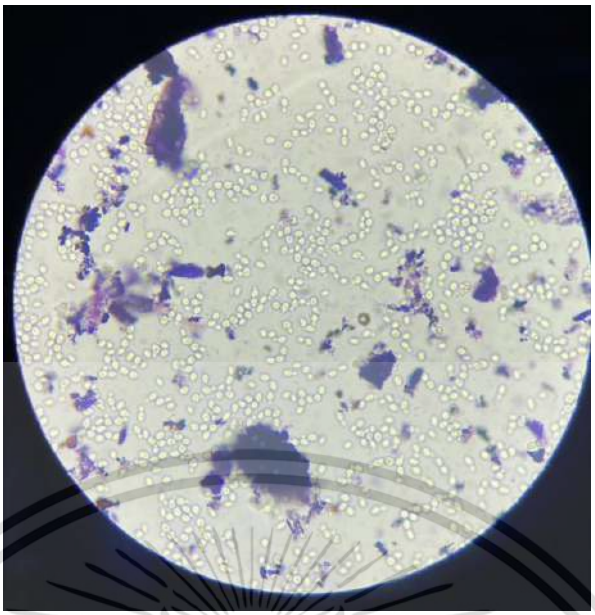
รูปที่ 4.1 ยีสต์ Safale US-05

การผลิตเบียร์ชนิดเบียร์เอล ทำการเตรียมเชื้อยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomyces pastorianus* โดยใช้เชื้อที่มีเครื่องหมายการค้า Saflager w-34/70 ซึ่งทำการหมักแบบบนอนก้น ดังแสดงในรูปที่ 4.2

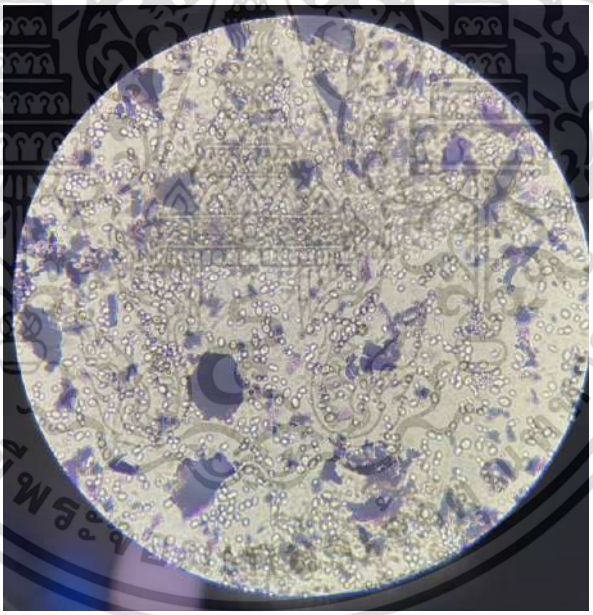
รูปที่ 4.2 ยีสต์ Saflager W-34/70

เมื่อกระตุ้นการเจริญของเชื้อยีสต์ในอาหารเลี้ยงเชื้อยีสต์มอลต์แบบเหลว แล้วทำการตรวจสอบการเจริญของเชื้อยีสต์ โดยใช้เทคนิคการเตรียมสไลด์สด (Wet mount) โดยย้อมด้วยสีเมทิลีนบลู แล้วนำไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยายภาพ 400 เท่า ดังแสดงในรูปที่ 4.3 และ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ลักษณะเซลล์ยีสต์ Safale US-05



รูปที่ 4.4 ลักษณะเซลล์ยีสต์ Saflager W-34/70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การผลิตเบียร์ชนิดเอล และลาเกอร์

ทำการผลิตเบียร์ชนิดเอลโดยใช้เพียวเพลเอล มอลต์ และเบียร์ชนิดลาเกอร์โดยใช้เวียนนามอลต์ จากนั้นเติมเชื้อยีสต์ Safale US-05 สำหรับเบียร์ชนิดเอล และยีสต์ Saflager W-34/70 สำหรับเบียร์ชนิดลาเกอร์ เมื่อต้มเบียร์จนครบเวลาทำการเติมฮอปส์ โดยเบียร์ชนิดเอล ทำการเติมโมเสด ฮอปส์ 4 กรัม หลังจากน้ำเวิร์ทเดือดในนาทีที่ 40, 4 กรัม ในนาทีที่ 15 และเติมโคเมต ฮอปส์ 6 กรัม ในนาทีที่ 1 ตามลำดับ ส่วนเบียร์ชนิดลาเกอร์ ทำการโมเสด ฮอปส์หลังจากน้ำเวิร์ทเดือดในนาทีที่ 45, 4 กรัม ในนาทีที่ 30 และเติมโคเมต ฮอปส์ 4 กรัม ในนาทีที่ 15 ตามลำดับ และนำไปบ่มที่ 18 องศาเซลเซียสสำหรับเบียร์ชนิดเอล และ 12 สำหรับเบียร์ชนิดลาเกอร์ โดยมีขั้นตอนการผลิตดังแสดงในรูป 4.5 – 4.17

รูปที่ 4.5 เพียวเพลเอล มอลต์
เครื่องหมายการค้า Thomas Fawcett

รูปที่ 4.6 เวียนนา มอลต์
เครื่องหมายการค้า Thomas Fawcett

รูปที่ 4.7 ลักษณะของเมล็ดเพียวเพลเอล มอลต์

รูปที่ 4.8 ลักษณะของเมล็ดเวียนนามอลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

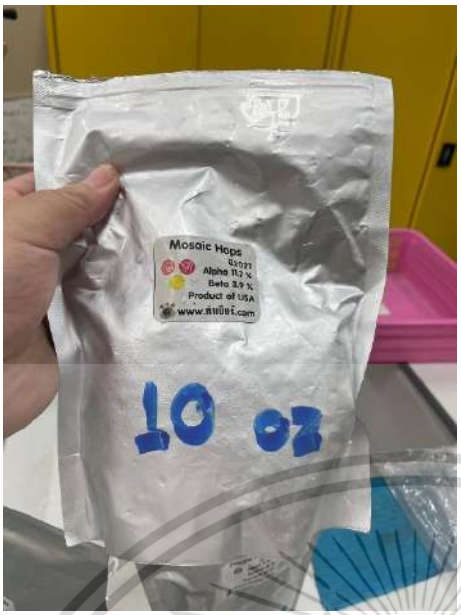
รูปที่ 4.9 การบดมอลต์แบบหยาบ

รูปที่ 4.10 การนำมอลต์ลงไปต้ม

4.11 การกรองกากมอลต์ด้วยผ้าขาวบาง

4.12 การทดสอบการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลด้วยไอโอดีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 โมเสก ฮอปส์

รูปที่ 4.14 โคเมต ฮอปส์

รูปที่ 4.15 ลักษณะของโมเสก ฮอปส์

รูปที่ 4.16 ลักษณะของโคเมต ฮอปส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.17 การบ่มเบียร์

ทำการหมักเบียร์เป็นเวลา 10 วัน โดยทำการเก็บตัวอย่างในวันที่ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เพื่อนำไปวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพเบื้องต้น ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่าง, ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้,ค่าความถ่วงจำเพาะ และปริมาณแอลกอฮอล์โดยปริมาตร รวมถึงนำไปวิเคราะห์ทางเคมี

4.3 การเติมพืชสมุนไพรกัญชงลงในเบียร์

ในการผลิตเบียร์ชนิดเอล และลาเกอร์ ได้มีการเสริมด้วยส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืชสมุนไพรกัญชง ลักษณะของใบกัญชง, กิ่งกัญชง และรากกัญชง จากเฮมพ์ ฮับ ฟาร์ม แสดงดังรูปที่ 4.18

รูปที่ 4.18 ลักษณะของส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืชสมุนไพรกัญชง (ก) ใบกัญชง (ข) กิ่งกัญชง (ค) รากกัญชง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในการเติมพิชสมุนไพรกัญชง ได้ทำการเติมพืชสมุนไพรกัญชง ดังนี้ ใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, กิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร โดยทำการเติมลงไปในนาทีที่ 50 พร้อมกับขั้นตอนการเติมฮอปส์

4.4 การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพเบื้องต้น

ทำการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพเบื้องต้นของเบียร์เอล และเบียร์ลาเกอร์ ทั้ง 8 สูตร ได้แก่ เบียร์เอลสูตรควบคุม, เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร โดยทำการเก็บตัวอย่างในวันที่ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 และทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง, ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้, ค่าความถ่วงจำเพาะ, ปริมาณแอลกอฮอล์โดยปริมาตร ได้ผลดังตารางที่ 4.1 – 4.6 และรูปที่ 4.19-4.24

4.4.1 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง

เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่างในตัวอย่างเบียร์เอล และเบียร์ลาเกอร์ ทั้ง 8 สูตร ได้แก่ เบียร์เอลสูตรควบคุม, เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร โดยทำการเก็บตัวอย่างในวันที่ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

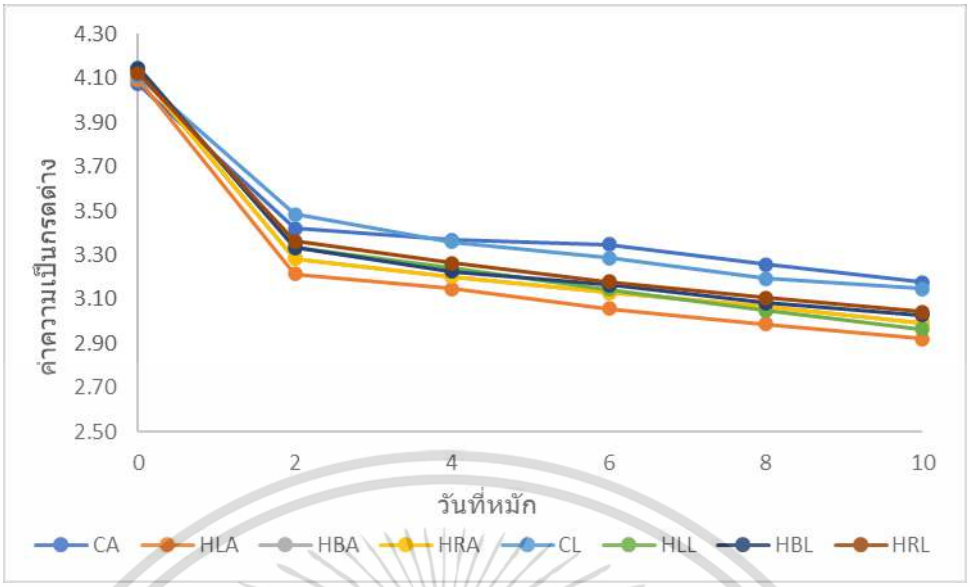
ตารางที่ 4.1 ค่าความเป็นกรดด่างของเบียร์ 8 สูตร ระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่าง ๆ จนครบ 10 วัน

วันที่หมัก / ตัวอย่าง	ค่าความเป็นกรดด่าง					
	0	2	4	6	8	10
CA	4.07±0.01[a]	3.42±0.02[b]	3.37±0.01[c]	3.35±0.02[c]	3.26±0.03[d]	3.18±0.02[e]
HLA	4.09±0.02[a]	3.21±0.02[b]	3.15±0.02[c]	3.06±0.03[d]	2.99±0.01[e]	2.92±0.02[f]
HBA	4.13±0.02[a]	3.28±0.02[b]	3.20±0.02[c]	3.13±0.02[d]	3.07±0.02[e]	2.99±0.02[f]
HRA	4.14±0.01[a]	3.28±0.04[b]	3.20±0.03[c]	3.15±0.03[d]	3.10±0.02[e]	3.02±0.02[f]
CL	4.11±0.02[a]	3.48±0.04[b]	3.36±0.03[c]	3.29±0.02[d]	3.19±0.02[e]	3.15±0.03[f]
HLL	4.15±0.02[a]	3.34±0.03[b]	3.24±0.02[c]	3.14±0.02[d]	3.05±0.02[e]	2.96±0.02[f]
HBL	4.15±0.02[a]	3.33±0.03[b]	3.23±0.02[c]	3.16±0.02[d]	3.08±0.01[e]	3.03±0.02[f]
HRL	4.12±0.01[a]	3.36±0.03[b]	3.26±0.02[c]	3.18±0.02[d]	3.11±0.03[e]	3.04±0.03[f]

หมายเหตุ

- (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร , (CL) เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร
- ค่าความเป็นกรดด่าง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- [abcdef] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 กราฟแสดงค่าความเป็นกรดด่างของเบียร์ 8 สูตร

หมายเหตุ: (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (CL) เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร

จากตารางที่ 4.1 และรูป 4.19 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง โดยใช้ ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร พบค่าความเป็นกรดด่างของน้ำเวิร์ทก่อนการหมักอยู่ในช่วง 4.00 - 4.20 และเมื่อหมักจนครบ 10 วัน พบว่าค่าความเป็นกรดด่างของเบียร์เอล และเบียร์ลาเกอร์ทั้ง 8 สูตร ได้แก่ เบียร์เอลสูตรควบคุม, เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร มีแนวโน้มลดลงอยู่ที่ 3.18, 2.92, 2.99, 3.02, 3.15, 2.96, 3.03, และ 3.04 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าเบียร์ทั้ง 8 สูตร มีค่าความเป็นกรดด่างของน้ำเวิร์ทก่อนการหมัก เมื่อเปรียบเทียบกับเบียร์ที่หมักจนครบ 10 วัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างที่นัยสำคัญทางสถิติที่ร้อยละระดับความเชื่อมั่น 95 โดยพบว่าเมื่อหมักจนครบ 10 วันแล้ว เบียร์เอลสูตรควบคุมมีค่าความเป็นกรดด่างมากที่สุดอยู่ที่ 3.18 รองลงมาคือ เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม อยู่ที่ 3.15 และพบว่าเบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตรมีค่าความเป็นกรดด่างน้อยที่สุดอยู่ที่ 2.92 เนื่องจากยีสต์มีการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมถึงสารเมแทบอไลต์ต่าง ๆ เช่น กรดซักซินิค, กรดมาลิก, กรดโพรพินิก, , กรดปาลมิติก กรดสเตียริก, ซูโครส, ฟรุกโทส, ซอร์บิทอล และกลีเซอรอล, เป็นต้น (Seo *et al*., 2019) ซึ่งคาดว่าสารเมแทบอไลต์ที่ยีสต์สร้างขึ้นเหล่านี้มีผลต่อการลดลงของค่าความเป็นกรดด่างเนื่องจากสารเมแทบอไลต์ส่วนใหญ่มีความเป็นกรด เมแทบอลิซึมของ *S. cerevisiae* เกี่ยวข้องกับยีนเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการผลิตกรดอินทรีย์ ซึ่งสามารถมีอิทธิพลต่อลักษณะทางเคมีของเบียร์ และด้วยเหตุนี้จึงส่งผลต่อค่าความเป็นกรดด่าง (Yoshida and Yokoyama, 2012)

และจากตารางที่ 4.1 และ รูปที่ 4.19 ยังแสดงให้เห็นว่า ในเบียร์ที่เสริมด้วยพืชกัญชง ส่วนใหญ่จะค่าความเป็นกรดมากกว่าเบียร์สูตรควบคุม โดยเฉพาะในเบียร์เอล และลาเกอร์สูตรที่เติมใบกัญชงลงไป เนื่องจากในใบกัญชงส่วนใหญ่มักจะพบสารที่มีความเป็นกรด เช่น กรดมาลิก พบ 135.9 – 68.78 มิลลิกรัม 100 กรัม$^{-1}$, กรดซิตริก 34.38-21.90 มิลลิกรัม 100 กรัม$^{-1}$, กรดออกซาลิก 15.71-29.78 มิลลิกรัม 100 กรัม$^{-1}$ และ กรดทาร์ทาลิก 3.11-5.91 มิลลิกรัม 100 กรัม$^{-1}$ (Pannico *et al.*, 2022)

4.4.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในตัวอย่างเบียร์เอล และเบียร์ลาเกอร์ ทั้ง 8 สูตร ได้แก่ เบียร์เอลสูตรควบคุม, เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร โดยทำการเก็บตัวอย่างในวันที่ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.20

ตารางที่ 4.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์) ของเบียร์ 8 สูตร ระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่าง ๆ จนครบ 10 วัน

วันที่หมัก / ตัวอย่าง	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)					
	0	2	4	6	8	10
CA	20.00±0.00^{a}	15.67±0.58^{b}	11.67±0.58^{c}	9.00±0.00^{d}	7.33±0.58^{e}	7.00±0.50^{e}
HLA	20.00±0.00^{a}	15.00±1.00^{b}	11.00±1.00^{c}	8.33±0.58^{d}	7.67±0.29^{de}	7.00±0.00^{e}
HBA	20.00±0.00^{a}	16.33±0.58^{b}	12.33±0.58^{c}	9.33±0.58^{d}	8.50±0.50^{d}	7.33±0.29^{e}
HRA	20.00±0.00^{a}	16.67±0.58^{b}	13.00±0.00^{c}	10.17±0.76^{d}	8.33±0.58^{e}	7.33±0.58^{f}
CL	20.00±0.00^{a}	16.33±0.58^{b}	13.33±0.58^{c}	11.33±0.58^{d}	8.67±0.58^{e}	7.83±0.29^{e}
HLL	20.00±0.00^{a}	16.67±0.58^{b}	14.50±0.50^{c}	12.17±0.29^{d}	9.50±0.50^{e}	7.83±0.28^{f}
HBL	20.00±0.00^{a}	17.50±0.50^{b}	15.33±0.58^{c}	11.67±0.58^{d}	10.50±0.50^{e}	8.33±0.58^{f}
HRL	20.00±0.00^{a}	17.00±0.00^{b}	15.00±0.00^{c}	12.33±0.58^{d}	10.17±0.29^{e}	8.50±0.50^{f}

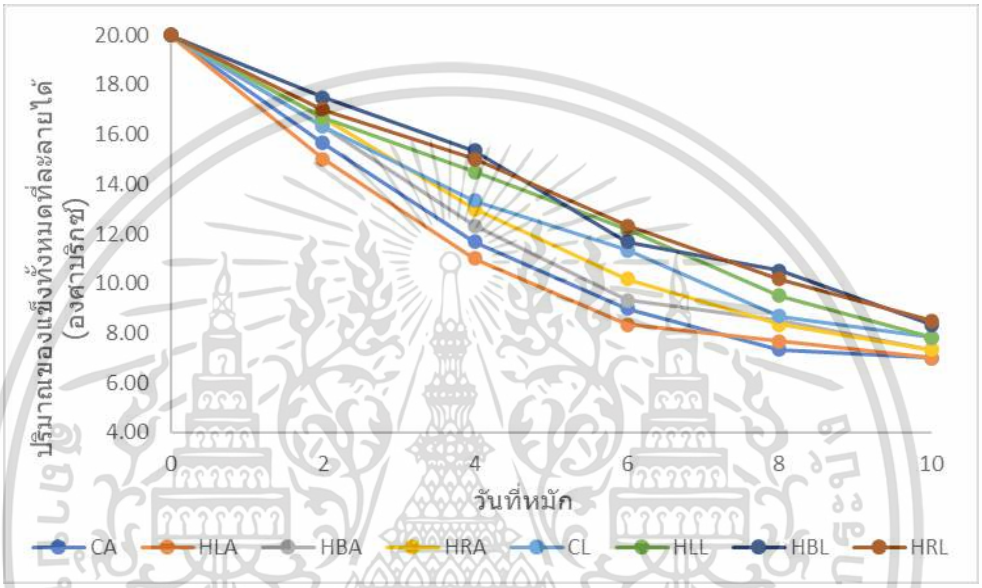
หมายเหตุ

- (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (CL) เบียร์ลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร

- ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{abcdef} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.20 กราฟแสดงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเบียร์ 8 สูตร

หมายเหตุ: (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (CL) เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร

จากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.20 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของน้ำเวิร์ทก่อนการหมักมีปริมาณอยู่ที่ 20 องศาบริกซ์ และเมื่อเวลาหมักผ่านไปจนครบ 10 วัน พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของเบียร์เอล และเบียร์ลาเกอร์ทั้ง 8 สูตร ได้แก่ เบียร์เอลสูตรควบคุม, เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร , เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร ลดลงอยู่ที่ 7.00, 7.00, 7.33, 7.33, 7.83, 7.83, 8.33, และ 8.50ตามลำดับ ซึ่งพบว่าเบียร์ทั้ง 8 สูตร มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวิร์ทก่อนการหมัก เมื่อเปรียบเทียบกับเบียร์ที่หมักจนครบ 10 วัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างที่นัยสำคัญทางสถิติที่ร้อยละระดับความเชื่อมั่น 95 จากผลเมื่อหมักครบ 10 วัน พบว่าเบียร์เอลสูตรควบคุมและเบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตรมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ต่ำที่สุดอยู่ที่ 7.00 และ สูงที่สุดคือ ลาเกอร์เบียร์รากกัญชง โดยมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้อยู่ที่ 8.50 การที่ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ลดลงจากวันที่ 0 เนื่องจากในน้ำเวิร์ทมีองค์ประกอบของน้ำตาลหลายชนิด เช่น มอลโทส, ดี-ฟรุกโทส, ดี-กลูโคส, ดี-ซูโคส (Pirrone *et al.*, 2022) และเนื่องจากยีสต์มีการใช้น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานในการดำรงชีวิต จึงทำให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้มีแนวโน้มลดลงจากวันแรกเนื่องจากยีสต์ได้มีการใช้น้ำตาล และเปลี่ยนไปเป็นองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น แอลกอฮอล์, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสารต่าง ๆ

4.4.3 ปริมาณแอลกอฮอล์โดยปริมาตร (%ABV) จากค่าความถ่วงจำเพาะ

การวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์โดยปริมาตร (%ABV) ซึ่งเปียค่าที่ใช้บ่งชี้ความเข้มข้นของเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ คิดเป็นร้อยละของปริมาตรเครื่องดื่ม โดยคำนวณจากจค่าความถ่วงจำเพาะ โดยใช้สูตร OG – FG x 131.25 โดย OG คือ ค่าความถ่วงจำเพราะก่อนหมัก และ FG คือ ค่าความถ่วงจำเพาะหลังหมัก เมื่อคำนวณแล้วได้ผลการคำนวณดังตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.21

ตารางที่ 4.3 ปริมาณแอลกอฮอล์โดยปริมาตร (%ABV) ของเบียร์ 8 สูตร ระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่าง ๆ จนครบ 10 วัน

วันที่หมัก / ตัวอย่าง	ปริมาณแอลกอฮอล์โดยปริมาตร (%ABV)					
	0	2	4	6	8	10
CA	0.00±0.00^{f}	4.20±0.26^{e}	5.34±0.30^{d}	6.65±0.16^{c}	8.14±0.26^{b}	9.10±0.15^{a}
HLA	0.00±0.00^{f}	3.94±0.26^{e}	4.99±0.26^{d}	6.47±0.15^{c}	8.05±0.15^{b}	9.10±0.15^{a}
HBA	0.00±0.00^{f}	3.68±0.27^{e}	5.16±0.30^{d}	6.48±0.31^{c}	7.97±0.15^{b}	8.84±0.16^{a}
HRA	0.00±0.00^{f}	4.03±0.30^{e}	5.08±0.15^{d}	6.48±0.31^{c}	7.61±0.27^{b}	8.93±0.27^{a}
CL	0.00±0.00^{f}	3.06±0.15^{e}	3.85±0.15^{d}	5.08±0.15^{c}	6.92±0.15^{b}	7.70±0.16^{a}
HLL	0.00±0.00^{f}	2.36±0.27^{e}	3.59±0.16^{d}	5.34±0.15^{c}	6.74±0.16^{b}	7.88±0.27^{a}
HBL	0.00±0.00^{f}	2.71±0.31^{e}	3.85±0.40^{d}	5.16±0.15^{c}	6.30±0.26^{b}	7.70±0.16^{a}
HRL	0.00±0.00^{f}	2.72±0.15^{e}	4.03±0.15^{d}	5.08±0.15^{c}	6.65±0.31^{b}	7.61±0.27^{a}

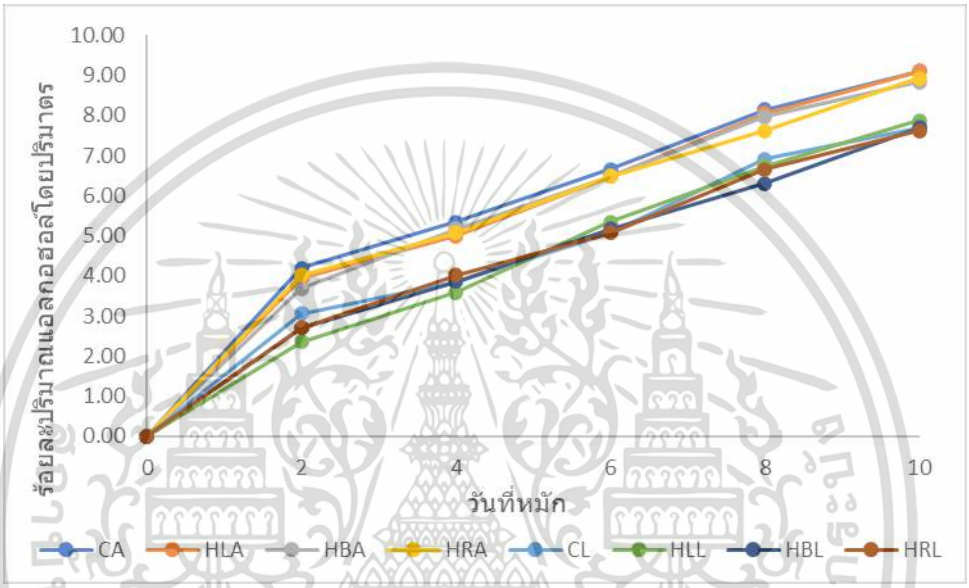
หมายเหตุ

- (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (CL) เบียร์ลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร

- ปริมาณแอลกอฮอล์โดยปริมาตร (%ABV) แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{abcdef} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.21 กราฟแสดงปริมาณแอลกอฮอล์โดยปริมาตร (%ABV) ของเบียร์ 8 สูตร

หมายเหตุ: (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (CL) เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร

จากตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.21 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ด้วย ไฮโดรมิเตอร์ โดยคำนวณจากสูตร OG – FG x 131.25 โดย OG คือ ค่าความถ่วงจำเพาะก่อนหมัก และ FG คือ ค่าความถ่วงจำเพาะหลังหมัก ของตัวอย่างเบียร์ทั้ง 8 สูตร พบว่าน้ำเวิร์ทก่อนการหมักมีร้อยละปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ที่ 0 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อหมักจนครบ 10 วัน พบว่าร้อยละปริมาณแอลกอฮอล์ของเบียร์เอล และเบียร์ลาเกอร์ทั้ง 8 สูตร ได้แก่ เบียร์เอลสูตรควบคุม, เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 9.10, 9.10, 8.84, 8.93, 7.70,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.88, 7.70, และ 7.61 ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบผลของเปอรเซ็นต์แอลกอฮอล์เมื่อหมักครบ 10 วัน พบว่า เบียร์เอลสูตรควบคุม และเบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์สูงที่สุดอยู่ที่ 9.10 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือเบียร์เอลสูตรรากกัญชงอยู่ที่ 8.93 และเบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชงอยู่ที่ 8.84 โดยพบว่าเบียร์เอลทั้ง 4 สูตร มีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ที่สูงกว่าเบียร์ลาเกอร์ทั้ง 4 สูตร โดยเบียร์ลาเกอร์ทั้ง 4 สูตร พบว่า เบียร์ลาเกอร์มใลกัญชงมีปริมาณแอลกอฮอล์สูงที่สุดอยู่ที่ 7.88 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม และสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร อยู่ที่ 7.70 เปอร์เซ็นต์ และน้อยที่สุด ได้แก่ เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ที่ 7.61 เปอร์เซ็นต์ โดยจากผลแสดงให้เห็นว่าปริมาณแอลกอฮอล์ในวันที่ 10 ของเบียร์ชนิดเอลมีปริมาณแอลกอฮอล์ที่สูงกว่าเบียร์ชนิดลาเกอร์ เนื่องจากเบียร์ชนิดเอลเป็นเบียร์ที่หมักโดยยีสต์ชนิดลอยผิว (Top-fermentation) เนื่องจากการหมักที่อุณหภูมิสูง ทำให้มีผลต่อกิจกรรมต่าง ๆ ของจุลินทรีย์ และส่งผลต่อการผลิตเอทานอลได้ (กัลยานี และกิติพงษ์, 2562) ยีสต์ชนิดลอยผิวเป็นยีสต์ที่ใช้อุณหภูมิสูงในการเจริญ ซึ่งอุณหภูมิเป็นปัจจัยทางกายภาพที่มีความสำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่งต่อการเจริญของยีสต์ ยีสต์โดยทั่วไปจะเจริญได้ในช่วง อุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส

4.4.4 ปริมาณแอลกอฮอล์จากการวิเคราะห์โดยอีบูลลิโอมิเตอร์

เมื่อทำการวิเคราะห์แอลกอฮอล์ของเบียร์เอล และเบียร์ลาเกอร์ ทั้ง 8 สูตร ได้แก่ สูตรควบคุม, สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร โดยทำการเก็บตัวอย่างในวันที่ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 แสดงผลดังตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.22

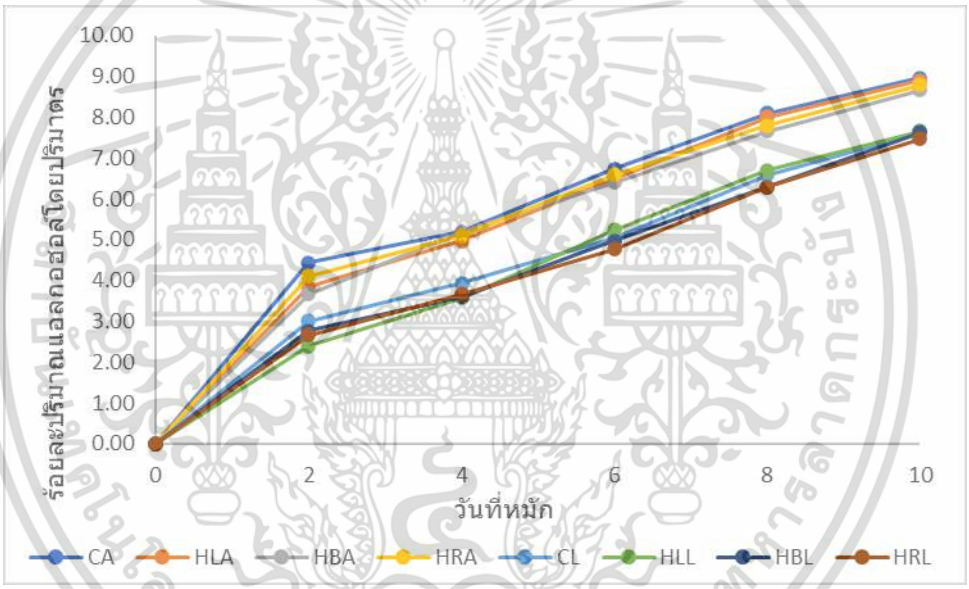
ตารางที่ 4.4 ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร) ของเบียร์ 8 สูตรระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่าง ๆ จนครบ 10 วัน

วันที่หมัก / ตัวอย่าง	ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร)					
	0	2	4	6	8	10
CA	0.00±0.00^{f}	4.43±0.12^{e}	5.20±0.00^{d}	6.73±0.06^{c}	8.10±0.17^{b}	8.97±0.12^{a}
HLA	0.00±0.00^{f}	3.83±0.12^{e}	4.97±0.12^{d}	6.50±0.00^{c}	8.00±0.17^{b}	8.90±0.00^{a}
HBA	0.00±0.00^{f}	3.67±0.12^{e}	5.20±0.00^{d}	6.40±0.00^{c}	7.67±0.12^{b}	8.67±0.23^{a}
HRA	0.00±0.00^{f}	4.10±0.17^{e}	5.10±0.00^{d}	6.60±0.17^{c}	7.80±0.00^{b}	8.80±0.17^{a}
CL	0.00±0.00^{f}	3.00±0.17^{e}	3.93±0.12^{d}	5.03±0.23^{c}	6.60±0.17^{b}	7.63±0.12^{a}
HLL	0.00±0.00^{f}	2.40±0.00^{e}	3.57±0.12^{d}	5.23±0.12^{c}	6.70±0.00^{b}	7.67±0.12^{a}
HBL	0.00±0.00^{f}	2.77±0.12^{e}	3.60±0.00^{d}	4.97±0.12^{c}	6.30±0.17^{b}	7.63±0.12^{a}
HRL	0.00±0.00^{f}	2.67±0.12^{e}	3.67±0.23^{d}	4.77±0. 12^{c}	6.30±0.00^{b}	7.47±0.12^{a}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

- (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (CL) เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร
- ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร) แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{abcdef} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.22 กราฟแสดงปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร) ของเบียร์ 8 สูตร

หมายเหตุ: (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (CL) เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร

จากตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.22 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ด้วยอีบูลลิโอมิเตอร์ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร พบว่าน้ำเวิร์ทก่อนการหมักมีร้อยละปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ที่ 0 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อหมักจนครบ 10 วัน พบว่าร้อยละปริมาณแอลกอฮอล์ของเบียร์เอล และเบียร์ลาเกอร์ทั้ง 8 สูตร ได้แก่ เบียร์เอลสูตรควบคุม, เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเพื่อประโยชน์ทางการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิตร, เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 8.97, 8.90, 8.67, 8.80, 7.63, 7.67, 7.63 และ 7.47 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เมื่อหมักครบ 10 วัน พบว่าเบียร์เอลสูตรควบคุมมีปริมาณแอลกอฮอล์สูงที่สุดอยู่ที่ 8.97 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และเบียร์เอลรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร อยู่ที่ 8.90 และ 8.80 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนน้อยที่สุดคือ เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร อยู่ที่ 8.67 แต่พบว่าเบียร์เอลทั้ง 4 สูตรมีปริมาณแอลกอฮอล์ที่สูงกวาเบียร์ลาเกอร์ทั้ง 4 สูตร โดยเบียร์ลาเกอร์ทั้ง 4 สูตร มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงที่สุดคือ เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร อยู่ที่ 7.67 เปอร์เซ็นต์ และรองลงมาคือ เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม และเบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร อยู่ที่ 7.63 เปอร์เซ็นต์ และน้อยที่สุดเบียร์ลาเกอร์สูตรรากชง 3 กรัมต่อลิตรอยู่ที่ 7.47 เปอร์เซ็นต์ โดยทั่วไปแล้วเบียร์เอลมีปริมาณแอลกอฮอล์สูงกว่าเบียร์ลาเกอร์เบียร์เอลมีปริมาณแอลกอฮอล์สูงกว่าเบียร์ลาเกอร์ (Seo *et al*., 2019) ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ยีสต์สร้างขึ้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ความเข้มข้นของน้ำตาลที่มีอยู่ อุณหภูมิ ความพร้อมของออกซิเจนและสารอาหารรองและเมแทบอลิซึมเฉพาะของสายพันธุ์ที่ใช้ ยีสต์ *S. cerevisiae* มีความสามารถที่แตกต่างกันในการแปลงพลังงานที่ได้จากน้ำตาลในการก่อตัวของชีวมวล นี้ปัจจัยที่สามารถลดการสร้างแอลกอฮอล์ได้ (Canonico *et al*., 2019)

4.4.5 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดยใช้วิธีดีเอ็นเอสรีเอเจนต์ ของเบียร์เอล และเบียร์ลาเกอร์ ทั้ง 8 สูตร ได้แก่ เบียร์เอลสูตรควบคุม, เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร โดยทำการเก็บตัวอย่างในวันที่ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 และทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ได้ผลดังตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.23

.

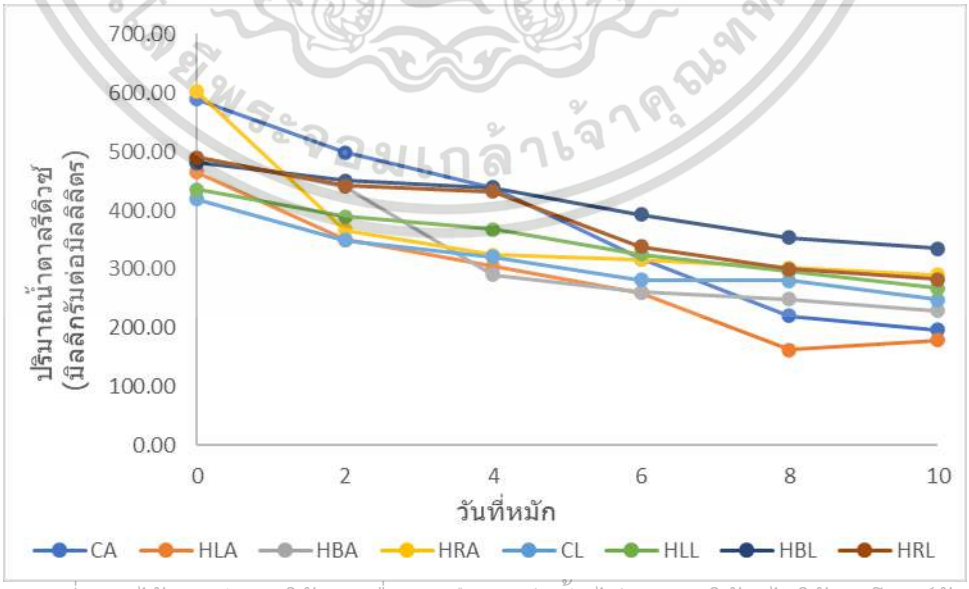
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ของเบียร์ 8 สูตร ระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่างๆ จนครบ 10 วัน

วันที่หมัก / ตัวอย่าง	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)					
	0	2	4	6	8	10
CA	589.46±100.66^{a}	498.55±55.42^{ab}	438.36±11.88^{b}	317.56±73.51^{c}	220.84±27.75^{cd}	196.65±27.75^{d}
HLA	464.92±70.81^{a}	350.35±12.29^{b}	304.69±48.01^{b}	259.44±87.81^{bc}	196.77±64.97^{c}	179.74±50.58^{c}
HBA	489.83±72.97^{a}	440.85±26.50^{a}	290.16±47.08^{b}	261.52±16.19^{b}	248.65±40.34^{b}	229.98±15.67^{b}
HRA	601.91±238.35^{a}	366.96±36.99^{b}	324.62±8.48^{b}	316.32±14.36^{b}	302.61±15.10^{b}	291.16±15.90^{b}
CL	419.26±40.03^{a}	349.52±4.72^{b}	321.29±22.03^{b}	281.44±17.57^{c}	280.20±10.85^{c}	248.24± 1.90^{c}
HLL	435.87±54.28^{a}	389.80±11.88^{ab}	367.80±6.86^{bc}	325.45±21.93^{cd}	297.22±19.30^{de}	267.75±20.57^{e}
HBL	481.53±7.19^{a}	450.39±29.58^{ab}	438.64±44.77^{ab}	393.11±74.29^{bc}	354.09±20.89^{c}	279.41±54.32^{c}
HRL	489.83±19.02^{a}	442.09±25.28^{b}	432.13±31.77^{b}	338.73±9.73^{c}	299.94±21.28^{d}	283.11±7.08^{d}

หมายเหตุ

- (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (CL) เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร
- ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{abcd} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.23 กราฟแสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์(มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ของเบียร์ 8 สูตร

หมายเหตุ: (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (CL) เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร

จากตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.23 พบว่าในวันที่ 10 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่ำที่สุด คือเบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร มีค่า179.74 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงที่สุด คือเบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร มีค่าเท่ากับ 291.16 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยจากวันที่ 0 พบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเบียร์ทั้ง 8 สูตร มีค่าอยู่ในช่วง 440 – 610 มิลลิลิตร และเมื่อหมักจนถึงวันที่ 10 พบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเบียร์เอล และเบียร์ลาเกอร์ทั้ง 8 สูตร ได้แก่ เบียร์เอลสูตรควบคุม, เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร มีแนวโน้มลดลงอยู่ที่ 196.65, 179.74, 229.98, 291.16, 248.24, 267.75, 279.41 และ 283.11 ตามลำดับ จากผลแสดงให้เห็นว่าจากวันที่ 0 ถึงวันที่ 10 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐกานต์และคณะ (2559) ได้ทำศึกษาการคัดเลือกสายพันธุ์ยีสต์ที่มีประสิทธิภาพสำหรับการผลิตเบียร์ข้าว ในการหมักเบียร์ข้าวมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการหมัก โดยยีสต์ LPST01 สามารถเจริญและมีกิจกรรมการหมักที่ดีเมื่อเทียบกับยีสต์ตัวอื่นที่คัดแยกได้ ยีสต์ LPST01 ในวันที่1 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ 130.88 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และในวันที่10 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ เท่ากับ 75.80 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.6 การวัดค่าสี

การวิเคราะห์ค่าสีของเบียร์ด้วยวิธีสเปกโตรโฟโตเมตริกโดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์โดยทำการวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 430 นาโนเมตร เมื่อคำนวณตามสมการ Color (EBC units) = A x f x 25 ได้ผลดังตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.24

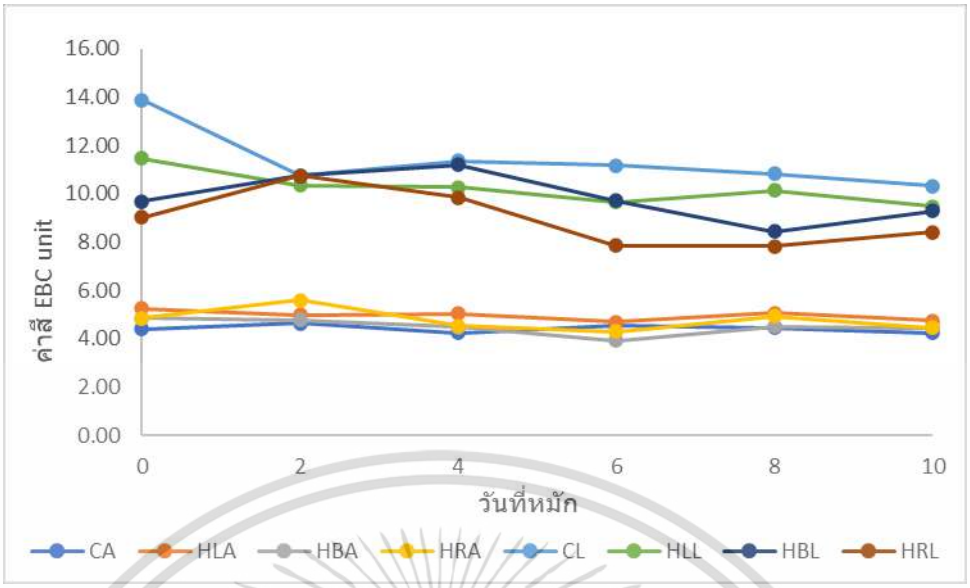
ตารางที่ 4.6 ค่าสีของเบียร์ 8 สูตรระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่าง ๆ จนครบ 10 วัน

วันที่หมัก / ตัวอย่าง	ค่าสี EBC Unit					
	0	2	4	6	8	10
CA	4.41±0.06^{a}	4.65±0.49^{a}	4.23±0.25^{a}	4.55±0.46^{a}	4.47±0.17^{a}	4.24±0.05^{a}
HLA	5.26±0.23^{a}	4.99±0.62^{a}	5.03±0.29^{a}	4.69±0.16^{a}	5.06±0.90^{a}	4.75±0.35^{a}
HBA	4.84±0.14^{a}	4.77±0.43^{a}	4.47±0.32^{ab}	3.94±0.12^{b}	4.51±0.07^{a}	4.45±0.44^{ab}
HRA	4.86±0.23^{b}	5.61±0.26^{a}	4.55±0.13^{b}	4.30±0.23^{b}	4.92±0.61^{b}	4.46±0.28^{b}
CL	13.86±0.51^{a}	10.74±0.61^{bc}	11.35±0.05^{b}	11.17±0.33^{b}	10.81±0.27^{bc}	10.33±0.30^{c}
HLL	11.46±0.82^{a}	10.35±0.38^{ab}	10.27±0.71^{ab}	9.65±0.35^{b}	10.13±1.15^{ab}	9.47±0.59^{b}
HBL	9.69±0.01^{ab}	10.75±1.38^{a}	11.20±1.65^{a}	9.70±0.43^{ab}	8.42±0.44^{b}	9.28±0.94^{ab}
HRL	9.03±0.16^{bc}	10.73±1.49^{a}	9.83±1.22^{ab}	7.85±0.24^{c}	7.82±0.38^{c}	8.40±0.46^{bc}

หมายเหตุ

- (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (CL) เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร
- ค่าสี แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{abc} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 กราฟแสดงค่าสี EBC Unit ของเบียร์ 8 สูตร

หมายเหตุ: (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (CL) เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร

จากตารางที่ 4.6 พบว่า เบียร์เอลสูตรควบคุม, เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และเบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร มีค่าสีเริ่มต้นที่วัดได้ในวันที่ 0 สูงที่สุดอยู่ที่ 4.41, 5.26, 4.84 และ 4.86 ตามลำดับ และมีแนวโน้มลดลงจนเหลือน้อยที่สุดในวันที่ 10 โดยมีค่าอยู่ที่ 4.24, 4.75, 4.45 และ 4.46 ตามลำดับ ส่วนเบียร์ลาเกอร์ทั้ง 4 สูตร ได้แก่ เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, เบียร์ลาเกรอ์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิต, เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และเบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร มีค่าสีเริ่มต้นที่วัดได้ในวันที่ 0 สูงที่สุดอยู่ที่ 13.86, 11.46, 9.69 และ 9.03 ตามลำดับ และมีแนวโน้มลดลงอยู่ที่ และเครื่องดื่มเบียร์เมื่อหมักครบ 10วัน 10.33, 9.47, 9.28 และ 8.40 ตามลำดับ จาดผลการทดลองจะเห็นได้ว่า เมื่อหมักครบ 10 วันแล้วค่าสีของเบียร์ลาเกอร์ทั้ง 4 สูตร มีค่าสูงกว่า เบียร์เอลทั้ง 4 สูตร เนื่องจากเบียร์ลาเกอร์นั้นใช้เวียนนามอลต์ในการผลิตซึ่งมีค่าสี EBC unit ที่เข้มกว่าเบียร์เอลซึ่งใช้เพียวเพลเอลมอลต์ในการผลิต ซึ่งมีค่าสี EBC ระ ที่ต่ำกว่า ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการทดลองของ Prado *et al*. (2023) ซึ่งแสดงค่าสีของเบียร์ที่ผลิตจากเพรียวมอลต์มอลต์อยู่ที่ 4.99 และ เวียนนามอลต์ซึ่งมีค่าสีอยู่ที่ 7.25 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าสีของเวียนนามอลต์นั้นมีความเข้มกว่าเพรียวมอลต์ และจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าค่าสีของเบียร์มีการลดลงจากวันที่ 0 และลดน้อยลงในวันที่ 10 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bezerril *et al*. (2023) ที่แสดงให้เห็นว่าค่าสีก่อนการต้ม อยู่ที่ 19.42 ในน้ำเวิร์ทมีค่าสีอยู่ที่ 16.10 ในเบียร์สดมีค่าสีอยู่ที่ 14.96 และในเบียร์มีค่าสีอยู่ที่ 14.61 ซึ่งเห็นได้ว่ามีการลดลงของค่าสีจากตอนเริ่มต้นก่อน

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

หมักจนถึงหลังหมัก การเปลี่ยนแปลงสีของเบียร์เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของเอมีนและน้ำตาล (ปฏิกิริยาของ Maillard) และการก่อตัวของสารประกอบที่มีสีน้ำตาล/แดง (Pieczonka *et al*., 2021)

4.5 การวิเคราะห์ทางเคมี

4.5.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

จากการนำตัวอย่างทั้งหมดมาวิเคราะห์ปริมาตรสารประกอบฟีนอกลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin-ciocalteu โดยเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความเข้มข้ม 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งแสดงผลในรูปของปริมาณสารประกอบฟีนอนิกทั้งหมด (mgGAE/l) พบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในเบียร์เอลสูตรควบคุม, เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.25

ตารางที่ 4.7 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด(mgGAE/l) ของเบียร์ 8 สูตร ระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่าง ๆ จนครบ 10 วัน

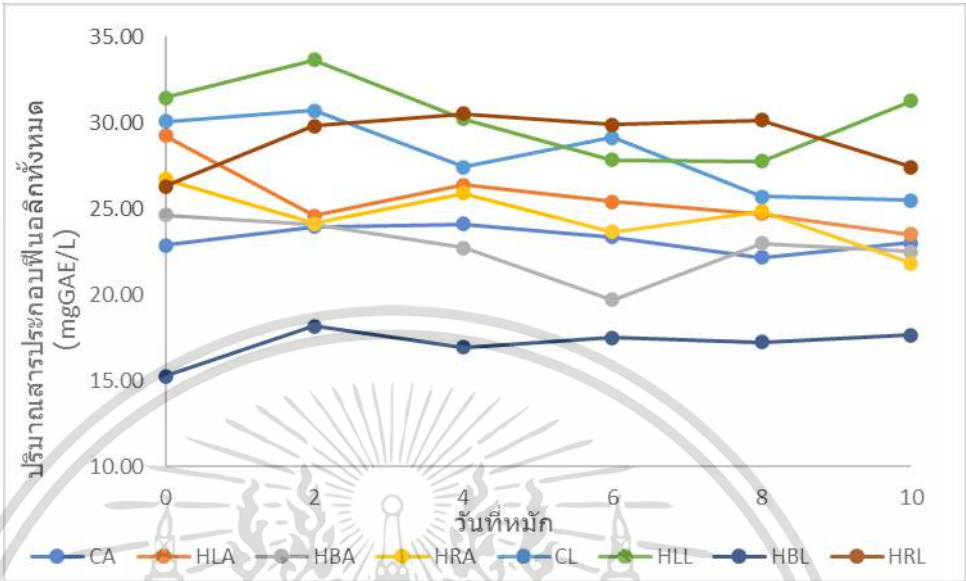
วันที่หมัก / ตัวอย่าง	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด(mgGAE/L)					
	0	2	4	6	8	10
CA	22.88±0.97^{a}	23.95±2.22^{a}	24.11±1.01^{a}	23.37±0.78^{a}	22.17±1.55^{a}	23.01±0.69^{a}
HLA	29.26±1.35^{a}	24.59±1.60^{bc}	26.39±1.61^{b}	25.42±2.15^{bc}	24.69±0.77^{bc}	23.49±0.83^{c}
HBA	24.62±0.75^{a}	24.10±1.83^{a}	22.71±13.2^{a}	19.70±2.43^{b}	23.00±0.81^{a}	22.50±1.62^{a}
HRA	26.72±3.85^{a}	24.15±1.64^{ab}	25.91±1.13^{ab}	23.66±1.51^{ab}	24.87±2.81^{ab}	21.82±2.13^{b}
CL	30.07±4.47^{a}	30.71±1.23^{a}	27.43±2.15^{ab}	29.14±0.19^{ab}	25.70±0.36^{b}	25.47±0.23^{b}
HLL	31.44±3.27^{a}	33.67±5.79^{a}	30.23±3.75^{a}	27.83±4.05^{a}	27.76±1.84^{a}	31.27±0.78^{a}
HBL	15.26±0.57^{a}	18.18±0.73^{a}	16.94±1.21^{a}	17.52±2.47^{a}	17.24±2.64^{a}	17.65±0.98^{a}
HRL	26.30±0.82^{b}	29.81±2.80^{a}	30.52±1.48^{a}	29.89±2.16^{a}	30.15±0.83^{a}	27.42±0.89^{ab}

หมายเหตุ

- (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (CL) เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร
- ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด(mgGAE/l) แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ^{abc} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.25 กราฟแสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (mgGAE/L) ของเบียร์ 8 สูตร

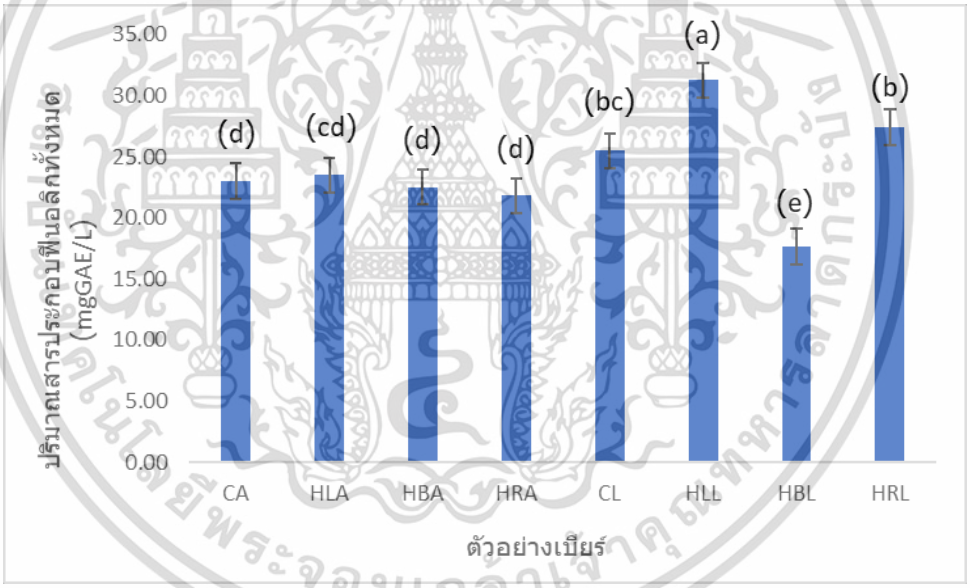
หมายเหตุ: (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (CL) เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร

จากตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.25 พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (mgGAE/L) ของเบียร์มีการลดลงจากน้ำเวิร์ทในวันที่ 0 โดยพบว่าได้วันที่ 0 เบียร์ทั้ง 8 สูตร ได้แก่ เบียร์เอลสูตรควบคุม, เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร มีปริมาณสารประกอบฟีนอกลิกทั้งหมดอยู่ที่ 22.88, 29.26, 24.62, 26.72, 30.07, 31.44, 15.26 และ 26.30 ตามลำดับ และส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงในวันที่ 10 อยู่ที่ 23.01, 23.49, 22.50, 21.82, 25.47, 31.27, 17.65 และ 27.42 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Viana *et al.,* (2021) ซึ่งได้ทำการทดลองการหาสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในคราฟต์เบียร์ที่ผลิตโดย ใช้ยีสต์ที่แตกต่างกัน 4 ชนิด โดยพบว่าหลังจากเกิดการหมักโดยยีสต์ทั้ง 4 ชนิดแล้วทำให้ปริมาณสาร ประกอบฟีนอลิกทั้งหมดลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกับน้ำเวิร์ทในวันที่ 0 ที่ยังไม่ได้เกิดการหมักโดยยีสต์ สารประกอบฟีนอลส่วนใหญ่มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ที่พบได้แก่สาร คาเทชิน ซึ่งในน้ำเวิร์ทพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 52.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในเบียร์ที่เกิดจากการหมักของยีสต์ US-05 พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 41.4 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ซึ่งเห็นได้ว่ามีค่าลดลง และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยความแตกต่างในความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในเบียร์ชนิดต่าง ๆ อาจมาจากความเกี่ยวข้องกับการผลิตสารประกอบฟีนอลโดยยีสต์ และความสามารถที่แตกต่างกันในการปลดปล่อยหรือดูดซับสารประกอบฟีนอลิก นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับลักษณะทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ และการป้องกันคอลลอยด์ เช่น โปรตีน สารเหล่านี้ขัดขวางการระบายของสารประกอบเหล่านี้ระหว่างการหมัก (Canocino *et al*., 2019; Karabin *et al*., 2018)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของ เบียร์เอล และเบียร์ลาเกอร์ เมื่อหมักครบ 10 วัน พบว่า เบียร์ลาเกอร์ใบกัญชงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด อยู่ที่ 31.27 รองลงมาคือ เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม ซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดอยู่ที่ 27.42 และ 25.47 ตามลำดับ ส่วนเอลเบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร พบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกต่ำที่สุดอยู่ที่ 17.65 ดังแสดงในรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.26 กราฟแสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในวันที่ 10 ของเบียร์ 8 สูตร

หมายเหตุ

- (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (CL) เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร
- ^{abcde} ตัวอักษรที่แตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.26 ซึ่งแสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในวันที่ 10 ของเบียร์ทั้ง 8 สูตร แสดงให้เห็นว่า ลาเกอร์เบียร์ใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุดอยู่ที่ 31.27 และรองลงมา คือ ลาเกอร์เบียร์รากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร อยู่ที่ 27.42 ซึ่งมากกว่าเบียร์สูตรควบคุมทั้งสองชนิด เนื่องจากในกัญชงพบปริมาณฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ แทนนิน และซาโปนินทั้งหมดในกัญชง โดยในการศึกษาของ Aloo *et al.* (2023) แสดงให้เห็นว่าในกัญชงมีสารต่าง ๆ เช่น กรดอะมิโน 1 ชนิด เปปไทด์ 1 ชนิด และโพลีฟีนอล 13 ชนิด (กรดฟีนอล ฟลาโวนอยด์ ฟลาโวน และอัลคาลอยด์ ฯลฯ) และอื่นๆ เนื่องจากในกัญชงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกอยู่แล้ว เมื่อนำเข้ามาใส่เสริมในผลิตภัณฑ์เบียร์จึงทำให้เบียร์ที่ได้มีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกที่เพิ่มขึ้น

4.5.2 การหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

จากการนำตัวอย่างทั้งหมดมาวิเคราะห์ โดยเทียบค่าที่ได้กับสารละลายมาตรฐานกรดแอล-แอสคอร์บิกความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, และ40 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งแสดงผลการทดลองในรูปร้อยละอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระของตัวอย่างทั้งหมด พบอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระในเบียร์เอลสูตรควบคุม, เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร ดังแสดงในตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.27

ตารางที่ 4.8 อัตราการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของเบียร์ 8 สูตร ระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่าง ๆ จนครบ 10 วัน

วันที่หมัก / ตัวอย่าง	ร้อยละอัตราการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH					
	0	2	4	6	8	10
CA	77.76±3.93^{a}	71.34±3.18^{c}	71.47±2.32^{c}	69.82±3.44^{d}	72.38±3.51^{c}	75.57±0.33^{b}
HLA	78.53±0.80^{a}	70.90±5.28^{b}	67.04±3.94^{c}	68.18±2.35^{c}	66.57±5.79^{d}	66.06±3.67^{d}
HBA	79.16±1.21^{a}	74.63±1.61^{c}	76.07±2.04^{b}	74.66±2.04^{c}	74.70±1.65^{c}	74.50±0.66^{c}
HRA	75.00±0.73^{a}	75.54±0.98^{a}	74.43±1.40^{b}	73.54±0.40	71.35±2.05^{d}	69.65±2.87^{e}
CL	73.25±3.70^{a}	66.11±2.63^{b}	58.61±3.73^{e}	60.72±2.50^{d}	63.15±4.76^{c}	59.47±3.70^{e}
HLL	75.04±2.04^{a}	64.29±4.87^{b}	64.21±1.92^{b}	62.03±3.18^{c}	62.42±2.73^{c}	58.02±6.46^{d}
HBL	60.05±5.44^{a}	53.73±1.33^{b}	49.43±0.71^{c}	48.59±4.05^{c}	46.04±1.84^{d}	44.59±5.91^{e}
HRL	76.01±4.20^{a}	63.92±0.70^{b}	58.57±1.38^{d}	58.08±5.47^{d}	60.35±3.60^{c}	57.31±1.03^{e}

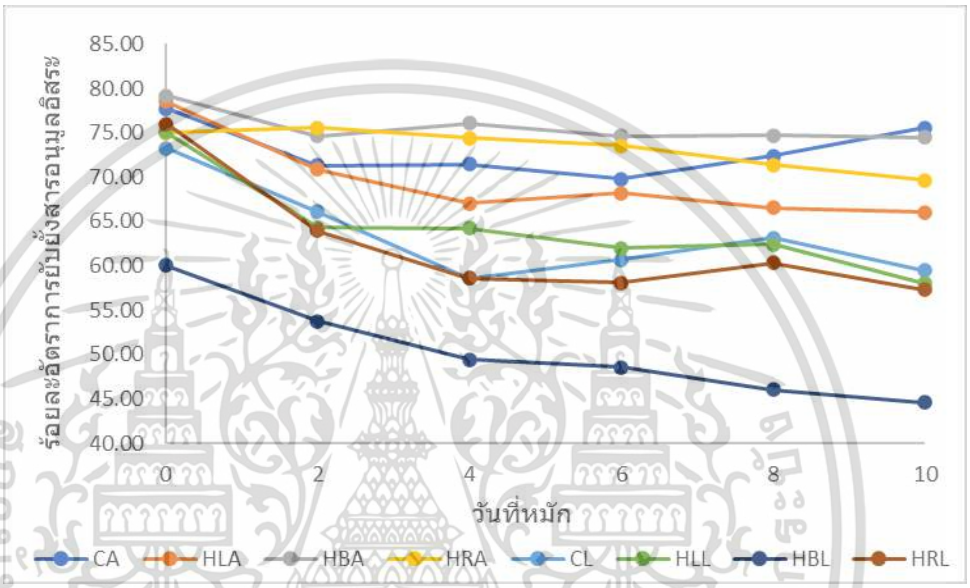
หมายเหตุ

- (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (CL) เบียร์ลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร

- อัตราการยับยั้งอนุมูลอิสระ แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{abcde} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



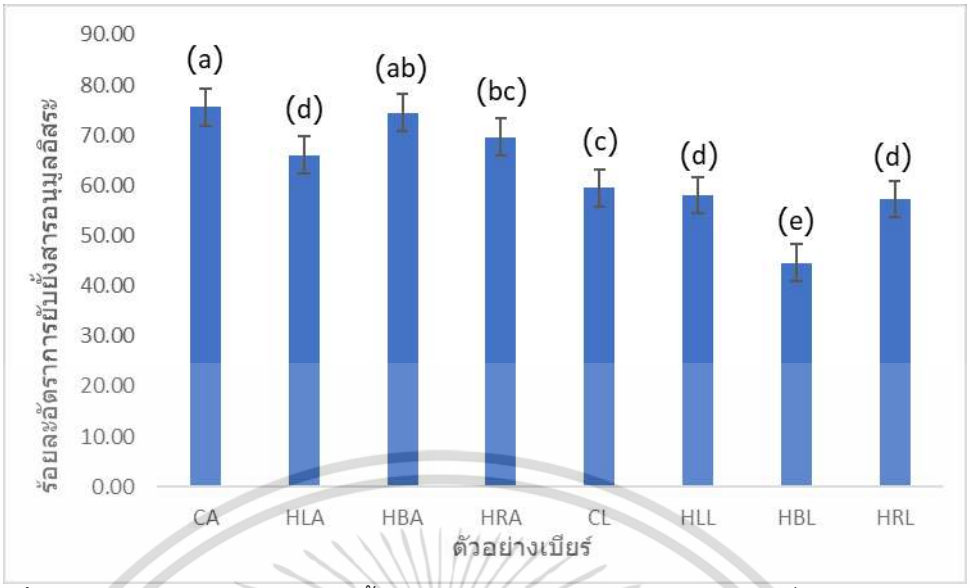
รูปที่ 4.27 กราฟแสดงร้อยละอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระของวิธี DPPH ของเบียร์ 8 สูตร

หมายเหตุ: (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (CL) เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร

จากตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.27 พบว่า อัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระก่อนหมักของเบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร มีร้อยละอัตรการยับยั้งสารอนุมูลอิสระ สูงที่สุดอยู่ที่ 79.16 และน้อยที่สุด คือ เบียร์ลาเกอร์กิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตรวันที่10 โดยมีอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระอยู่ที่ 44.59

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระของเบียร์เอล และเบียร์ลาเกอร์ เมื่อหมักครบ 10 วัน พบว่า เบียร์เอลสูตรควบคุม และ เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตรมีอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระสูงที่สุด โดยมีร้อยละอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระอยู่ที่ 75.57 และ 74.50 ตามลำดับ และลาเกอร์เบียร์สูตรกิ่งกัญชงมีอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระน้อยที่สุดอยู่ที่ 44.59 ดังแสดงในรูปที่ 4.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 กราฟแสดงอัตราการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของเบียร์ 8 สูตรเมื่อหมักครบ 10 วัน

หมายเหตุ

- (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร , (CL) เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร
- ^{abcde} ตัวอักษรที่แตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากรูปที่ 4.28 พบว่าอัตราการยับยั้งสารต้านอนุมูลอิสระในวันที่ 10 ของเบียร์เอลสูตรควบคุม มีค่าการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 75.57 รองลงมาจะเป็นเบียร์เอลกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ เบียร์เอลรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร มีค่าร้อยละ 74.50 และ 69.65 ตามลำดับ และน้อยที่สุด คือเบียร์เอลใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตรมีอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระเท่ากับร้อยละ 66.06 ซึ่งพบว่าในเบียร์เอลทั้ง 4 สูตร มีอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระสูงกว่าในเบียร์ลาเกอร์ทั้ง 4 สูตร โดยในเบียร์ลาเกอร์ พบว่าเบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อ ลิตร และเบียร์ลาเกอร์รากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร มีค่าการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 59.47, 58.02 และ 57.31 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และพบว่าเบียร์ลาเกอร์กิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร มีอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระน้อยที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 44.59ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ (ณิชามาสและคณะ ,2566) จากการทดลองศึกษาผลของผงส่วนต่างๆของกัญชงต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของขนมชั้น โดยพบว่าหลังจากการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าขนมชั้นใส่สูตรใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัญชง10 กรัม มีค่าการต้านออกซิเดชันสูงที่สุดเท่ากับ 9.20 mg GAE/g รองลงขนมชั้นสูตรใส่กิ่งกัญชงมีค่าการต้านออกซิเดชันอยู่ที่ 0.25 mg GAE/g และมีค่าน้อยที่สุดคือขนมชั้นสูตรรากกัญชงเท่ากับ 0.10 จากการทดลองนี้การใส่พืชสมุนไพรกัญชงในอาหารมีผลต่อการต้านอนุมูลอิสระ เช่นขนมชั้นมีผลต่อการต้านอนุมูลอิสระ

เมื่อนำอัตราการยับยั้งอนุมูลอิสระของเบียร์ทั้ง 8 สูตร ได้แก่ เบียร์เอลสูตรควบคุม, เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร มาคำนวณปริมาณ IC_{50}ในการกำจัดอนุมูลอิสระ ได้ผลดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ปริมาณ IC_{50} ในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH (มิลลิกรัมต่อลิตร)

ตัวอย่างเบียร์	**IC_{50} ในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH (มิลลิกรัมต่อลิตร)**
CA	175.91
HLA	23.46
HBA	78.02
HRA	45.46
CL	17.54
HLL	15.81
HBL	5.28
HRL	13.27

หมายเหตุ

- (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร , (CL) เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร

จากตารางที่ 4.9 ซึ่งแสดงปริมาณ IC_{50} ในการกำจัดอนุมูลอิสระดีพีพีเอช (มิลลิกรัมต่อลิตร) พบว่าในลาเกอร์เบียร์สูตรกิ่งกัญชง มี ปริมาณ IC_{50}น้อยที่สุดอยู่ที่ 5.28 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในเอลเบียร์สูตรควบคุมพบว่ามีปริมาณ IC_{50} มากที่สุดอยู่ที่ 175.91 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 อัตราการยับยั้งสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS

จากการนำตัวอย่างทั้งหมดมาวิเคราะห์ โดยเทียบค่าที่ได้กับสารละลายมาตรฐานกรดแอล-แอสคอร์บิกความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งแสดงผลการทดลองในรูปร้อยละอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระของตัวอย่างทั้งหมด พบอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระในเบียร์เอลสูตรควบคุม, เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร ดังแสดงในตารางที่ 4.10 และรูปที่ 4.29

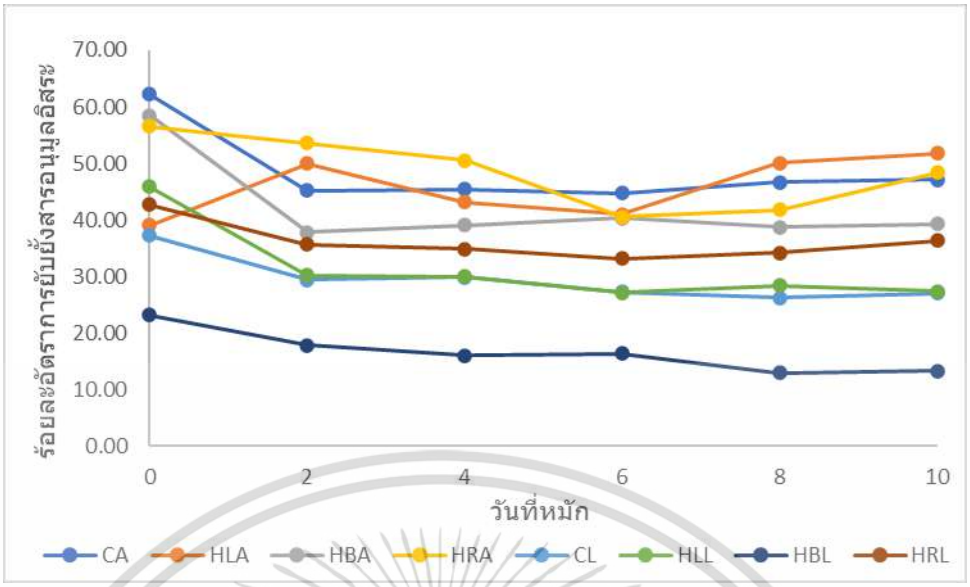
ตารางที่ 4.10 อัตราการยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ของเบียร์ 8 สูตร ระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่าง ๆ จนครบ 10 วัน

วันที่หมัก / ตัวอย่าง	ร้อยละอัตราการยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS					
	0	2	4	6	8	10
CA	62.23±1.65^{a}	45.21±13.37^{b}	45.44±8.94^{b}	44.72±2.90^{b}	46.70±3.60^{b}	47.09±3.71^{b}
HLA	39.06±3.21^{b}	50.01±3.76^{a}	43.18±1.94^{b}	41.02±6.67^{b}	50.04±1.72^{a}	51.74±1.70^{a}
HBA	58.44±7.68^{a}	37.80±2.64^{b}	39.10±4.49^{b}	40.34±7.63^{b}	38.73±2.02^{b}	39.31±7.52^{b}
HRA	56.55±3.29^{a}	53.64±3.36^{ab}	50.47±6.48^{abc}	40.57±2.96^{c}	41.81±5.87^{bc}	48.36±11.15^{abc}
CL	37.22±1.33^{a}	29.38±4.52^{b}	29.93±4.61^{b}	27.29±2.96^{b}	26.27±2.76^{b}	27.09±1.70^{b}
HLL	45.84±5.30^{a}	30.23±2.54^{b}	29.95±1.41^{b}	27.19±4.91^{b}	28.42±2.65^{b}	27.37±2.67^{b}
HBL	23.22±4.49^{a}	17.82±1.95^{ab}	16.00±4.48^{b}	16.43±1.81^{b}	12.95±2.60^{b}	13.37±4.36^{b}
HRL	42.70±1.68^{a}	35.69±4.66^{ab}	34.93±4.64^{b}	33.15±3.92^{b}	34.20±5.10^{b}	36.37±0.48^{ab}

หมายเหตุ

- (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (CL) เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร
- อัตราการยับยั้งอนุมูลอิสระ แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{abc} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

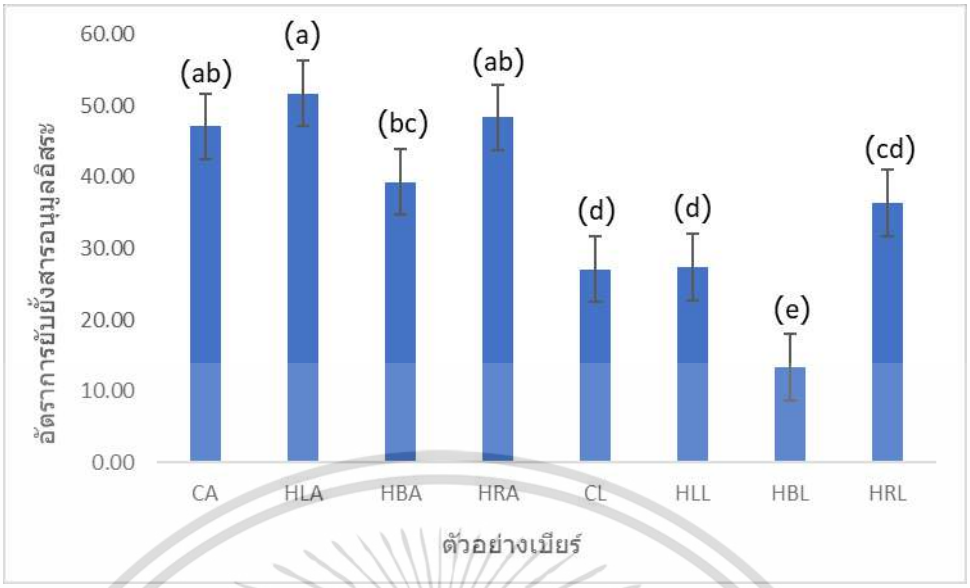


รูปที่ 4.29 กราฟแสดงร้อยละอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระของวิธี ABTS ของเบียร์ 8 สูตร

จากตารางที่ 4.10 และรูปที่ 4.29 พบว่า อัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระ ของเบียร์เอลสูตรควบคุม, เบียร์เบียร์เอลกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, และเบียร์เอลรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตรในวันที่ 0 มีค่าสูงสุดอยู่ที่ 62.23, 58.44 และ 56.55 ตามลำดับ และอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระที่น้อยที่สุด คือ เบียร์ลาเกอร์กิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร วันที่ 8 และ 10 โดยมีอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระอยู่ที่ 12.95 และ 13.37 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระของเบียร์เอล และเบียร์ลาเกอร์ เมื่อหมักครบ 10 วัน พบว่า เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตรมีอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระสูงที่สุด โดยมีอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระอยู่ที่ 51.71 และ 48.36 ตามลำดับ และลาเกอร์เบียร์สูตรกิ่งกัญชงมีอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระน้อยที่สุดอยู่ที่ 13.37 ดังแสดงในรูปที่ 4.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 กราฟแสดงอัตราการยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ของเบียร์ 8 สูตรเมื่อหมักครบ 10 วัน

หมายเหตุ

- (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร , (CL) เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร
- ^{abcde} ตัวอักษรที่แตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากรูปที่ 4.30 แสดงให้เห็นว่า อัตราการยับยั้งอนุมูลอิสระของเอลเบียร์ใบกัญชง และเอลเบียร์รากกัญชง มีอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระสูงกว่าใน เอลเบียร์สูตรควบคุม เช่นเดียวกันกับในลาเกอร์เบียร์ ซึ่งพบว่า ในลาเกอร์เบียร์ใบกัญชง และลาเกอร์เบียร์รากกัญชง มีอัตราการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงกว่าลาเกอร์เบียร์สูตรควบคุม เนื่องจากในกัญชงสามารถพบสารออกฤทธิ์ชนิดหนึ่งชื่อว่า แคนนาบิไดออล โดยจะพบสูงได้ในใบกัญชง เมล็ดกัญชง รวมถึงรากกัญชง เนื่องจากแคนนาบิไดออล (CBD) แสดงออกถึงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธีเอบีทีเอส ตามโครงสร้างทางเคมี โดยแคนาบิไดออลมีศักยภาพในการต่อต้านอนุมูลอิสระ ดังนั้นจึงทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Tura *et al*., 2019) ส่วนในกิ่งกัญชงของเบียร์ทั้งสองสูตรพบว่ามีอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระน้อยกว่าในเบียร์สูตรควบคุม และสูตรอื่น ๆ ซึ่งในการทดลองของ Aloo *et al*. (2023) แสดงให้เห็นว่า ในกิ่งกัญชงมีอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระน้อยกว่าในเมล็ดกัญชง โดยในกิ่งกัญชงมีอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระอยู่ที่ 42.48 ส่วนในเมล็ดนั้นมีสูงกว่าอยู่ที่ 83.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำอัตราการยับยั้งอนุมูลอิสระของเบียร์ทั้ง 8 สูตร ได้แก่ เบียร์เอลสูตรควบคุม, เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร มาคำนวณปริมาณ IC_{50}ในการกำจัดอนุมูลอิสระ ได้ผลดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ปริมาณ IC_{50} ในการกำจัดอนุมูลอิสระ ABTS (มิลลิกรัมต่อลิตร)

ตัวอย่างเบียร์	**IC_{50} ในการกำจัดอนุมูลอิสระ ABTS (มิลลิกรัมต่อลิตร)**
CA	3.60
HLA	9.75
HBA	0.89
HRA	3.84
CL	17.88
HLL	7.88
HBL	31.84
HRL	20.54

หมายเหตุ

- (CA) เบียร์เอลสูตรควบคุม , (HLA) เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3กรัมต่อลิตร, (HBA) เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3กรัมต่อลิตร, (HRA) เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร, (CL) เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม, (HLL) เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3กรัมต่อลิตร, (HBL) เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3กรัมต่อลิตร และ (HRL) เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3กรัมต่อลิตร

จากตารางที่ 4.11 ซึ่งแสดงปริมาณ IC_{50} ในการกำจัดอนุมูลอิสระเอบีทีเอส (มิลลิกรัมต่อลิตร) พบว่าในเอลเบียร์สูตรกิ่งกัญชง มี ปริมาณ IC_{50}น้อยที่สุดอยู่ที่ 0.89 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในลาเกอร์เบียร์กิ่งกัญชงพบว่ามีปริมาณ IC_{50} มากที่สุดอยู่ที่ 31.84 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

เมื่อทำการวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบทั้งหมด 30 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดให้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

การวิเคราะห์คุณลักษณะสีของผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์จากสีของผลิตภัณฑ์ซึ่งมีผลจากการเลือกใช้มอลต์ รวมทั้งความใสที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่า พบว่าผลิตภัณฑ์เบียร์ทั้ง 8 ชนิด ได้แก่ เบียร์เอลสูตรควบคุม (CA), เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร (HLA), เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร (HBA), เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร (HRA), เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม (CL), เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร (HLL), เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร (HBL) และเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร (HRL) มีคะแนนความชอบอยู่ในช่วงระหว่างชอบเล็กน้อย ถึงชอบปานกลางทั้ง 8 ชนิด และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ร้อยละระดับความเชื่อมั่น 95 แสดงผลดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์คุณลักษณะสีของผลิตภัณฑ์

คุณลักษณะสีของผลิตภัณฑ์	
ตัวอย่างเบียร์	**คะแนนความพึงพอใจ**
CA	6.80±0.31[a]
HLA	7.07±0.29[a]
HBA	6.73±0.29[a]
HRA	6.77±0.29[a]
CL	6.30±0.27[a]
HLL	6.40±0.25[a]
HBL	6.47±0.24[a]
HRL	6.37±0.29[a]

หมายเหตุ

- [a] ตัวอักษรที่ไม่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์คุณลักษณะกลิ่นของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะวิเคราะห์จากกลิ่นของมอลต์ที่เลือกใช้ กลิ่นของฮอปส์ที่เลือกใช้ กลิ่นยีสต์ที่หลงเหลืออยู่หลังการหมัก หรือกลิ่นแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นจากการหมัก เมื่อวิเคราะห์แล้วพบว่า พบว่าผลิตภัณฑ์เบียร์ทั้ง 8 ชนิด ได้แก่ เบียร์เอลสูตรควบคุม (CA), เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร (HLA), เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร (HBA), เบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร (HRA), เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม (CL), เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร (HLL), เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร (HBL) และเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร (HRL) มีคะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย - ชอบปานกลางทั้ง 8 ชนิด และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ร้อยละระดับความเชื่อมั่น 95 ดังแสดงผลในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์คุณลักษณะกลิ่นของผลิตภัณฑ์

คุณลักษณะกลิ่นของผลิตภัณฑ์	
ตัวอย่างเบียร์	**คะแนนความพึงพอใจ**
CA	6.90±0.23[a]
HLA	6.03±0.36[a]
HBA	6.70±0.25[a]
HRA	6.07±0.35[a]
CL	6.03±0.26[a]
HLL	6.43±0.24[a]
HBL	6.60±0.30[a]
HRL	6.77±0.24[a]

หมายเหตุ

- [a] ตัวอักษรที่ไม่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์คุณลักษณะรสชาติผลิตภัณฑ์ (ความขม) ซึ่งความขมที่ได้จะเกิดจากฮอปส์ที่เลือกใช้ พบว่า เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร (HBL) และเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร (HRL) ทั้ง 2 ชนิดนี้มีคะแนนความชอบสูงที่สุดอยู่ที่ 6.67 และ 6.83 ตามลำดับ และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนเบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร (HRA) พบว่ามีระดับความชอบน้อยที่สุด คือ 5.50 ซึ่งแตกต่างกับสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังแสดงผลในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์คุณลักษณะรสชาติผลิตภัณฑ์ (ความขม)

คุณลักษณะรสชาติผลิตภัณฑ์ (ความขม)	
ตัวอย่างเบียร์	**คะแนนความพึงพอใจ**
CA	5.70 ± 0.31^{bc}
HLA	5.93 ± 0.24^{abc}
HBA	6.10 ± 0.27^{abc}
HRA	5.50 ± 0.34^{c}
CL	6.30 ± 0.24^{abc}
HLL	6.50 ± 0.31^{ab}
HBL	6.67 ± 0.34^{a}
HRL	6.83 ± 0.21^{a}

หมายเหตุ

- ^{abc} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์คุณลักษณะรสชาติผลิตภัณฑ์ (ในภาพรวม) ซึ่งจะวิเคราะห์จากองค์ประกอบโดยรวมทั้งเรื่องของ ความขม ความหวาน รสสัมผัสของเบียร์ขณะดื่ม พบว่า เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร (HLL) และเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร (HRL) มีคะแนนความชอบสูงที่สุดทั้ง 2 ชนิด โดยมีคะแนนความชอบอยู่ที่ 6.83 และ 6.90 ตามลำดับ และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ส่วนเบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร (HRA) พบว่ามีระดับความชอบน้อยที่สุด คือ 5.93 ซึ่งแตกต่างกับสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังแสดงผลในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์คุณลักษณะรสชาติผลิตภัณฑ์ (ในภาพรวม)

คุณลักษณะรสชาติผลิตภัณฑ์ (ในภาพรวม)	
ตัวอย่างเบียร์	**คะแนนความพึงพอใจ**
CA	6.23 ± 0.30^{ab}
HLA	6.37 ± 0.31^{ab}
HBA	6.17 ± 0.24^{ab}
HRA	5.93 ± 0.35^{b}
CL	6.67 ± 0.24^{ab}
HLL	6.83 ± 0.23^{a}
HBL	6.60 ± 0.22^{ab}
HRL	6.90 ± 0.21^{a}

หมายเหตุ

- ^{ab} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์คุณลักษณะความชอบโดยรวม โดยวิเคราะห์จากคุณลักษณะโดยรวมทั้งหมด ทั้งสีของผลิตภัณฑ์, กลิ่นของผลิตภัณฑ์, ความขม รวมทั้งรสชาติโดยรวม พบว่า เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร (HLL) มีระดับความชอบมากที่สุดอยู่ที่ 6.87±0.22 และเบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร (HRA) มีระดับความชอบน้อยที่สุดอยู่ที่ 5.93±0.33 ดังแสดงผลในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์คุณลักษณะความชอบโดยรวม

คุณลักษณะความชอบโดยรวม	
ตัวอย่างเบียร์	**คะแนนความพึงพอใจ**
CA	6.50±0.27^{ab}
HLA	6.30±0.30^{ab}
HBA	6.13±0.26^{ab}
HRA	5.93±0.33^{b}
CL	6.60±0.23^{ab}
HLL	6.87±0.22^{a}
HBL	6.47±0.24^{ab}
HRL	6.67±0.25^{ab}

หมายเหตุ

- ^{ab} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ในการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส กลิ่น รส ของเบียร์เกิดจากสาเหตุหลายประการ ได้แก่ การหมักยีสต์ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการปลดปล่อยสารประกอบจำนวนหนึ่ง เช่น เอสเทอร์ แลคโตน ไทออล แอลกอฮอล์ และฟีนอล ซึ่งเกี่ยวข้องกับการพัฒนารสชาติเบียร์ที่มีลักษณะเฉพาะ (Carrau *et al*., 2015) การผสมผสานของมอลต์ประเภทต่างๆ ที่ใช้ระหว่างการหมักเบียร์ ทำให้เกิดรสชาติของเบียร์ที่เฉพาะเจาะจงขึ้น (Bettenhausen *et al*., 2018) นอกจากนี้ยังพบว่าโดยโมเลกุลขนาดเล็กที่ได้มาจากฮอป เช่น โมโนเทอร์ปีน เซสควิเทอร์พีน ไทโอเอสเทอร์ และอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน ทำให้เกิดกลิ่น รส ของเบียร์ได้ (Schönberger and Kostelecky, 2011) ในระหว่างการหมักเบียร์ ยีสต์จะเปลี่ยนสารไกลโคซิเลตที่ได้จากฮอปส์และมอลต์ให้เป็นอะไกลโคนโดยการทำงานของ เบต้า-ดี-กลูโคซิเดส นอกจากนี้ ยีสต์ยังเปลี่ยนรูปโมเลกุลขนาดเล็กที่พบในน้ำเวิร์ท เช่น กรดอะมิโนและกรดไขมัน ให้กลายเป็นส่วนประกอบของรสชาติ (Carrau *et al*., 2015)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการผลิตเบียร์สองชนิดได้แก่เบียร์เอล และ เบียร์ลาเกอร์ ที่ทำการหมักโดยยีสต์สองชนิด คือเบียร์เอล โดยใช้อุณหภูมิในการหมักที่แตกต่างกัน เบียร์เอลทำการหมักที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส และเบียร์ลาเกอร์ทำการหมักที่อุณหภูมิ 12 องศาสเซลเซียส โดยเบียร์ทั้งสองชนิดจะทำการเสริมด้วยส่วนประกอบของพืชสมุนไพรกัญชง 3 ส่วน ได้แก่ กิ่งกัญชง รากกัญชง และรากกัญชง โดยใส่ในปริมาณอย่างละ 3 กรัมต่อลิตร โดยจะทำการหมักเบียร์ทั้งหมดเป็นเวลา 10 วัน และทำการเก็บตัวอย่างทุกวันที่ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 จากนั้นนำไปวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ได้ผลดังนี้

ค่าความเป็นกรดด่าง ในวันที่ 10 พบว่า เบียร์เอลสูตรควบคุมมีค่าความเป็นกรดด่างมากที่สุดอยู่ที่ 3.18 รองลงมาคือ เบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม อยู่ที่ 3.15 และพบว่าเบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตรมีค่าความเป็นกรดด่างน้อยที่สุดอยู่ที่ 2.92

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ เมื่อหมักจนครบ 10 วัน พบว่าลดลง โดยพบว่าเบียร์ชนิดเอลทั้ง 4 สูตรมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้น้อยกว่าเบียร์ชนิดลาเกอร์ทั้ง 4 สูตร ซึ่งแสดงให้เห็นว่ายีสต์มีการใช้น้ำตาลในเบียร์ชนิดเอลมากกว่าในเบียร์ชนิดลา

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เมื่อหมักจนครบ 10 วัน โดยเบียร์ชนิดเอลนั้นมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่ำกว่าเบียร์ชนิดลาเกอร์ เมื่อเปรียบเทียบดูปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ กับปริมาณน้ำตาบรีดิวซ์แล้ว พบว่าการวิเคราะห์ทั้งสองอย่างแสดงให้เห็นแนวโน้มที่ลดลงอย่างชัดเจน

ปริมาณแอลกอฮล์ที่ได้จากการคำนวณเมื่อวัดด้วยไฮโดรมิเตอร์ และปริมาณแอลกอฮอล์ที่วัดโดยใช้เครื่องอีบูลลิโอมิเตอร์มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อหมักครบ 10 วัน โดยพบว่าปริมาณแอลกอฮอล์ของเบียร์ชนิดเอลมีปริมาณสูงกว่าเบียร์ชนิดลาเกอร์ โดยการวัดด้วยอีบูลลิโอมิเตอร์แสดงให้เห็นว่า เมื่อหมักจรครบ 10 วัน พบว่าเบียร์เอลสูตรควบคุม และสูตรใบกัญชง มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงที่สุดอยู่ที่ 8.97 และ 8.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชงพบว่ามีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยที่สุดอยู่ที่ 7.47 เปอร์เซ็นต์

ค่าสีของเบียร์ทั้ง 8 สูตร แสดงให้เห็นว่าเกิดการลดลงเมื่อหมักครบ 10 วัน โดยเบียร์ลาเกอร์มีค่าสีสูงกว่าเบียร์เอล

และในการทดสอบหาสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเมื่อหมักครบ 10 วัน พบว่า เบียร์ลาเกอร์ใบกัญชงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด อยู่ที่ 31.27 ส่วนเอลเบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร พบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกต่ำที่สุดอยู่ที่ 17.65

ทำการหาอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระด้วยวิธี ดีพีพีเอช และ เอบีทีเอส พบว่า วิธี ดีพีพีเอช เมื่อเปรียบเทียบอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระของเบียร์เอล และเบียร์ลาเกอร์ เมื่อหมักครบ 10 วัน พบว่า เบียร์เอลสูตรควบคุม และ เบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตรมีอัตราการยับยั้งสารอนุมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิสระสูงที่สุด โดยมีอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระอยู่ที่ 75.57 และ 74.50 ตามลำดับ และลาเกอร์เบียร์สูตรกิ่งกัญชงมีอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระน้อยที่สุดอยู่ที่ 44.59 ส่วนวิธีเอบีทีเอสแสดงให้เห็นว่า เมื่อเปรียบเทียบอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระของเบียร์เอล และเบียร์ลาเกอร์ เมื่อหมักครบ 10 วัน พบว่า เบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร และ เบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตรมีอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระสูงที่สุด โดยมีอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระอยู่ที่ 51.71และ 51.88 ตามลำดับ และลาเกอร์เบียร์สูตรกิ่งกัญชงมีอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระน้อยที่สุดอยู่ที่ 13.37 จากการหาอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระทั้งสองวิธีพบว่า เบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตรนั้นมีอัตราการยับยั้งสารอนุมูลอิสระต่ำที่สุดทั้งสองวิธี

ในการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี 9-Point hedonic scale พบว่า เบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร เป็นเบียร์ที่ได้รับคะแนนความพึงพอใจมากที่สุดในด้านความชอบโดยรวม

จากผลทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าเบียร์ที่เสริมด้วยใบกัญชง มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่สูง รวมทั้งมีอัตราการยับยั้งอนุมูลอิสระที่สูง รวมทั้งยังมีคะแนนความพึงพอใจในการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ดีกว่าส่วนอื่น ๆ ทำให้มีความเหมาะสมที่จะนำมาเสริมในผลิตภัณฑ์เบียร์

ส่วนเบียร์ลาเกอร์พบว่ามีความเหมาะสมในด้านปริมาณแอลกอฮอล์, ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก, รวมทั้งยังมีคะแนนความพึงพอใจในการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ดี กว่าเบียร์เอล ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาผลิตเบียร์ที่เสริมด้วยพืชสมุนไพรกัญชง

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองผู้ศึกษาเห็นว่า ควรศึกษาหาวิธีการทดสอบตัวอย่างเครื่องดื่ม เพื่อหาสารสำคัญในกัญชงอย่าง แคนนาบิไดออล (CBD) อย่างละเอียด เพื่อยืนยันคุณสมบัติของกัญชง รวมถึงควบคุมไม่ให้มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กฎหมายกำหนด ก่อนนำไปใช้ทางอุตสาหกรรมต่อไป และจากการศึกษายังแสดงให้เห็นว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเบียร์สูตรควบคุม กับเบียร์ที่เสริมด้วยพืชสมุนไพรกัญชงนั้นอาจมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ผู้ศึกษาจึงเห็นว่า ควรศึกษาปริมาณของพืชสมุนไพรกัญชงที่เสริมลงไปในเบียร์เพิ่มเติมเพื่อให้เห็นถึงความแตกต่าง และความเหมาะสมของปริมาณพืชสมุนไพรกัญชงที่ใส่ลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กนิษฐา ไทยกล้า และสุโข เสมมหาศักดิ์. 2560. คราฟเบียร์ในสังคมไทย. เชียงใหม่. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

กฤษนันท์ พันธ์ประภากิจ. 2563. การพัฒนาผลิตภัณฑ์คราฟต์เบียร์โดยเทคนิคการวิเคราะห์แบบคอนจ้อยท์. บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการตลาด. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

กัลยาณี เจริญโสภารัตน์ และกิติพงษ์ เวชกามา. 2562. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลจากแป้งมันสำปะหลังที่ผ่านการย่อยด้วยกรดยีสต์ทนร้อน *Saccharomyces cerevisiae* RMU Y-10 โดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบ Orthogonal Array Design. EAU HERITAGE Journal science and technology. 2: 100-114.

ก่อเกียรติ ใจอ่อน. 2561. ผลของโปรตีนและไขมันในปลายข้าวที่ใช้เป็นแอดจังท์ ต่อความคงตัวของฟอง และกลิ่นรสในเบียร์. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

โชคชัย วนภู. 2558. การหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเบียร์จากข้าวไทยเป็นส่วนประกอบหลักโดยวิธีพื้นที่ผิวตอบสนองและการประยุกต์ใช้ในการผลิตเบียร์ระดับกึ่งอุตสาหกรรม. นครราชสีมา. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ณัฐกานต์ กีสด, อัมพิรา อินน้อย และอุลัยวรรณ์ วิทยเกียรติ. 2559. การคัดเลือกสายพันธุ์ยีสต์ที่มีประสิทธิภาพสำหรับการผลิตเบียร์ข้าว. 954-961. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54. กรุงเทพฯ.

ณิชามาส เกียรติพรโอภาส, กมลวรรณ แจ้งชัด, อนุวัตร แจ้งชัด และธานี ศรีวงศ์ชัย. 2566. ผลของผงใบกัญชงพันธุ์ชาลอตแองเจิล *(Cannabis sativa* L.subsp. sativa) ต่อคุณภาพขนมชั้น. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 61. กรุงเทพฯ.

ธนวัฒน์ ทองจีน, สรเพชร มาสุด, พีรธรรม เทียมเทียบรัตน์, สายัณห์ เรืองเขตร, ศักดิ์วิชัย อ่อนทอง, พิเชฐ บัญญัติ, ศิริวรรณ ชัยสมบูรณ์พันธ์ และอัศวชัย ช่วยพรหม. 2564. การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณ แคนนาบินอยด์ในใบกัญชาด้วยวิธี Ultra high performance liquid chromatography. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 3: 505-523.

บุหรัน พันธุ์สวรรค์. 2556. อนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระ และการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 3: 275-286.

ปวีณา ยะปัญญา. 2562. กัญชง (hemp). วารสารศูนย์การศึกษาแพทยศาสตร์คลินิกโรงพยาบาลพระปกเกล้า. 3: 258-260.

พิชชาภรณ์ วันโย, ณัฏฐพงศ์ เจนวิพากษ์, พนิดา วงษ์ปรีดี และบุญยศ คำจิแจ่ม. 2564. การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบมะหาดด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay. กาฬสินธุ์. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2561. การประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation). พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่. ศูนย์บริหารงานวิจัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุชาดา มานอก และปวีณา ลิ้มเจริญ. 2558. การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH, ABTS, และ FRAP และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดสมุนไพรในตำรับยาหอมเทพจิตร. ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์. 1: 106-117.

สุนันทา ข้องสาย และลักษมี วิทยา. 2562. สารประกอบฟีนอลิก สารประกอบฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเสม็ดขาวและเสม็ดแดง. ตรัง. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง.

หนึ่ง เตียอำรุง, นันทกร บุญเกิด และโชคชัย วนภู. 2553. การผลิตเบียร์จากข้าวไทย. นครราชสีมา. รายงานการวิจัยสาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Aloo, S.O., Kwame, F.O. and Oh, D.H. 2023. Identification of possible bioactive compounds and a comparative study on in vitro biological properties of whole hemp seed and stem. Food bioscience. 51: 102329.

Ascrizzia, R., Matteo, I., Giulia, C., Marianellib, A., Pistellia, L. and Flaminia, G. 2020. Hemping the drinks: aromatizing alcoholic beverages with a blend of *Cannabis sativa* L. flowers. Food chemistry. 325: 126909.

Başkan, K.S., Tutem E., Akyuz E., Ozen S. and Apak R. 2016. Spectrophotometric total reducing sugars assay based on cupric reduction. Talanta. 147: 162-168

Bettenhausena, H.M., Barrb, L., Broecklinga, C.D., Chaparroa, J.M., Holbrookb, C., Sedinb, D. and Heubergera, A.L. 2018. Influence of malt source on beer chemistry, flavor, and flavor stability. Food research international. 113: 487-504.

Bezerril, F.F., Pimentel, T.C., Aquino, K.P., Schabo, D.C., Rodrigues, M.H.P., Lima, M.S., Schaffner, D.W., Furlong E.B. and Magnani, M. 2023. Wheat craft beer made from AFB1-contaminated wheat malt contains detectable mycotoxins, retains quality attributes, but differs in some fermentation metabolites. Food research international. 172: 112774.

Bonatto, D. 2021. The diversity of commercially available ale and lager yeast strains and the impact of brewer's preferential yeast choice on the fermentative beer profiles. Food research international. 141: 110125.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Canonico, L., Galli, E., Ciani, E., Comitini, F. and Ciani, M. 2019. Exploitation of three non-conventional yeast species in the brewing process. Microorganisms. 7: 2-14.

Carrau, F., Gaggero, C. and Aguilar, P.S. 2015. Yeast diversity and native vigor for flavor phenotypes. Trends in biotechnology. 3: 148-154.

Gamlath, J., Aldred, G.P. and Panozzo, J.F. 2008. Barley (1⟶3; 1⟶4)-β-glucan and arabinoxylan content are related to kernel hardness and water uptake. Journal of cereal science. 2: 365-371.

Karabín, M., Jelínek, L., Kotrba, P., Cejnar, R. and Dostálek, P. 2018. Enhancing the performance of brewing yeasts. Biotechnology advances. 3: 691-706

Marinova, G. and Batchvarov, V. 2011. Evaluation of the methods for determination of the free radical scavenging activity by DPPH. Bulg. j. agric. sci., 17: 11-24.

Nardini, M. and Garagusob, I. 2020. Characterization of bioactive compounds and antioxidant activity of fruit beers. Food chemistry. 305: 125437.

Palmioli, A., Alberici, D., Ciaramelli, C. and Airoldi, C. 2020. Metabolomic profiling of beers: combining 1H NMR spectroscopy and chemometric approaches to discriminate craft and industrial products. Food chemistry. 327: 127025.

Pannico, A., Kyriacou, M.C., El-Nakhel, C., Graziani, G., Carillo, P., Corrado, G., Ritieni, A., Rouphael, Y. and Pascale, S. 2022. Hemp microgreens as an innovative functional food: variation in the organic acids, amino acids, polyphenols, and cannabinoids composition of six hemp cultivars. Food research international. 161: 111863

Pieczonka, A.S., Hemmler, D., Moritz, F., Lucio, M., Zarnkow, M., Jacob, F., Rychlik, M. and Schmitt-Kopplin, P. 2021. Hidden in its color: a molecular-level analysis of the beer's maillard reaction network. Food chemistry. 361: 130112.

Pirrone, A., Prestianni, R., Naselli, V., Todaro, A., Farina, V., Tinebra, I., Raffaele, G., Badalamenti, N., Maggio, A., Gaglio, R., Settanni, L., Bruno, M., Moschetti, G., Alfonzo, A. and Francesca N. 2022. Influence of indigenous hanseniaspora uvarum and *Saccharomyces cerevisiae* from sugar-rich substrates on the aromatic composition of loquat beer. International journal of food microbiology. 379: 109868.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Prado, R., Gastl, M. and Becker, T. 2023. Influence of kilned specialty malt odorant markers on the aroma composition and sensory profile of beer. LWT. 173: 114195.

Schönberger, C. and Kostelecky, T. 2012. The role of hops in brewing. Journal of the institute of brewing. 3: 259-267.

Seo, S.H., Kim, E.J., Park, S.E., Park,D.H., Park, K.M., Na, C.S. and Son, H.S. 2020. GC/MS-based metabolomics study to investigate differential metabolites between ale and lager beers. Food bioscience. 36: 100671.

Shellhammer, T.H. and Bamforth, C. 2008. Assessing color quality of beer. ACS symposium series. 983: 192-202.

Tapasya, V., Siddhi, Y., Sawant Arindam, A., Ghatak Palak A., Chaturvedi Arpita M. and Gupte Neetin, S. 2015. Characterization of indian beers: chemical composition and antioxidant potential. Journal food sci technol. 3: 1414–1423.

Teramoto, Y., Yoshida, S. and Ueda, S. 2022. Characteristics of a rice beer (zutho) and a yeast isolated from the fermented product in nagaland, india. World journal of microbiology & biotechnology. 18: 813–816.

Tura, M., Mandrioli, M. and Toschi, T.G. 2019. Preliminary study: comparison of antioxidant activity of cannabidiol (CBD) and α-tocopherol added to refined olive and sunflower oils. Molecules. 24: 3485.

Viana, A., Pimentel, T., Borges, R., Clementino, L., Thayna, E., Ferreira, J., Magnani, M., dos, M. and Lima, S. 2021. American pale Ale craft beer: influence of brewer's yeast strains on the chemical composition and antioxidant capacity. Food science and technology. 152: 112317

Wolfe, E., Bickham, S., Houseman, D., Wotring, G., Sapsis, D., Garafalo, P. and Hanning, C. 2017. BJCP beer exam stady guide. St. Louis. authors and the BJCP

Yang, N., Wu, C., Yang, H., Guo, Z., Jian, H., Jiang, T. and Lei, H. 2022. Bioactive compounds, antioxidant activities and flavor volatiles of lager beer produced by supplementing six jujube cultivars as adjuncts. Food bioscience. 50: 102008.

Yoshida,S. and Yokoyama, A. 2012. Identification and characterization of genes related to the production of organic acids in yeast. Journal of bioscience and bioengineering. 5: 556-561.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zdaniewicz, M., Satora, P., Pater, A. and Bogacz, S. 2020. Low lactic acid-producing strain of *Lachancea thermotolerans* as a new starter for beer production. Biomolecules. 10: 256

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
อาหารเลี้ยงเชื้อ

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ Yeast Extract Malt Extract (YM) Broth

Yeast Extract	3.0	กรัม
Malt Extract	3.0	กรัม
Peptone	5.0	กรัม
Glucose	10.0	กรัม
Distilled Water	1000	มิลลิลิตร

ขั้นตอนการเตรียม

ใส่น้ำกลั่นส่วนหนึ่งเพื่อละลายส่วนผสมให้เข้ากัน จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาณครบ 1000 มิลลิลิตร ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอควบคุมอุณหภูมิที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ Yeast Extract Malt Extract (YM) agar

Yeast Extract	3.0	กรัม
Malt Extract	3.0	กรัม
Peptone	5.0	กรัม
Glucose	10.0	กรัม
Agar	20.0	กรัม
Distilled Water	1000	มิลลิลิตร

ขั้นตอนการเตรียม

ใส่น้ำกลั่นส่วนหนึ่งเพื่อละลายส่วนผสมให้เข้ากัน จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรครบ 1000 มิลลิลิตร ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอควบคุมอุณหภูมิที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นเทใส่จานอาหารเลี้ยงเชื้อภายในตู้ laminar flow

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การเพราะเลี้ยงเซลล์ยีสต์

1.การกระตุ้นเชื้อยีสต์และการเก็บเซลล์ในกลีเซอรอล

วิธีการ

1. นำยีสต์ผงเทลงให้ท่วมผิวหน้าอาหาร YM broth ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ด้วยวิธีปลอดเชื้อ
2. เลี้ยงเชื้อยีสต์ในสภาวะเขย่าด้วยตู้บ่ม incubator shaker ที่ความเร็วรอบ 120 รอบต่อนาทีที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง
3. นำไปศึกษาเซลล์มีชีวิตด้วยวิธี Wet mount โดยเซลล์มีชีวิตจะมีลักษณะใส ไม่ติดสีย้อม methylene blue นำไปนับจำนวนเซลล์ด้วย Haemacytometer และเก็บเชื้อ 2 วิธี ได้แก่
    3.1 ใช้ loop เขี่ยเชื้อและทำการ steak ลงบนอาหาร YM Agar นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส
    3.2 เก็บเชื้อกลีเซอรอล ทำได้โดยการนำกลีเซอรอลปริมาตร 5 มิลลิลิตรและน้ำกลั่น 45 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอ ควบคุมอุณหภูมิที่ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็น และทำการใส่กลีเซอรอล 0.5 มิลลิลิตร เชื้อยีสต์ที่ทำการกระตุ้นการเจริญ 0.5 มิลลิลิตร ลงใน Eppendorf ขนาด 1.5 มิลลิลิตร และนำไปเก็บที่อุณหภูมิ -70 องศาเซลเซียส

2. การศึกษาเซลล์มีชีวิตด้วยวิธี Wet mount

อุปกรณ์

1. แผ่นสไลด์และกระจกปิดสไลด์ (Cover slip)
2. สีย้อม Methylene blue
3. หลอกทดลอง (dropper)
4. ยีสต์ที่เลี้ยงในอาหาร YM broth
5. กล้องจุลทรรศน์

วิธีการ

1. หยอดยีสต์ลงบนสไลด์ด้วยหลอดทดลอง 1-2 หยด
2. หยดสีย้อม Methylene blue 1 หยด
3. ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ
4. นำไปตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 10 x 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.การนับจำนวนเซลล์ด้วย Hemacytometer

อุปกรณ์

1. Neubauer improved Bright-line
2. Micropipette และ pipette tip
3. กล้องจุลทรรศน์

วิธีการนับจำนวนเซลล์

การนับเซลล์จะทำโดยการใช้กล้องจุลทรรศน์ช่วยขยายขนาด แล้วนับได้โดยตรงด้วยการมองผ่านกล้องจุลทรรศน์ นับจำนวนเซลล์ในตารางย่อยของตารางใหญ่ตรงกลางโดยนับเซลล์ที่มุมทั้งสี่และตรงกลางของตารางย่อย 5 ช่อง ของทั้ง upper และ lower สำหรับเซลล์ที่อยู่คาบเกี่ยวระหว่างตารางให้นับเซลล์ที่อยู่ด้านบนและด้านขวา ส่วนเซลล์ที่อยู่ด้านล่างและด้านซ้ายไม่นับ จากนั้นนำมาหารด้วยจำนวนช่องที่นับเพื่อหาค่าเฉลี่ย และนำค่าที่ได้มาคำนวณดังนี้

$$\text{จำนวนเซลล์ (เซลล์/มิลลิลิตร)} = \frac{\text{จำนวนเซลล์ที่นับได้ทั้ง } \mathbf{5} \text{ ช่อง}}{\mathbf{5}} \times \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{4}} \times 10^{6}$$

หน่วยที่ใช้ในการนับเซลล์จะใช้หน่วยเซลล์ต่อปริมาตร ตามปกติหน่วยที่นับได้ที่นิยมใช้จะเป็นเซลล์ต่อมิลลิลิตร

หากจำนวนเซลล์มีความหนาแน่นเกินไปจะต้องทำการเจือจางตัวอย่างก่อนนำมานับจำนวนเซลล์ การเจือจางตัวอย่างจะใช้ Serial dilution ทำได้โดย ใส่อาหารเลี้ยงยีสต์ ในหลอดทดลอง 4 หลอดๆละ 9 มิลลิลิตร เติม Stock yeast 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดที่ 1 เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นดูดสารละลายจากหลอดที่ 1 ใส่ลงในหลอดที่ 2 เขย่าให้เข้ากันทำเช่นเดียวกันในหลอดที่ 3 และ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

วิธีการวิเคาะห์

1. การวิเคราะห์แอลกอฮอล์ โดยใช้ Ebulliometer

หลักการ

เป็นการวัดแอลกอฮอล์ด้วยจุดเดือดของน้ำเบียร์ที่ลดลงจากจุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์ และนำค่าอุณหภูมิจุดเดือดที่อ่านได้ ไปเทียบกับตารางที่ให้มากับเครื่อง ก็สามารถบอกปริมาณแอลกอฮอล์ได้

วิธีการหาจุดเดือดของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เตรียมตะเกียงแอลกอฮอล์
2. ล้าง Boiler ให้ทั่วและเทน้ำออก
3. ใช้กระบอกตวงแก้ว ตวงน้ำถึงขีด EAU (น้ำ) ปริมาตร 15 มิลลิลิตร กรอกใส่ Boiler แล้วใส่เทอร์โมมิเตอร์ให้เข้าที่
4. จุดตะเกียงแล้ววางไว้ใต้กระบอก หลังจากนั้นปรอทจะสูงขึ้นและจะมีไอน้ำระเหยออกมาจากส่วนบนของเครื่องมือเมื่อระดับของปรอทอยู่นิ่งแล้ว ให้หมุนแผ่นวงกลมของแผ่นบนที่ตรงกับอุณหภูมิของน้ำไปที่ศูนย์ดีกรีแอลกอฮอล์ของแผ่นล่าง จากนั้นจะสามารถตรวจสอบแอลกอฮอล์ของตัวอย่างได้

วิธีวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในตัวอย่าง

1. เทน้ำเบียร์ทีละน้อยล้างกลั้ว Boiler แล้วเทออกให้หมด
2. เติมน้ำเบียร์ที่จะทดสอบในกระบอกตวงแก้วตามขีดที่บอก WINE ปริมาตร 50 มิลลิลิตร แล้วเทใส่ช่อง biloer และนำเทอร์โมมิเตอร์ใส่ให้เข้าที่แล้วเติมน้ำเย็นใน condenser หลังจากนั้นก็จุดตะเกียง รอจนปรอทของเทอร์โมมิเตอร์ ค่อนข้างคงที่จึงอ่านอุณหภูมิที่สูงสุด แล้วนำไปเทียบกับแผ่นกลมข้างบนให้ตรงกับอุณหภูมิที่วัดน้ำเบียร์ได้ จะได้เปอร์เซ็นต์ของแอลกอฮอล์ในน้ำเบียร์ที่ตรวจสอบ

2. การวัดค่าพี่เอช (pH) โดยใช้ pH meter

วิธีการวิเคราะห์

1. ปรับเทียบมาตรฐานก่อนการใช้งานโดยการเทียบกับสารละลายบัฟเฟร์มาตรฐาน 2ค่า คือ pH4 และ pH 7
2. วัด pH ของน้ำเวิร์mและตัวอย่างเบียร์ที่มีอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

3. การวัดค่าสีของเบียร์ (Shellhammer, 2008)

อุปกรณ์

1. Spectrophotometer
2. Cuvett 10 mm

วิธีการวิเคราะห์

1. นำน้ำเวิร์ตและตัวอย่างเบียร์วัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 430 นาโนเมตรและใช้น้ำกลั่นเป็น blank
2. นำค่าการดูดกลืนแสงนำมาคำนวณ ดังสมการ

$$\text{Color (EBC units)} = A430 \times 25$$

เมื่อ A430 = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่ 430นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ด้วย DNS reagent (Başkan et al., 2016)

สารเคมี

1. 3,5-Dinitrosalicylic acid
2. $KNaC_4H_4O_6$(Potassium Sodium-Tartrate)
3. 2N NAOH

การเตรียมสารเคมี

1. ชั่ง 3,5-Dinitrosalicylic acid 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร เติมสารละลายด่างลงไปที่ละน้อย (NaOH 16 กรัม) คนจนเข้ากันหมด อุ่นจนได้สารละลายใส
2. เติม Potassium Sodium-Tartrate ลงไปทีละน้อยจนครบ 300 กรัม
3. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 1,000 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชา

การเตรียมกราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานน้ำตาลกลูโคสความเข้มข้น 1 กรัมต่อลิตร โดยชั่งน้ำตาลกลูโคส 0.1 กรัม นำไปละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 100 มิลลิสิตร ในขวดปรับปริมาตร
2. นำสารละลายมาตรฐานกลูโคสมาเจือจางให้มีความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 กรัมต่อลิตร
3. นำสารละลายมาตรฐานกลูโคสที่ทำการเจือจางแล้วมาเติมสารละลาย DNS ปริมาตร 1 มิลลิลิตร
4. นำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที นำไปแช่ในน้ำเย็นเป็นเวลา 5 นาที
5. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร บันทึกค่าที่ได้และนำไป Plot เป็นกราฟมาตรฐานกลูโคส

วิธีการวิเคราะห์

1. นำน้ำเวิร์ทและตัวอย่างเบียร์มาทำการเจือจางให้ได้ความเข้มข้นที่เหมาะสม
2. ปิเปตตัวอย่างที่มีความเข้มข้นที่เหมาะสมปริมาตร 1 มิลลิลิตร
3. เติมสารละลาย DNS ปริมาตร 1 มิลลิลิตร
4. นำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที นำไปแช่ในน้ำเย็นเป็นเวลา 5 นาที
5. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 น้ำ โนเมตร บันทึกค่าที่ได้และนำไปคำนวณเทียบ กับค่าที่ได้จากสารละลายมาตรฐานของกลูโคส

การคำนวณปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

$$\text{ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)} = \frac{\text{ค่าการดูดกลืนแสงที่ } \mathbf{540} \text{ นาโนเมตร } \boldsymbol{x} \text{ อัตราการเจือจาง}}{\text{ค่าความข้นของกราฟมาตรฐาน}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ตารางผลการทดสอบ การคำนวณ และการสร้างกราฟมาตรฐาน

1. ข้อมูลผลการทดลองเพื่อศึกษาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดย DNS reagent

ตารางภาคผนวก ง ที่ 1.1 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาก่อนหมัก (น้ำเวิร์ท)

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.364	0.339
	0.354	
	0.300	
HLL	0.376	0.349
	0.300	
	0.371	
HBL	0.381	0.386
	0.391	
	0.387	
HRL	0.410	0.393
	0.380	
	0.390	
CA	0.520	0.473
	0.520	
	0.380	
HLA	0.420	0.373
	0.390	
	0.310	
HBA	0.350	0.393
	0.460	
	0.370	
HRA	0.540	0.483
	0.640	
	0.270	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 1.2 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 2 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.278	0.281
	0.285	
	0.279	
HLL	0.303	0.313
	0.314	
	0.322	
HBL	0.350	0.362
	0.346	
	0.389	
HRL	0.333	0.355
	0.359	
	0.373	
CA	0.445	0.400
	0.400	
	0.356	
HLA	0.270	0.281
	0.288	
	0.286	
HBA	0.350	0.354
	0.335	
	0.377	
HRA	0.271	0.295
	0.328	
	0.285	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 1.3 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 4 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.239	0.258
	0.274	
	0.261	
HLL	0.298	0.295
	0.289	
	0.299	
HBL	0.368	0.345
	0.318	
	0.349	
HRL	0.373	0.347
	0.346	
	0.322	
CA	0.358	0.352
	0.357	
	0.341	
HLA	0.226	0.245
	0.219	
	0.289	
HBA	0.218	0.233
	0.276	
	0.205	
HRA	0.263	0.261
	0.266	
	0.253	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 1.4 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 6 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.239	0.226
	0.228	
	0.211	
HLL	0.280	0.261
	0.245	
	0.259	
HBL	0.289	0.316
	0.274	
	0.384	
HRL	0.263	0.272
	0.277	
	0.276	
CA	0.315	0.255
	0.253	
	0.197	
HLA	0.210	0.208
	0.278	
	0.137	
HBA	0.225	0.210
	0.202	
	0.203	
HRA	0.243	0.254
	0.253	
	0.266	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 1.5 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 8 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.219	0.225
	0.221	
	0.235	
HLL	0.250	0.239
	0.221	
	0.245	
HBL	0.265	0.284
	0.293	
	0.295	
HRL	0.257	0.241
	0.223	
	0.243	
CA	0.186	0.177
	0.178	
	0.168	
HLA	0.153	0.158
	0.152	
	0.169	
HBA	0.179	0.200
	0.183	
	0.237	
HRA	0.256	0.253
	0.271	
	0.232	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

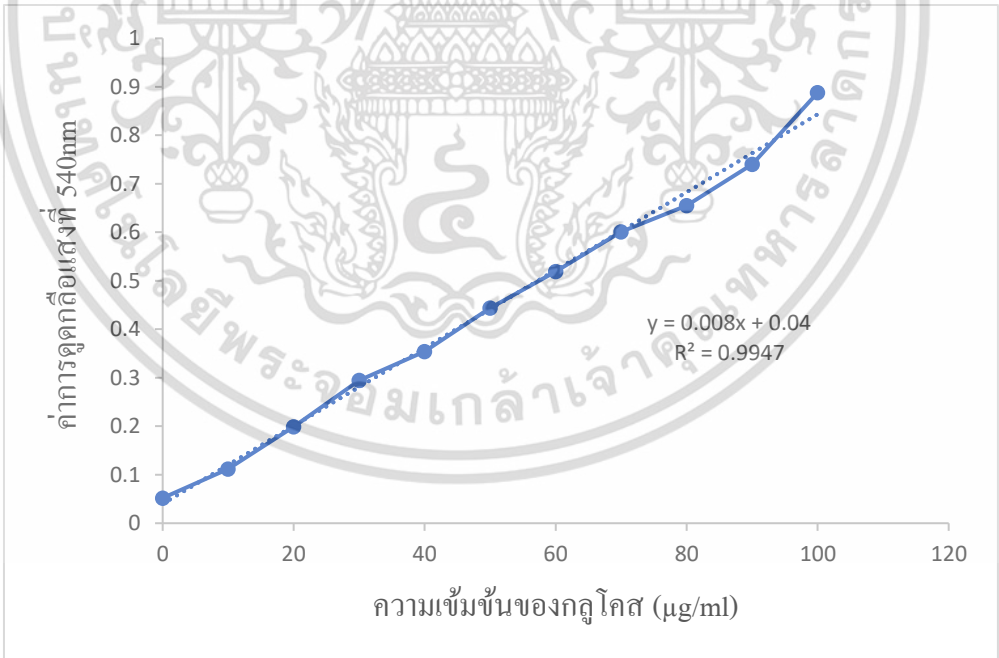
ตารางภาคผนวก ง ที่ 1.6 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 10 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.199	0.199
	0.201	
	0.198	
HLL	0.231	0.215
	0.216	
	0.198	
HBL	0.273	0.269
	0.311	
	0.224	
HRL	0.221	0.227
	0.232	
	0.229	
CA	0.169	0.158
	0.132	
	0.172	
HLA	0.117	0.144
	0.191	
	0.125	
HBA	0.183	0.185
	0.173	
	0.198	
HRA	0.247	0.243
	0.252	
	0.230	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 1.6 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ของสารละลายมาตราฐานกลูโคส ที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ

ค่าความเข้มข้น (mg/L)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร			ค่าเฉลี่ย
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
0	0.056	0.046	0.055	0.052
10	0.104	0.114	0.117	0.112
20	0.191	0.198	0.208	0.199
30	0.300	0.289	0.297	0.295
40	0.326	0.351	0.384	0.354
50	0.433	0.458	0.440	0.444
60	0.504	0.514	0.538	0.519
70	0.619	0.580	0.603	0.601
80	0.632	0.645	0.687	0.655
90	0.712	0.742	0.766	0.740
100	0.870	0.972	0.822	0.888



รูปภาคผนวก ง ที่ 1.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายสารละลายมาตราฐานกลูโคส ที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ข้อมูลผลการทดลองเพื่อศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin- Ciocalteu

ตารางภาคผนวก ง ที่ 2.1 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาก่อนหมัก (น้ำเวิร์ท)

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.535	0.6350
	0.658	
	0.852	
HLL	0.711	0.717
	0.614	
	0.827	
HBL	0.178	0.190
	0.180	
	0.211	
HRL	0.520	0.550
	0.572	
	0.557	
CA	0.474	0.438
	0.414	
	0.426	
HLA	0.596	0.646
	0.679	
	0.663	
HBA	0.522	0.495
	0.489	
	0.474	
HRA	0.463	0.563
	0.704	
	0.523	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 2.2 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 2 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.676	0.693
	0.739	
	0.665	
HLL	0.998	0.790
	0.742	
	0.630	
HBL	0.307	0.285
	0.260	
	0.288	
HRL	0.585	0.664
	0.644	
	0.764	
CA	0.548	0.484
	0.403	
	0.469	
HLA	0.434	0.494
	0.516	
	0.531	
HBA	0.422	0.478
	0.471	
	0.541	
HRA	0.457	0.480
	0.441	
	0.541	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 2.3 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 4 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.515	0.478
	0.452	
	0.468	
HLL	0.612	0.553
	0.513	
	0.534	
HBL	0.482	0.432
	0.404	
	0.411	
HRL	0.497	0.537
	0.570	
	0.544	
CA	0.508	0.587
	0.643	
	0.609	
HLA	0.552	0.678
	0.796	
	0.685	
HBA	0.199	0.242
	0.256	
	0.270	
HRA	0.680	0.687
	0.643	
	0.739	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 2.4 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 6 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.639	0.642
	0.638	
	0.649	
HLL	0.454	0.599
	0.713	
	0.631	
HBL	0.190	0.263
	0.250	
	0.350	
HRL	0.684	0.667
	0.727	
	0.589	
CA	0.483	0.454
	0.446	
	0.434	
HLA	0.443	0.521
	0.577	
	0.543	
HBA	0.368	0.335
	0.244	
	0.392	
HRA	0.457	0.464
	0.516	
	0.418	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 2.5 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 8 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.518	0.530
	0.532	
	0.541	
HLL	0.539	0.598
	0.597	
	0.658	
HBL	0.182	0.254
	0.231	
	0.350	
HRL	0.706	0.675
	0.664	
	0.656	
CA	0.437	0.415
	0.451	
	0.357	
HLA	0.469	0.497
	0.503	
	0.518	
HBA	0.440	0.442
	0.417	
	0.469	
HRA	0.456	0.503
	0.444	
	0.609	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

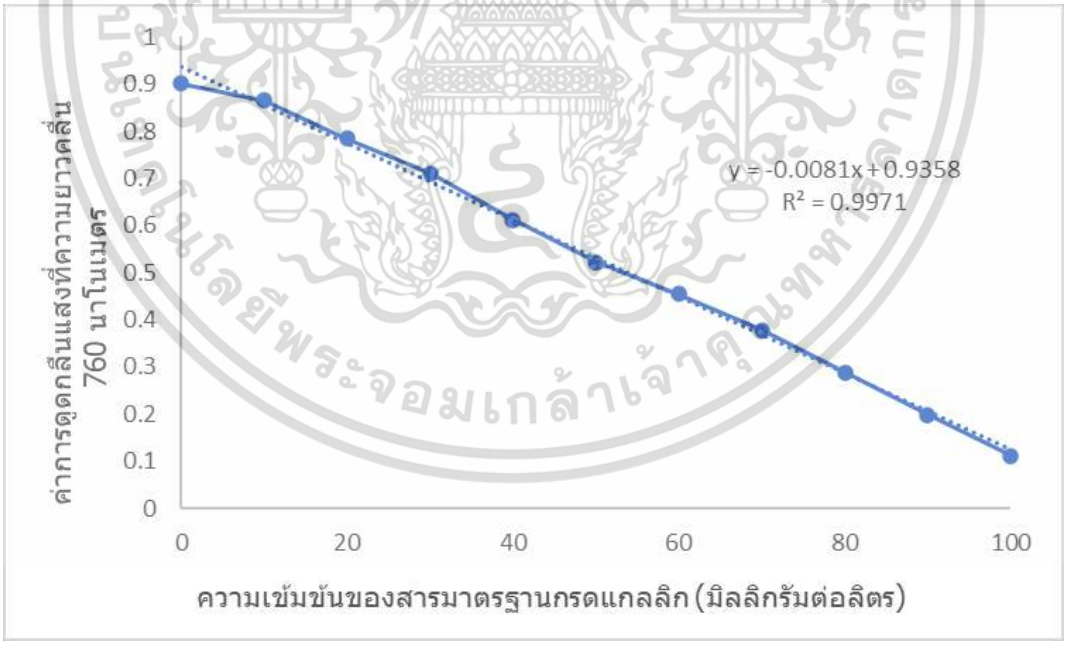
ตารางภาคผนวก ง ที่ 2.5 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 10 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.528	0.523
	0.514	
	0.526	
HLL	0.687	0.712
	0.737	
	0.711	
HBL	0.297	0.268
	0.273	
	0.233	
HRL	0.586	0.586
	0.615	
	0.558	
CA	0.444	0.442
	0.419	
	0.464	
HLA	0.457	0.458
	0.432	
	0.486	
HBA	0.452	0.426
	0.460	
	0.365	
HRA	0.446	0.403
	0.441	
	0.323	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 2.6 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ของสารละลายกรดแกลลิกที่ค่าความเข้มข้นต่างที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ

ค่าความเข้มข้น (mg/L)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร			ค่าเฉลี่ย
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
0	0.903	0.904	0.900	0.902
10	0.863	0.864	0.868	0.865
20	0.785	0.783	0.786	0.785
30	0.710	0.711	0.712	0.711
40	0.610	0.613	0.612	0.612
50	0.523	0.522	0.521	0.522
60	0.456	0.455	0.454	0.455
70	0.377	0.378	0.378	0.378
80	0.287	0.288	0.288	0.288
90	0.199	0.198	0.196	0.198
100	0.113	0.111	0.112	0.112



รูปภาคผนวก ง ที่ 2.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ข้อมูลผลการทดลองเพื่อศึกษาการวิเคราะห์กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) assay

ตารางภาคผนวก ง ที่ 3.1 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาก่อนหมัก (น้ำเวิร์ท)

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.231	0.265
	0.261	
	0.304	
HLL	0.226	0.248
	0.251	
	0.266	
HBL	0.347	0.396
	0.454	
	0.388	
HRL	0.203	0.238
	0.227	
	0.284	
CA	0.176	0.221
	0.238	
	0.248	
HLA	0.204	0.213
	0.216	
	0.219	
HBA	0.195	0.207
	0.219	
	0.206	
HRA	0.242	0.248
	0.256	
	0.246	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 3.2 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 2 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.366	0.336
	0.320	
	0.322	
HLL	0.303	0.354
	0.399	
	0.361	
HBL	0.474	0.459
	0.448	
	0.455	
HRL	0.361	0.358
	0.363	
	0.350	
CA	0.248	0.284
	0.300	
	0.305	
HLA	0.348	0.289
	0.269	
	0.249	
HBA	0.241	0.252
	0.270	
	0.244	
HRA	0.254	0.243
	0.239	
	0.235	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 3.3 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 4 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.447	0.411
	0.373	
	0.412	
HLL	0.376	0.355
	0.340	
	0.349	
HBL	0.494	0.502
	0.504	
	0.507	
HRL	0.410	0.411
	0.398	
	0.425	
CA	0.260	0.283
	0.283	
	0.306	
HLA	0.366	0.327
	0.327	
	0.288	
HBA	0.260	0.237
	0.221	
	0.231	
HRA	0.263	0.254
	0.238	
	0.260	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 3.4 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 6 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.447	0.411
	0.373	
	0.412	
HLL	0.376	0.355
	0.340	
	0.349	
HBL	0.494	0.502
	0.504	
	0.507	
HRL	0.410	0.411
	0.398	
	0.425	
CA	0.318	0.283
	0.260	
	0.320	
HLA	0.295	0.316
	0.341	
	0.311	
HBA	0.260	0.237
	0.221	
	0.231	
HRA	0.263	0.254
	0.238	
	0.260	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 3.5 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 8 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.325	0.366
	0.418	
	0.354	
HLL	0.383	0.373
	0.393	
	0.342	
HBL	0.515	0.535
	0.542	
	0.549	
HRL	0.394	0.393
	0.429	
	0.357	
CA	0.302	0.274
	0.235	
	0.285	
HLA	0.299	0.332
	0.298	
	0.398	
HBA	0.255	0.251
	0.233	
	0.265	
HRA	0.285	0.284
	0.263	
	0.304	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 3.6 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 10 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.241	0.242
	0.240	
	0.246	
HLL	0.330	0.337
	0.376	
	0.304	
HBL	0.247	0.253
	0.252	
	0.260	
HRL	0.334	0.301
	0.285	
	0.284	
CA	0.364	0.402
	0.404	
	0.438	
HLA	0.376	0.416
	0.383	
	0.490	
HBA	0.528	0.550
	0.564	
	0.557	
HRA	0.412	0.424
	0.429	
	0.430	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 3.6 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ของสารละลายกรดแอสคอร์บิก ที่ค่าความเข้มข้นต่างที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ

ค่าความเข้มข้น (mg/L)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร			ค่าเฉลี่ย
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
0	0.723	0.720	0.722	0.722
10	0.698	0.701	0.699	0.699
20	0.622	0.623	0.622	0.622
30	0.552	0.521	0.534	0.536
40	0.500	0.499	0.501	0.500
50	0.415	0.416	0.418	0.416
60	0.356	0.358	0.359	0.358
70	0.287	0.286	0.238	0.270
80	0.231	0.193	0.187	0.204
90	0.103	0.102	0.103	0.103
100	0.021	0.020	0.020	0.020

ตัวอย่างการคำนวณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มเบียร์เทียบเท่าสารละลายกรดแอสคอร์บิกจากสมการ

$$\text{ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH (\%)} = \frac{A\ control - A\ sample}{A\ control} \times 100$$

ให้ A control คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวควบคุม

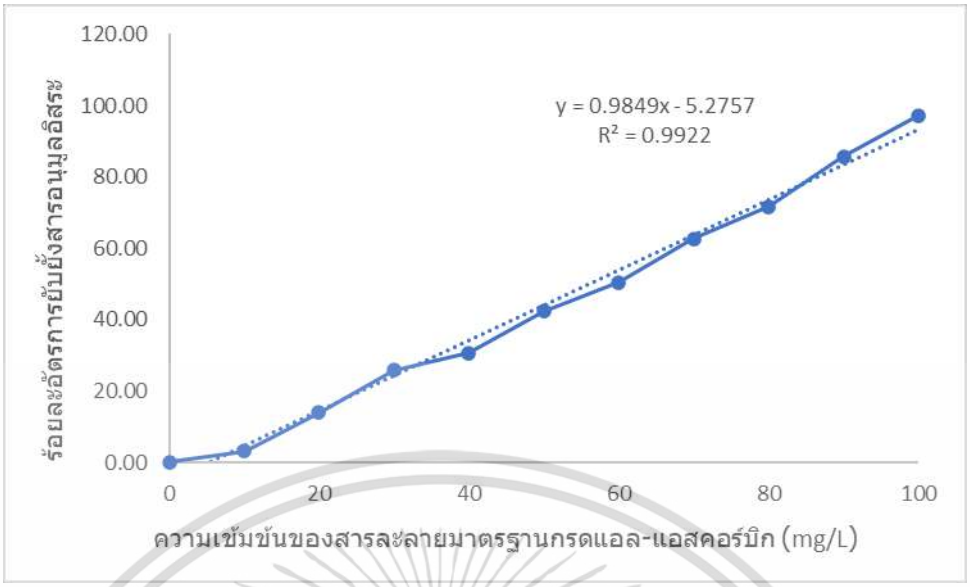
ให้ A sample คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

$$\text{ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH (\%)} = \frac{0.807 - 0.020}{0.807} \times 100$$

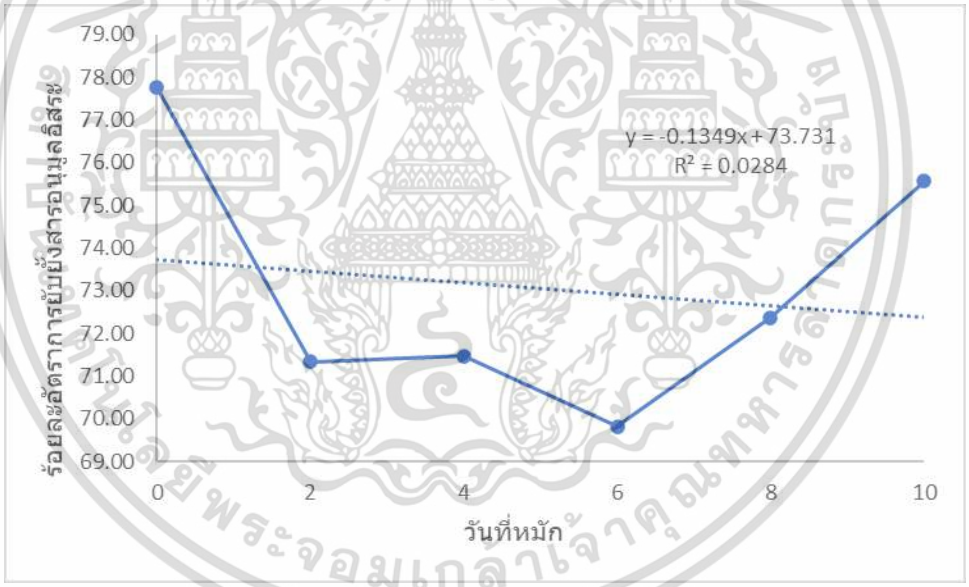
$$= 97.48$$

ดังนั้น เครื่องดื่มเบียร์มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ที่ 97.48 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

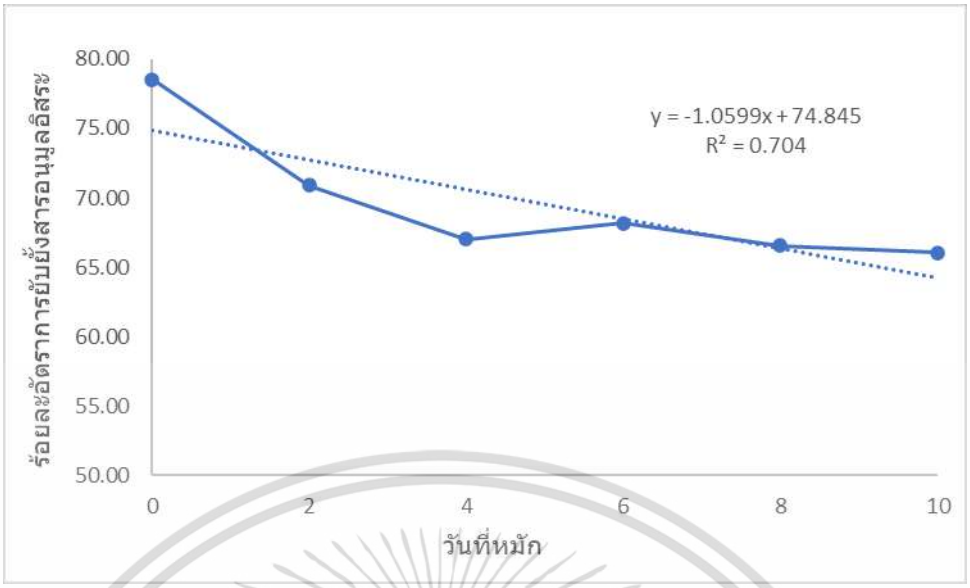


รูปภาคผนวก ง ที่ 3.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

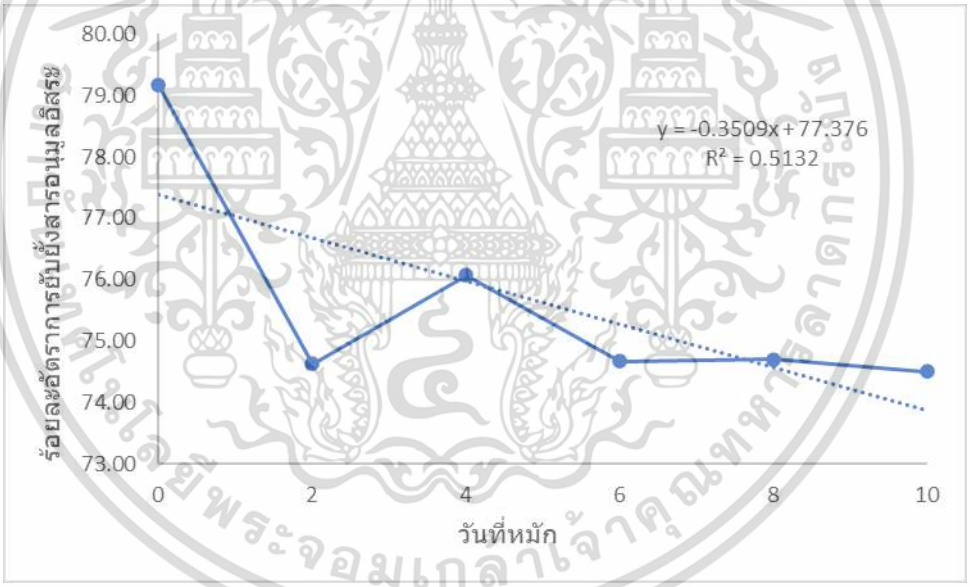


รูปภาคผนวก ง ที่ 3.2 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์เอลสูตรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

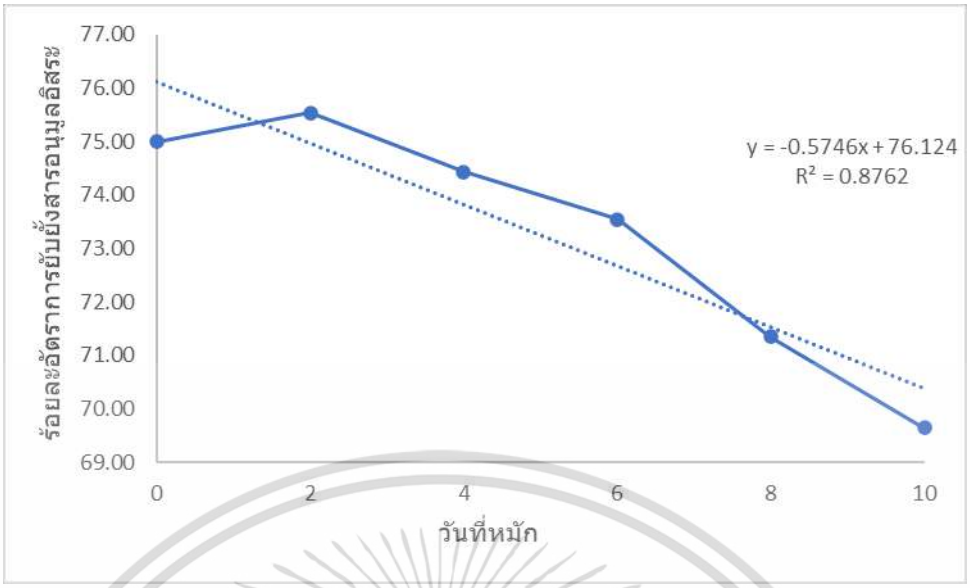


รูปภาคผนวก ง ที่ 3.3 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัม/ลิตร

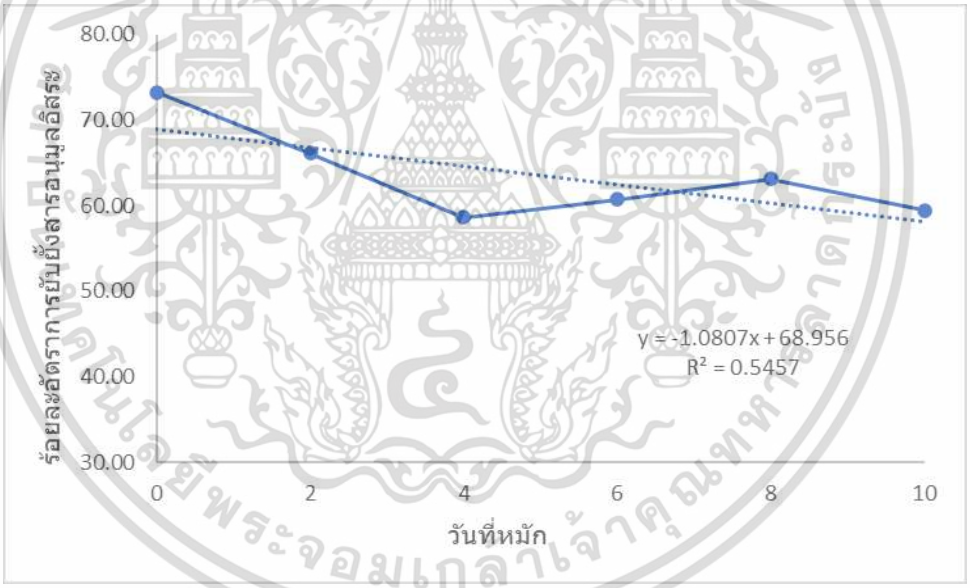


รูปภาคผนวก ง ที่ 3.4 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัม/ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

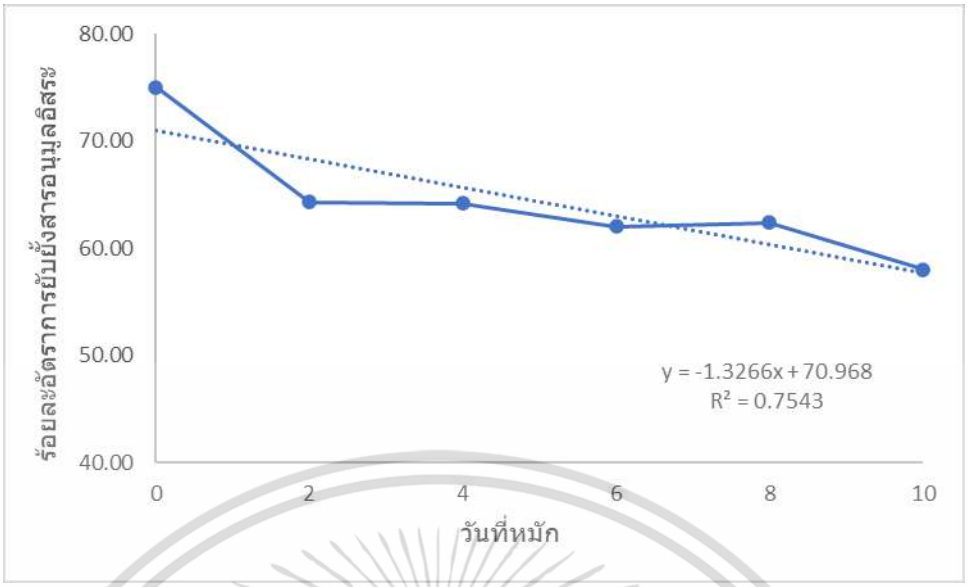


รูปภาคผนวก ง ที่ 3.5 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัม/ลิตร

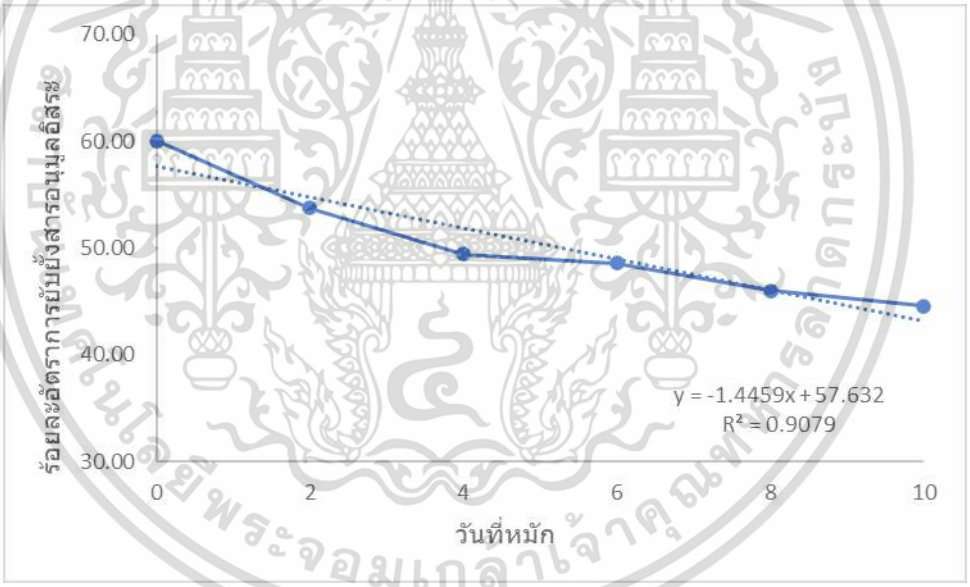


รูปภาคผนวก ง ที่ 3.6 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

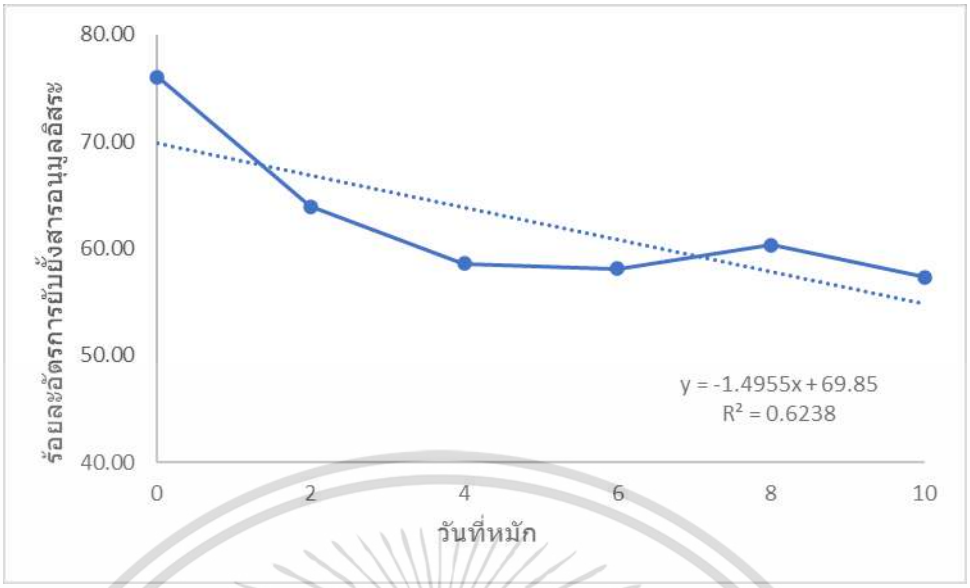


รูปภาคผนวก ง ที่ 3.7 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3กรัม/ลิตร



รูปภาคผนวก ง ที่ 3.8 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัม/ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวก ง ที่ 3.8 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัม/ลิตร

ตัวอย่างการคำนวณค่า IC50 ในตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์

แทนในสมการ $y = mx+b$

ให้ y คือ ความเข้มข้นที่ 50

ให้ x คือ ค่าความเข้มข้นของสารที่ออกฤทธิ์ยับยั้งได้ 50%

ให้ m คือ slope

ให้ b คือ intercept

จากสมการ $y = 0.5514x + 40.11$

แทนค่า $x = \frac{(50 - 40.11)}{0.5514}$

$= 17.94$ มิลลิกรัมต่อลิตร

ดังนั้น ตัวอย่างเบียร์มีค่าความเข้มข้นของสารที่ออกฤทธิ์ยับยั้งได้ 50% เท่ากับ 90.41 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ข้อมูลผลการทดลองเพื่อศึกษาการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS

ตารางภาคผนวก ง ที่ 4.1 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาก่อนหมัก (น้ำเวิร์ท)

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.423	0.420
	0.427	
	0.410	
HLL	0.324	0.361
	0.394	
	0.369	
HBL	0.485	0.514
	0.545	
	0.511	
HRL	0.371	0.383
	0.386	
	0.393	
CA	0.240	0.253
	0.258	
	0.260	
HLA	0.383	0.408
	0.422	
	0.418	
HBA	0.233	0.278
	0.267	
	0.334	
HRA	0.276	0.199
	0.280	
	0.316	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 4.2 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 2 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.507	0.473
	0.454	
	0.456	
HLL	0.458	0.467
	0.456	
	0.486	
HBL	0.537	0.550
	0.563	
	0.550	
HRL	0.407	0.430
	0.466	
	0.418	
CA	0.290	0.366
	0.465	
	0.344	
HLA	0.358	0.335
	0.308	
	0.338	
HBA	0.410	0.416
	0.436	
	0.402	
HRA	0.307	0.310
	0.334	
	0.289	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 4.3 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 4 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.436	0.469
	0.474	
	0.497	
HLL	0.458	0.469
	0.472	
	0.476	
HBL	0.531	0.562
	0.590	
	0.565	
HRL	0.400	0.435
	0.448	
	0.458	
CA	0.405	0.365
	0.296	
	0.393	
HLA	0.393	0.380
	0.380	
	0.367	
HBA	0.377	0.407
	0.408	
	0.437	
HRA	0.363	0.331
	0.282	
	0.349	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 4.4 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 6 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.489	0.486
	0.465	
	0.505	
HLL	0.482	0.487
	0.522	
	0.457	
HBL	0.549	0.559
	0.556	
	0.572	
HRL	0.417	0.447
	0.461	
	0.464	
CA	0.389	0.370
	0.350	
	0.371	
HLA	0.357	0.394
	0.444	
	0.382	
HBA	0.347	0.399
	0.401	
	0.449	
HRA	0.392	0.398
	0.381	
	0.420	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 4.5 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 8 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.487	0.493
	0.479	
	0.514	
HLL	0.468	0.479
	0.499	
	0.470	
HBL	0.601	0.582
	0.567	
	0.578	
HRL	0.401	0.440
	0.457	
	0.463	
CA	0.379	0.356
	0.359	
	0.331	
HLA	0.326	0.334
	0.347	
	0.330	
HBA	0.422	0.410
	0.395	
	0.412	
HRA	0.357	0.389
	0.433	
	0.378	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 4.6 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 8 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 10 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
CL	0.475	0.488
	0.492	
	0.497	
HLL	0.467	0.486
	0.487	
	0.503	
HBL	0.555	0.580
	0.572	
	0.612	
HRL	0.429	0.425
	0.423	
	0.424	
CA	0.340	0.354
	0.383	
	0.340	
HLA	0.316	0.323
	0.317	
	0.336	
HBA	0.453	0.406
	0.413	
	0.353	
HRA	0.259	0.345
	0.389	
	0.388	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 4.6 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ของสารละลายกรดแอสคอร์บิก ที่ค่าความเข้มข้นต่างที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ

ค่าความเข้มข้น (mg/L)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร			ค่าเฉลี่ย
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
0	0.704	0.703	0.702	0.703
10	0.648	0.644	0.646	0.646
20	0.599	0.598	0.597	0.598
30	0.524	0.524	0.522	0.523
40	0.461	0.462	0.463	0.462
50	0.406	0.405	0.404	0.405
60	0.326	0.325	0.324	0.325
70	0.287	0.231	0.286	0.268
80	0.231	0.187	0.193	0.204
90	0.144	0.142	0.143	0.143
100	0.060	0.061	0.062	0.061

ตัวอย่างการคำนวณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มเบียร์เทียบเท่าสารละลายกรดแอสคอร์บิกจากสมการ

$$\text{ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS (\%)} = \frac{A\ control - A\ sample}{A\ control} \times 100$$

ให้ A control คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวควบคุม

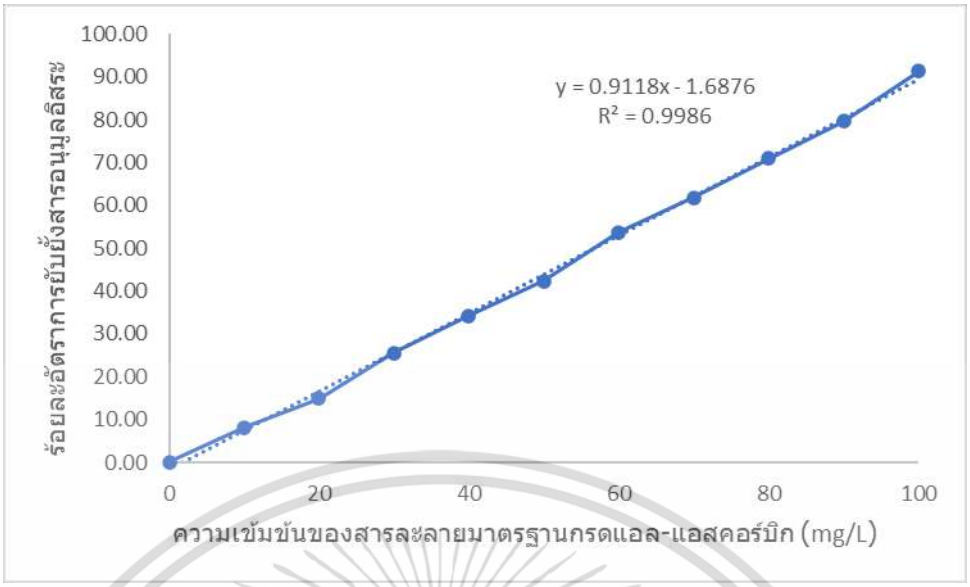
ให้ A sample คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

$$\text{ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS (\%)} = \frac{0.807 - 0.061}{0.807} \times 100$$

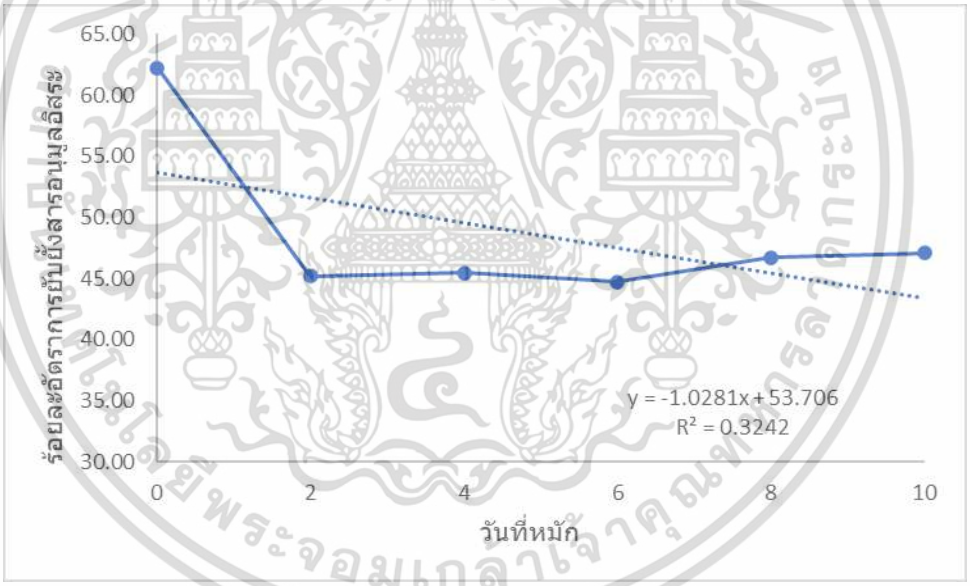
$$= 92.44$$

ดังนั้น เครื่องดื่มเบียร์มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS ที่ 92.44 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

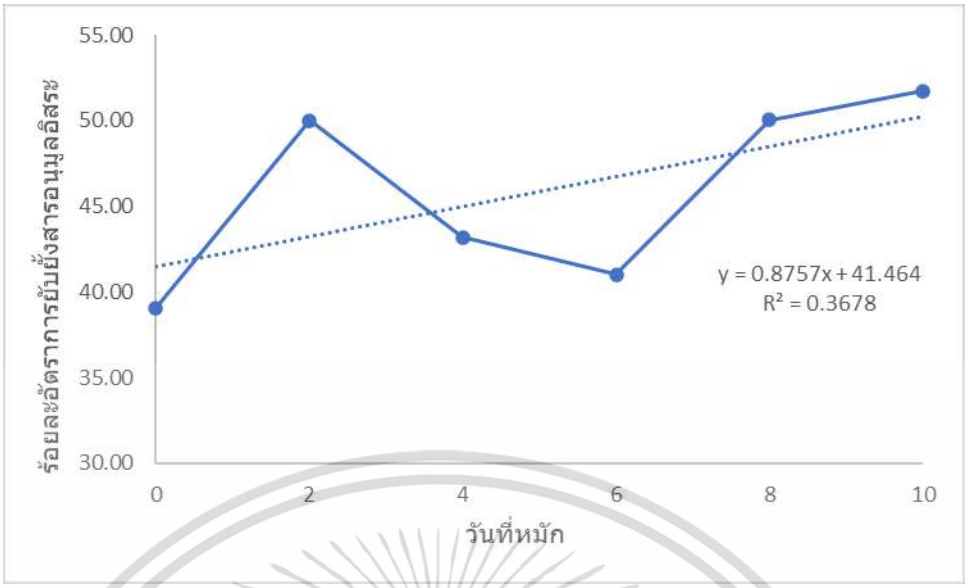


รูปภาคผนวก ง ที่ 4.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

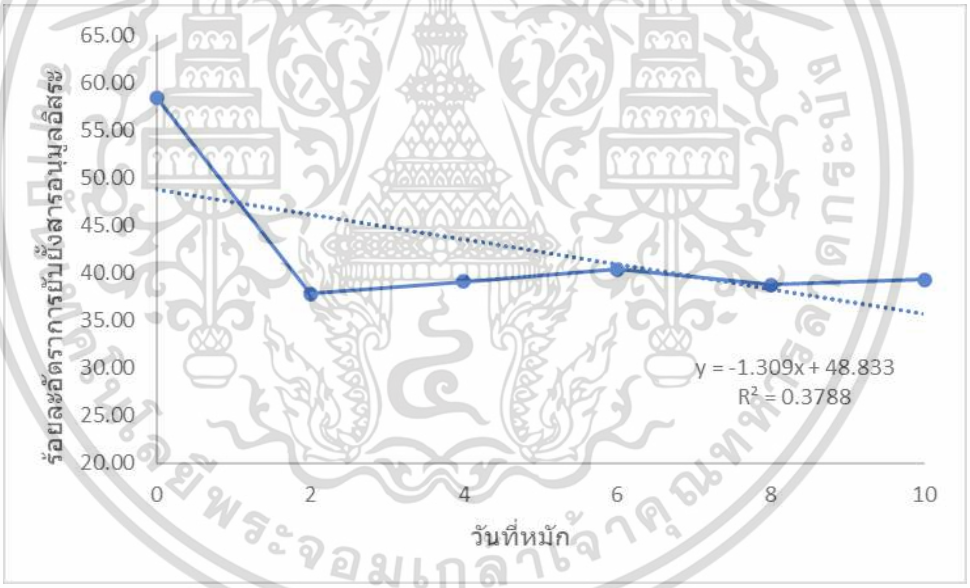


รูปภาคผนวก ง ที่ 4.2 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์เอลสูตรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

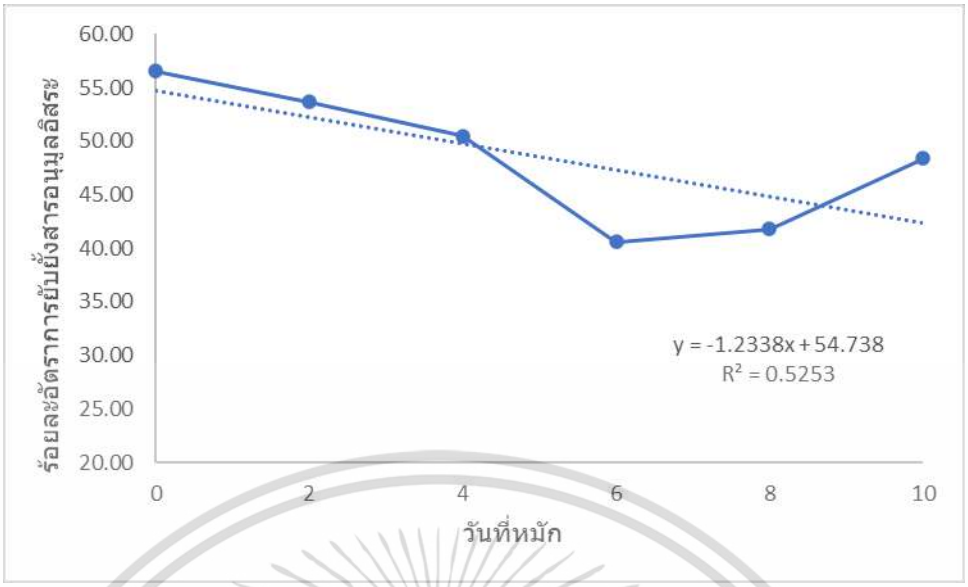


รูปภาคผนวก ง ที่ 4.3 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์เอลสูตรใบกัญชง 3 กรัม/ลิตร

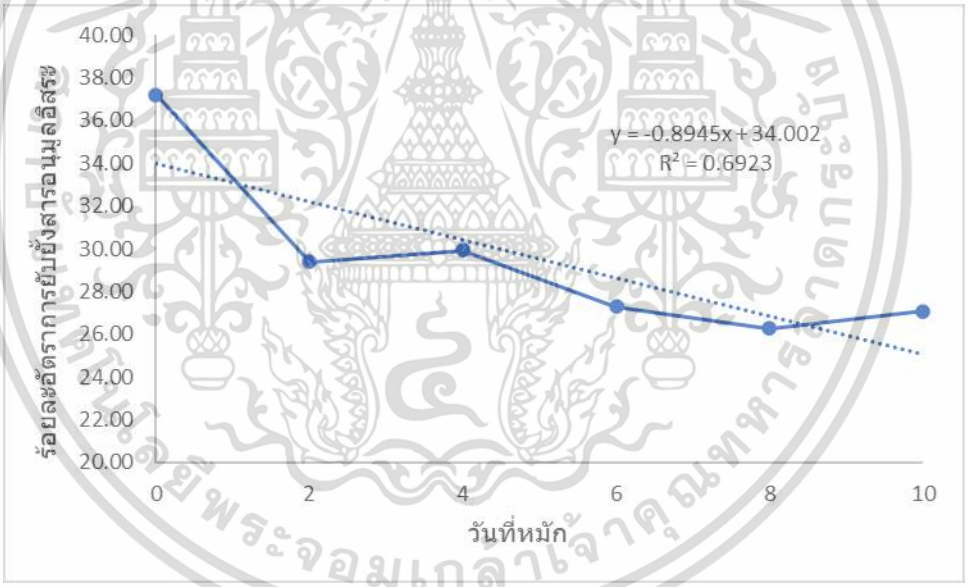


รูปภาคผนวก ง ที่ 4.4 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์เอลสูตรกิ่งกัญชง 3 กรัม/ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

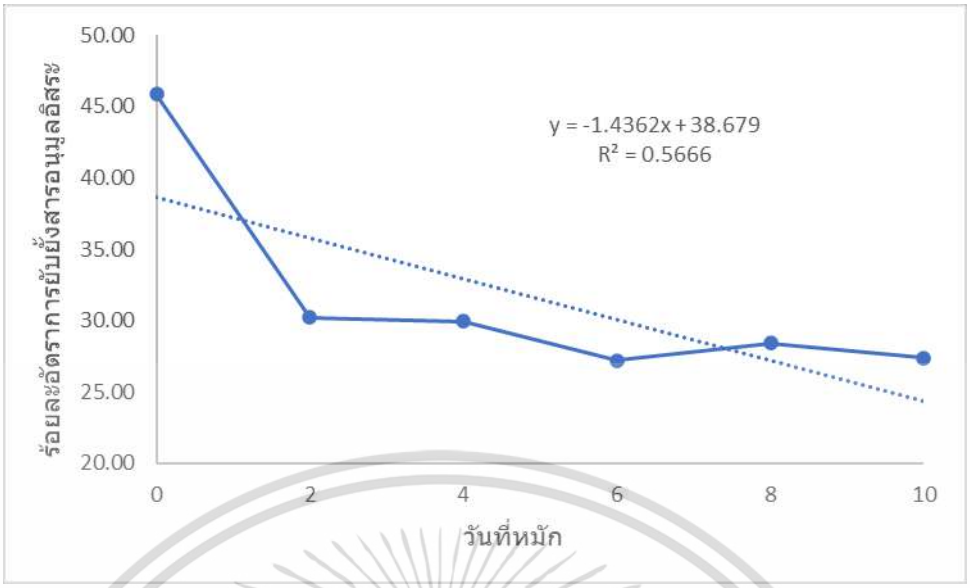


รูปภาคผนวก ง ที่ 4.5 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์เอลสูตรรากกัญชง 3 กรัม/ลิตร

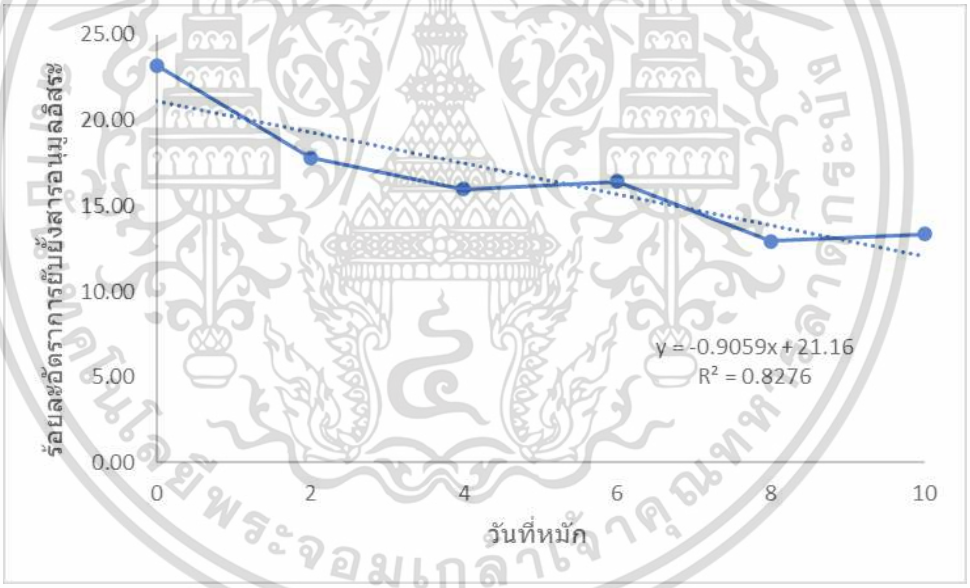


รูปภาคผนวก ง ที่ 4.6 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

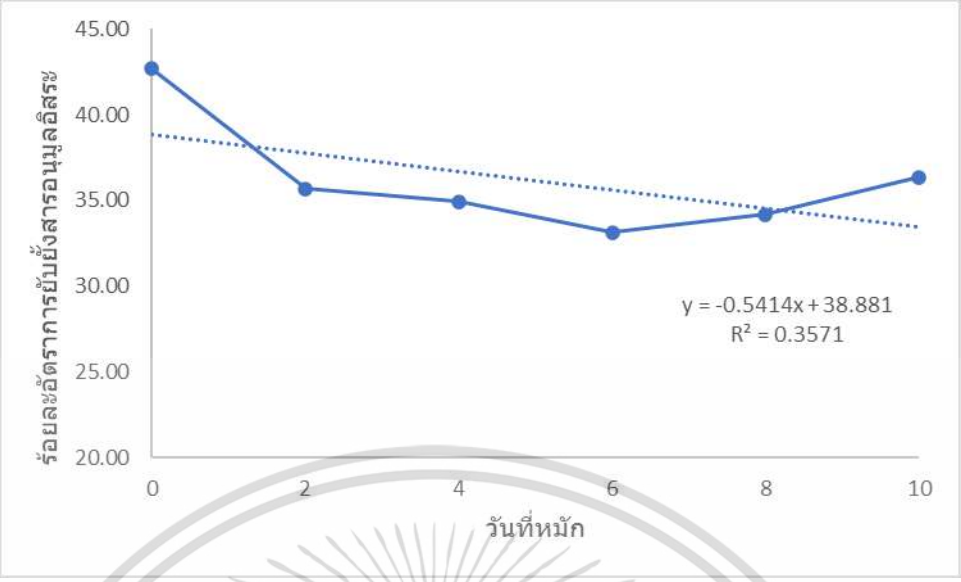


รูปภาคผนวก ง ที่ 4.7 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัม/ลิตร



รูปภาคผนวก ง ที่ 4.8 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัม/ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวก ก ที่ 4.9 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3กรัม/ลิตร

ตัวอย่างการคำนวณค่า IC50 ในตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์

แทนในสมการ $y = mx+b$

ให้ y คือ ความเข้มข้นที่ 50

ให้ x คือ ค่าความเข้มข้นของสารที่ออกฤทธิ์ยับยั้งได้ 50%

ให้ m คือ slope

ให้ b คือ intercept

จากสมการ $y = 0.4069x + 40.768$

แทนค่า $x = \frac{(50 - 40.768)}{0.4069}$

$= 22.68$ มิลลิกรัมต่อลิตร

ดังนั้น ตัวอย่างรูทเบียร์มีค่าความเข้มข้นของสารที่ออกฤทธิ์ยับยั้งได้ 50%
เท่ากับ 1.216 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ค่าความถ่วงจำเพาะที่วัดโดยใช้ Hydrometer ของเบียร์ 8 สูตร ระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่าง ๆ จนครบ 10 วัน เพื่อนำมาคำนวณปริมาณแอลกอฮอล์

วันที่หมัก / ตัวอย่าง	ค่าความถ่วงจำเพาะ					
	0	2	4	6	8	10
CA	1.084	1.052	1.046	1.034	1.024	1.016
	1.084	1.050	1.042	1.034	1.020	1.014
	1.084	1.054	1.042	1.032	1.022	1.014
HLA	1.084	1.054	1.044	1.036	1.022	1.014
	1.084	1.056	1.046	1.034	1.022	1.016
	1.084	1.052	1.048	1.034	1.024	1.014
HBA	1.084	1.058	1.046	1.032	1.024	1.016
	1.084	1.056	1.046	1.036	1.022	1.018
	1.084	1.054	1.042	1.036	1.024	1.016
HRA	1.084	1.056	1.046	1.032	1.028	1.018
	1.084	1.052	1.046	1.036	1.024	1.016
	1.084	1.052	1.044	1.036	1.026	1.014
CL	1.084	1.062	1.054	1.046	1.032	1.024
	1.084	1.060	1.054	1.046	1.032	1.026
	1.084	1.060	1.056	1.044	1.030	1.026
HLL	1.084	1.066	1.058	1.042	1.032	1.024
	1.084	1.068	1.056	1.044	1.034	1.022
	1.084	1.064	1.056	1.044	1.032	1.026
HBL	1.084	1.066	1.052	1.044	1.034	1.026
	1.084	1.062	1.054	1.044	1.038	1.026
	1.084	1.062	1.058	1.046	1.036	1.024
HRL	1.084	1.064	1.052	1.046	1.032	1.028
	1.084	1.064	1.054	1.044	1.032	1.024
	1.084	1.062	1.054	1.046	1.036	1.026

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
เกณฑ์การทดสอบตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์

1. หลักเกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การตัดสิน

1.1 คุณลักษณะทางกายภาพ

1.1.1 สีผลิตภัณฑ์

มีสีเป็นไปตามธรรมชาติของมอลต์ที่ใช้วัตถุดิบ

1.1.2 กลิ่นผลิตภัณฑ์

มีกลิ่นของฮอปส์, ยีสต์, มอลต์ และกัญชงที่นำมาผลิตเครื่องดื่มเบียร์ และไม่มีกลิ่นอื่น ๆ ที่ไม่พึงประสงค์ปรากฏเด่นชัด

1.1.3 รสชาติผลิตภัณฑ์ (ความขม)

มีความขมจากฮอปส์ที่ใส่ลงไป รวมถึงความขมที่เกิดจากแอลกอฮอล์

1.1.4 รสชาติผลิตภัณฑ์ (ในภาพรวม)

มีความเป็นกรด หวาน ฝาด เผื่อน ขม และกลมกล่อม ตามธรรมชาติของวัตถุดิบที่ใช้ทำ

1.1.5 ความชอบโดยรวม

ความชอบทั้งหมดทั้งในด้าน สี, กลิ่น, รสชาติผลิตภัณฑ์ในด้านความขม รวมถึงรสชาติผลิตภัณฑ์ในภาพรวม

1.2. สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่วัตถุดิบที่ใช้ทำ

1.3. ความเสถียร

ต้องไม่ปรากฏฟองในภาชนะบรรจุอันเนื่องมาจากการหมัก

1.4. การใส่ภาชนะบรรจุ

ให้บรรจุเครื่องดื่มเบียร์ในภาชนะบรรจุที่เหมาะสม สะอาด แห้งปิดได้สนิทและไม่ทำปฏิกิริยากับเครื่องดื่มที่บรรจุอยู่ที่บรรจุอยู่

2. การทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ

ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน และแต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยใช้ระบบ 9-point hedonic scale

3. สุขลักษณะ

3.1 สถานที่ตั้งและอาคารผลิต

3.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง ควรอยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้เครื่องดื่มที่ผลิตเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะ และสกปรก

3.1.1.2 ควรอยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่นมากผิดปกติ

3.1.1.3 ไม่ควรอยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น สถานที่ทิ้งสิ่งปฏิกูล

3.1.2 อาคารผลิตมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน

3.1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารสถานที่ผลิต ควรก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาดและซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

3.1.2.2 ควรแยกบริเวณผลิตเครื่องดื่มออกเป็นสัดส่วน ไม่ควรอยู่ใกล้ห้องสุขาไม่ควรมีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตอยู่ในบริเวณผลิต

3.1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงาน ควรมีบริเวณเพียงพอ แสงสว่าง และการระบายอากาศที่เหมาะสม

3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการผลิต

3.2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการผลิตที่สัมผัสกับเครื่องดื่ม ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ไม่กัดกร่อนหรือทำปฏิกิริยากับเครื่องดื่ม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

3.2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้สะอาด ด และเหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

3.3 การควบคุมกระบวนการผลิต

3.3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการผลิตเครื่องดื่ม สะอาด มีคุณภาพดีมีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

3.3.2 น้ำที่ใช้ในการผลิต สะอาด มีคุณภาพดีให้ผ่านการต้มหรือกรองก่อนนำมาใช้ในการผลิตเครื่องดื่ม

3.3.3 การผลิต การเก็บรักษา ขนย้าย และขนส่งเครื่องดื่ม มีการป้องกันการปนเปื้อน และการเสื่อมเสียของเครื่องดื่ม

3.4 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

3.4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์และมือผู้ผลิตเครื่องดื่มเป็นน้ำสะอาด และมีปริมาณเพียงพอ

3.4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่น ไม่ให้เข้าในบริเวณผลิตตามความเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่เครื่องดื่ม

3.4.4 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ควรใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ผลิตเครื่องดื่ม เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่เครื่องดื่ม

3.5 บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน

ผู้ทำเครื่องดื่มทุกคนต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดีเช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้ส้นผมหล่นลงในอาหาร ไม่ไว้เล็บยาว และล้างมือให้สะอาดก่อนสัมผัสเครื่องดื่มทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบ 30 คน

แบบบันทึกการให้คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์เบียร์เอลและลาเกอร์
ที่เสริมด้วยพืชสมุนไพรกัญชง

วันที่.....อายุผู้ทดสอบ..... .....ปี

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่นำเสนอ แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดให้

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

และกรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่างทุกครั้ง

คุณลักษณะ	**รหัส**							
	401	402	403	404	405	406	407	408
สีผลิตภัณฑ์								
กลิ่นผลิตภัณฑ์								
รสชาติผลิตภัณฑ์ (ความขม)								
รสชาติผลิตภัณฑ์ (ในภาพรวม)								
ความชอบโดยรวม								

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การให้คะแนนความชอบเบียร์เอลและลาเกอร์ที่เสริมด้วยพืชสมุนไพรกัญชง

โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

ตารางภาคผนวก ฉ ที่ 1 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบหลังทดสอบชิมตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์เอล สูตรควบคุม

ผู้ทดสอบ	คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์				
	สี	กลิ่น	ความขม	รสชาติโดยรวม	ความชอบโดยรวม
1	5	6	6	5	5
2	3	7	3	4	4
3	8	6	7	7	8
4	5	6	5	6	6
5	8	9	5	6	7
6	6	5	3	3	4
7	3	6	7	6	5
8	8	8	6	6	6
9	3	7	5	5	6
10	7	8	5	6	7
11	8	9	7	8	9
12	7	8	5	7	5
13	5	7	6	7	7
14	9	9	2	2	5
15	7	7	8	9	9
16	5	6	5	6	6
17	8	8	7	8	8
18	7	5	6	7	7
19	7	6	6	5	6
20	7	7	5	6	6
21	7	7	4	6	6
22	8	7	7	8	8
23	9	8	5	5	6
24	8	3	3	5	5
25	8	6	9	8	9
26	8	3	3	5	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

27	9	8	5	5	6
28	7	7	4	6	6
29	7	7	5	6	6
30	7	6	6	5	6
เฉลี่ย	6.80	6.90	5.70	6.23	6.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ฉ ที่ 2 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบหลังทดสอบชิมตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์เอล สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร

ผู้ทดสอบ	คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์				
	สี	กลิ่น	ความขม	รสชาติโดยรวม	ความชอบโดยรวม
1	7	5	6	6	7
2	7	6	6	6	6
3	6	6	5	5	5
4	9	9	6	6	6
5	6	6	4	5	4
6	9	9	8	9	9
7	8	8	7	8	8
8	7	7	5	6	6
9	9	9	6	9	9
10	7	6	7	6	7
11	8	3	5	8	8
12	9	9	5	7	7
13	5	5	6	7	7
14	8	5	7	8	6
15	8	4	6	7	4
16	9	9	5	6	7
17	4	1	5	5	4
18	8	7	7	7	7
19	4	6	6	5	5
20	6	3	3	3	4
21	8	5	6	6	6
22	7	6	7	6	7
23	8	7	6	8	8
24	3	4	3	3	3
25	7	8	7	8	8
26	7	6	6	6	6
27	7	5	6	6	7
28	6	6	4	5	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29	9	9	6	6	6
30	6	6	5	5	5
เฉลี่ย	7.07	6.03	5.93	6.37	6.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ฉ ที่ 3 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบหลังทดสอบชิมตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์เอล สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร

ผู้ทดสอบ	คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์				
	สี	กลิ่น	ความขม	รสชาติโดยรวม	ความชอบโดยรวม
1	6	7	6	5	5
2	9	7	9	6	7
3	8	6	5	6	6
4	7	7	7	7	7
5	7	7	6	6	6
6	5	6	4	5	4
7	3	5	3	3	3
8	8	7	6	7	7
9	7	7	6	6	6
10	8	9	6	6	7
11	6	3	2	3	4
12	4	6	6	8	6
13	8	5	8	7	7
14	3	6	6	6	3
15	7	8	5	6	7
16	7	3	3	6	7
17	5	7	6	6	5
18	5	5	7	7	7
19	8	9	5	5	5
20	7	8	6	7	8
21	7	7	6	6	6
22	8	8	6	8	8
23	8	6	5	6	6
24	8	8	7	8	8
25	8	5	6	6	6
26	7	7	6	6	6
27	9	7	9	6	7
28	6	7	6	5	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29	7	7	6	7	7
30	8	6	5	6	7
เฉลี่ย	6.73	6.70	6.10	6.17	6.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ฉ ที่ 4 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบหลังทดสอบชิมตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์เอล สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร

ผู้ทดสอบ	คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์				
	สี	กลิ่น	ความขม	รสชาติโดยรวม	ความชอบโดยรวม
1	9	8	2	2	3
2	7	5	5	5	5
3	6	5	5	5	5
4	9	9	9	6	7
5	7	6	6	6	6
6	8	6	3	3	4
7	7	8	7	8	8
8	7	5	5	5	5
9	8	7	7	8	7
10	7	5	5	6	6
11	7	7	6	7	8
12	9	9	9	9	9
13	5	5	8	7	7
14	6	6	5	7	4
15	8	7	6	7	6
16	7	8	5	6	7
17	2	1	3	4	2
18	8	4	7	7	7
19	5	6	5	6	7
20	6	3	1	1	3
21	8	9	6	7	7
22	7	5	5	6	6
23	8	7	5	7	7
24	3	4	3	3	3
25	5	5	4	5	5
26	9	8	2	3	3
27	7	7	6	6	6
28	6	6	5	5	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29	8	5	6	7	7
30	9	9	9	7	7
เฉลี่ย	6.77	6.07	5.50	5.93	5.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ฉ ที่ 5 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบหลังทดสอบชิมตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ลาเกอร์สูตรควบคุม

ผู้ทดสอบ	คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์				
	สี	กลิ่น	ความขม	รสชาติโดยรวม	ความชอบโดยรวม
1	9	7	7	8	5
2	8	5	6	7	7
3	5	5	6	6	6
4	8	7	7	7	7
5	5	7	8	7	7
6	5	4	7	7	6
7	6	5	6	6	6
8	6	6	5	7	7
9	6	7	7	7	7
10	7	6	4	5	5
11	5	5	6	6	6
12	8	7	8	6	8
13	7	6	5	6	4
14	6	5	5	5	5
15	7	8	7	7	7
16	6	4	8	7	7
17	1	7	3	2	5
18	6	7	6	7	7
19	7	5	7	7	7
20	6	5	6	7	7
21	6	7	7	7	7
22	7	6	8	8	8
23	6	5	6	5	5
24	5	8	6	7	7
25	6	5	9	9	9
26	8	6	7	7	7
27	5	5	6	6	5
28	9	7	7	8	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29	5	7	8	7	7
30	8	5	6	7	7
เฉลี่ย	6.30	6.03	6.30	6.67	6.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ฉ ที่ 6 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบหลังทดสอบชิมตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ลาเกอร์สูตรใบกัญชง 3 กรัมต่อลิตร

ผู้ทดสอบ	คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์				
	สี	กลิ่น	ความขม	รสชาติโดยรวม	ความชอบโดยรวม
1	8	6	7	7	7
2	8	8	4	5	6
3	3	7	7	8	5
4	5	7	6	7	7
5	8	6	7	7	7
6	6	7	8	9	8
7	5	8	4	7	7
8	6	6	6	6	6
9	7	7	9	9	9
10	6	6	8	7	8
11	6	6	6	6	6
12	8	9	8	7	7
13	6	7	7	7	7
14	3	7	2	3	6
15	7	8	8	8	8
16	7	8	8	8	8
17	5	5	5	6	6
18	7	6	5	6	4
19	8	9	9	7	8
20	6	4	5	5	5
21	7	6	7	8	8
22	6	6	8	7	8
23	7	6	6	7	7
24	6	6	6	6	6
25	5	5	6	6	5
26	5	7	6	7	7
27	8	8	4	5	6
28	8	6	7	7	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29	8	6	7	7	7
30	3	7	7	8	5
เฉลี่ย	6.40	6.43	6.50	6.83	6.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ฉ ที่ 7 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบหลังทดสอบชิมตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ลาเกอร์สูตรกิ่งกัญชง 3 กรัมต่อลิตร

ผู้ทดสอบ	คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์				
	สี	กลิ่น	ความขม	รสชาติโดยรวม	ความชอบโดยรวม
1	8	7	9	8	6
2	8	7	7	7	7
3	8	6	8	7	8
4	7	6	6	6	6
5	5	6	7	7	7
6	8	8	8	7	7
7	6	6	5	5	5
8	7	7	7	7	7
9	6	7	6	6	6
10	7	9	7	7	8
11	6	5	8	8	7
12	8	9	9	8	8
13	7	7	5	6	4
14	5	2	6	6	6
15	7	8	8	7	7
16	7	5	7	7	7
17	2	4	1	4	4
18	6	7	5	6	6
19	7	8	4	4	4
20	6	5	7	7	6
21	6	7	6	6	6
22	7	8	9	9	9
23	6	5	5	5	5
24	5	8	8	7	7
25	7	8	7	7	8
26	8	6	8	7	8
27	8	7	7	7	7
28	8	7	9	8	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29	5	6	7	7	7
30	7	6	6	6	6
เฉลี่ย	6.47	6.60	6.67	6.60	6.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ฉ ที่ 8 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบหลังทดสอบชิมตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ลาเกอร์สูตรรากกัญชง 3 กรัมต่อลิตร

ผู้ทดสอบ	คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์				
	สี	กลิ่น	ความขม	รสชาติโดยรวม	ความชอบโดยรวม
1	8	8	8	8	9
2	5	5	6	7	7
3	3	7	9	8	6
4	8	7	7	7	7
5	8	6	8	8	8
6	8	7	8	7	7
7	5	8	7	7	7
8	6	6	5	5	6
9	7	7	9	8	9
10	6	7	6	6	6
11	6	7	7	6	6
12	7	9	5	5	5
13	6	7	6	6	6
14	4	5	7	4	3
15	9	9	7	9	9
16	7	8	5	7	7
17	2	3	7	8	8
18	7	6	5	6	4
19	8	9	9	7	8
20	5	5	7	7	7
21	7	6	7	7	7
22	6	7	6	6	6
23	6	7	7	8	8
24	6	7	6	6	6
25	5	6	6	7	5
26	8	6	8	8	8
27	3	7	9	8	6
28	5	5	6	7	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29	8	7	7	7	7
30	8	8	8	8	9
เฉลี่ย	6.37	6.77	6.83	6.90	6.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

การวิเคราะห์ทางสถิติ

1. การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
CA	0	3	4.0733	.00577	.00333	4.0590	4.0877	4.07	4.08
	2	3	3.4200	.02000	.01155	3.3703	3.4697	3.40	3.44
	4	3	3.3667	.01155	.00667	3.3380	3.3954	3.36	3.38
	6	3	3.3467	.02082	.01202	3.2950	3.3984	3.33	3.37
	8	3	3.2567	.02517	.01453	3.1942	3.3192	3.23	3.28
	10	3	3.1767	.01528	.00882	3.1387	3.2146	3.16	3.19
	Total	18	3.4400	.30287	.07139	3.2894	3.5906	3.16	4.08
HLA	0	3	4.0933	.01528	.00882	4.0554	4.1313	4.08	4.11
	2	3	3.2133	.01528	.00882	3.1754	3.2513	3.20	3.23
	4	3	3.1467	.01528	.00882	3.1087	3.1846	3.13	3.16
	6	3	3.0567	.02517	.01453	2.9942	3.1192	3.03	3.08
	8	3	2.9867	.01155	.00667	2.9580	3.0154	2.98	3.00
	10	3	2.9200	.02646	.01528	2.8543	2.9857	2.90	2.95
	Total	18	3.2361	.40710	.09595	3.0337	3.4386	2.90	4.11
HBA	0	3	4.1333	.01528	.00882	4.0954	4.1713	4.12	4.15
	2	3	3.2833	.02082	.01202	3.2316	3.3350	3.26	3.30
	4	3	3.2033	.01528	.00882	3.1654	3.2413	3.19	3.22
	6	3	3.1300	.01732	.01000	3.0870	3.1730	3.12	3.15
	8	3	3.0667	.01528	.00882	3.0287	3.1046	3.05	3.08
	10	3	2.9933	.02082	.01202	2.9416	3.0450	2.97	3.01
	Total	18	3.3017	.39467	.09303	3.1054	3.4979	2.97	4.15
HRA	0	3	4.1367	.01155	.00667	4.1080	4.1654	4.13	4.15
	2	3	3.2767	.03512	.02028	3.1894	3.3639	3.24	3.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	4	3	3.2033	.02517	.01453	3.1408	3.2658	3.18	3.23
	6	3	3.1467	.02517	.01453	3.0842	3.2092	3.12	3.17
	8	3	3.0967	.01528	.00882	3.0587	3.1346	3.08	3.11
	10	3	3.0233	.01528	.00882	2.9854	3.0613	3.01	3.04
	Total	18	3.3139	.38780	.09141	3.1210	3.5067	3.01	4.15
CL	0	3	4.1100	.01732	.01000	4.0670	4.1530	4.10	4.13
	2	3	3.4833	.03512	.02028	3.3961	3.5706	3.45	3.52
	4	3	3.3600	.03000	.01732	3.2855	3.4345	3.33	3.39
	6	3	3.2867	.01528	.00882	3.2487	3.3246	3.27	3.30
	8	3	3.1933	.01528	.00882	3.1554	3.2313	3.18	3.21
	10	3	3.1467	.03215	.01856	3.0668	3.2265	3.11	3.17
	Total	18	3.4300	.33333	.07857	3.2642	3.5958	3.11	4.13
HLL	0	3	4.1467	.02309	.01333	4.0893	4.2040	4.12	4.16
	2	3	3.3367	.02517	.01453	3.2742	3.3992	3.31	3.36
	4	3	3.2433	.02082	.01202	3.1916	3.2950	3.22	3.26
	6	3	3.1433	.01528	.00882	3.1054	3.1813	3.13	3.16
	8	3	3.0467	.02082	.01202	2.9950	3.0984	3.03	3.07
	10	3	2.9633	.02082	.01202	2.9116	3.0150	2.94	2.98
	Total	18	3.3133	.40385	.09519	3.1125	3.5142	2.94	4.16
HBL	0	3	4.1467	.01528	.00882	4.1087	4.1846	4.13	4.16
	2	3	3.3333	.03055	.01764	3.2574	3.4092	3.30	3.36
	4	3	3.2267	.01528	.00882	3.1887	3.2646	3.21	3.24
	6	3	3.1633	.01528	.00882	3.1254	3.2013	3.15	3.18
	8	3	3.0833	.01155	.00667	3.0546	3.1120	3.07	3.09
	10	3	3.0267	.02082	.01202	2.9750	3.0784	3.01	3.05
	Total	18	3.3300	.38951	.09181	3.1363	3.5237	3.01	4.16
HRL	0	3	4.1233	.01155	.00667	4.0946	4.1520	4.11	4.13
	2	3	3.3633	.03215	.01856	3.2835	3.4432	3.34	3.40
	4	3	3.2633	.01528	.00882	3.2254	3.3013	3.25	3.28
	6	3	3.1800	.02000	.01155	3.1303	3.2297	3.16	3.20
	8	3	3.1067	.03055	.01764	3.0308	3.1826	3.08	3.14
	10	3	3.0433	.03055	.01764	2.9674	3.1192	3.01	3.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Total	18	3.3467	.37344	.08802	3.1610	3.5324	3.01	4.13

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
CA	Between Groups	1.556	5	.311	1000.071	.000
	Within Groups	.004	12	.000		
	Total	1.559	17			
HLA	Between Groups	2.813	5	.563	1558.022	.000
	Within Groups	.004	12	.000		
	Total	2.817	17			
HBA	Between Groups	2.644	5	.529	1699.918	.000
	Within Groups	.004	12	.000		
	Total	2.648	17			
HRA	Between Groups	2.550	5	.510	987.262	.000
	Within Groups	.006	12	.001		
	Total	2.557	17			
CL	Between Groups	1.881	5	.376	573.844	.000
	Within Groups	.008	12	.001		
	Total	1.889	17			
HLL	Between Groups	2.767	5	.553	1229.867	.000
	Within Groups	.005	12	.000		
	Total	2.773	17			
HBL	Between Groups	2.575	5	.515	1404.436	.000
	Within Groups	.004	12	.000		
	Total	2.579	17			
HRL	Between Groups	2.363	5	.473	773.498	.000
	Within Groups	.007	12	.001		
	Total	2.371	17			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05				
pH	N	1	2	3	4	5
10	3	3.1767				
8	3		3.2567			
6	3			3.3467		
4	3			3.3667		
2	3				3.4200	
0	3					4.0733
Sig.		1.000	1.000	.190	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HLA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
pH	N	1	2	3	4	5	6
10	3	2.9200					
8	3		2.9867				
6	3			3.0567			
4	3				3.1467		
2	3					3.2133	
0	3						4.0933
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HBA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
pH	N	1	2	3	4	5	6
10	3	2.9933					
8	3		3.0667				
6	3			3.1300			
4	3				3.2033		
2	3					3.2833	
0	3						4.1333
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HRA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
pH	N	1	2	3	4	5	6
10	3	3.0233					
8	3		3.0967				
6	3			3.1467			
4	3				3.2033		
2	3					3.2767	
0	3						4.1367
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
pH	N	1	2	3	4	5	6
10	3	3.1467					
8	3		3.1933				
6	3			3.2867			
4	3				3.3600		
2	3					3.4833	
0	3						4.1100
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HLL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
pH	N	1	2	3	4	5	6
10	3	2.9633					
8	3		3.0467				
6	3			3.1433			
4	3				3.2433		
2	3					3.3367	
0	3						4.1467
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HBL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
pH	N	1	2	3	4	5	6
10	3	3.0267					
8	3		3.0833				
6	3			3.1633			
4	3				3.2267		
2	3					3.3333	
0	3						4.1467
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HRL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
pH	N	1	2	3	4	5	6
10	3	3.0433					
8	3		3.1067				
6	3			3.1800			
4	3				3.2633		
2	3					3.3633	
0	3						4.1233
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
CA	0	3	20.0000	.00000	.00000	20.0000	20.0000	20.00	20.00
	2	3	15.6667	.57735	.33333	14.2324	17.1009	15.00	16.00
	4	3	11.6667	.57735	.33333	10.2324	13.1009	11.00	12.00
	6	3	9.0000	.00000	.00000	9.0000	9.0000	9.00	9.00
	8	3	7.3333	.57735	.33333	5.8991	8.7676	7.00	8.00
	10	3	7.0000	.50000	.28868	5.7579	8.2421	6.50	7.50
	Total	18	11.7778	4.86047	1.14562	9.3607	14.1948	6.50	20.00
HLA	0	3	20.0000	.00000	.00000	20.0000	20.0000	20.00	20.00
	2	3	15.0000	1.00000	.57735	12.5159	17.4841	14.00	16.00
	4	3	11.0000	1.00000	.57735	8.5159	13.4841	10.00	12.00
	6	3	8.3333	.57735	.33333	6.8991	9.7676	8.00	9.00
	8	3	7.6667	.28868	.16667	6.9496	8.3838	7.50	8.00
	10	3	7.0000	.00000	.00000	7.0000	7.0000	7.00	7.00
	Total	18	11.5000	4.81419	1.13472	9.1060	13.8940	7.00	20.00
HBA	0	3	20.0000	.00000	.00000	20.0000	20.0000	20.00	20.00
	2	3	16.3333	.57735	.33333	14.8991	17.7676	16.00	17.00
	4	3	12.3333	.57735	.33333	10.8991	13.7676	12.00	13.00
	6	3	9.3333	.57735	.33333	7.8991	10.7676	9.00	10.00
	8	3	8.5000	.50000	.28868	7.2579	9.7421	8.00	9.00
	10	3	7.3333	.28868	.16667	6.6162	8.0504	7.00	7.50
	Total	18	12.3056	4.68458	1.10417	9.9760	14.6351	7.00	20.00
HRA	0	3	20.0000	.00000	.00000	20.0000	20.0000	20.00	20.00
	2	3	16.6667	.57735	.33333	15.2324	18.1009	16.00	17.00
	4	3	13.0000	.00000	.00000	13.0000	13.0000	13.00	13.00
	6	3	10.1667	.76376	.44096	8.2694	12.0640	9.50	11.00
	8	3	8.3333	.57735	.33333	6.8991	9.7676	8.00	9.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	10	3	7.3333	.57735	.33333	5.8991	8.7676	7.00	8.00
	Total	18	12.5833	4.68493	1.10425	10.2536	14.9131	7.00	20.00
CL	0	3	20.0000	.00000	.00000	20.0000	20.0000	20.00	20.00
	2	3	16.3333	.57735	.33333	14.8991	17.7676	16.00	17.00
	4	3	13.3333	.57735	.33333	11.8991	14.7676	13.00	14.00
	6	3	11.3333	.57735	.33333	9.8991	12.7676	11.00	12.00
	8	3	8.6667	.57735	.33333	7.2324	10.1009	8.00	9.00
	10	3	7.8333	.28868	.16667	7.1162	8.5504	7.50	8.00
	Total	18	12.9167	4.39334	1.03552	10.7319	15.1014	7.50	20.00
HLL	0	3	20.0000	.00000	.00000	20.0000	20.0000	20.00	20.00
	2	3	16.6667	.57735	.33333	15.2324	18.1009	16.00	17.00
	4	3	14.5000	.50000	.28868	13.2579	15.7421	14.00	15.00
	6	3	12.1667	.28868	.16667	11.4496	12.8838	12.00	12.50
	8	3	9.5000	.50000	.28868	8.2579	10.7421	9.00	10.00
	10	3	7.8333	.28868	.16667	7.1162	8.5504	7.50	8.00
	Total	18	13.4444	4.28022	1.00886	11.3159	15.5729	7.50	20.00
HBL	0	3	20.0000	.00000	.00000	20.0000	20.0000	20.00	20.00
	2	3	17.5000	.50000	.28868	16.2579	18.7421	17.00	18.00
	4	3	15.3333	.57735	.33333	13.8991	16.7676	15.00	16.00
	6	3	11.6667	.57735	.33333	10.2324	13.1009	11.00	12.00
	8	3	10.5000	.50000	.28868	9.2579	11.7421	10.00	11.00
	10	3	8.3333	.57735	.33333	6.8991	9.7676	8.00	9.00
	Total	18	13.8889	4.21676	.99390	11.7919	15.9858	8.00	20.00
HRL	0	3	20.0000	.00000	.00000	20.0000	20.0000	20.00	20.00
	2	3	17.0000	.00000	.00000	17.0000	17.0000	17.00	17.00
	4	3	15.0000	.00000	.00000	15.0000	15.0000	15.00	15.00
	6	3	12.3333	.57735	.33333	10.8991	13.7676	12.00	13.00
	8	3	10.1667	.28868	.16667	9.4496	10.8838	10.00	10.50
	10	3	8.5000	.50000	.28868	7.2579	9.7421	8.00	9.00
	Total	18	13.8333	4.07287	.95998	11.8079	15.8587	8.00	20.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
CA	Between Groups	399.111	5	79.822	383.147	.000
	Within Groups	2.500	12	.208		
	Total	401.611	17			
HLA	Between Groups	389.167	5	77.833	193.241	.000
	Within Groups	4.833	12	.403		
	Total	394.000	17			
HBA	Between Groups	370.403	5	74.081	333.363	.000
	Within Groups	2.667	12	.222		
	Total	373.069	17			
HRA	Between Groups	369.958	5	73.992	280.389	.000
	Within Groups	3.167	12	.264		
	Total	373.125	17			
CL	Between Groups	325.292	5	65.058	275.541	.000
	Within Groups	2.833	12	.236		
	Total	328.125	17			
HLL	Between Groups	309.444	5	61.889	371.333	.000
	Within Groups	2.000	12	.167		
	Total	311.444	17			
HBL	Between Groups	299.278	5	59.856	239.422	.000
	Within Groups	3.000	12	.250		
	Total	302.278	17			
HRL	Between Groups	280.667	5	56.133	505.200	.000
	Within Groups	1.333	12	.111		
	Total	282.000	17			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05				
TSS	N	1	2	3	4	5
10	3	7.0000				
8	3	7.3333				
6	3		9.0000			
4	3			11.6667		
2	3				15.6667	
0	3					20.0000
Sig.		.389	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HLA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05				
TSS	N	1	2	3	4	5
10	3	7.0000				
8	3	7.6667	7.6667			
6	3		8.3333			
4	3			11.0000		
2	3				15.0000	
0	3					20.0000
Sig.		.223	.223	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HBA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05				
TSS	**N**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
10	**3**	7.3333				
8	**3**		8.5000			
6	**3**		9.3333			
4	**3**			12.3333		
2	**3**				16.3333	
0	**3**					20.0000
Sig.		1.000	.051	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HRA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
TSS	**N**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
10	**3**	7.3333					
8	**3**		8.3333				
6	**3**			10.1667			
4	**3**				13.0000		
2	**3**					16.6667	
0	**3**						20.0000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05				
TSS	N	1	2	3	4	5
10	3	7.8333				
8	3	8.6667				
6	3		11.3333			
4	3			13.3333		
2	3				16.3333	
0	3					20.0000
Sig.		.058	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HLL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
TSS	N	1	2	3	4	5	6
10	3	7.8333					
8	3		9.5000				
6	3			12.1667			
4	3				14.5000		
2	3					16.6667	
0	3						20.0000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HBL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
TSS	N	1	2	3	4	5	6
10	3	8.3333					
8	3		10.5000				
6	3			11.6667			
4	3				15.3333		
2	3					17.5000	
0	3						20.0000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HRL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
TSS	N	1	2	3	4	5	6
10	3	8.5000					
8	3		10.1667				
6	3			12.3333			
4	3				15.0000		
2	3					17.0000	
0	3						20.0000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปริมาณแอลกอฮอล์โดยปริมาตร (%ABV) จากค่าความถ่วงจำเพาะ

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
CA	0	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	2	3	4.2000	.26000	.15011	3.5541	4.8459	3.94	4.46
	4	3	5.3367	.30022	.17333	4.5909	6.0825	4.99	5.51
	6	3	6.6500	.15588	.09000	6.2628	7.0372	6.56	6.83
	8	3	8.1400	.26000	.15011	7.4941	8.7859	7.88	8.40
	10	3	9.1033	.15011	.08667	8.7304	9.4762	8.93	9.19
	Total	18	5.5717	3.06959	.72351	4.0452	7.0981	.00	9.19
HLA	0	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	2	3	3.9400	.26000	.15011	3.2941	4.5859	3.68	4.20
	4	3	4.9900	.26000	.15011	4.3441	5.6359	4.73	5.25
	6	3	6.4733	.15011	.08667	6.1004	6.8462	6.30	6.56
	8	3	8.0533	.15011	.08667	7.6804	8.4262	7.88	8.14
	10	3	9.1033	.15011	.08667	8.7304	9.4762	8.93	9.19
	Total	18	5.4267	3.07258	.72421	3.8987	6.9546	.00	9.19
HBA	0	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	2	3	3.6767	.26502	.15301	3.0183	4.3350	3.41	3.94
	4	3	5.1633	.30022	.17333	4.4175	5.9091	4.99	5.51
	6	3	6.4767	.30600	.17667	5.7165	7.2368	6.30	6.83
	8	3	7.9667	.15011	.08667	7.5938	8.3396	7.88	8.14
	10	3	8.8400	.15588	.09000	8.4528	9.2272	8.66	8.93
	Total	18	5.3539	3.02794	.71369	3.8481	6.8596	.00	8.93
HRA	0	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	2	3	4.0267	.30022	.17333	3.2809	4.7725	3.68	4.20
	4	3	5.0767	.15011	.08667	4.7038	5.4496	4.99	5.25
	6	3	6.4767	.30600	.17667	5.7165	7.2368	6.30	6.83
	8	3	7.6133	.26502	.15301	6.9550	8.2717	7.35	7.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	10	3	8.9267	.26502	.15301	8.2683	9.5850	8.66	9.19
	Total	18	5.3533	2.96640	.69919	3.8782	6.8285	.00	9.19
CL	0	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	2	3	3.0633	.15011	.08667	2.6904	3.4362	2.89	3.15
	4	3	3.8533	.15011	.08667	3.4804	4.2262	3.68	3.94
	6	3	5.0767	.15011	.08667	4.7038	5.4496	4.99	5.25
	8	3	6.9167	.15011	.08667	6.5438	7.2896	6.83	7.09
	10	3	7.7000	.15588	.09000	7.3128	8.0872	7.61	7.88
	Total	18	4.4350	2.63001	.61990	3.1271	5.7429	.00	7.88
HLL	0	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	2	3	2.3633	.26502	.15301	1.7050	3.0217	2.10	2.63
	4	3	3.5900	.15588	.09000	3.2028	3.9772	3.41	3.68
	6	3	5.3367	.15011	.08667	4.9638	5.7096	5.25	5.51
	8	3	6.7400	.15588	.09000	6.3528	7.1272	6.56	6.83
	10	3	7.8767	.26502	.15301	7.2183	8.5350	7.61	8.14
	Total	18	4.3178	2.74520	.64705	2.9526	5.6829	.00	8.14
HBL	0	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	2	3	2.7133	.30600	.17667	1.9532	3.4735	2.36	2.89
	4	3	3.8500	.40262	.23245	2.8498	4.8502	3.41	4.20
	6	3	5.1633	.15011	.08667	4.7904	5.5362	4.99	5.25
	8	3	6.3000	.26000	.15011	5.6541	6.9459	6.04	6.56
	10	3	7.7000	.15588	.09000	7.3128	8.0872	7.61	7.88
	Total	18	4.2878	2.58142	.60845	3.0041	5.5715	.00	7.88
HRL	0	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	2	3	2.7167	.15011	.08667	2.3438	3.0896	2.63	2.89
	4	3	4.0267	.15011	.08667	3.6538	4.3996	3.94	4.20
	6	3	5.0767	.15011	.08667	4.7038	5.4496	4.99	5.25
	8	3	6.6533	.30600	.17667	5.8932	7.4135	6.30	6.83
	10	3	7.6133	.26502	.15301	6.9550	8.2717	7.35	7.88
	Total	18	4.3478	2.60085	.61303	3.0544	5.6412	.00	7.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
CA	Between Groups	159.636	5	31.927	703.845	.000
	Within Groups	.544	12	.045		
	Total	160.180	17			
HLA	Between Groups	160.087	5	32.017	947.260	.000
	Within Groups	.406	12	.034		
	Total	160.493	17			
HBA	Between Groups	155.261	5	31.052	619.324	.000
	Within Groups	.602	12	.050		
	Total	155.863	17			
HRA	Between Groups	148.899	5	29.780	515.271	.000
	Within Groups	.694	12	.058		
	Total	149.592	17			
CL	Between Groups	117.359	5	23.472	1230.680	.000
	Within Groups	.229	12	.019		
	Total	117.588	17			
HLL	Between Groups	127.691	5	25.538	724.146	.000
	Within Groups	.423	12	.035		
	Total	128.114	17			
HBL	Between Groups	112.543	5	22.509	364.841	.000
	Within Groups	.740	12	.062		
	Total	113.284	17			
HRL	Between Groups	114.533	5	22.907	593.775	.000
	Within Groups	.463	12	.039		
	Total	114.996	17			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
ABV	N	1	2	3	4	5	6
0	3	.0000					
2	3		4.2000				
4	3			5.3367			
6	3				6.6500		
8	3					8.1400	
10	3						9.1033
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HLA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
ABV	N	1	2	3	4	5	6
0	3	.0000					
2	3		3.9400				
4	3			4.9900			
6	3				6.4733		
8	3					8.0533	
10	3						9.1033
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HBA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
ABV	N	1	2	3	4	5	6
0	3	.0000					
2	3		3.6767				
4	3			5.1633			
6	3				6.4767		
8	3					7.9667	
10	3						8.8400
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HRA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
ABV	N	1	2	3	4	5	6
0	3	.0000					
2	3		4.0267				
4	3			5.0767			
6	3				6.4767		
8	3					7.6133	
10	3						8.9267
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
ABV	N	1	2	3	4	5	6
0	3	.0000					
2	3		3.0633				
4	3			3.8533			
6	3				5.0767		
8	3					6.9167	
10	3						7.7000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HLL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
ABV	N	1	2	3	4	5	6
0	3	.0000					
2	3		2.3633				
4	3			3.5900			
6	3				5.3367		
8	3					6.7400	
10	3						7.8767
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HBL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
ABV	N	1	2	3	4	5	6
0	3	.0000					
2	3		2.7133				
4	3			3.8500			
6	3				5.1633		
8	3					6.3000	
10	3						7.7000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HRL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
ABV	N	1	2	3	4	5	6
0	3	.0000					
2	3		2.7167				
4	3			4.0267			
6	3				5.0767		
8	3					6.6533	
10	3						7.6133
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ปริมาณแอลกอฮอล์จากการวิเคราะห์โดยอีบูลลิโอมิเตอร์

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
CA	0	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	2	3	4.4333	.11547	.06667	4.1465	4.7202	4.30	4.50
	4	3	5.2000	.00000	.00000	5.2000	5.2000	5.20	5.20
	6	3	6.7333	.05774	.03333	6.5899	6.8768	6.70	6.80
	8	3	8.1000	.17321	.10000	7.6697	8.5303	7.90	8.20
	10	3	8.9667	.11547	.06667	8.6798	9.2535	8.90	9.10
	Total	18	5.5722	3.02301	.71253	4.0689	7.0755	.00	9.10
HLA	0	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	2	3	3.8333	.11547	.06667	3.5465	4.1202	3.70	3.90
	4	3	4.9667	.11547	.06667	4.6798	5.2535	4.90	5.10
	6	3	6.5000	.00000	.00000	6.5000	6.5000	6.50	6.50
	8	3	8.0000	.17321	.10000	7.5697	8.4303	7.90	8.20
	10	3	8.9000	.00000	.00000	8.9000	8.9000	8.90	8.90
	Total	18	5.3667	3.03082	.71437	3.8595	6.8739	.00	8.90
HBA	0	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	2	3	3.6667	.11547	.06667	3.3798	3.9535	3.60	3.80
	4	3	5.2000	.00000	.00000	5.2000	5.2000	5.20	5.20
	6	3	6.4000	.00000	.00000	6.4000	6.4000	6.40	6.40
	8	3	7.6667	.11547	.06667	7.3798	7.9535	7.60	7.80
	10	3	8.6667	.23094	.13333	8.0930	9.2404	8.40	8.80
	Total	18	5.2667	2.93939	.69282	3.8049	6.7284	.00	8.80
HRA	0	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	2	3	4.1000	.17321	.10000	3.6697	4.5303	3.90	4.20
	4	3	5.1000	.00000	.00000	5.1000	5.1000	5.10	5.10
	6	3	6.6000	.17321	.10000	6.1697	7.0303	6.40	6.70
	8	3	7.8000	.00000	.00000	7.8000	7.8000	7.80	7.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	10	3	8.8000	.17321	.10000	8.3697	9.2303	8.60	8.90
	Total	18	5.4000	2.96330	.69846	3.9264	6.8736	.00	8.90
CL	0	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	2	3	3.0000	.17321	.10000	2.5697	3.4303	2.80	3.10
	4	3	3.9333	.11547	.06667	3.6465	4.2202	3.80	4.00
	6	3	5.0333	.23094	.13333	4.4596	5.6070	4.90	5.30
	8	3	6.6000	.17321	.10000	6.1697	7.0303	6.40	6.70
	10	3	7.6333	.11547	.06667	7.3465	7.9202	7.50	7.70
	Total	18	4.3667	2.56630	.60488	3.0905	5.6429	.00	7.70
HLL	0	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	2	3	2.4000	.00000	.00000	2.4000	2.4000	2.40	2.40
	4	3	3.5667	.11547	.06667	3.2798	3.8535	3.50	3.70
	6	3	5.2333	.11547	.06667	4.9465	5.5202	5.10	5.30
	8	3	6.7000	.00000	.00000	6.7000	6.7000	6.70	6.70
	10	3	7.6667	.11547	.06667	7.3798	7.9535	7.60	7.80
	Total	18	4.2611	2.67739	.63107	2.9297	5.5925	.00	7.80
HBL	0	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	2	3	2.7667	11547	.06667	2.4798	3.0535	2.70	2.90
	4	3	3.6000	.00000	.00000	3.6000	3.6000	3.60	3.60
	6	3	4.9667	.11547	.06667	4.6798	5.2535	4.90	5.10
	8	3	6.3000	.17321	.10000	5.8697	6.7303	6.10	6.40
	10	3	7.6333	.11547	.06667	7.3465	7.9202	7.50	7.70
	Total	18	4.2111	2.55133	.60135	2.9424	5.4799	.00	7.70
HRL	0	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	2	3	2.6667	.11547	.06667	2.3798	2.9535	2.60	2.80
	4	3	3.6667	.23094	.13333	3.0930	4.2404	3.40	3.80
	6	3	4.7667	.11547	.06667	4.4798	5.0535	4.70	4.90
	8	3	6.3000	.00000	.00000	6.3000	6.3000	6.30	6.30
	10	3	7.4667	.11547	.06667	7.1798	7.7535	7.40	7.60
	Total	18	4.1444	2.51074	.59179	2.8959	5.3930	.00	7.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
CA	Between Groups	155.236	5	31.047	3104.722	.000
	Within Groups	.120	12	.010		
	Total	155.356	17			
HLA	Between Groups	156.047	5	31.209	3304.518	.000
	Within Groups	.113	12	.009		
	Total	156.160	17			
HBA	Between Groups	146.720	5	29.344	2200.800	.000
	Within Groups	.160	12	.013		
	Total	146.880	17			
HRA	Between Groups	149.100	5	29.820	1988.000	.000
	Within Groups	.180	12	.015		
	Total	149.280	17			
CL	Between Groups	111.680	5	22.336	957.257	.000
	Within Groups	.280	12	.023		
	Total	111.960	17			
HLL	Between Groups	121.783	5	24.357	3653.483	.000
	Within Groups	.080	12	.007		
	Total	121.863	17			
HBL	Between Groups	110.518	5	22.104	1894.590	.000
	Within Groups	.140	12	.012		
	Total	110.658	17			
HRL	Between Groups	106.978	5	21.396	1375.429	.000
	Within Groups	.187	12	.016		
	Total	107.164	17			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
ALC	N	1	2	3	4	5	6
0	3	.0000					
2	3		4.4333				
4	3			5.2000			
6	3				6.7333		
8	3					8.1000	
10	3						8.9667
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HLA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
ALC	N	1	2	3	4	5	6
0	3	.0000					
2	3		3.8333				
4	3			4.9667			
6	3				6.5000		
8	3					8.0000	
10	3						8.9000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HBA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
ALC	N	1	2	3	4	5	6
0	3	.0000					
2	3		3.6667				
4	3			5.2000			
6	3				6.4000		
8	3					7.6667	
10	3						8.6667
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HRA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
ALC	N	1	2	3	4	5	6
0	3	.0000					
2	3		4.1000				
4	3			5.1000			
6	3				6.6000		
8	3					7.8000	
10	3						8.8000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
ALC	N	1	2	3	4	5	6
0	3	.0000					
2	3		3.0000				
4	3			3.9333			
6	3				5.0333		
8	3					6.6000	
10	3						7.6333
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HLL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
ALC	N	1	2	3	4	5	6
0	3	.0000					
2	3		2.4000				
4	3			3.5667			
6	3				5.2333		
8	3					6.7000	
10	3						7.6667
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HBL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
ALC	N	1	2	3	4	5	6
0	3	.0000					
2	3		2.7667				
4	3			3.6000			
6	3				4.9667		
8	3					6.3000	
10	3						7.6333
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HRL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05					
ALC	N	1	2	3	4	5	6
0	3	.0000					
2	3		2.6667				
4	3			3.6667			
6	3				4.7667		
8	3					6.3000	
10	3						7.4667
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
CA	0	3	589.4567	100.65525	58.11333	339.4152	839.4982	473.23	647.57
	2	3	498.5467	55.41617	31.99454	360.8853	636.2081	443.34	554.17
	4	3	438.3567	11.87812	6.85783	408.8498	467.8635	424.66	445.83
	6	3	317.5600	73.50664	42.43908	134.9594	500.1606	245.33	392.28
	8	3	220.8400	11.22803	6.48251	192.9480	248.7320	209.22	231.63
	10	3	196.3467	27.74703	16.01976	127.4192	265.2741	164.38	214.20
	Total	18	376.8511	155.67260	36.69238	299.4369	454.2653	164.38	647.57
HLA	0	3	464.9233	70.81451	40.88477	289.0103	640.8363	386.05	523.04
	2	3	350.3533	12.28626	7.09347	319.8326	380.8741	336.24	358.66
	4	3	304.6900	48.01119	27.71927	185.4236	423.9564	272.73	359.90
	6	3	259.4433	87.81342	50.69910	41.3027	477.5840	170.61	346.20
	8	3	163.4333	64.96934	37.51007	2.0405	324.8261	89.30	210.46
	10	3	179.7433	50.57678	29.20052	54.1037	305.3830	145.70	237.86
	Total	18	287.0978	117.44031	27.68095	228.6961	345.4995	89.30	523.04
HBA	0	3	489.8300	72.96741	42.12775	308.5689	671.0911	435.87	572.85
	2	3	440.8500	26.50326	15.30166	375.0123	506.6877	417.19	469.49
	4	3	290.1600	47.07686	27.17984	173.2146	407.1054	255.29	343.71
	6	3	261.5200	16.18923	9.34686	221.3037	301.7363	251.56	280.20
	8	3	248.6500	40.33875	23.28959	148.4430	348.8570	222.91	295.14
	10	3	229.9733	15.67319	9.04892	191.0390	268.9077	215.44	246.58
	Total	18	326.8306	109.21501	25.74223	272.5192	381.1419	215.44	572.85
HRA	0	3	601.9100	238.35340	137.61340	9.8073	1194.0127	336.24	797.01
	2	3	366.9567	36.99400	21.35850	275.0585	458.8549	337.48	408.47
	4	3	324.6167	8.47650	4.89391	303.5599	345.6735	315.07	331.26
	6	3	316.3167	14.36064	8.29112	280.6429	351.9905	302.62	331.26
	8	3	302.6133	15.09524	8.71524	265.1147	340.1120	288.92	318.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	10	3	290.1633	15.90215	9.18111	250.6602	329.6665	276.46	307.60
	Total	18	367.0961	138.62166	32.67344	298.1612	436.0310	276.46	797.01
CL	0	3	419.2633	40.03256	23.11281	319.8169	518.7097	373.60	448.32
	2	3	349.5233	4.71526	2.72235	337.8100	361.2367	346.20	354.92
	4	3	321.2933	22.03393	12.72129	266.5580	376.0286	297.63	341.22
	6	3	281.4433	17.56856	10.14321	237.8006	325.0861	262.76	297.63
	8	3	280.2000	10.85366	6.26636	253.2380	307.1620	272.73	292.65
	10	3	248.2367	1.89959	1.09673	243.5178	252.9555	246.58	250.31
	Total	18	316.6600	60.25506	14.20225	286.6959	346.6241	246.58	448.32
HLL	0	3	435.8667	54.28320	31.34042	301.0197	570.7136	373.60	473.23
	2	3	389.7867	11.88388	6.86116	360.2655	419.3079	377.33	401.00
	4	3	367.7867	6.85814	3.95955	350.7501	384.8232	359.90	372.35
	6	3	325.4467	21.93492	12.66413	270.9573	379.9360	305.11	348.69
	8	3	297.2200	19.30472	11.14558	249.2644	345.1756	275.22	311.33
	10	3	267.7500	20.57350	11.87812	216.6426	318.8574	246.58	287.67
	Total	18	347.3094	62.76566	14.79401	316.0968	378.5221	246.58	473.23
HBL	0	3	481.5300	7.18801	4.15000	463.6740	499.3860	473.23	485.68
	2	3	450.3933	29.58202	17.07919	376.9075	523.8792	430.88	484.43
	4	3	438.6367	44.77034	25.84817	327.4210	549.8524	396.01	485.28
	6	3	393.1100	74.28824	42.89034	208.5678	577.6522	341.22	478.21
	8	3	354.0867	20.88814	12.05977	302.1976	405.9757	330.01	367.37
	10	3	335.4100	54.31937	31.36130	200.4732	470.3468	278.95	387.30
	Total	18	408.8611	65.65536	15.47512	376.2115	441.5108	278.95	485.68
HRL	0	3	489.8333	19.02314	10.98302	442.5772	537.0894	473.23	510.59
	2	3	442.0900	25.28059	14.59576	379.2895	504.8905	414.69	464.51
	4	3	432.1300	31.77345	18.34441	353.2004	511.0596	401.00	464.51
	6	3	338.7300	9.72824	5.61660	314.5637	362.8963	327.52	344.96
	8	3	300.1267	21.27984	12.28592	247.2646	352.9887	277.71	320.05
	10	3	283.1067	7.08142	4.08846	265.5154	300.6979	275.22	288.92
	Total	18	381.0028	81.71696	19.26087	340.3659	421.6397	275.22	510.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
CA	Between Groups	372691.863	5	74538.373	22.768	.000
	Within Groups	39285.425	12	3273.785		
	Total	411977.288	17			
HLA	Between Groups	190545.959	5	38109.192	10.412	.000
	Within Groups	43921.885	12	3660.157		
	Total	234467.844	17			
HBA	Between Groups	182018.915	5	36403.783	21.047	.000
	Within Groups	20755.703	12	1729.642		
	Total	202774.618	17			
HRA	Between Groups	208791.954	5	41758.391	4.251	.019
	Within Groups	117879.443	12	9823.287		
	Total	326671.397	17			
CL	Between Groups	56640.625	5	11328.125	26.755	.000
	Within Groups	5080.796	12	423.400		
	Total	61721.420	17			
HLL	Between Groups	58147.954	5	11629.591	15.815	.000
	Within Groups	8824.017	12	735.335		
	Total	66971.971	17			
HBL	Between Groups	49607.039	5	9921.408	5.029	.010
	Within Groups	23673.598	12	1972.800		
	Total	73280.636	17			
HRL	Between Groups	108303.939	5	21660.788	49.830	.000
	Within Groups	5216.314	12	434.693		
	Total	113520.253	17			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
DNS	N	1	2	3	4
10	3	196.3467			
8	3	220.8400	220.8400		
6	3		317.5600		
4	3			438.3567	
2	3			498.5467	498.5467
0	3				589.4567
Sig.		.610	.061	.222	.075

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HLA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
DNS	N	1	2	3
8	3	163.4333		
10	3	179.7433		
6	3	259.4433	259.4433	
4	3		304.6900	
2	3		350.3533	
0	3			464.9233
Sig.		.088	.105	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HBA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
DNS	N	1	2
10	3	229.9733	
8	3	248.6500	
6	3	261.5200	
4	3	290.1600	
2	3		440.8500
0	3		489.8300
Sig.		.126	.175

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HRA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
DNS	N	1	2
10	3	290.1633	
8	3	302.6133	
6	3	316.3167	
4	3	324.6167	
2	3	366.9567	
0	3		601.9100
Sig.		.402	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
DNS	N	1	2	3
10	3	248.2367		
8	3	280.2000		
6	3	281.4433		
4	3		321.2933	
2	3		349.5233	
0	3			419.2633
Sig.		.084	.119	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HLL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05				
DNS	N	1	2	3	4	5
10	3	267.7500				
8	3	297.2200	297.2200			
6	3		325.4467	325.4467		
4	3			367.7867	367.7867	
2	3				389.7867	389.7867
0	3					435.8667
Sig.		.208	.226	.080	.340	.059

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HBL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
DNS	**N**	**1**	**2**	**3**
10	**3**	335.4100		
8	**3**	354.0867		
6	**3**	393.1100	393.1100	
4	**3**		438.6367	438.6367
2	**3**		450.3933	450.3933
0	**3**			481.5300
Sig.		.155	.158	.282

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HRL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
DNS	**N**	**1**	**2**	**3**	**4**
10	**3**	283.1067			
8	**3**	300.1267			
6	**3**		338.7300		
4	**3**			432.1300	
2	**3**			442.0900	
0	**3**				489.8333
Sig.		.337	1.000	.569	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การวัดค่าสี

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
CA	0	3	4.4133	.05774	.03333	4.2699	4.5568	4.38	4.48
	2	3	4.6467	.49014	.28298	3.4291	5.8642	4.15	5.13
	4	3	4.2300	.24980	.14422	3.6095	4.8505	3.95	4.43
	6	3	4.5500	.46228	.26690	3.4016	5.6984	4.23	5.08
	8	3	4.4700	.17349	.10017	4.0390	4.9010	4.28	4.62
	10	3	4.2433	.04726	.02728	4.1259	4.3607	4.19	4.28
	Total	18	4.4256	.29881	.07043	4.2770	4.5741	3.95	5.13
HLA	0	3	5.2633	.23629	.13642	4.6764	5.8503	5.08	5.53
	2	3	4.9933	.62292	.35964	3.4459	6.5408	4.28	5.43
	4	3	5.0267	.28589	.16506	4.3165	5.7369	4.78	5.34
	6	3	4.6867	.15503	.08950	4.3016	5.0718	4.53	4.84
	8	3	5.0600	.90355	.52166	2.8155	7.3045	4.36	6.08
	10	3	4.7533	.35445	.20464	3.8728	5.6338	4.51	5.16
	Total	18	4.9639	.46387	.10934	4.7332	5.1946	4.28	6.08
HBA	0	3	4.8433	.14012	.08090	4.4953	5.1914	4.73	5.00
	2	3	4.7667	.42771	.24694	3.7042	5.8291	4.50	5.26
	4	3	4.4700	.31765	.18339	3.6809	5.2591	4.12	4.74
	6	3	3.9367	.12055	.06960	3.6372	4.2361	3.81	4.05
	8	3	4.5100	.06557	.03786	4.3471	4.6729	4.44	4.57
	10	3	4.4533	.44377	.25621	3.3509	5.5557	3.98	4.86
	Total	18	4.4967	.38857	.09159	4.3034	4.6899	3.81	5.26
HRA	0	3	4.8633	.23094	.13333	4.2896	5.4370	4.73	5.13
	2	3	5.6067	.25502	.14723	4.9732	6.2402	5.35	5.86
	4	3	4.5467	.13317	.07688	4.2159	4.8775	4.46	4.70
	6	3	4.3000	.22716	.13115	3.7357	4.8643	4.14	4.56
	8	3	4.9200	.60605	.34990	3.4145	6.4255	4.25	5.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	10	3	4.4600	.28160	.16258	3.7605	5.1595	4.14	4.67
	Total	18	4.7828	.51791	.12207	4.5252	5.0403	4.14	5.86
CL	0	3	13.8600	.51215	.29569	12.5877	15.1323	13.53	14.45
	2	3	10.7433	.61003	.35220	9.2279	12.2587	10.13	11.35
	4	3	11.3500	.05196	.03000	11.2209	11.4791	11.29	11.38
	6	3	11.1667	.32593	.18818	10.3570	11.9763	10.90	11.53
	8	3	10.8100	.26627	.15373	10.1485	11.4715	10.53	11.06
	10	3	10.3300	.29513	.17039	9.5969	11.0631	10.04	10.63
	Total	18	11.3767	1.23410	.29088	10.7630	11.9904	10.04	14.45
HLL	0	3	11.4600	.81627	.47127	9.4323	13.4877	10.93	12.40
	2	3	10.3533	.37501	.21651	9.4218	11.2849	9.98	10.73
	4	3	10.2733	.71305	.41168	8.5020	12.0446	9.63	11.04
	6	3	9.6500	.35029	.20224	8.7798	10.5202	9.27	9.96
	8	3	10.1267	1.14675	.66208	7.2780	12.9753	9.13	11.38
	10	3	9.4733	.58654	.33864	8.0163	10.9304	9.11	10.15
	Total	18	10.2228	.89252	.21037	9.7789	10.6666	9.11	12.40
HBL	0	3	9.6933	.01155	.00667	9.6646	9.7220	9.68	9.70
	2	3	10.7533	1.37613	.79451	7.3348	14.1718	9.74	12.32
	4	3	11.2000	1.65303	.95438	7.0937	15.3063	9.40	12.65
	6	3	9.7000	.43267	.24980	8.6252	10.7748	9.34	10.18
	8	3	8.4200	.44238	.25541	7.3211	9.5189	8.14	8.93
	10	3	9.2800	.93664	.54077	6.9532	11.6068	8.27	10.12
	Total	18	9.8411	1.25880	.29670	9.2151	10.4671	8.14	12.65
HRL	0	3	9.0267	.16166	.09333	8.6251	9.4282	8.88	12.37
	2	3	10.7333	1.49487	.86306	7.0199	14.4468	9.44	10.88
	4	3	9.8333	1.22231	.70570	6.7970	12.8697	8.49	8.02
	6	3	7.8500	.23643	.13650	7.2627	8.4373	7.58	8.05
	8	3	7.8167	.37846	.21851	6.8765	8.7568	7.38	8.70
	10	3	8.4000	.46033	.26577	7.2565	9.5435	7.87	9.20
	Total	18	8.9433	1.29753	.30583	8.2981	9.5886	7.38	12.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
CA	Between Groups	.414	5	.083	.900	.512
	Within Groups	1.104	12	.092		
	Total	1.518	17			
HLA	Between Groups	.675	5	.135	.543	.741
	Within Groups	2.983	12	.249		
	Total	3.658	17			
HBA	Between Groups	1.528	5	.306	3.532	.034
	Within Groups	1.038	12	.087		
	Total	2.567	17			
HRA	Between Groups	3.291	5	.658	6.227	.005
	Within Groups	1.269	12	.106		
	Total	4.560	17			
CL	Between Groups	24.088	5	4.818	32.069	.000
	Within Groups	1.803	12	.150		
	Total	25.891	17			
HLL	Between Groups	7.348	5	1.470	2.847	.064
	Within Groups	6.194	12	.516		
	Total	13.542	17			
HBL	Between Groups	15.165	5	3.033	3.091	.051
	Within Groups	11.773	12	.981		
	Total	26.938	17			
HRL	Between Groups	20.289	5	4.058	5.844	.006
	Within Groups	8.332	12	.694		
	Total	28.621	17			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05
EBC	N	1
4	3	4.2300
10	3	4.2433
0	3	4.4133
8	3	4.4700
6	3	4.5500
2	3	4.6467
Sig.		.154

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HLA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05
EBC	N	1
6	3	4.6867
10	3	4.7533
2	3	4.9933
4	3	5.0267
8	3	5.0600
0	3	5.2633
Sig.		.223

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HBA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
EBC	N	1	2
6	3	3.9367	
10	3	4.4533	4.4533
4	3	4.4700	4.4700
8	3		4.5100
2	3		4.7667
0	3		4.8433
Sig.		.055	.164

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HRA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
EBC	N	1	2
6	3	4.3000	
10	3	4.4600	
4	3	4.5467	
0	3	4.8633	
8	3	4.9200	
2	3		5.6067
Sig.		.054	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
EBC	N	1	2	3
10	3	10.3300		
2	3	10.7433	10.7433	
8	3	10.8100	10.8100	
6	3		11.1667	
4	3		11.3500	
0	3			13.8600
Sig.		.174	.100	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HLL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
EBC	N	1	2
10	3	9.4733	
6	3	9.6500	
8	3	10.1267	10.1267
4	3	10.2733	10.2733
2	3	10.3533	10.3533
0	3		11.4600
Sig.		.196	.056

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HBL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
EBC	**N**	**1**	**2**
8	**3**	8.4200	
10	**3**	9.2800	9.2800
0	**3**	9.6933	9.6933
6	**3**	9.7000	9.7000
2	**3**		10.7533
4	**3**		11.2000
Sig.		.168	.051

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HRL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
EBC	**N**	**1**	**2**	**3**
8	**3**	7.8167		
6	**3**	7.8500		
10	**3**	8.4000	8.4000	
0	**3**	9.0267	9.0267	
4	**3**		9.8333	9.8333
2	**3**			10.7333
Sig.		.125	.067	.211

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

7.1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด(mgGAE/l) ของเบียร์ 8 สูตร ระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่าง ๆ จนครบ 10 วัน

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
CA	0	3	22.8767	.97326	.56191	20.4590	25.2944	22.14	23.98
	2	3	23.9533	2.21848	1.28084	18.4423	29.4643	21.81	26.24
	4	3	24.1133	1.01441	.58567	21.5934	26.6333	23.30	25.25
	6	3	23.3733	.78386	.45256	21.4261	25.3205	22.74	24.25
	8	3	22.1733	1.55143	.89572	18.3194	26.0273	20.40	23.28
	10	3	23.0100	.69195	.39950	21.2911	24.7289	22.29	23.67
	Total	18	23.2500	1.29774	.30588	22.6046	23.8954	20.40	26.24
HLA	0	3	29.2567	1.35316	.78125	25.8952	32.6181	27.72	30.27
	2	3	24.5867	1.60004	.92378	20.6119	28.5614	22.76	25.74
	4	3	26.3933	1.60650	.92751	22.4026	30.3841	25.16	28.21
	6	3	25.4233	2.14654	1.23931	20.0910	30.7556	23.02	27.15
	8	3	24.6867	.76846	.44367	22.7777	26.5956	23.84	25.34
	10	3	23.4933	.82585	.47681	21.4418	25.5449	22.69	24.34
	Total	18	25.6400	2.25790	.53219	24.5172	26.7628	22.69	30.27
HBA	0	3	24.6233	.75195	.43414	22.7554	26.4913	23.98	25.45
	2	3	24.1000	1.82995	1.05652	19.5542	28.6458	22.39	26.03
	4	3	22.7067	1.32425	.76456	19.4171	25.9963	21.83	24.23
	6	3	19.7000	2.42650	1.40094	13.6722	25.7278	16.93	21.45
	8	3	23.0033	.80687	.46584	20.9990	25.0077	22.23	23.84
	10	3	22.5000	1.62428	.93778	18.4651	26.5349	20.63	23.56
	Total	18	22.7722	2.08595	.49166	21.7349	23.8095	16.93	26.03
HRA	0	3	26.7167	3.84708	2.22111	17.1600	36.2733	23.64	31.03
	2	3	24.1500	1.63643	.94479	20.0849	28.2151	22.98	26.02
	4	3	25.9100	1.12973	.65225	23.1036	28.7164	24.69	26.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	6	3	23.6567	1.51064	.87217	19.9040	27.4093	22.26	25.26
	8	3	24.8667	2.81489	1.62518	17.8741	31.8593	23.06	28.11
	10	3	21.8233	2.13463	1.23243	16.5206	27.1260	19.36	23.13
	Total	18	24.5206	2.56823	.60534	23.2434	25.7977	19.36	31.03
CL	0	3	30.0733	4.46728	2.57919	18.9760	41.1707	25.85	34.75
	2	3	30.7100	1.22572	.70767	27.6651	33.7549	29.83	32.11
	4	3	27.4333	2.15133	1.24207	22.0891	32.7775	25.02	29.15
	6	3	29.1433	.18824	.10868	28.6757	29.6109	29.02	29.36
	8	3	25.7000	.35763	.20648	24.8116	26.5884	25.32	26.03
	10	3	25.4700	.22605	.13051	24.9085	26.0315	25.21	25.62
	Total	18	28.0883	2.73699	.64512	26.7273	29.4494	25.02	34.75
HLL	0	3	31.4433	3.27428	1.89041	23.3096	39.5771	28.27	34.81
	2	3	33.6700	5.78975	3.34271	19.2875	48.0525	28.75	40.05
	4	3	30.2267	3.75455	2.16769	20.8999	39.5535	26.37	33.87
	6	3	27.8267	4.05182	2.33932	17.7614	37.8919	23.38	31.31
	8	3	27.7767	1.83527	1.05960	23.2176	32.3357	25.96	29.63
	10	3	31.2733	.78009	.45038	29.3355	33.2112	30.50	32.06
	Total	18	30.3694	3.72340	.87761	28.5178	32.2210	23.38	40.05
HBL	0	3	15.2567	.56660	.32713	13.8492	16.6642	14.90	15.91
	2	3	18.1767	.72858	.42065	16.3668	19.9866	17.41	18.86
	4	3	16.9433	1.20869	.69784	13.9408	19.9459	15.55	17.71
	6	3	17.5167	2.47148	1.42691	11.3772	23.6562	15.28	20.17
	8	3	17.2367	2.64186	1.52528	10.6739	23.7994	15.02	20.16
	10	3	17.6467	.97905	.56525	15.2146	20.0788	16.60	18.54
	Total	18	17.1294	1.67895	.39573	16.2945	17.9644	14.90	20.17
HRL	0	3	26.2967	.81819	.47238	24.2642	28.3292	25.39	26.98
	2	3	29.8133	2.79101	1.61139	22.8801	36.7466	27.38	32.86
	4	3	30.5233	1.48382	.85669	26.8373	34.2094	29.17	32.11
	6	3	29.8867	2.16301	1.24882	24.5134	35.2599	27.51	31.74
	8	3	30.1533	.83008	.47925	28.0913	32.2154	29.55	31.10
	10	3	27.4233	.88500	.51096	25.2249	29.6218	26.54	28.31
	Total	18	29.0161	2.14607	.50583	27.9489	30.0833	25.39	32.86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
CA	Between Groups	7.834	5	1.567	.904	.510
	Within Groups	20.796	12	1.733		
	Total	28.630	17			
HLA	Between Groups	60.964	5	12.193	5.692	.006
	Within Groups	25.704	12	2.142		
	Total	86.668	17			
HBA	Between Groups	44.280	5	8.856	3.579	.033
	Within Groups	29.690	12	2.474		
	Total	73.970	17			
HRA	Between Groups	45.096	5	9.019	1.615	.230
	Within Groups	67.033	12	5.586		
	Total	112.129	17			
CL	Between Groups	74.746	5	14.949	3.410	.038
	Within Groups	52.603	12	4.384		
	Total	127.349	17			
HLL	Between Groups	78.218	5	15.644	1.192	.369
	Within Groups	157.466	12	13.122		
	Total	235.683	17			
HBL	Between Groups	15.203	5	3.041	1.115	.403
	Within Groups	32.718	12	2.727		
	Total	47.921	17			
HRL	Between Groups	44.672	5	8.934	3.189	.046
	Within Groups	33.624	12	2.802		
	Total	78.296	17			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05
PHENOLIC	N	1
8	3	22.1733
0	3	22.8767
10	3	23.0100
6	3	23.3733
2	3	23.9533
4	3	24.1133
Sig.		.129

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HLA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
PHENOLIC	N	1	2	3
10	3	23.4933		
2	3	24.5867	24.5867	
8	3	24.6867	24.6867	
6	3	25.4233	25.4233	
4	3		26.3933	
0	3			29.2567
Sig.		.160	.186	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HBA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
PHENOLIC	N	1	2
6	3	19.7000	
10	3		22.5000
4	3		22.7067
8	3		23.0033
2	3		24.1000
0	3		24.6233
Sig.		1.000	.157

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HRA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
PHENOLIC	N	1	2
10	3	21.8233	
6	3	23.6567	23.6567
2	3	24.1500	24.1500
8	3	24.8667	24.8667
4	3	25.9100	25.9100
0	3		26.7167
Sig.		.077	.173

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
PHENOLIC	N	1	2
10	3	25.4700	
8	3	25.7000	
4	3	27.4333	27.4333
6	3	29.1433	29.1433
0	3		30.0733
2	3		30.7100
Sig.		.069	.100

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HLL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05
PHENOLIC	N	1
8	3	27.7767
6	3	27.8267
4	3	30.2267
10	3	31.2733
0	3	31.4433
2	3	33.6700
Sig.		.097

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HBL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05
PHENOLIC	N	1
0	3	15.2567
4	3	16.9433
8	3	17.2367
6	3	17.5167
10	3	17.6467
2	3	18.1767
Sig.		.074

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HRL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
PHENOLIC	N	1	2
0	3	26.2967	
10	3	27.4233	27.4233
2	3		29.8133
6	3		29.8867
8	3		30.1533
4	3		30.5233
Sig.		.426	.060

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในวันที่ 10 ของเบียร์ 8 สูตร

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
CA	3	23.0100	.69195	.39950	21.2911	24.7289	22.29	23.67
HLA	3	23.4933	.82585	.47681	21.4418	25.5449	22.69	24.34
HBA	3	22.5000	1.62428	.93778	18.4651	26.5349	20.63	23.56
HRA	3	21.8233	2.13463	1.23243	16.5206	27.1260	19.36	23.13
CL	3	25.4700	.22605	.13051	24.9085	26.0315	25.21	25.62
HLL	3	31.2733	.78009	.45038	29.3355	33.2112	30.50	32.06
HBL	3	17.6467	.97905	.56525	15.2146	20.0788	16.60	18.54
HRL	3	27.4233	.88500	.51096	25.2249	29.6218	26.54	28.31
Total	24	24.0800	3.99714	.81591	22.3922	25.7678	16.60	32.06

ANOVA

TTPHETEN

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	345.959	7	49.423	36.755	.000
Within Groups	21.514	16	1.345		
Total	367.474	23			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TTPHETEN

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05				
PHETEN	N	1	2	3	4	5
HBL	3	17.6467				
HRA	3		21.8233			
HBA	3		22.5000			
CA	3		23.0100			
HLA	3		23.4933	23.4933		
CL	3			25.4700	25.4700	
HRL	3				27.4233	
HLL	3					31.2733
Sig.		1.000	.123	.053	.056	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

8.1 อัตราการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของเบียร์ 8 สูตร ระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่าง ๆ จนครบ 10 วัน

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
CA	0	3	77.7567	3.93256	2.27046	67.9876	87.5257	75.00	82.26
	2	3	71.3367	3.18277	1.83757	63.4302	79.2431	69.25	75.00
	4	3	71.4700	2.32000	1.33945	65.7068	77.2332	69.15	73.79
	6	3	69.8233	3.43669	1.98417	61.2861	78.3605	67.74	73.79
	8	3	72.3800	3.50923	2.02606	63.6626	81.0974	69.56	76.31
	10	3	75.5733	.32716	.18889	74.7606	76.3860	75.20	75.81
	Total	18	73.0567	3.79516	.89453	71.1694	74.9440	67.74	82.26
HLA	0	3	78.5300	.80318	.46372	76.5348	80.5252	77.92	79.44
	2	3	70.9000	5.27640	3.04633	57.7927	84.0073	64.92	74.90
	4	3	67.0367	3.93500	2.27187	57.2616	76.8118	63.10	70.97
	6	3	68.1800	2.35051	1.35707	62.3410	74.0190	65.63	70.26
	8	3	66.5667	5.79104	3.34346	52.1809	80.9524	59.88	69.96
	10	3	66.0600	3.67114	2.11954	56.9404	75.1796	62.10	69.35
	Total	18	69.5456	5.57424	1.31386	66.7736	72.3176	59.88	79.44
HBA	0	3	79.1633	1.21138	.69939	76.1541	82.1726	77.92	80.34
	2	3	74.6300	1.60963	.92932	70.6315	78.6285	72.78	75.71
	4	3	76.0733	2.04089	1.17831	71.0035	81.1432	73.79	77.72
	6	3	74.6633	2.03598	1.17548	69.6057	79.7210	72.48	76.51
	8	3	74.6967	1.64807	.95151	70.6026	78.7907	73.29	76.51
	10	3	74.4967	.66108	.38168	72.8544	76.1389	73.79	75.10
	Total	18	75.6206	2.18760	.51562	74.5327	76.7084	72.48	80.34
HRA	0	3	74.9967	.72666	.41954	73.1915	76.8018	74.19	75.60
	2	3	75.5367	.98333	.56772	73.0939	77.9794	74.43	76.31
	4	3	74.4300	1.40082	.80876	70.9502	77.9098	73.49	76.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	6	3	73.5400	.32909	.19000	72.7225	74.3575	73.35	73.92
	8	3	71.3467	2.05208	1.18477	66.2490	76.4443	69.35	73.45
	10	3	69.6467	2.87305	1.65876	62.5096	76.7837	66.33	71.37
	Total	18	73.2494	2.55701	.60269	71.9779	74.5210	66.33	76.31
CL	0	3	73.2500	3.69968	2.13601	64.0595	82.4405	69.35	76.71
	2	3	66.1067	2.63120	1.51913	59.5704	72.6429	63.07	67.71
	4	3	58.6133	3.73129	2.15426	49.3443	67.8824	54.94	62.40
	6	3	60.7200	2.49574	1.44091	54.5202	66.9198	57.93	62.74
	8	3	63.1500	4.76471	2.75091	51.3138	74.9862	57.90	67.20
	10	3	59.4733	3.69919	2.13573	50.2840	68.6626	55.88	63.27
	Total	18	63.5522	5.95894	1.40454	60.5889	66.5155	54.94	76.71
HLL	0	3	75.0367	2.03598	1.17548	69.9790	80.0943	73.19	77.22
	2	3	64.2933	4.87296	2.81340	52.1882	76.3984	59.78	69.46
	4	3	64.2133	1.92316	1.11034	59.4359	68.9907	62.06	65.76
	6	3	62.0300	3.17841	1.83506	54.1344	69.9256	58.77	65.12
	8	3	62.4200	2.72903	1.57561	55.6407	69.1993	60.38	65.52
	10	3	58.0167	6.45694	3.72791	41.9767	74.0566	50.57	62.06
	Total	18	64.3350	6.28722	1.48191	61.2084	67.4616	50.57	77.22
HBL	0	3	60.0467	5.44421	3.14322	46.5225	73.5708	54.23	65.02
	2	3	53.7300	1.32605	.76559	50.4359	57.0241	52.25	54.81
	4	3	49.4300	.71435	.41243	47.6554	51.2046	48.89	50.24
	6	3	48.5867	4.04713	2.33661	38.5330	58.6403	45.09	53.02
	8	3	46.0367	1.83506	1.05947	41.4781	50.5952	44.66	48.12
	10	3	44.5900	1.89739	1.09546	39.8766	49.3034	43.15	46.74
	Total	18	50.4033	5.91122	1.39329	47.4638	53.3429	43.15	65.02
HRL	0	3	76.0100	4.19658	2.42290	65.5851	86.4349	71.37	79.54
	2	3	63.9233	.69515	.40134	62.1965	65.6502	63.44	64.72
	4	3	58.5700	1.37634	.79463	55.1510	61.9890	57.16	59.91
	6	3	58.0767	5.46637	3.15601	44.4974	71.6559	53.19	63.98
	8	3	60.3500	3.59551	2.07587	51.4183	69.2817	56.79	63.98
	10	3	57.3133	1.03006	.59471	54.7545	59.8722	56.65	58.50
	Total	18	62.3739	7.19752	1.69647	58.7946	65.9531	53.19	79.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
CA	Between Groups	134.436	5	26.887	2.922	.059
	Within Groups	110.420	12	9.202		
	Total	244.856	17			
HLA	Between Groups	335.211	5	67.042	4.168	.020
	Within Groups	193.016	12	16.085		
	Total	528.227	17			
HBA	Between Groups	50.311	5	10.062	3.890	.025
	Within Groups	31.044	12	2.587		
	Total	81.355	17			
HRA	Between Groups	79.089	5	15.818	5.920	.006
	Within Groups	32.062	12	2.672		
	Total	111.151	17			
CL	Between Groups	449.356	5	89.871	6.989	.003
	Within Groups	154.297	12	12.858		
	Total	603.653	17			
HLL	Between Groups	490.331	5	98.066	6.478	.004
	Within Groups	181.663	12	15.139		
	Total	671.994	17			
HBL	Between Groups	483.513	5	96.703	10.501	.000
	Within Groups	110.510	12	9.209		
	Total	594.022	17			
HRL	Between Groups	752.956	5	150.591	14.149	.000
	Within Groups	127.718	12	10.643		
	Total	880.674	17			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
DPPH	N	1	2
6	3	69.8233	
2	3	71.3367	
4	3	71.4700	
8	3	72.3800	72.3800
10	3	75.5733	75.5733
0	3		77.7567
Sig.		.055	.060

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HLA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
DPPH	N	1	2
10	3	66.0600	
8	3	66.5667	
4	3	67.0367	
6	3	68.1800	
2	3	70.9000	
0	3		78.5300
Sig.		.202	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HBA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
DPPH	N	1	2
10	3	74.4967	
2	3	74.6300	
6	3	74.6633	
8	3	74.6967	
4	3	76.0733	
0	3		79.1633
Sig.		.294	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HRA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
DPPH	N	1	2	3
10	3	69.6467		
8	3	71.3467	71.3467	
6	3		73.5400	73.5400
4	3			74.4300
0	3			74.9967
2	3			75.5367
Sig.		.227	.126	.190

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
DPPH	N	1	2	3
4	3	58.6133		
10	3	59.4733	59.4733	
6	3	60.7200	60.7200	
8	3	63.1500	63.1500	
2	3		66.1067	
0	3			73.2500
Sig.		.176	.057	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HLL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
DPPH	N	1	2
10	3	58.0167	
6	3	62.0300	
8	3	62.4200	
4	3	64.2133	
2	3	64.2933	
0	3		75.0367
Sig.		.096	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HBL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
DPPH	N	1	2	3
10	3	44.5900		
8	3	46.0367		
6	3	48.5867	48.5867	
4	3	49.4300	49.4300	
2	3		53.7300	
0	3			60.0467
Sig.		.095	.071	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HRL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
DPPH	N	1	2	3
10	3	57.3133		
6	3	58.0767	58.0767	
4	3	58.5700	58.5700	
8	3	60.3500	60.3500	
2	3		63.9233	
0	3			76.0100
Sig.		.311	.064	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2 อัตราการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของเบียร์ 8 สูตรเมื่อหมักครบ 10 วัน

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
CA	3	75.5713	.32374	.18691	74.7671	76.3755	75.20	75.81
HLA	3	66.0620	3.67537	2.12197	56.9319	75.1921	62.10	69.36
HBA	3	74.4960	.66131	.38181	72.8532	76.1388	73.79	75.10
HRA	3	69.6463	2.87194	1.65812	62.5120	76.7806	66.33	71.37
CL	3	59.4757	3.70062	2.13656	50.2828	68.6685	55.88	63.27
HLL	3	58.0197	6.45862	3.72888	41.9756	74.0638	50.57	62.06
HBL	3	44.5900	1.89911	1.09645	39.8723	49.3077	43.15	46.74
HRL	3	57.3140	1.03019	.59478	54.7549	59.8731	56.65	58.50
Total	24	63.1469	10.25950	2.09421	58.8147	67.4791	43.15	75.81

ANOVA

DPPHTENDAY

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2256.170	7	322.310	31.302	.000
Within Groups	164.750	16	10.297		
Total	2420.920	23			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DPPHTENDAY

Duncan[a]

DPPHTEN	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
HBL	3	44.5900				
HRL	3		57.3140			
HLL	3		58.0197			
CL	3		59.4757			
HLA	3			66.0620		
HRA	3			69.6463	69.6463	
HBA	3				74.4960	74.4960
CA	3					75.5713
Sig.		1.000	.446	.190	.083	.687

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. อัตราการยับยั้งสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS

9.1 อัตราการยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ของเบียร์ 8 สูตร ระหว่างการหมักเบียร์ในระยะเวลาการหมักต่าง ๆ จนครบ 10 วัน

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
CA	0	3	62.2333	1.64895	.95202	58.1371	66.3296	61.14	64.13
	2	3	45.2067	13.36849	7.71830	11.9975	78.4158	30.49	56.60
	4	3	45.4433	8.93663	5.15957	23.2435	67.6431	39.41	55.71
	6	3	44.7233	2.89231	1.66987	37.5384	51.9082	41.90	47.68
	8	3	46.7033	3.59878	2.07776	37.7635	55.6432	43.30	50.47
	10	3	47.0867	3.71236	2.14333	37.8646	56.3087	42.80	49.23
	Total	18	48.5661	8.66895	2.04329	44.2551	52.8771	30.49	64.13
HLA	0	3	39.0633	3.20681	1.85145	31.0972	47.0295	36.92	42.75
	2	3	50.0100	3.76310	2.17263	40.6619	59.3581	46.54	54.01
	4	3	43.1833	1.94021	1.12018	38.3636	48.0031	41.26	45.14
	6	3	41.0233	6.67030	3.85110	24.4534	57.5933	33.63	46.59
	8	3	50.0400	1.72372	.99519	45.7580	54.3220	48.08	51.32
	10	3	51.7400	1.70035	.98170	47.5161	55.9639	49.78	52.82
	Total	18	45.8433	5.91702	1.39466	42.9009	48.7858	33.63	54.01
HBA	0	3	58.4433	7.68350	4.43607	39.3565	77.5302	50.07	65.17
	2	3	37.8000	2.63558	1.52165	31.2528	44.3472	34.83	39.86
	4	3	39.0967	4.48511	2.58948	27.9550	50.2383	34.63	43.60
	6	3	40.3400	7.63035	4.40539	21.3852	59.2948	32.88	48.13
	8	3	38.7333	2.01966	1.16605	33.7162	43.7505	36.92	40.91
	10	3	39.3133	7.51937	4.34131	20.6342	57.9925	32.34	47.28
	Total	18	42.2878	8.94323	2.10794	37.8404	46.7351	32.34	65.17
HRA	0	3	56.5533	3.28972	1.89932	48.3812	64.7254	52.77	58.74
	2	3	53.6433	3.36436	1.94242	45.2858	62.0009	50.07	56.75
	4	3	50.4733	6.48155	3.74212	34.3723	66.5744	45.69	57.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	6	3	40.5733	2.9638	1.71120	33.2106	47.9360	37.27	43.00
	8	3	41.8067	5.86625	3.38688	27.2341	56.3792	35.28	46.64
	10	3	48.3633	11.15155	6.43835	20.6614	76.0653	41.90	61.24
	Total	18	48.5689	7.94056	1.87161	44.6201	52.5176	35.28	61.24
CL	0	3	37.2167	1.32760	.76649	33.9187	40.5146	36.17	38.71
	2	3	29.3833	4.51737	2.60810	18.1616	40.6051	24.17	32.14
	4	3	29.9300	4.60976	2.66145	18.4787	41.3813	25.76	34.88
	6	3	27.2867	2.96313	1.71076	19.9258	34.6475	24.56	30.44
	8	3	26.2733	2.75928	1.59307	19.4189	33.1278	23.17	28.45
	10	3	27.0900	1.69608	.97923	22.8767	31.3033	25.76	29.00
	Total	18	29.5300	4.65235	1.09657	27.2164	31.8436	23.17	38.71
HLL	0	3	45.8400	5.30122	3.06066	32.6710	59.0090	41.11	51.57
	2	3	30.2267	2.54245	1.46788	23.9109	36.5425	27.30	31.89
	4	3	29.9467	1.41210	.81528	26.4388	33.4545	28.85	31.54
	6	3	27.1867	4.91078	2.83524	14.9876	39.3857	21.92	31.64
	8	3	28.4167	2.65112	1.53062	21.8309	35.0024	25.36	30.09
	10	3	27.3667	2.67160	1.54245	20.7301	34.0033	24.81	30.14
	Total	18	31.4972	7.33358	1.72854	27.8503	35.1441	21.92	51.57
HBL	0	3	23.2200	4.49337	2.59425	12.0578	34.3822	18.54	27.50
	2	3	17.8200	1.94517	1.12305	12.9879	22.6521	15.89	19.78
	4	3	15.9967	4.47674	2.58465	4.8758	27.1175	11.76	20.68
	6	3	16.4267	1.80583	1.04260	11.9407	20.9126	14.45	17.99
	8	3	12.9533	2.59693	1.49934	6.5022	19.4045	10.11	15.20
	10	3	13.3700	4.36147	2.51809	2.5355	24.2045	8.57	17.09
	Total	18	16.6311	4.56574	1.07616	14.3606	18.9016	8.57	27.50
HRL	0	3	42.7000	1.67619	.96775	38.5361	46.8639	41.26	44.54
	2	3	35.6900	4.66261	2.69196	24.1074	47.2726	30.39	39.16
	4	3	34.9267	4.64405	2.68125	23.3902	46.4631	31.49	40.21
	6	3	33.1500	3.92241	2.26460	23.4062	42.8938	30.64	37.67
	8	3	34.1967	5.09555	2.94192	21.5386	46.8547	30.84	40.06
	10	3	36.3700	.48218	.27839	35.1722	37.5678	35.82	36.72
	Total	18	36.1722	4.52323	1.06614	33.9229	38.4216	30.39	44.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
CA	Between Groups	684.769	5	136.954	2.772	.069
	Within Groups	592.794	12	49.400		
	Total	1277.563	17			
HLA	Between Groups	438.061	5	87.612	6.691	.003
	Within Groups	157.129	12	13.094		
	Total	595.189	17			
HBA	Between Groups	949.802	5	189.960	5.561	.007
	Within Groups	409.882	12	34.157		
	Total	1359.684	17			
HRA	Between Groups	608.481	5	121.696	3.151	.048
	Within Groups	463.412	12	38.618		
	Total	1071.894	17			
CL	Between Groups	242.575	5	48.515	4.643	.014
	Within Groups	125.379	12	10.448		
	Total	367.954	17			
HLL	Between Groups	764.598	5	152.920	12.259	.000
	Within Groups	149.685	12	12.474		
	Total	914.283	17			
HBL	Between Groups	208.296	5	41.659	3.422	.038
	Within Groups	146.086	12	12.174		
	Total	354.382	17			
HRL	Between Groups	172.415	5	34.483	2.359	.104
	Within Groups	175.398	12	14.617		
	Total	347.813	17			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
ABTS	N	1	2
6	3	44.7233	
2	3	45.2067	
4	3	45.4433	
8	3	46.7033	
10	3	47.0867	
0	3		62.2333
Sig.		.712	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HLA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
ABTS	N	1	2
0	3	39.0633	
6	3	41.0233	
4	3	43.1833	
2	3		50.0100
8	3		50.0400
10	3		51.7400
Sig.		.209	.588

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HBA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
ABTS	N	1	2
2	3	37.8000	
8	3	38.7333	
4	3	39.0967	
10	3	39.3133	
6	3	40.3400	
0	3		58.4433
Sig.		.634	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HRA

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
ABTS	N	1	2	3
6	3	40.5733		
8	3	41.8067	41.8067	
10	3	48.3633	48.3633	48.3633
4	3	50.4733	50.4733	50.4733
2	3		53.6433	53.6433
0	3			56.5533
Sig.		.095	.051	.160

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
ABTS	N	1	2
8	3	26.2733	
10	3	27.0900	
6	3	27.2867	
2	3	29.3833	
4	3	29.9300	
0	3		37.2167
Sig.		.229	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HLL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
ABTS	N	1	2
6	3	27.1867	
10	3	27.3667	
8	3	28.4167	
4	3	29.9467	
2	3	30.2267	
0	3		45.8400
Sig.		.354	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HBL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
ABTS	N	1	2
8	3	12.9533	
10	3	13.3700	
4	3	15.9967	
6	3	16.4267	
2	3	17.8200	17.8200
0	3		23.2200
Sig.		.145	.082

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

HRL

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
ABTS	N	1	2
6	3	33.1500	
8	3	34.1967	
4	3	34.9267	
2	3	35.6900	35.6900
10	3	36.3700	36.3700
0	3		42.7000
Sig.		.364	.053

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.2 อัตราการยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ของเบียร์ 8 สูตรเมื่อหมักครบ 10 วัน

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
CA	3	47.0867	3.71236	2.14333	37.8646	56.3087	42.80	49.23
HLA	3	51.7400	1.70035	.98170	47.5161	55.9639	49.78	52.82
HBA	3	39.3133	7.51937	4.34131	20.6342	57.9925	32.34	47.28
HRA	3	48.3633	11.15155	6.43835	20.6614	76.0653	41.90	61.24
CL	3	27.0900	1.69608	.97923	22.8767	31.3033	25.76	29.00
HLL	3	27.3667	2.67160	1.54245	20.7301	34.0033	24.81	30.14
HBL	3	13.3700	4.36147	2.51809	2.5355	24.2045	8.57	17.09
HRL	3	36.3700	.48218	.27839	35.1722	37.5678	35.82	36.72
Total	24	36.3375	13.27461	2.70967	30.7321	41.9429	8.57	61.24

ANOVA

ABTSTENDAY

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3599.271	7	514.182	18.134	.000
Within Groups	453.680	16	28.355		
Total	4052.951	23			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABTSTENDAY

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05				
ABTSTEN	N	1	2	3	4	5
HBL	3	13.3700				
CL	3		27.0900			
HLL	3		27.3667			
HRL	3		36.3700	36.3700		
HBA	3			39.3133	39.3133	
CA	3				47.0867	47.0867
HRA	3				48.3633	48.3633
HLA	3					51.7400
Sig.		1.000	.059	.508	.065	.326

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คำรับรองเล่มโครงงานพิเศษ

วันที่ 10 เดือน กรกฎาคม พ.ศ.2566

ข้าพเจ้า นางสาว ชลลดา บุญธรรม รหัสนักศึกษา 62050584
นางสาว พันวสา จิตต์หาญ รหัสนักศึกษา 62050627

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตาสาหกรรม ภาควิชาชีววิทยา

ขอรับรองว่าโครงงานพิเศษ เรื่อง

ชื่อภาษาไทย ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเบียร์ชนิดเอล และเกอร์ที่เสริมด้วยพืชสมุนไพรกัญชง
ชื่อภาษาอังกฤษ Antioxidant Activity in Ale and Lager Beer Supplemented with Hemp

ปีการศึกษา 2565

เป็นผลงานวิจัยที่มิได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่น และได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มโครงงานพิเศษฉบับสมบูรณ์แล้ว

โปรแกรมอัขราวิสุทธิ์.....4.38.....% หรือโปรแกรม Turnitin.....-.....%

ลงชื่อ.....ชลลดา บุญธรรม..... ลงชื่อ.....พันวสา จิตต์หาญ.....
(นางสาวชลลดา บุญธรรม) (นางสาวพันวสา จิตต์หาญ)

ข้าพเจ้า ผศ.มงคล เพ็ญสายใจ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ ได้ตรวจสอบเล่มโครงงานพิเศษของนักศึกษาข้างต้น แล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ.....
อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้