การพัฒนาผลิตภัณฑ์เบียร์กัญชา

CANNABIS BEER PRODUCTS DEVELOPMENT

นางสาววรัญญา สินธุวานนท์

นางสาวเกษรสวรรค์ มูลถวิลย์

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CANNABIS BEER PRODUCTS DEVELOPMENT

Waranya Sinthuwanon

Kesornsawan Moonthawin

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	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เบียร์กัญชา
ชื่อนักศึกษา	นางสาววรัญญา สินธุวานนท์ รหัสนักศึกษา 62050646
	นางสาวเกษรสวรรค์ มูลถวิลย์ รหัสนักศึกษา 62050867
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.มงคล เพ็ญสายใจ

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม ประจำปีการศึกษา 2565

คณะกรรมการสอบ	**ลายมือชื่อ**
รศ.ดวงใจ โอชัยกุล ประธานกรรมการ	
อ.ธนาวดี บุญชัยดี กรรมการ	
ผศ.มงคล เพ็ญสายใจ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เบียร์กัญชา
ชื่อนักศึกษา นางสาววรัญญา สินธุวานนท์ รหัสนักศึกษา 62050646
นางสาวเกษรสวรรค์ มูลถวิลย์ รหัสนักศึกษา 62050867
ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา ชีววิทยา
คณะ วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2565
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.มงคล เพ็ญสายใจ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มเบียร์ที่มีส่วนประกอบจากกัญชา ใช้เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* (M12) ในการหมัก จากนั้นเติมใบแห้ง และใบรองดอกแห้งของกัญชา โดยใช้ 3 สายพันธุ์ในการทดลอง ได้แก่ กัญชา พันธุ์หางกระรอก , Godfather และ Afghan Kush ในปริมาณ 0.17 กรัมต่อลิตร เทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ไม่ใส่ส่วนประกอบจากกัญชา ปริมาณเชื้อยีสต์เริ่มต้น 5 x 10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร จากการศึกษาพบว่าหลังจากหมักเบียร์จะมีปริมาณแอลกอฮอลล์และมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น เครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชาสายพันธุ์ Godfather (Cnb05) มีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด ซึ่งมีค่า 58.86 mgGAE/L, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ABTS และ FRAP มีค่าร้อยละของการดักจับสารอนุมูลอิสระที่สูงที่สุด ซึ่งมีค่า 94.75 46.88 และ 45.76 ตามลำดับ ผลทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าตัวอย่างที่มีคะแนนความชอบมากที่สุด คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชาสายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb07)

คำสำคัญ : กัญชา, เบียร์, ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด, สารต้านอนุมูลอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title Cannabis beer products development

Students Ms. Waranya Sinthuwanon Student ID 62050646

Ms. Kesornsawan Moonthawin Student ID 62050867

Degree Bachelor of Science (Industrial Microbiology)

Department Biology

Faculty Science

University King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)

Academic Year 2022

Advisor Asst. Prof. Mongkol Phensaijai

Abstract

The objectives of this research were to study the antioxidant activity of containing cannabis beer. The yeast *Saccharomyces cerevisiae* (M12) was used for beer production by adding dried sugar leaves and dried fan leaves of 3 strains cannabis in the experiment: *Cannabis sativa* L. Hang Kra Rog , Godfather and Afghan Kush strains at an amount of 0.17 g/L each compared to control sample without cannabis at original concentration 5×10^6 cells per milliliter. After fermentation, We found the increasing alcohol content in every beer formula. The Godfather (Cnb05) cannabis sugar leaves beer formula had the highest total phenolic compounds 58.86 mgGAE/L, while the highest antioxidants activity by DPPH ABTS and FRAP methods were 94.75, 46.88 and 45.76%, respectively. It was found that the highest preference test by 9 point hedonic scale was about 7 by using Afghan Kush (Cnb07) cannabis sugar leaves

Keyword : cannabis, beer, total phenolic compounds, antioxidant activity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือ และความร่วมมือของทุก ๆ ท่าน ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.มงคล เพ็ญสายใจ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง และขอบพระคุณกรรมการคุมสอบโครงงานพิเศษ รศ.ดวงใจ โอชัยกุล และ อ.ธนาวดี ก่ออานันต์ ที่ได้ให้ความกรุณาสละเวลาเพื่อตรวจทาน ให้คำปรึกษา และพิจารณาโครงงานพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวก จนโครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่อบรมสั่งสอน สนับสนุนและให้กำลังใจ ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ให้ความร่วมมือ ให้คำแนะนำ บุคคลอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวมา รวมถึงเพื่อนที่ร่วมทำโครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำหวังว่า โครงงานพิเศษนี้จะมีประโยชน์อยู่ไม่น้อยแก่ผู้ที่สนใจ สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น ผู้วิจัยขอน้อมรับผิดไว้ ณ ที่นี้ และยินดีที่จะรับฟังข้อเสนอแนะจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

วรัญญา สินธุวานนท์
เกษรสวรรค์ มูลถวิลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ข
กิตติกรรมประกาศ..... ค
สารบัญ..... ง-ช
สารบัญตาราง..... ซ
สารบัญรูป..... ฌ
คำย่อ/สัญลักษณ์..... ญ
บทที่ 1 บทนำ..... 1-2
1.1 ที่มาและความสำคัญ..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน..... 1
1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ..... 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3-8
2.1 ทฤษฎี..... 3-8
2.1.1 เบียร์เอลและประวัติความเป็นมา..... 3
2.1.2 วัตถุดิบหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิตเบียร์..... 3-6
2.1.2.1 ข้าวบาร์เลย์..... 3-4
2.1.2.2 กัญชา (*Cannabis sativa L.*)..... 4
2.1.2.3 ยีสต์ (Yeast)..... 5
2.1.2.4 น้ำ (Water)..... 5-6
2.1.2.5 ฮอปส์ (Hops)..... 6
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 7-8
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานและวิจัย..... 9-18
3.1 กัญชา..... 9
3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ..... 9
3.2.1 อาหารสูตร Yeast Extract - Malt Extract (YM) broth..... 9
3.2.2 อาหารสูตร Yeast Extract - Malt Extract (YM) agar..... 9
3.3 ส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มเบียร์กัญชา..... 9
3.3.1 น้ำดื่ม..... 9
3.3.2 ฮอปส์อบแห้ง ชนิด Fuggle hops ปี2020..... 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

3.2.3 มอลต์ Maris otter pale ale malt..... 9
3.2.4 เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* รหัส M-12 ตรา MANGROVE JACK'S... 9
3.4 การเตรียมสารเคมี..... 9
3.4.1 การวิเคราะห์หาน้ำตาลรีดิวซ์..... 9
3.4.1.1 สารละลาย DNS (Dinitrosalicylic acid)..... 9
3.4.1.2 สารละลายมาตรฐานของกลูโคส..... 9
3.4.2 วิเคราะห์หาปริมาณฟินอลิกทั้งหมดด้วยวิธีFolin-ciocalteau..... 9
3.4.2.1 สารละลาย Folin-ciocalteau..... 9
3.4.2.2 สารละลาย 7% Sodium carbonate..... 9
3.4.2.3 สารละลายกรดแกลลิก (Gallic acid)..... 9
3.4.3 ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH..... 10
3.4.3.1 สารละลายอนุมูลอิสระ DPPH..... 10
3.4.3.2 สารละลายกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid)..... 10
3.4.4 ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS..... 10
3.4.4.1 สารละลายอนุมูลอิสระ ABTS..... 10
3.4.4.2 สารละลาย Potassium persurfate..... 10
3.4.4.3 สารละลายกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid)..... 10
3.4.5 ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP..... 10
3.4.5.1 สารละลายอนุมูลอิสระ FRAP..... 10
3.4.5.2 สารละลายกรดแกลลิก..... 10
3.5 เครื่องมือและอุปกรณ์..... 10-11
1. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator shaker: shaker & incubator รุ่น NB-205Q)..... 10
2. หม้อนึ่งอัดไอ (Autoclave: TOMY รุ่น ES-315)..... 10
3. เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate reader รุ่น EZ Read 2000)..... 10
4. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer: Shimadzu รุ่น UV-1280)..... 10
5. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter: Mcttler Toledo pH 0-14)..... 10
6. เครื่องวัดปริมาณร้อยละของแอลกอฮอล์ (Ebulliometer)..... 10
7. เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะ (Hydrometer)..... 10
8. เครื่องวัดค่าความหวาน (Refractometer)..... 10
9. เครื่องทำแห้งแบบใช้ความเย็น (Freez dry)..... 10
10. อุปกรณ์สำหรับนับจำนวนเซลล์ (Hemacytometer)..... 10
11. ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Alcohol burner)..... 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

12. ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร (Flask)..... 11
13. เครื่องชั่งน้ำหนักสี่ตำแหน่ง (Balance)..... 11
14. เครื่องเขย่าสาร (Vortex Mixer: Provision scientific รุ่น Genie 2)..... 11
15. ไมโครปิเปตขนาด 5-50 ไมโครลิตร และ 100-1000 ไมโครลิตร..... 11
16. ขวดแก้วขนาด 180 มิลลิลิตร พร้อมฝาปิด..... 11
17. ผ้าขาวบางสำหรับกรอง..... 11
18. หม้อสแตนเลสพร้อมฝา..... 11
19. เหยือกแก้วขนาด 1500 มิลลิลิตร..... 11
20. ขวดดูแรนขนาด 100,1000 มิลลิลิตร..... 11
21. ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร (Volumatric flask)..... 11
22. พาสเจอร์ปิเปต (Pasture pipette)..... 11
23. หลอดทดลองแก้วขนาด10มิลลลิตร(Glasstube)..... 11
24. ขวดแก้วสำหรับหมักขนาด 1500 มิลลิลิตร..... 11
3.6 การเตรียมจุลินทรีย์..... 11
3.6.1 การเตรียมหัวเชื้อยีสต์เริ่มต้น..... 11
3.7 การเตรียมกัญชา..... 12
3.8 การผลิตเครื่องดื่มเบียร์เอลกัญชา..... 12-14
3.8.1 การเตรียม Mashing..... 12
3.8.2 การเตรียมน้ำเวิร์ท..... 12
3.8.2.1 สูตรควบคุมไม่ใส่ส่วนกระกอบของกัญชา 12
3.8.2.2 สูตรใบกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก..... 12-13
3.8.2.3 สูตรใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก..... 13
3.8.2.4 สูตรใบกัญชา สายพันธุ์ Godfather..... 13
3.8.2.5 สูตรใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather..... 13
3.8.2.6 สูตรใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush..... 14
3.8.2.7 สูตรใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush..... 14
3.9 การวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี..... 14-18
3.9.1 การทดสอบหาความเป็นกรดและด่าง (pH)..... 14
3.9.2 ทดสอบการหาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้..... 15
3.9.3 การตรวจวัดค่าร้อยละของแอลกอฮอล์ด้วยเครื่อง Ebulliometer..... 15
3.9.3.4 การหาจุดเดือดของน้ำ..... 15
3.9.3.5 การหาจุดเดือดของเบียร์..... 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

3.9.4 การตรวจวัดค่าร้อยละของแอลกอฮอล์ด้วยเครื่อง Hydrometer..... 15-16
3.9.5 การวัดค่าสีของเบียร์ โดยใช้ Spectrophotometer..... 16
3.9.6 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดย DNS Reagent..... 16
3.9.7 การวิเคราะห์หาปริมาณฟินอลิกทั้งหมด โดยวิธี Folin-ciocalteau..... 16-17
3.9.8 การทดสอบความสามารถในการดักจับอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH..... 17
3.9.9 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS..... 17
3.9.10 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP..... 18
3.9.11 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส..... 18
3.10 การวิเคราะห์ทางสถิติ..... 19
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล..... 20-46
4.1 การเตรียมเชื้อ..... 20
4.2 การเตรียมกัญชา..... 21
4.3 การเตรียมเบียร์..... 22
4.4 ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH)..... 23-24
4.5 ปริมาณน้ำตาลของตัวอย่างโดยวิธีการหาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้..... 25-26
4.6 ค่าร้อยละของแอลกอฮอล์ด้วยเครื่อง Ebulliometer..... 27-28
4.7 ค่าร้อยละของแอลกอฮอล์ด้วยเครื่อง Hydrometer..... 29-30
4.8 ค่าสีของเบียร์ โดยใช้ Spectrophotometer..... 31-32
4.9 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดย DNS Reagent..... 33-34
4.10 การวิเคราะห์หาปริมาณฟินอลิกทั้งหมด..... 35-36
4.11 การทดสอบความสามารถในการดักจับอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH..... 37-39
4.12 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS..... 40-42
4.13 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP..... 43-45
4.14 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส..... 46-47
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 48-49
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 48
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 49
เอกสารอ้างอิง..... 50-53
ภาคผนวก..... 54-114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงแร่ธาตุที่สำคัญในน้ำที่ใช้ในการผลิตเบียร์..... 6
ตารางที่ 4.2.1 ตารางแสดงส่วนประกอบกัญชาที่ใช้ในการหมักเบียร์ทั้งหมด 3 สายพันธุ์..... 21
ตารางที่ 4.4 ความเป็นกรด-ด่าง ในระยะเวลาการหมักในวันต่างๆ ของเครื่องดื่มเบียร์..... 23
ตารางที่ 4.5 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix) ในระยะเวลาการหมักในวันต่างๆ ของเครื่องดื่มเบียร์..... 25
ตารางที่ 4.6 ปริมาณแอลกอฮอล์ในระยะเวลาการหมักในวันต่างๆ ของเครื่องดื่มเบียร์..... 27
ตารางที่ 4.7 ปริมาณแอลกอฮอล์ในระยะเวลาการหมักในวันต่าง ๆ ของเครื่องดื่มเบียร์..... 29
ตารางที่ 4.8 วัดค่าสีของเบียร์ในระยะเวลาการหมักในวันต่างๆ ของเครื่องดื่มเบียร์..... 31
ตารางที่ 4.9 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในระยะเวลาการหมักในวันต่าง ๆ ของเครื่องดื่มเบียร์..... 33
ตารางที่ 4.10 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในระยะเวลาการหมักในวันต่างๆ ของเครื่องดื่มเบียร์..... 35
ตารางที่ 4.11 ร้อยละการยับยั้ง โดยการวิเคราะห์ DPPH ในระยะเวลาการหมักในวันต่าง ๆ ของเครื่องดื่มเบียร์..... 37
ตารางที่ 4.11.1 แสดงค่า IC_{50} ของเครื่องดื่มเบียร์ด้วยวิธีDPP..... 39
ตารางที่ 4.12 ร้อยละการยับยั้ง โดยการวิเคราะห์ ABTS ในระยะเวลาการหมักในวันต่าง ๆ ของเครื่องดื่มเบียร์..... 40
ตารางที่ 4.11.2 แสดงค่า IC_{50} ของเครื่องดื่มเบียร์ด้วยวิธี ABTS..... 42
ตารางที่ 4.13 ร้อยละการยับยั้ง โดยการวิเคราะห์ FRAP ในระยะเวลาการหมักในวันต่าง ๆ ของเครื่องดื่มเบียร์..... 43
ตารางที่ 4.13.1 แสดงค่า IC_{50} ของเครื่องดื่มเบียร์ด้วยวิธี FRAP..... 45
ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มเบียร์ทั้ง 7 สูตร..... 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 4.1.1 กล้าเชื้อเริ่มต้นในการหมักเบียร์..... 20
รูปที่ 4.1.2 ฉลากเชื้อMANGROVE JACK'S KVEIK YEAST M12..... 20
รูปที่ 4.1.3 ลักษณะเซลล์ยีสต์..... 20
รูปที่ 4.1.4 นับจำนวนเชื้อด้วย Hemocytometer..... 20
รูปที่ 4.3.1 Pearl ale malt ตรา Thaibrewshop..... 22
รูปที่ 4.3.2 น้ำดื่ม..... 22
รูปที่ 4.3.3 Fuggle hops ตรา Yakima Valley..... 22
รูปที่ 4.3.4 ภาชนะบรรจุเบียร์..... 22
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่าความเป็นกรด-ด่างของเครื่องดื่มเบียร์..... 23
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของเครื่องดื่มเบียร์..... 25
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงค่าร้อยละแอลกอฮอล์วัดด้วยเครื่อง Ebulliometer ของเครื่องดื่มเบียร์..... 27
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงค่าร้อยละแอลกอฮอล์วัดด้วยเครื่อง Hydrometer ของเครื่องดื่มเบียร์..... 29
รูปที่ 4.8 สีของเบียร์ในระยะเวลาการหมักในวันต่างๆ ของเครื่องดื่มเบียร์..... 31
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงค่าการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเครื่องดื่มเบียร์..... 33
รูปที่ 4.10 กราฟแสดงค่าการวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของเครื่องดื่มเบียร์..... 35
รูปที่ 4.11 กราฟแสดงค่าร้อยละการยับยั้ง ในการวิเคราะห์ DPPH ของเครื่องดื่มเบียร์..... 37
รูปที่ 4.12 กราฟแสดงค่าร้อยละการยับยั้ง ในการวิเคราะห์ ABTS ของเครื่องดื่มเบียร์..... 40
รูปที่ 4.13 กราฟแสดงค่าร้อยละการยับยั้ง ในการวิเคราะห์ FRAP ของเครื่องดื่มเบียร์..... 41
รูปที่ 4.15 กราฟแสดงคะแนนความชอบในแต่ละด้านของเครื่องดื่มเบียร์ 7 สูตร..... 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
Cnb01	ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา 0.17กรัม/ลิตร
Cnb02	ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร
Cnb03	ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร
Cnb04	ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร
Cnb05	ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร
Cnb06	ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร
Cnb07	ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

สมัยอียิปต์โบราณพบว่า มีการผลิตเบียร์ และนิยมดื่มเบียร์กันอย่างกว้างขวาง โดยการพบหลักฐานที่เป็นภาพเขียน และภาพสลักเกี่ยวกับเรื่องราวของการผลิตเบียร์บนแผ่นหิน เบียร์ของอียิปต์ผลิตขึ้น โดยเอาขนมปังที่ทำจากแป้งข้าวบาร์เลย์ ที่เอาเมล็ดข้าวบาร์เลย์มาเพาะให้รากงอก แล้วเอามาป่นหยาบ ผสมกับน้ำปั้นเป็นก้อน ต่อจากนั้นจึงเอาไปปิ้งไม่ต้องให้สุกดีแล้วเอาไปแช่น้ำหมักทิ้งค้างคืนไว้ ขนมปังจะเริ่มบูดโดยเชื้อยีสต์ในอากาศและเกิดแอลกอฮอล์ขึ้น เมื่อเอาไปกรองจะได้น้ำเบียร์สีขาวมีฟองรสเปรี้ยว ใช้เป็นเครื่องดื่ม บางครั้งอาจมีการเติมสมุนไพรลงไปเพื่อทำให้มีกลิ่นหอม

ในศตวรรษที่ 15 พบว่า วัตถุดิบสำคัญที่ใช้ในการผลิตเบียร์มีปริมาณน้อยลง เนื่องจากผลกระทบจากสภาพธรรมชาติ ทำให้เก็บเกี่ยวข้าวบาร์เลย์และฮอปส์ได้น้อย จึงมีการนำพืชชนิดอื่นมาใช้แทนฮอปส์ ธัญพืชอื่นที่ใช้สำหรับทำขนมปังมาใช้แทนข้าวบาร์เลย์ ดังนั้น ในปี ค.ศ. 1516 จึงมีการตั้งกฎแห่งความบริสุทธิ์ (Purity law) ในประเทศเยอรมนี เพื่อกำหนดให้ผู้ผลิตเบียร์ต้องใช้เฉพาะข้าวมอลต์ ฮอปส์ และน้ำ เท่านั้นสำหรับการผลิตเบียร์เหตุผลก็คือ ต้องการให้ผู้บริโภคได้รับความยุติธรรมในเรื่องของราคาและคุณภาพเมื่อใช้วัตถุดิบที่เหมือนกัน และยังใช้กฎนี้มาจนถึงปัจจุบัน กฎดังกล่าวมิได้กำหนดบังคับใช้ในประเทศอื่น ดังนั้นจึงมีการนำเอาข้าวเจ้า ข้าวโพด มัน หรือน้ำตาล มาใช้เป็นส่วนผสม ปนกับข้าวมอลต์ในการผลิตเบียร์ (กำธร, 2541)

กัญชา เป็นพืชดั้งเดิมที่มีอยู่มากในทั่วโลกซึ่งขึ้นอยู่ในเขตอบอุ่นของทวีปเอเชียและยุโรป จากการสันนิษฐานว่ามีการกระจายพันธุ์เป็นบริเวณกว้างอยู่ทางตอนกลางของทวีป ตั้งแต่ทะเลสาบแคสเปียนจนถึงทางตอนใต้ของเทือกเขาหิมาลัยและทางตะวันตกของไซบีเรีย เป็นพืชที่ได้รับการบันทึกไว้ในเอกสารเก่าโบราณหลายเล่มว่ามีการปลูกเพื่อใช้ประโยชน์เป็นพืชเส้นใยและปลูกเป็นพืชเสพติดมาแต่ดึกดำบรรพ์ ในประเทศจีนมีการใช้เส้นใยเพื่อถักทอมาตั้งแต่ 5,000-4,000 ปีก่อนคริสตกาล ต่อมาในศตวรรษแรก จึงมีการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเส้นใยมาทำกระดาษ ในประเทศยุโรป มีการใช้ประโยชน์จากพืชกัญชามาตั้งแต่ 700 ปีก่อนคริสตศักราช ในช่วงศตวรรษที่ 14 ถึงศตวรรษที่ 15 ในประเทศอิตาลีมีการปลูกพืชกัญชากันมากเพื่อนำเส้นใยมาทำเชือกใช้ในเรือเดินทะเลเนื่องจากมีความเหนียวและทน นอกจากนี้ พบว่า มีการปลูกพืชกัญชากระจายไปทั้งในอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ (Mignoni, 1999)

การศึกษานี้ จึงทำการคิดค้นสูตรและได้ใช้เชื้อยีสต์เป็นการหมักร่วมในเครื่องดื่มและได้เลือกใช้วัตถุดิบที่หาได้ในประเทศไทยสำหรับผลิตเบียร์เอล โดยเสริมสารสกัดจากใบกัญชา เพื่อเพิ่มประโยชน์ สี และรสชาติที่แปลกใหม่ให้กับเครื่องดื่มนี้ จากการค้นหาวัตถุดิบนั้น พบว่าต้นกัญชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(*Cannabis sativa* L.) เป็นสมุนไพรชนิดหนึ่งที่มีสรรพคุณมากมายซึ่งหากนำมาใช้ในปริมาณที่เหมาะสมก็สามารถเสริมให้เครื่องดื่มเบียร์เอลมีสรรพคุณที่เพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

1) เปรียบเทียบปริมาณแอลกอฮอลล์ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ของเครื่องดื่มเบียร์ที่ใส่ส่วนประกอบจากกัญชา

2) ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มเบียร์ที่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา

3) สร้างสูตรเบียร์ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ในการผลิตเบียร์ที่เพิ่มส่วนประกอบจากใบกัญชา

1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

1) พัฒนาการใช้กัญชาเป็นส่วนผสมที่เกิดขึ้นใหม่ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม

2) เพิ่มทางเลือกใหม่ให้กับอุตสาหกรรมเบียร์เพื่อเพิ่มความหลากหลายและทางเลือกในการบริโภค

3) ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ของเครื่องดื่มเบียร์ที่ใส่ส่วนประกอบจากกัญชา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถใช้เป็นแหล่งข้อมูลในการผลิตเบียร์จากส่วนประกอบกัญชาได้

2) สามารถใช้ข้อมูลจากการประเมินคุณภาพของใบกัญชาไปปรับใช้กับเครื่องดื่มเบียร์และเครื่องดื่มชนิดอื่นๆ

3) สามารถใช้ข้อมูลการวัดสารต้านอนุมูลอิสระจากเครื่องดื่มเบียร์ในการศึกษาขั้นตอนต่อไปได้

4) พัฒนาการใช้กัญชาเป็นส่วนผสมที่เกิดขึ้นใหม่ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม

5) เพิ่มทางเลือกใหม่ให้กับอุตสาหกรรมเบียร์เพื่อเพิ่มความหลากหลายและทางเลือกในการบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี

2.1.1 เบียร์เอลและประวัติความเป็นมา

Ale เป็นเครื่องดื่มหลักสำหรับ Danes และ Anglo Saxon ชาวแอกซอนและได้รับการยกย่องว่าเป็นเครื่องดื่มที่เหมาะสำหรับบุรุษชาวไวกิ้ง ดื่มก่อนออกเรือในวันต่อมาจึงเป็นที่มาของวลี three sheets to the wind คำว่า เบียร์มาจากแองโกล-แซกซอน *bjor* ตลอดจนถึงยุคกลาง เบียร์จำนวนมากถูกต้มในบ้านโดยผู้หญิงภายในครัวเรือน (the brewster) เมื่อเห็นการพัฒนาของชุมชนที่ใหญ่ขึ้น จึงมาพร้อมกับการจัดตั้งกิจการเบียร์เชิงพาณิชย์ที่สำคัญมากขึ้น

การพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ยังช่วยขยายขอบเขตของข้อกังวลด้านการผลิตเบียร์ดังนั้นในช่วงต้นศตวรรษที่ผ่านมา ผู้คนจึงเรียนรู้ที่จะหลอมโลหะและขึ้นรูปโลหะเป็นภาชนะ มีอุปกรณ์โรงเบียร์ทองแดงที่ทำความสะอาดได้และเป็นฉนวนกันไฟและนำความร้อนได้และโลหะยังสามารถใช้จับเพื่อเก็บถังหมักไม้ที่ใหญ่ขึ้นกว่าเดิม เช่น อุตสาหกรรมทางตะวันตก ในโบฮีเมีย และบาวาเรีย ความสำคัญของมอลต์ที่ดีมีผลต่อเบียร์ ทำให้เกิดการพัฒนาโรงมอลต์เฉพาะทางเบียร์ยุโรปจำนวนมากได้รับการปรุงแต่งและเก็บรักษาด้วยส่วนผสมของสมุนไพรและเครื่องเทศที่เป็นกรรมสิทธิ์รวมถึงเมอร์เทิลบึง ผักชี ผงยี่หร่า และแม้แต่สตริกนิน ส่วนผสมดังกล่าวเรียกว่า gruit

ฮอปส์ถูกใช้ครั้งแรกในเบียร์ ใน Bavaria ในช่วงปลายศตวรรษที่ 8 แต่ไม่ได้รับความสำคัญในฐานะสารปรุงแต่งกลิ่นรสมานานหลายศตวรรษในหลายประเทศ โดยเฉพาะในอังกฤษ เดิมคำว่า 'ale' ถูกคงไว้ในประเทศนั้นเพื่อใช้อธิบาย (Bamforth, 2003)

2.1.2 วัตถุดิบหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิตเบียร์

2.1.2.1 ข้าวบาร์เลย์

กระบวนการผลิตเบียร์เริ่มต้นจากการหมักเมล็ดข้าวบาร์เลย์ ตามด้วยการบด การต้มน้ำเวิร์ท การหมัก และการบ่ม ในระหว่างการมอลต์ ปริมาณน้ำของเมล็ดข้าวบาร์เลย์จะอยู่ที่ประมาณ 38%–45% หลังจากการแช่ จากนั้นเมล็ดจะงอกภายใน 4-6 วัน ในระหว่างขั้นตอนเหล่านี้ เอนไซม์หลายตัวจะถูกกระตุ้น รวมทั้งโปรตีเอส อะไมเลส และบีตา-กลูคาเนส และโปรตีนบางชนิดจะถูกดัดแปลง กรีนมอลต์จะผ่านการบำบัดด้วยเตาเผา อุณหภูมิของการเผาขึ้นอยู่กับชนิดของมอลต์ เช่น พิลส์เนอร์ (ประมาณ 80 °ซ) คาราเมล (ประมาณ 140 °ซ) หรือแบล็คมอลต์ (> 200 °ซ) ขึ้นอยู่กับระดับปฏิกิริยาของ ไมลาร์ด (Maillard) ในระหว่างการบด มอลต์บดจะผสมกับน้ำ และบางครั้งอาจเพิ่มเอนไซม์ เช่น เบต้า-กลูคาเนส อะไมเลส และพูลลาเนส ที่อุณหภูมิควบคุมเพื่อทำน้ำเวิร์ท การบดมีสองขั้นตอนหลัก ได้แก่ การพักโปรตีนและการพักน้ำตาล ในระหว่างการพักโปรตีน (45°ซ – 60°ซ) โปรตีนจะถูกดัดแปลงและย่อยสลายโดยมอลต์ โปรตีเอสให้เป็นกรดอะมิโนและเปปไทด์น้ำหนักโมเลกุลต่ำ ซึ่งเป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับยีสต์ที่ใช้ผลิตเบียร์ ในระหว่างการพักน้ำตาล (ประมาณ

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณี ...

65 °ซ) แป้งจะถูกย่อยสลายเป็นมอลโตสโดย β-อะไมเลส เพื่อให้เป็นแหล่งคาร์บอนสำหรับยีสต์ที่ใช้ผลิตเบียร์ อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดสำหรับกิจกรรมของเบต้า-อะไมเลสคือ 55°ซ – 63 °ซ และความสามารถในการทนความร้อนของ β-amylase มีอิทธิพลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ ระดับต่างๆ ของความสามารถในการทนความร้อนเป็นที่ทราบกันในหมู่สายพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ (Kihara *et al*., 1998)

2.1.2.2 กัญชา (*Cannabis sativa*)

พืชกัญชาหรือ *Cannabis sativa* L. เป็นพืชที่มีประวัติการเพาะปลูกที่ยาวนาน คุณสมบัติทางยาคือการผลิตไฟโตเคมิคอลหลายชนิด เช่น cannabinoids, terpenes และ flavonoids และเป็นแหล่งสำคัญของ cannabinoids รวมทั้ง cannabidiol (CBD), cannabinol (CBN), cannabigerol (CBG), tetrahydrocannabinol (THC) และ cannabichromene (CBC) มีการใช้กัญชาครั้งแรก เมื่อ 5,000 ปีก่อนในประเทศจีน สารแคนนาบินอยด์แสดงฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่มีศักยภาพในการต่อต้านอาการคลื่นไส้ โรคลมบ้าหมู การอักเสบ อาการซึมเศร้า และผลกระทบทางคลินิกอื่น ๆ เมื่อเร็ว ๆ นี้ มีการยอมรับเพิ่มขึ้นทั่วโลกของ cannabinoids เนื่องจากการถอดรหัสคำอธิบายจีโนมและอณูพันธุศาสตร์ ยิ่งไปกว่านั้น การระบุการก่อตัวเชิงซ้อนแบบเฮเทอโรเมอริกที่เป็นไปได้ พร้อมกับการกำหนดโครงสร้างผลึกของตัวรับ CB1R และ CB2R ได้นำไปสู่การค้นพบและความเข้าใจที่ตามมาของระบบเอ็นโดแคนนาบินอยด์ของมนุษย์ (ECS) ECS อ้างอิงถึงตัวรับแคนนาบินอยด์ CB1, CB2, CB3 และสารประกอบที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ที่เปิดใช้งานโดยอนุพันธ์ของแคนนาบินอยด์ ซึ่งอาจรวมถึงแคนนาบินอยด์ เอนโดแคนนาบินอยด์ สารประกอบที่เกี่ยวข้องอื่นๆ พร้อมกับเอนไซม์ในกระบวนการเมตาบอลิซึม (Assadpour *et al*., 2023)

Ghosh *et al*., 2023 ศึกษาปริมาณสารแคนนาบินอยด์และประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระจากใบและดอกของกัญชา พบว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 59.93% ถึง 69.06%, 58.64% ถึง 68.61%, 52.42% ถึง 72.27% ในใบ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดพบในดอกตัวเมียมากกว่าดอกตัวผู้

2.1.2.3 ยีสต์ (Yeast)

ยีสต์ เป็นฟังไจเซลล์เดียว มีโครงสร้างพื้นฐานเป็น คาร์บอน ยีสต์ถึงต้องการออกซิเจนและแร่ธาตุที่ใช้ในการเจริญเติบโตเหมือนมนุษย์ ใช้น้ำตาลเป็น อาหาร เปลี่ยนโมเลกุลน้ำตาลกลายเป็นยีสต์เซลล์ตัวใหม่ได้ และผลจากการกินน้ำตาลก็จะได้ Ethanol, CO_2 และ flavor compounds ซึ่ง Ethanol ที่ทำให้เราเมาควบคู่กับ CO_2 ที่ให้ความซ่า ยีสต์สำหรับเบียร์ Ale จะเป็นสายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* ซึ่งจะเริ่มใช้น้ำตาลจากข้างบนถังแล้วไปจบที่ก้นถัง แต่ยีสต์สำหรับเบียร์ Lager จะเป็นสายพันธุ์ *Saccharomyces pastorianus* จะกินน้ำตาลจากก้นถังขึ้นไป

ในการผลิตเบียร์ ยีสต์ถูกใช้เป็นหลักในการเปลี่ยนน้ำตาลที่หมักได้ในน้ำเวิร์ท เช่น กลูโคส ซูโครส มอลโตสและมอลโตไตรโอสให้เป็นเอทานอลและคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้ ยีสต์ยังสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารประกอบกลิ่นหอมที่สำคัญอีกหลายชนิด หลังจากการหมักหลักนี้ เซลล์ของยีสต์มักจะถูกกำจัดออกจากเบียร์ผ่านการผสมผสานระหว่างการตกตะกอน การกรอง และการปั่นแยก อย่างไรก็ตาม ในการผลิตเบียร์บางชนิด ยีสต์สดจะถูกเติมอีกครั้งก่อนบรรจุขวด กระบวนการนี้เรียกอีกอย่างว่าการอ้างอิงหรือการปรับสภาพขวดและได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อให้เบียร์มีคาร์บอนไดออกไซด์ (Derdelinckx *et al*., 1992)

2.1.2.4 น้ำ (Water)

การใช้น้ำที่มีความเหมาะสมในการผลิตเบียร์เพื่อให้ได้กลิ่น และรสชาติที่ดีนั้นจะต้องคำนึงถึงหลายปัจจัย เช่น ปริมาณคลอรีนที่มากจนเกินไปมักจะสร้างปัญหาให้กับเบียร์ในเรื่องของกลิ่น และรสที่ไม่พึงประสงค์ ซึ่งคลอรีน (Chlorine) หรือ คลอรามีน (Chloramine) มักถูกใช้ในการฆ่าเชื้อในน้ำดื่มที่บริโภคกันโดยทั่วไปอยู่แล้ว ซึ่งหากใช้น้ำที่มีปริมาณคลอรีนมากในการผลิตเบียร์ก็จะส่งผลให้เบียร์ที่ได้นั้นมีกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ นอกจากนี้ แร่ธาตุสูง (Heavy mineral) ยังส่งผลต่อกลิ่นรสที่ดีหรือไม่ดีของเบียร์อีกด้วย กล่าวคือหากมีในปริมาณที่เหมาะสมก็จะส่งผลให้เบียร์มีรสชาติที่ดีมีเอกลักษณ์แต่หากมีปริมาณที่มากจนเกินไปก็อาจทำให้เบียร์มีรสชาติที่ไม่เป็นไปตามความต้องการ น้ำที่ดีที่ใช้ในการผลิตเบียร์นั้น ควรจะเป็นไปตามความต้องการของผู้ผลิตเอง

น้ำที่ดีที่เหมาะสมต่อการผลิตเบียร์นั้น ควรจะมีปริมาณแร่ธาตุที่น้อยมาก ๆ หรือแทบจะไม่มีเลย เนื่องจากน้ำที่มีแร่ธาตุนั้นหากไม่สามารถวัดปริมาณได้อย่างแม่นยำเพื่อควบคุม ผู้ผลิตก็จะไม่สามารถผลิตเบียร์ให้มีกลิ่นรสที่เป็นไปตามความต้องการได้หรือไม่สามารถควบคุมมาตรฐานในการผลิตได้ ซึ่งแร่ธาตุดังกล่าวจะประกอบไปด้วย แคลเซียม (Ca^{2+}), แมกนีเซียม (Mg^{2+}), ไบคาร์บอเนต (HCO^{3-}), โซเดียม (Na^{+}), คลอไรด์ (Cl^{-}) และซัลเฟต (SO_4^{2-}) ซึ่งปริมาณแร่ธาตุที่สำคัญสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2.1 (Palmer, 2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แร่ธาตุที่สำคัญในน้ำที่ใช้ในการผลิตเบียร์

ธาตุและ สารประกอบ	ปริมาณน้อยที่สุดที่ แนะนำ	ช่วงปริมาณที่ แนะนำ	จุดประสงค์
แคลเซียม (Ca^{2+})	50 ppm	50-150 ppm	เป็นธาตุที่สำคัญที่ยีสต์ใช้ในการดำรงชีวิต
แมกนีเซียม (Mg^{2+})	5 ppm	0-30 ppm	เป็นธาตุที่สำคัญที่ยีสต์ใช้ในการดำรงชีวิต และให้กลิ่นรสที่ดี
ปริมาณอัลคาไลด์ ทั้งหมด (Total alkaline)	N/A	0-100 ppm (0-120 ppm)	ช่วยเพิ่ม pH ซึ่งช่วยปรับสมดุลความเป็นกรดด้วย
โซเดียม (Na^{+})	N/A	0-100 ppm	หากมีปริมาณมากจะให้ กลิ่น metallic
คลอไรด์ (Cl^{-})	N/A	50-150 ppm	หากมีในปริมาณที่เหมาะสมจะส่งผลให้เพิ่มความหวาน
ซัลเฟต (SO_4^{2-})	N/A	50-400 ppm	ช่วยส่งเสริมรสขม

2.1.2.5 ฮอปส์ (Hops)

ฮอปส์เป็นวัตถุดิบที่ซับซ้อนและมีราคาแพงที่สุดที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์ ส่วนประกอบที่ระเหยได้ของฮอปส์ (น้ำมันหอมระเหย) เป็นส่วนผสมที่ซับซ้อนซึ่งประกอบด้วยสารประกอบหลายร้อยชนิด ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยเทอร์พีน ประมาณ 70% (Almaguer *et al*., 2014)

กรดของฮอปส์ยังได้รับการพิสูจน์ว่ามีฤทธิ์ ในการยับยั้งแบคทีเรียและการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแกรมบวก กลไกการทำงานส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการแทรกแซงของกลุ่มพรีนิลซึ่งพบได้ทั่วไปในห่วงโซ่กรดฮอป โดยมีการทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์ในพลาสมา (Ristivojević and Morlock, 2018)

กรดฮอปส์ขมมีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย ดังนั้นจึงมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มคุณสมบัติในการกันบูดของเบียร์ แสดงให้เห็นตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2431 ว่าฮอปส์มีส่วนช่วยให้เบียร์มีความคงตัวของจุลินทรีย์และปกป้องเบียร์จากการติดเชื้อ (Almaguer *et al*., 2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Hiralal *et al*. (2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเอสเทอร์ที่ออกฤทธิ์ทางกลิ่นหอมของเบียร์เอลที่ผลิตภายใต้การหมักและสภาวะทางโภชนาการที่แตกต่างกัน โดยทำการทดลองหมักเบียร์เอลล์ในสภาวะที่ต่างกันและใส่สารเสริมเอสเทอร์ในเวิร์ท พบว่าประสิทธิภาพการหมักที่ดีที่สุดเกิดขึ้นได้เมื่อเวิร์ทเสริมด้วยลิวซีน 0.75 g/l ส่งผลให้น้ำตาลรีดิวซ์สูงสุดและการใช้อะมิโนไนโตรเจนอิสระ (FAN) และการผลิตเอทานอล ที่ pH การหมักที่เหมาะสมที่ 5 ใช้น้ำตาลรีดิวซ์ 38.27% และ FAN 35.28% ทำให้ได้เอทานอล 4.07% เวิร์ทเสริมด้วย $ZnSO_4$ (0.12 กรัม/ลิตร) ส่งผลให้ผลิตเอทานอลได้ 5.01% และลดการใช้น้ำตาลลง 54.32% การเสริมด้วย $ZnSO_4$ 0.12 กรัม/ลิตร ส่งผลให้ ความเข้มข้นของ ไอโซเอมิลอะซิเตตและเอทิลดีคาโนเอตเพิ่มขึ้น 2.46 เท่า ในขณะที่ความเข้มข้นของไอโซเอมิลอะซิเตตและเอทิลดีคาโนเอตเพิ่มขึ้น 7.05 เท่าและ 1.96 เท่าตามลำดับ เวิร์ทเสริมด้วย L-leucine (0.75 ก./ลิตร) ให้ค่าความคงตัวของหัวโฟมเบียร์สูงสุดที่ระดับ 2.67 ในขณะที่ความมีชีวิตของยีสต์สูงสุดทำได้เมื่อเสริมเวิร์ทด้วยสังกะสีซัลเฟต 0.12 ก./ลิตร ผลจากการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการเสริมเวิร์ทด้วยสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของยีสต์และการปรับสภาพการหมักให้เหมาะสมอาจเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงการหมักและควบคุมเอสเทอร์ที่ออกฤทธิ์ต่อกลิ่นในเบียร์

Duarte *et al*. (2020) ได้ศึกษาความแตกต่างของฮอปส์เชิงพาณิชย์ที่มีกลิ่นหอม รสขม และแบบสองวัตถุประสงค์จากสารเทอร์พีนิก ซึ่งเป็นหนึ่งในกลุ่มหลักของสารประกอบในฮอปส์ (*Humulus lupulus* L.) มีบทบาทสำคัญในการผลิตเบียร์เนื่องจากมีหน้าที่หลักซึ่งเกี่ยวข้องกับกลิ่นของเบียร์ การคัดกรองเทอร์พีนในฮอปส์เชิงพาณิชย์หลายสายพันธุ์ ดำเนินการโดยแก๊สโครมาโตกราฟีควบคู่กับแมสสเปกโตรเมตรี หลังจากใช้วิธีการสกัดที่ง่าย ตรงไปตรงมา และมีปริมาณงานสูง ใช้การสกัดแบบชุดเดียวโดยใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลายเพื่อให้ได้เศษส่วนเทอร์พีนิกของตัวอย่างฮอปส์ เทอร์พีน 19 พบ β-myrcene (2.22–45.30%), α-humulene (20.20–67.64%) และ β-caryophyllene (9.97–24.62%) เป็นเทอร์พีนหลักในทุกตัวอย่าง

สุมิตาและมูฮำหมัด (2565) ได้ศึกษาการทดสอบสารพฤกษเคมี และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของกัญชา ผลการทดลองพบว่า ในสารสกัดหยาบกัญชาพบสารพฤกษเคมีดังนี้ Terpenoids พบได้ในทุกตัวทำละลาย Anthraquinone และTannins ไม่พบในทุกตัวทำละลาย Saponins พบในตัวทำละลาย Hexane และ Dichloromethane, Flavonoids พบในตัวทำละลาย Dichloromethane, Ethyl acetate, Ethanol และ Methanol สุดท้ายคือ Alkaloids พบในตัวทำละลาย Ethanol, Methanol และ Distilled water ในส่วนของฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของกัญชา พบว่า สารสกัดหยาบทุกชนิดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ความเข้มข้นต่ำสุดจากการทดลอง 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สารสกัดหยาบ Methanol มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเทียบเท่ากับ Vitamin C 53.57±0.06 และ 54.58±0.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

Fetterman *et al*. (1971) จำแนกกัญชา (drug phenotype) และกัญชง (fibre phenotype) โดยใช้อัตราส่วนระหว่าง ([THC]+[CBN])/[CBD] ถ้าอัตราส่วนมากกว่า 1 จัดเป็นกัญชา ถ้าน้อยกว่า 1 จัดเป็นกัญชง

อาณัติ (2562) ได้ศึกษาการทดสอบประสิทธิภาพความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการทดสอบ FRAP และ DPPH ของ สารสกัดหยาบจากกัญชาและกัญชง พบว่า สารสกัดหยาบจากกัญชาแห้งมีฤทธิ์ในด้านการต้านอนุมูลอิสระมากกว่า สารสกัดหยาบจากกัญชงอบแห้งและกัญชงสดของทั้งสองวิธีการทดสอบ เมื่อพิจารณา วิธีการที่ใช้ในการสกัดสารสกัดหยาบกัญชาแห้งด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวดและการสกัดด้วยของไหล R134a และ R22 ในสภาวะต่ำกว่าจุดวิกฤต ไม่พบความแตกต่างของปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเมื่อทดสอบด้วย วิธี FRAP และ DPPH โดยมีค่าอยู่ในช่วง 342.00 ± 2.51 ถึง 355.22 ± 0.42 μmol FeSO4/mg extract และ IC50 0.83 ± 0.01 ถึง 1.12 ± 0.02 mg/mL ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานและวิจัย

3.1กัญชา

ใบกัญชา และใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก สายพันธุ์ Godfather และสายพันธุ์ Afghan Kush จากฟาร์มกัญชาโจโจ้ จังหวัดสุราษฎ์ธานี

3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ

3.2.1 อาหารสูตร Yeast Extract - Malt Extract (YM) broth

3.2.2 อาหารสูตร Yeast Extract - Malt Extract (YM) agar

3.3 ส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มเบียร์กัญชา

3.3.1 น้ำดื่ม

3.3.2 ฮอปส์อบแห้ง ชนิด Fuggle hops ปี 2020

3.2.3 มอลต์ Maris otter pale ale malt

3.2.4 เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* รหัส M-12 ตรา MANGROVE JACK'S

3.4 การเตรียมสารเคมี

3.4.1 การวิเคราะห์หาน้ำตาลรีดิวซ์

3.4.1.1 สารละลาย DNS (Dinitrosalicylic acid) เตรียมโดยชั่ง 3,5-Dinitrosalicylic acid จำนวน 10 กรัม , Potassium Sodium tartrate 300 กรัม ที่ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตรจากนั้นนำไปผสมกับ 2N NaOH ที่มีปริมาตร 200 มิลลิลิตรและปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

3.4.1.2 สารละลายมาตรฐานของกลูโคสความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

3.4.2 วิเคราะห์หาปริมาณฟินอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin-ciocalteau

3.4.2.1 สารละลาย Folin-ciocalteau เจือจางด้วยน้ำกลั่น 10 เท่า

3.4.2.2 สารละลาย 7% Sodium carbonate (Na_2CO_3) เตรียมโดยการชั่ง Sodium carbonate 7 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเท่ากับ 100 มิลลิลิตร

3.4.2.3 สารละลายกรดแกลลิก (Gallic acid) ความเข้มข้น 10, 20, 40, 50 และ 8 มิลลิกรัมต่อลิตรละลายด้วยเมทานอลความเข้มข้น 80 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอช (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)

3.4.3.1 สารละลายอนุมูลอิสระดีพีพีเอช (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, DPPH) ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ เตรียมโดยการชั่งอนุมูลอิสระ DPPH 7.9 มิลลิกรัม ปรับปริมาตรด้วยเอทา นอลบริสุทธิ์จนมีปริมาตรเท่ากับ 100 มิลลิลิตร

3.4.3.2 สารละลายกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) ความเข้มข้น 0-100 มิลลิกรัมต่อลิตร ละลายในน้ำปราศจากไอออน (Deionized water)

3.4.4 ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีเอบีทีเอส (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid)

3.4.4.1 สารละลายอนุมูลอิสระเอบีทีเอส ความเข้มข้น 7 มิลลิโมลาร์

3.4.4.2 สารละลาย Potassium persurfate ความเข้มข้น 2.45 มิลลิโมลาร์

3.4.4.3 สารละลายกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) ความเข้มข้น 0-100 มิลลิกรัมต่อลิตร ละลายในน้ำปราศจากไอออน (Deionized water)

3.4.5 ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีเอฟอาร์เอพี (Ferric reducing antioxidant power)

3.4.5.1 สารละลายอนุมูลอิสระเอฟอาร์เอพี เตรียมโดยผสม 10 มิลลิโมลาร์ของสารละลาย TPTZ ใน 40 มิลลิโมลาร์ hydrocloric acid (20 มิลลิลิตร), 20 มิลลิโมลาร์ferric (III) chloride (20 มิลลิลิตร) และอะซีเตทบัฟเฟอร์ (5 มิลลิลิตร, 300 มิลลิโมลาร์, pH 3.6)

3.4.5.2 สารละลายกรดแกลลิก (gallic acid) ความเข้มข้น 0-100 มิลลิกรัมต่อลิตร ละลายในน้ำปราศจากไอออน (deionized water)

3.5 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ตู้บ่มเชื้อ (incubator shaker: shaker & incubator รุ่น NB-205Q)
2. หม้อนึ่งอัดไอ (autoclave: TOMY รุ่น ES-315)
3. เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (microplate reader รุ่น EZ Read 2000)
4. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer: shimadzu รุ่น UV-1280)
5. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter: mcttler toledo pH 0-14)
6. เครื่องวัดปริมาณร้อยละของแอลกอฮอล์ (ebulliometer)
7. เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะ (hydrometer)
8. เครื่องวัดค่าความหวาน (refractometer)
9. เครื่องทำแห้งแบบใช้ความเย็น (freez dry)
10. อุปกรณ์สำหรับนับจำนวนเซลล์ (hemacytometer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ตะเกียงแอลกอฮอล์ (alcohol burner)

12. ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร (flask)

13. เครื่องชั่งน้ำหนักสี่ตำแหน่ง (balance)

14. เครื่องเขย่าสาร (vortex mixer: provision scientific รุ่น Genie 2)

15. ไมโครปิเปตขนาด 5-50 ไมโครลิตร และ 100-1000 ไมโครลิตร

16. ขวดแก้วขนาด 180 มิลลิลิตร พร้อมฝาปิด

17. ผ้าขาวบางสำหรับกรอง

18. หม้อสแตนเลสพร้อมฝา

19. เหยือกแก้วขนาด 1500 มิลลิลิตร

20. ขวดดูแรนขนาด 100,1000 มิลลิลิตร

21. ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร (volumatric flask)

22. พาสเจอร์ปิเปต (pasture pipette)

23. หลอดทดลองแก้วขนาด 10 มิลลลิตร(glasstube)

24. ขวดแก้วสำหรับหมักขนาด 1500 มิลลิลิตร

3.6 การเตรียมจุลินทรีย์

ยีสต์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ *Saccharomyces cerevisiae* ตรา MANGROVE JACK'S KVEIK YEAST M12 เพาะเลี้ยงยีสต์บนอาหารเหลว YM (Yeast Extract Malt Extract broth) บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยเครื่องเขย่าแบบควบคุมความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำยีสต์ในอาหารเหลว YM (Yeast Extract Malt Extract broth) ที่บ่มไว้มาทำการ cross streaks เพาะเลี้ยงในจานอาหาร YM (Yeast Extract Malt Extract agar plate) ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส 1-2 วัน เมื่อได้โคโลนีเดี่ยว นำโคโลนีเดี่ยวที่ได้ถ่ายลงบนหลอดอาหารวุ้นเอียง (Yeast Extract Malt Extract slant) และบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส 1-2 วัน เพื่อใช้เป็นเชื้อเริ่มต้นในการศึกษาขั้นตอนถัดไป

3.6.1 การเตรียมหัวเชื้อยีสต์เริ่มต้น

ถ่ายเชื้อยีสต์จากหลอดอาหารวุ้นเอียง 1 ลูป ใส่ลงในอาหารเหลว YM (Yeast Extract Malt Extract broth) บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยเครื่องเขย่าแบบควบคุมความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นถ่ายเชื้อยีสต์ลงในอาหารเหลว YM โดยมีปริมาณเชื้อเริ่มต้นในอาหารเหลว YM ประมาณ $5x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร โดยใช้ Haemacytometer ในการนับเซลล์ บ่ม 24 ชั่วโมง เพื่อนำไปใช้เป็นกล้าเชื้อเริ่มต้นในการศึกษาขั้นตอนถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การเตรียมกัญชา

อบแห้งใบกัญชาและใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก สายพันธุ์ Godfather และสายพันธุ์ Afghan Kush ด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

3.8 การผลิตเครื่องดื่มเบียร์เอลกัญชา

3.8.1 การเตรียม mashing (Hiralal *et al*., 2014)

นำมอลต์จากข้าวบาร์เลย์บด ปริมาณ 2.25 กิโลกรัม ต้มด้วยน้ำ 6 ลิตร ที่อุณหภูมิ 63.5 องศาเซลเซียส เพื่อกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์เบต้า-อะไมเลส เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นต้มที่ 71 องศาเซลเซียส เพื่อกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส เป็นเวลา 30 นาที และที่ 74 องศาเซลเซียส เพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์ทั้งหมด เป็นเวลา 10 นาที นำไปทำการทดสอบการย่อยแป้งโดยการนำตัวอย่างน้ำเวิร์ท ที่ได้หยดลงใส่จานหลุมแล้วหยดทับด้วยสารละลายไอโอดีนทุก 30 นาที หากเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินต้มต่อจนกว่าแป้งจะถูกย่อยเป็นน้ำตาลทั้งหมด

3.8.2 การเตรียมน้ำเวิร์ท (Hiralal *et al*., 2014)

กรองกากมอลต์ออกจากส่วนน้ำเวิร์ท โดยใช้ผ้าขาวบางลงในบิกเกอร์ ปรับปริมาตรให้ได้ 6 ลิตร นำมาวัดของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Solution Solid หน่วย °Brix) ด้วย Refractometer หากต่ำกว่า 20 °Brix จึงปรับโดยใช้น้ำตาลมอลโตสให้ได้ 20 °Brix จากนั้นนำน้ำเวิร์ท ที่ได้หมักเบียร์เอล 7 สูตร ดังนี้

3.8.2.1 สูตรควบคุมไม่ใส่ส่วนกระกอบของกัญชา

นำน้ำเวิร์ท 6 ลิตร ใส ฮอปส์ (Fuggle Hops) 7 กรัม และให้ความร้อนจนเดือดต่ออีก 10 นาที วัดค่า pH เริ่มต้นและปรับ pH ด้วยกรดซิตริกอยู่ในช่วงค่า pH ประมาณ 5 เติม L-leucine 0.823 กรัมและเติม $ZnSO_4.H_2O$ 0.131 กรัม วัดความถ่วงจำเพาะด้วย Hydrometer ทำการหล่อเย็น เทลงในขวดหมักที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เทกล้ายีสต์ลงในถังหมัก แบ่งใส่ขวดละ 2,000 มิลลิลิตร จำนวน 3 ขวด จากนั้นปิดด้วยฝา Air lock เทน้ำกลั่นต้มสุกลงบนฝา Air lock ให้ถึงขีดที่กำหนด บ่มที่ 18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน เก็บตัวอย่าง ทุก 48 ชั่วโมง ปริมาณ 120 มิลลิลิตร เพื่อนำไปทำการทดสอบต่อไป ทำ 3 ซ้ำ

3.8.2.2 สูตรใบกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก

นำน้ำเวิร์ท 6 ลิตร ใส่ฮอปส์ (Fuggle Hops) 7 กรัม ใส่ใบอบแห้งของกัญชาสายพันธุ์หางกระรอก 1 กรัม และให้ความร้อนจนเดือดต่ออีก 10 นาที วัดค่า pH เริ่มต้นและปรับ pH ด้วยกรดซิตริกอยู่ในช่วงค่า pH ประมาณ 5 เติม L-leucine 0.823 กรัมและเติม $ZnSO_4.H_2O$ 0.131 กรัม วัดความถ่วงจำเพาะด้วย Hydrometer ทำการหล่อเย็น เทลงในขวดหมักที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เทกล้ายีสต์ ลงในถังหมัก แบ่งใส่ขวดละ 2,000 มิลลิลิตร จำนวน 3 ขวด จากนั้นปิดด้วยฝา Air lock เทน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลั่นต้มสุกลงบนฝา Air lock ให้ถึงขีดที่กำหนด บ่มที่ 18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน เก็บตัวอย่าง ทุก 48 ชั่วโมง ปริมาณ 120 มิลลิลิตร เพื่อนำไปทำการทดสอบต่อไป ทำ 3 ซ้ำ

3.8.2.3 สูตรใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก

นำน้ำเวิร์ท 6 ลิตร ใส่ฮอปส์ (Fuggle Hops) 7 กรัม ใส่ใบรองดอกอบแห้งของกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 1 กรัม และให้ความร้อนจนเดือดต่ออีก 10 นาที วัดค่า pH เริ่มต้นและปรับ pH ด้วยกรดซิตริกอยู่ในช่วงค่า pH ประมาณ 5 เติม L-leucine 0.823 กรัมและเติม $ZnSO_4.H_2O$ 0.131 กรัม วัดความถ่วงจำเพาะด้วย Hydrometer ทำการหล่อเย็น เทลงในขวดหมักที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เทกล้ายีสต์ ลงในถังหมัก แบ่งใส่ขวดละ 2,000 มิลลิลิตร จำนวน 3 ขวด จากนั้นปิดด้วยฝา Air lock เทน้ำกลั่นต้มสุกลงบนฝา Air lock ให้ถึงขีดที่กำหนด บ่มที่ 18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน เก็บตัวอย่าง ทุก 48 ชั่วโมง ปริมาณ 120 มิลลิลิตร เพื่อนำไปทำการทดสอบต่อไป ทำ 3 ซ้ำ

3.8.2.4 สูตรใบกัญชา สายพันธุ์ Godfather

นำน้ำเวิร์ท 6 ลิตร ใส่ฮอปส์ (Fuggle Hops) 7 กรัม ใส่ใบอบแห้งของกัญชา สายพันธุ์ Godfather 1 กรัม และให้ความร้อนจนเดือดต่ออีก 10 นาที วัดค่า pH เริ่มต้นและปรับ pH ด้วยกรดซิตริกอยู่ในช่วงค่า pH ประมาณ 5 เติม L-leucine 0.823 กรัมและเติม $ZnSO_4.H_2O$ 0.131 กรัม วัดความถ่วงจำเพาะด้วย Hydrometer ทำการหล่อเย็น เทลงในขวดหมักที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เทกล้ายีสต์ ลงในถังหมัก แบ่งใส่ขวดละ 2,000 มิลลิลิตร จำนวน 3 ขวด จากนั้นปิดด้วยฝา Air lock เทน้ำกลั่นต้มสุกลงบนฝา Air lock ให้ถึงขีดที่กำหนด บ่มที่ 18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน เก็บตัวอย่าง ทุก 48 ชั่วโมง ปริมาณ 120 มิลลิลิตร เพื่อนำไปทำการทดสอบต่อไป ทำ 3 ซ้ำ

3.8.2.5 สูตรใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather

นำน้ำเวิร์ท 6 ลิตร ใส่ฮอปส์ (Fuggle Hops) 7 กรัม ใส่ใบรองดอกอบแห้งของกัญชา สายพันธุ์ Godfather 1 กรัม และให้ความร้อนจนเดือดต่ออีก 10 นาที วัดค่า pH เริ่มต้นและปรับ pH ด้วยกรดซิตริกอยู่ในช่วงค่า pH ประมาณ 5 เติม L-leucine 0.823 กรัมและเติม $ZnSO_4.H_2O$ 0.131 กรัม วัดความถ่วงจำเพาะด้วย Hydrometer ทำการหล่อเย็น เทลงในขวดหมักที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เทกล้ายีสต์ ลงในถังหมัก แบ่งใส่ขวดละ 2,000 มิลลิลิตร จำนวน 3 ขวด จากนั้นปิดด้วยฝา Air lock เทน้ำกลั่นต้มสุกลงบนฝา Air lock ให้ถึงขีดที่กำหนด บ่มที่ 18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน เก็บตัวอย่าง ทุก 48 ชั่วโมง ปริมาณ 120 มิลลิลิตร เพื่อนำไปทำการทดสอบต่อไป ทำ 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.2.6 สูตรใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush

นำน้ำเวิร์ท 6 ลิตร ใส่ฮอปส์ (Fuggle Hops) 7 กรัม ใส่ใบอบแห้งของกัญชาสายพันธุ์ Afghan Kush 1 กรัม และให้ความร้อนจนเดือดต่ออีก 10 นาที วัดค่า pH เริ่มต้นและปรับ pH ด้วยกรดซิตริกอยู่ในช่วงค่า pH ประมาณ 5 เติม L-leucine 0.823 กรัมและเติม $ZnSO_4.H_2O$ 0.131 กรัม วัดความถ่วงจำเพาะด้วย Hydrometer ทำการหล่อเย็น เทลงในขวดหมักที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เทกล้ายีสต์ ลงในถังหมัก แบ่งใส่ขวดละ 2,000 มิลลิลิตร จำนวน 3 ขวด จากนั้นปิดด้วยฝา Air lock เทน้ำกลั่นต้มสุกลงบนฝา Air lock ให้ถึงขีดที่กำหนด บ่มที่ 18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน เก็บตัวอย่างทุก 48 ชั่วโมง ปริมาณ 120 มิลลิลิตร เพื่อนำไปทำการทดสอบต่อไป ทำ 3 ซ้ำ

3.8.2.7 สูตรใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush

นำน้ำเวิร์ท 6 ลิตร ใส่ฮอปส์ (Fuggle Hops) 7 กรัม ใส่ใบรองดอกอบแห้งของกัญชาสายพันธุ์ Afghan Kush 1 กรัม และให้ความร้อนจนเดือดต่ออีก 10 นาที วัดค่า pH เริ่มต้นและปรับ pH ด้วยกรดซิตริกอยู่ในช่วงค่า pH ประมาณ 5 เติม L-leucine 0.823 กรัมและเติม $ZnSO_4.H_2O$ 0.131 กรัม วัดความถ่วงจำเพาะด้วย Hydrometer ทำการหล่อเย็น เทลงในขวดหมักที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เทกล้ายีสต์ ลงในถังหมัก แบ่งใส่ขวดละ 2,000 มิลลิลิตร จำนวน 3 ขวด จากนั้นปิดด้วยฝา Air lock เทน้ำกลั่นต้มสุกลงบนฝา Air lock ให้ถึงขีดที่กำหนด บ่มที่ 18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน เก็บตัวอย่าง ทุก 48 ชั่วโมง ปริมาณ 120 มิลลิลิตร เพื่อนำไปทำการทดสอบต่อไป ทำ 3 ซ้ำ

3.9 การวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี

3.9.1 การทดสอบหาความเป็นกรดและด่าง (pH) (Reddy *et al.*, 2015)

นำตัวอย่างอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยทำการ calibrate เครื่องพีเอชมิเตอร์ (pH meter) เริ่มจากล้าง electrode ด้วยน้ำกลั่นและซับด้วยกระดาษทิชชูให้แห้ง จุ่มelectrode ลงใน buffer pH 7.0 กดปุ่ม cal สังเกตตัวอักษร cal 1 ปรากฏแล้ว รอจนกระทั่งเครื่องหมาย A ที่ มุมบนซ้ายเปลี่ยนเป็น [A] แล้วกดปุ่ม read ล้าง electrode ด้วยน้ำกลั่นและเช็ดให้แห้งจุ่ม electrode ลงใน Buffer pH 4.0 กดปุ่ม cal สังเกตตัวอักษร cal 2 ปรากฏแล้ว รอจนกระทั่งเครื่องหมาย A ที่มุมบนซ้ายเปลี่ยนเป็น [A] แล้วกดปุ่ม read ล้าง electrode ด้วยน้ำกลั่นและเช็ดให้แห้ง จากนั้นจุ่ม electrode ลงไปในสารละลายตัวอย่างที่ต้องการ กดปุ่ม read รอจนกระทั่งเครื่องหมาย A ที่มุมบน [A] อ่านค่าและบันทึกผล ยก electrode ออกจากสารละลายล้างด้วยน้ำกลั่นและเช็ดให้แห้ง นำ electrode กลับไปแช่ในกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ (M) โดยทำการวัดจำนวน 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.2 ทดสอบความหวานของตัวอย่างโดยวิธีการหาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total soluble solid,TSS) (Oti, 2016)

เปิดฝาและเช็ดทำความสะอาดด้วยกระดาษเช็ดเลนส์บริเวณแผ่นปริซึม จากนั้นหยดสารละลาย นำตัวอย่างปริมาตร 100 ไมโครลิตร ลงไปบนแผ่นปริซึมเสร็จแล้วปิดฝายก refractometer ขึ้นโดยหันไป ทิศทางที่ มีแสงสว่าง และมองเข้าไปที่กล้องส่องจะเห็นแถบวงกลมพร้อมด้วยเส้นแบ่งขีด อ่านค่าผ่านกล้อง โดยให้พื้นที่สีขาว ภายในกล้องอยู่ที่ค่า 0 หลังจากใช้งานเสร็จแล้วทุกครั้งให้เช็ดทำความสะอาดที่บริเวณฝาและปริซึมทุกครั้ง ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ (°Brix) ทำการวัด 3 ซ้ำ โดยทำการตรวจ ตัวอย่างก่อนหมักและหลังหมักทุก 48 ชั่วโมง

3.9.3 การตรวจวัดค่าร้อยละของแอลกอฮอล์ด้วยเครื่อง ebulliometer (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2559)

3.9.3.4 การหาจุดเดือดของน้ำ

เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ใส่ลงใน boiling chamber เสียบเทอร์โมมิเตอร์ให้ปลายอยู่เหนือน้ำใน boiling chamber ต่อส่วน reflux condenser โดยเติมน้ำเย็นให้ถึงขีดเพื่อเป็นตัวหล่อเย็น จุดตะเกียง แอลกอฮอล์ ใน ตำแหน่งล่างสุดของ boiling chamber ต้มจนกระทั่งน้ำเดือด สังเกตดูจะมีไอน้ำขึ้นจาก chamber อ่าน อุณหภูมิของน้ำเดือดเมื่อปรอทขึ้นไปจนคงที่ ปรับแผ่น circular slide rule ให้อยู่ในตำแหน่ง ที่อ่านค่าจุดเดือด ของน้ำ จากนั้นเทน้ำทิ้ง

3.9.3.5 การหาจุดเดือดของเบียร์

ใส่ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์เล็กน้อยเพื่อชะล้าง boiling chamber ตวงตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ที่จะวิเคราะห์ 50 มิลลิลิตร ใส่ลงใน boiling chamber ต่อ reflux condenser เติมน้ำเย็นลง ใน condenser เสียบเทอร์โมมิเตอร์ และจุดไฟให้ความร้อนจนกระทั่งเบียร์เดือด ดูระดับปรอทที่ขึ้นไปจนคงที่ อ่านค่าจุดเดือดของเบียร์ตัวอย่างดูที่สเกลด้านในวงกลมจากแผ่น circular slide rule และอ่านค่าเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์โดยพิจารณาอุณหภูมิของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ด้วย

3.9.4 การตรวจวัดค่าร้อยละของแอลกอฮอล์ด้วยเครื่อง Hydrometer

วัดค่าความถ่วงจำเพาะของตัวอย่างเครื่องดื่มหลังจากต้มเสร็จและหมักทุก 48 ชั่วโมง ด้วยเครื่องมือ hydrometer ทำโดยการเทตัวอย่างปริมาตร 100 มิลลิลิตรลงในกระบอกตวงขนาด 100 มิลลลิตร วัดค่าจาก ไฮโดรมิเตอร์ที่ท้องน้ำ ทำการวัดจำนวน 3 ซ้ำแล้วมาคำนวณหาค่าร้อยละของแอลกอฮอล์จากสมการที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABV = (OG-FG) x 131.25

ABV (Alcohol by volume) = ร้อยละของแอลกอฮอล์ต่อปริมาตร

OG (Original gravity) = ค่าความถ่วงจำเพาะของตัวอย่างก่อนบ่ม

FG (Final gravity) = ค่าความถ่วงจำเพาะของตัวอย่างหลังบ่ม

3.9.5 การวัดค่าสีของเบียร์ โดยใช้ Spectrophotometer (Shellhammer and Bamforth, 2008)

ทำการวัดสีของเบียร์ด้วยวิธี spectrophotometer โดยใช้ spectrophotometer ทำการวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 430 นาโนเมตรและใช้น้ำกลั่นเป็น blank จากนั้นนำมาคำนวณดังสมการ

Color (EBC units) = A430 x 25

เมื่อ A430 = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่ 430 นาโนเมตร

3.9.6 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดย DNS Reagent (Başkan *et al.*, 2016)

สารเคมีที่ใช้ : สารละลาย DNS (Dinitrosalicylic acid)

นำตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ที่ทำการเจือจางมา 1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย DNS (มีองค์ประกอบของ 3,5-Dinitrosalicylic acid จำนวน 10 กรัม , Potassium Sodium tartrate 300 กรัม ที่ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตรจากนั้นนำไปผสมกับ 2N NaOH ที่มีปริมาตร 200 มิลลิลิตร และทำการปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำสารผสมที่ได้ไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที ทำให้เย็น และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ 540 นาโนเมตร ความเข้มข้นของน้ำรีดิวซ์จะถูกคำนวณเทียบกับค่าที่ได้จากสารละลายมาตรฐานของกลูโคสที่ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 และ1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำไป Plot เป็นกราฟมาตรฐานกลูโคส

3.9.7 การวิเคราะห์หาปริมาณฟินอลิกทั้งหมด โดยวิธี folin-ciocalteau (สุกรรณิกา และคณะ, 2565)

เจือจางตัวอย่างให้มีค่าความเจือจาง 100 เท่า ปิเปตต์สารละลายตัวอย่างปริมาตร 100 ไมโครลิตร และ ปิเปตต์สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้นร้อยละ 7.5 ปริมาตร 80 ไมโครลิตร ลงในหลุม 96-well plate ตามด้วยสารละลาย folin-ciocalteu ปริมาตร 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครลิตร จากนั้นปิเปตต์น้ำกลั่นปริมาตร 100 ไมโครลิตร ลงในหลุม 96-well plate แทนสารละลายตัวอย่างเพื่อใช้เป็นแบลงค์ ตั้งทิ้งไว้ให้ทำปฏิกิริยาในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 90 นาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร จากนั้นนำมาคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในตัวอย่าง โดยนำค่าการดูดกลืนแสงที่ ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก

3.9.8 การทดสอบความสามารถในการดักจับอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH radical scavenging assay (สุมิตาและมูฮำหมัด, 2565)

ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยเตรียมสารละลาย DPPH เข้มข้น 0.6 มิลลิโมลาร์ ผสมตัวอย่างเบียร์กัญชา 100 ไมโครลิตร และสารละลาย DPPH ปริมาตร 100 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วตั้งไว้ในที่มืดนาน 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร คำนวณเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH จากปฏิกิริยาควบคุมที่ไม่ได้ใส่ส่วนสกัดและคำนวณหาค่า IC_{50} จากผลการทดลอง โดย คำนวณหา % radical scavenging

$$\% \text{ ต้านอนุมูลอิสระ} = \frac{(\text{A517 control} - \text{A517 test sample}) \times 100}{\text{A517 control}}$$

A517 control = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร
A517 sample test = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

3.9.9 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS (สุชาดาและปวีณา, 2558)

เตรียมสารละลาย ABTS ความเข้มข้น 7 มิลลิโมลาร์และสารละลาย Potassium persurfate ความเข้มข้น 2.45 มิลลิโมลาร์ ผสมสารละลาย ABTS กับสารละลาย Potassium persurfate ในอัตราส่วน 1:0.5 ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดประมาณ 12-16 ชั่วโมง ก่อนนำไปใช้ จากนั้นเจือจางสารละลาย ABTS ด้วยเอทานอลให้มีค่าการดูดกลืนแสงอยู่ในช่วง 0.7±0.02 ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ปิเปตสารตัวอย่างมา 100 ไมโครลิตรแล้วเติม ABTS+ 10 มิลลิลิตรเขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 6 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร คำนวณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ABTS โดยเปรียบเทียบค่าที่ได้กับกราฟมาตรฐานของกรดแอสคอร์บิก

$$\% \text{ ต้านอนุมูลอิสระ} = \frac{(\text{A734 control} - \text{A734 test sample}) \times 100}{\text{A734 control}}$$

A734 control = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย ABTS ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร
A734 sample test = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.10 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP (Li *et al*., 2006)

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Ferric reducing antioxidant power การเตรียมสารละลาย FRAP ประกอบด้วย 10 มิลลิโมลาร์ของสารละลาย TPTZ ใน 40 มิลลิโมลาร์hydrocloric acid (20 มิลลิลิตร), 20 มิลลิโมลาร์ ferric (III) chloride (20 มิลลิลิตร) และอะซีเตทบัฟเฟอร์ (5 มิลลิลิตร, 300 มิลลิโมลาร์, pH 3.6) โดยต้องเตรียมใหม่ทุกครั้ง ในการทดลองนำตัวอย่าง 0.1 มิลลิลิตร ผสมกับ FRAP reagent (1.5 มิลลิลิตร) และ 1.4 มิลลิลิตร ของอะซีเตทบัฟเฟอร์ (300 มิลลิโมลาร์, pH 3.6) จากนั้นทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาทีและนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 593 นาโนเมตร โดยใช้ gallic acid เป็นสารมาตรฐาน

3.9.11 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 25 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสใน ด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความซ่า และความชอบโดยรวมโดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยคะแนนเท่ากับ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด และคะแนนเท่ากับ 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด ตามตัวอย่างแบบประเมิน ดังนี้

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง						
สีผลิตภัณฑ์							
กลิ่นผลิตภัณฑ์							
รสชาติผลิตภัณฑ์							
ความซ่า							
ความชอบโดยรวม							

หมายเหตุ สี คือ มีสีเป็นไปตามธรรมชาติวัตถุดิบที่ใช้ทำ

กลิ่น คือ มีกลิ่นของแอลกอฮอล์และฮอปส์ ไม่มีกลิ่นเปรี้ยวของน้ำส้มสายชู

รสชาติ คือ มีความขม กลมกล่อม

ความซ่า คือ ความซ่าจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

***ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ไม่เกิน10% และมีส่วนผสมจากกัญชา**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance , ANOVA) แบบ Compare Means จำนวน 3 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (Duncan) ที่ระดับความ เชื่อมั่น 95% โดย โปรแกรม IBM SPSS Statistics 25 โดยตั้งสมมติฐาน คือ ยอมรับสมมติฐาน H_0 เมื่อ P- value > 0.05 คือ มีปัจจัยอย่างน้อย ปัจจัยที่มีค่าไม่แตกต่างกัน และจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับ สมมติฐาน H1 เมื่อค่า p-value < 0.05 คือมี ปัจจัยอย่างน้อย 1 ปัจจัยที่มีค่าที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

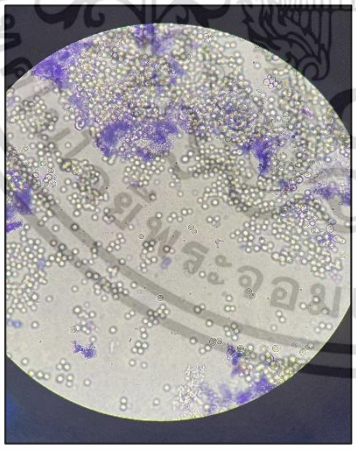
บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 การเตรียมเชื้อ

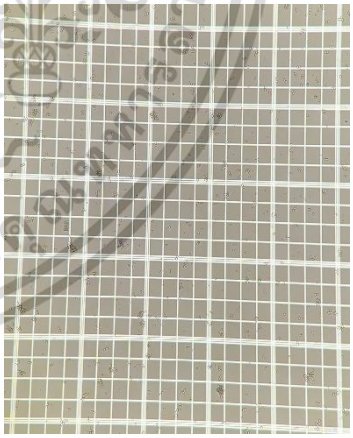
ยีสต์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ *Saccharomyces cerevisiae* ยี่ห้อ MANGROVE JACK'S KVEIK YEAST M12 โดยจะใช้กล้าเชื้อเริ่มต้นในอาหารเหลว YM มีปริมาณเชื้อเริ่มต้นประมาณ $5x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร บ่ม 24 ชั่วโมง แสดงดังรูปที่ 4.1.1 และ รูปที่ 4.1.4

รูปที่ 4.1.1 กล้าเชื้อเริ่มต้นในการหมักเบียร์

รูปที่ 4.1.2 ฉลากเชื้อMANGROVEJACK'S KVEIK YEAST M12



รูปที่ 4.1.3 ลักษณะเซลล์ยีสต์ มีรูปร่าง กลม รี



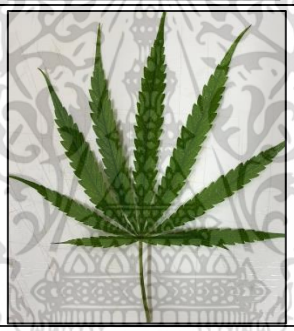
รูปที่ 4.1.4 นับจำนวนเชื้อด้วย Hemocytometer $5x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การเตรียมกัญชา

จากการนำใบและใบรองดอกกัญชา นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง หลังจากอบเสร็จสิ้น นำไปใช้ในการหมักเบียร์ต่อไป แสดงดังตารางที่ 4.2.1

ตารางที่ 4.2.1 ตารางแสดงส่วนประกอบกัญชาที่ใช้ในการหมักเบียร์ทั้งหมด 3 สายพันธุ์

สายพันธุ์	ส่วนประกอบกัญชา	
	ใบ	ใบรองดอก
หางกระรอก		
Godfather		
Afghan Kush		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การเตรียมเบียร์

การเตรียมเบียร์โดยบดมอลต์จากข้าวบาร์เลย์ ชนิด Pearl ale malt ตรา Castleford ปริมาณ 2.25 กิโลกรัม และน้ำ ฮอปส์ที่ใช้คือ fuggle hops UK Crop ปี 2020 และฆ่าเชื้อขวดภาชนะบรรจุ แสดงดังรูปที่ 4.3.1-รูปที่ 4.3.4

รูปที่ 4.3.1 Pearl ale malt ตราThaibrewshop

รูปที่ 4.3.2 น้ำดื่ม

รูปที่ 4.3.3 fuggle hops ตรา Yakima Valley

รูปที่ 4.3.4 ภาชนะบรรจุเบียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

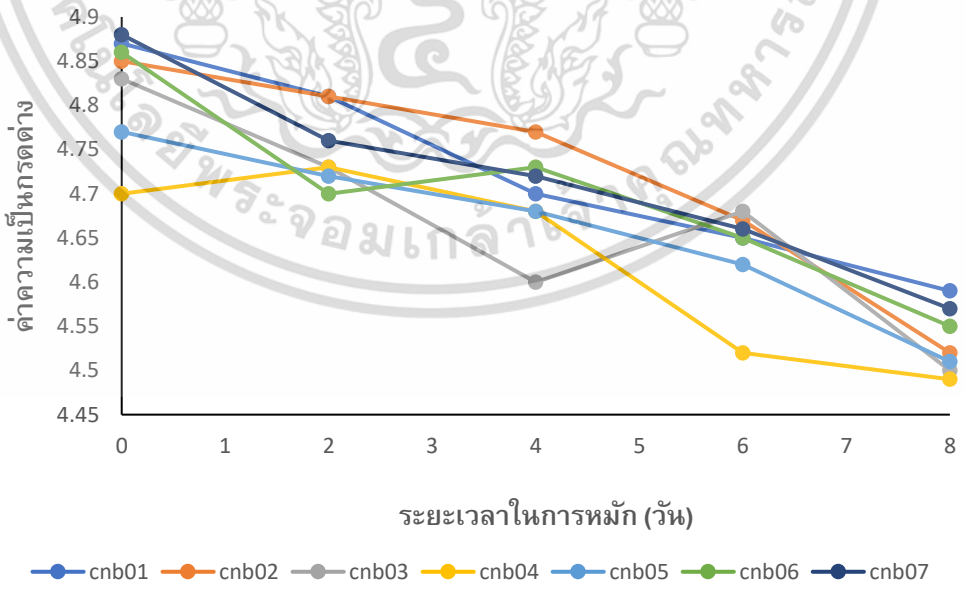
4.4 ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH)

จากการทดลองการหมักเบียร์ใบกัญชาโดยการใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* รหัสสายพันธุ์ M-12 ตรา MANGROVE JACK'S บ่มที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียสเวลา 8 วัน พบว่า เบียร์หลังการหมักมีกลิ่นที่เฉพาะที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีต่างๆ มีแอลกอฮอล์และ เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการการใช้น้ำตาลของยีสต์ โดยวิเคราะห์ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ก่อนหมักและหลังหมักโดยทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างโดยใช้ pH-meter ได้ผลการทดลองดังแสดงในตาราง 4.4 และรูปที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความเป็นกรด-ด่าง ในระยะเวลาการหมักในวันต่างๆ ของเครื่องดื่มเบียร์

วัน / ตัวอย่าง	ความเป็นกรด-ด่าง ในระยะเวลาการหมักในวันต่าง ๆ				
	0	2	4	6	8
Cnb01	4.87±0.00^{a}	4.81±0.00^{a}	4.70±0.00^{a}	4.65±0.00^{a}	4.59±0.00^{a}
Cnb02	4.85±0.00^{a}	4.81±0.00^{a}	4.77±0.00^{a}	4.67±0.00^{a}	4.52±0.00^{a}
Cnb03	4.83±0.00^{a}	4.73±0.00^{a}	4.60±0.00^{a}	4.68±0.00^{a}	4.50±0.00^{a}
Cnb04	4.70±0.00^{a}	4.73±0.00^{a}	4.68±0.00^{a}	4.52±0.00^{a}	4.49±0.00^{a}
Cnb05	4.77±0.00^{a}	4.72±0.00^{a}	4.68±0.00^{a}	4.62±0.00^{a}	4.51±0.00^{a}
Cnb06	4.86±0.00^{a}	4.70±0.00^{a}	4.73±0.00^{a}	4.65±0.00^{a}	4.55±0.00^{a}
Cnb07	4.88±0.00^{a}	4.76±0.00^{a}	4.72±0.00^{a}	4.66±0.00^{a}	4.57±0.00^{a}

หมายเหตุ - ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงในรูปแบบ^{a} โดยเปรียบเทียบในแนวดิ่ง



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่าความเป็นกรด-ด่างของเครื่องดื่มเบียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

Cnb01 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา 0.17กรัม/ลิตร
Cnb02 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร
Cnb03 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร
Cnb04 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร
Cnb05 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร
Cnb06 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร
Cnb07 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร

จากตารางที่ 4.4 และ รูปที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร เมื่อเวลาหมักผ่านไปจนครบ 8 วัน พบว่า เครื่องดื่มที่มีค่าความเป็นกรดด่างสูงสุด คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา (Cnb01) รองลงมาคือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb07) และ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb06) ซึ่งมีค่า 4.59, 4.57 และ 4.55 ตามลำดับ เครื่องดื่มที่มีค่าความเป็นกรดด่างน้อยสุด คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์ GodFather (Cnb04) มีค่า 4.49 ซึ่งผลการทดลองไม่แตกต่างกันในนัยสำคัญ สอดคล้องกับการทดลองกับการศึกษาของ Viana *et al.* (2021) ศึกษาการ หมักเบียร์ American Pale ศึกษาอิทธิพลของสายพันธุ์ยีสต์ที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า การทดลองหมักเบียร์ American Pale Ale มีระยะเวลาการหมัก 7 วัน โดยใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* รหัส BRY-97, M15, US-05 และ S-04 ซึ่งมีค่า pH หลังจากการหมักครบ 7 วัน ได้แก่ 5.17, 4.6, 4.31, 4.56 และ 4.75 ตามลำดับ ปริมาณกลูโคส, malic acid และ formic acid มีอิทธิพลต่อลักษณะทางเคมีของเบียร์และค่า pH โดยค่า pH ต่ำลง ตามเมแทบอลิซึมของ *S. cerevisiae* และสอดคล้องกับ Rusu *et al*. (2021) รายงานการศึกษาลักษณะของแป้งสาลีผสมสารสกัดกัญชา (*Cannabis sativa* L.) จากพันธุ์ Dacia Secuieni และ Zenit เปรียบเทียบกับแป้งสาลีสาลี พบกรดกลูตามิกได้ในแป้งผสมสารสกัดกัญชาทั้งสองสายพันธุ์ในปริมาณที่สูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งสาลีที่ไม่ผสมสารสกัดจากกัญชา และยังพบกรดอะมิโนจำเป็น ได้แก่ ฟีนิลอะลานีน ไลซีน เป็นประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์ จากการศึกษานี้ทำให้ทางผู้วิจัยเห็นว่า ในสารสกัดกัญชามีกรดกลูตามิก อาจส่งผลให้ในระหว่างการหมักเบียร์ มีกรดกลูตามิกที่เกิดจากกัญชา ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งทำให้เบียร์มีกรดเพิ่มขึ้นและเมื่อวัดค่า pH แล้วค่าลดลง สอดคล้องกับผลการวัดกรดด่าง จะเห็นได้ว่าตัวอย่างเบียร์ที่ใส่ส่วนประกอบใบกัญชาทั้งหมด (Cnb02-Cnb07) ค่าpHจะน้อยกว่า ตัวอย่างเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา (Cnb01)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

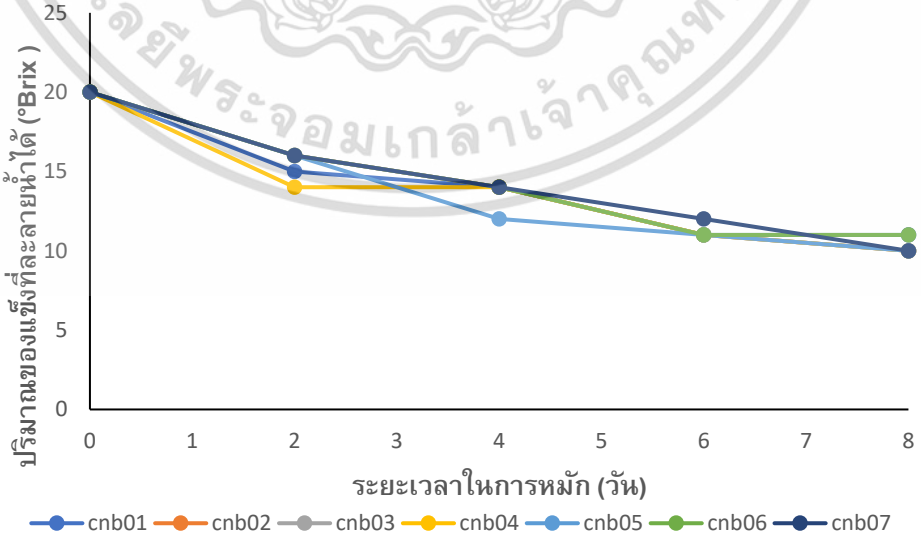
4.5 ปริมาณน้ำตาลโดยวิธีการหาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total soluble solids,TSS)

การทดลองการหมักเบียร์ใบกัญชาโดยใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ M-12 ตรา MANGROVE JACK'S บ่มที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียสเวลา 8 วัน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาล จากการวิเคราะห์ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ก่อนหมักและหลังหมัก โดยใช้ refractometer ทำการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด แสดงผลเป็นค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix) ได้ผลการทดลองดังแสดงในตาราง 4.5 และรูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix) ในเวลาการหมักในวันต่าง ๆ ของเครื่องดื่มเบียร์

วัน / ตัวอย่าง	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix) ในระยะเวลาการหมักในวันต่าง ๆ				
	0	2	4	6	8
Cnb01	20±0.00 ^{a}	15±0.00 ^{a}	14±0.00 ^{a}	11±0.00 ^{a}	11±0.00 ^{a}
Cnb02	20±0.00 ^{a}	16±0.00 ^{a}	14±0.00 ^{a}	11±0.00 ^{a}	10±0.00 ^{a}
Cnb03	20±0.00 ^{a}	16±0.00 ^{a}	14±0.00 ^{a}	11±0.00 ^{a}	10±0.00 ^{a}
Cnb04	20±0.00 ^{a}	14±0.00 ^{a}	14±0.00 ^{a}	11±0.00 ^{a}	10±0.00 ^{a}
Cnb05	20±0.00 ^{a}	16±0.00 ^{a}	12±0.00 ^{a}	11±0.00 ^{a}	10±0.00 ^{a}
Cnb06	20±0.00 ^{a}	16±0.00 ^{a}	14±0.00 ^{a}	11±0.00 ^{a}	11±0.00 ^{a}
Cnb07	20±0.00 ^{a}	16±0.00 ^{a}	14±0.00 ^{a}	12±0.00 ^{a}	10±0.00 ^{a}

หมายเหตุ - ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงในรูปแบบ ^{a} โดยเปรียบเทียบในแนวดิ่ง



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเครื่องดื่มเบียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

Cnb01 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา 0.17กรัม/ลิตร
Cnb02 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร
Cnb03 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร
Cnb04 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร
Cnb05 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร
Cnb06 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร
Cnb07 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร

จากตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดโดยใช้ refractometer ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้นของเวิร์ท ก่อนการหมัก 20 องศาบริกซ์ เมื่อเวลาหมักผ่านไปจนครบ 8 วัน พบว่า เครื่องดื่มที่มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต่ำสุดเท่ากับ 10 องศาบริกซ์ มี 5 ตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก (Cnb02), ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก (Cnb03), ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์ Godfather (cnb04), ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather (Cnb05) และ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb07) และ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 11 องศาบริกซ์ มี 2 ตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา (Cnb01) และ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์ Afkgun Kush (Cnb06) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Viana *et al.* (2021) ได้ทำการศึกษา หมักเบียร์ American Pale เพื่อศึกษาอิทธิพลของสายพันธุ์ยีสต์ที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า การทดลองหมักเบียร์ American Pale Ale ในระยะเวลาการหมัก 7 วัน โดยใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* รหัส BRY-97, M15, US-05 และ S-04 ซึ่งมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ หลังจากการหมักครบ 7 วัน ได้แก่ 12.0, 5.7, 5.8, 5.2 และ 5.4 องศาบริกซ์ ตามลำดับ เนื่องจากยีสต์มีการใช้น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานในการเขริยเติบโต จึงทำให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้มีแนวโน้มลดลงจากวันแรกเนื่องจากยีสต์ได้มีการใช้น้ำตาล และเปลี่ยนไปเป็นองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น แอลกอฮอล์, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสารต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

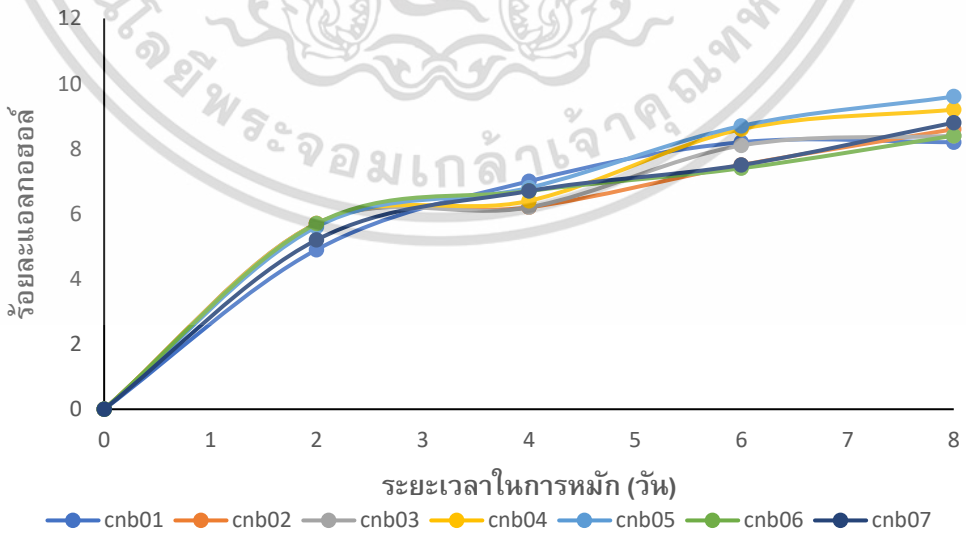
4.6 ค่าร้อยละของแอลกอฮอล์ด้วยเครื่อง Ebulliometer

การทดลองการหมักเบียร์ใบกัญชาโดยการใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* รหัส สายพันธุ์ M-12 ตรา MANGROVE JACK'S ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 วัน พบว่าเบียร์หลังการหมักมีกลิ่นที่เฉพาะที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีต่างๆมีแอลกอฮอล์และ เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการการใช้น้ำตาลของยีสต์ โดยวิเคราะห์ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ก่อนหมักและหลังหมักโดยทำวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ด้วย ebulliometer แสดงผลเป็นร้อยละแอลกอฮอล์ ได้ผลการทดลองดังแสดงในตาราง 4.6 และรูปที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ปริมาณแอลกอฮอล์ ในระยะเวลาการหมักในวันต่าง ๆ ของเครื่องดื่มเบียร์

วัน / ตัวอย่าง	ร้อยละแอลกอฮอล์ ในระยะเวลาการหมักในวันต่าง ๆ				
	0	2	4	6	8
Cnb01	0.00±0.00 ^{a}	4.00±0.16 ^{a}	6.30±0.16 ^{a}	7.74±0.24 ^{a}	8.10±0.16 ^{a}
Cnb02	0.00±0.00 ^{a}	5.40±0.16 ^{a}	6.30±0.16 ^{a}	7.08±0.24 ^{a}	8.40±0.24 ^{a}
Cnb03	0.00±0.00 ^{a}	5.51±0.24 ^{a}	6.16±0.16 ^{a}	7.74±0.24 ^{a}	8.40±0.24 ^{a}
Cnb04	0.00±0.00 ^{a}	5.20±0.24 ^{a}	6.69±0.24 ^{a}	8.50±0.16 ^{a}	9.18±0.16 ^{a}
Cnb05	0.00±0.00 ^{a}	6.10±0.24 ^{a}	6.90±0.24 ^{a}	8.50±0.16 ^{a}	9.31±0.16 ^{a}
Cnb06	0.00±0.00 ^{a}	6.10±0.16 ^{a}	7.08±0.16 ^{a}	7.48±0.24 ^{a}	8.40±0.24 ^{a}
Cnb07	0.00±0.00 ^{a}	5.20±0.16 ^{a}	6.30±0.16 ^{a}	7.35±0.24 ^{a}	8.90±0.24 ^{a}

หมายเหตุ - ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงในรูปแบบ^{a} โดยเปรียบเทียบในแนวดิ่ง



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงค่าร้อยละแอลกอฮอล์วัดด้วยเครื่อง ebulliometer ของเครื่องดื่มเบียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

Cnb01 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา 0.17กรัม/ลิตร
Cnb02 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร
Cnb03 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร
Cnb04 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร
Cnb05 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร
Cnb06 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร
Cnb07 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร

จากตารางที่ 4.6 และ รูปที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ด้วย ebulliometer ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร มีค่าร้อยละแอลกอฮอลล์เริ่มต้นของเวิร์ทก่อนการหมัก ที่ร้อยละ 0 เมื่อเวลาหมักผ่านไปจนครบ 8 วัน พบว่า เครื่องดื่มที่มีค่าร้อยละแอลกอฮอล์สูงที่สุด ได้แก่ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather (Cnb05), ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์ Godfather (Cnb04) และ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb07) ซึ่งมีค่าร้อยละ 9.6, 9.2 และ 8.8 ตามลำดับ เครื่องดื่มที่มีค่าร้อยละแอลกอฮอล์น้อยสุด คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา (Cnb01) ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 8.2 เนื่องจากการใช้น้ำตาลของเซลล์ยีสต์ในกระบวนการหมัก โดยเปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทานอล และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Zdaniewicz *et al*. (2020) ได้ทำการศึกษาการผลิตเบียร์ใช้เชื้อ *Lachancea thermotolerans* สายพันธุ์ที่ผลิตกรดแลคติกต่ำ พบว่า ในการหมักเบียร์เอล เริ่มต้นในการหมักมีปริมาณน้ำตาลอยู่ที่ 85 กรัมต่อลิตร ระยะเวลาในการหมัก 14 วัน หลังจากสิ้นสุดการหมักมีค่าร้อยละแอลกอฮอล์อยู่ในช่วงร้อยละ 4.25-5.37 ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อร้อยละแอลกอฮอล์ ได้แก่ ปริมาณยีสต์ที่ใส่ในถังหมัก, ปริมาณความหวาน และปัจจัยอื่น ๆ ในการทดลองนี้ ในเบียร์ที่ผลิตด้วยสายพันธุ์ *Lachancea thermotolerans* พบว่ามีปริมาณน้ำตาลสูง ซึ่งส่งผลให้มีปริมาณเอทานอลที่ผลิตในกระบวนการที่ต่ำกว่า อาจแสดงว่ามีน้ำตาลถูกใช้ในระดับที่ต่ำกว่า และน้ำตาลนั้นสามารถถูกนำไปใช้ได้ สร้างสารประกอบอื่น ๆ เช่น กลีเซอรอล นอกจากนั้นจากการทดลองครั้งนี้ หลังจากการหมักเบียร์ครบ 8 วัน พบว่ามีปริมาณเอทานอลสูงกว่า เนื่องจากปริมาณน้ำตาลที่ใช้ก่อนเริ่มหมักมีปริมาณมากกว่า จึงทำให้ยีสต์ใช้น้ำตาลในกระบวนการหมักเป็นเอทานอลได้มากกว่า ส่งผลให้เมื่อสิ้นสุดการหมักเอทานอลในเบียร์ที่หมักได้มีปริมาณสูงเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

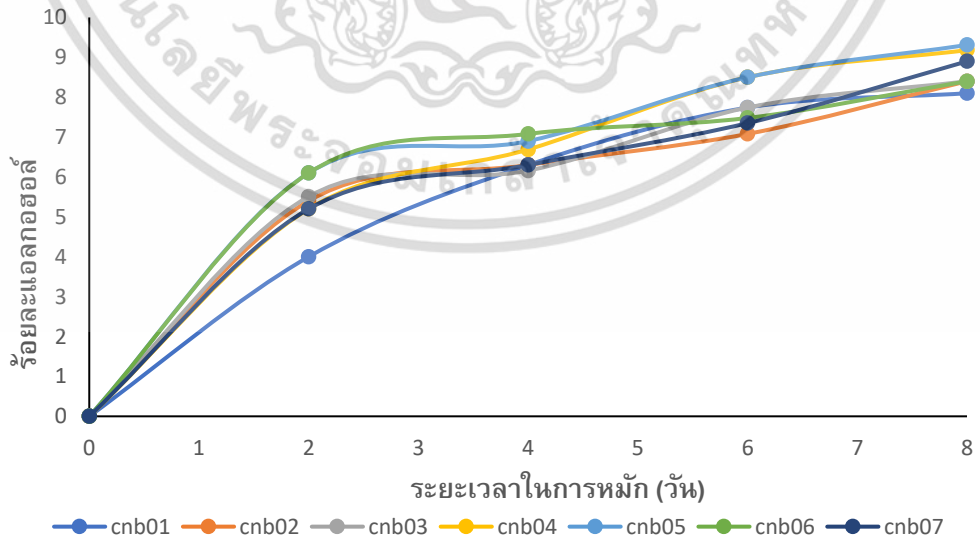
4.7 ค่าร้อยละของแอลกอฮอล์ด้วยเครื่อง Hydrometer

จากการทดลองการหมักเบียร์ใบ กัญชาโดยการใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 วัน พบว่าเบียร์หลังการหมักมีกลิ่นที่เฉพาะที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีต่างๆมีแอลกอฮอล์และ เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการการใช้น้ำตาลของยีสต์ โดยวิเคราะห์ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ก่อนหมักและหลังหมักโดยทำวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ด้วย hydrometer แสดงผลเป็นร้อยละแอลกอฮอล์ ได้ผลการทดลองดังแสดงในตาราง 4.7 และรูปที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ปริมาณแอลกอฮอล์ ในระยะเวลาการหมักในวันต่าง ๆ ของเครื่องดื่มเบียร์

วัน / ตัวอย่าง	ปริมาณแอลกอฮอล์ ในระยะเวลาการหมักในวันต่าง ๆ				
	0	2	4	6	8
Cnb01	0.00±0.00 ^{a}	4.00±0.00 ^{a}	6.30±0.00 ^{a}	7.70±0.00 ^{a}	8.10±0.00 ^{a}
Cnb02	0.00±0.00 ^{a}	5.40±0.00 ^{a}	6.30±0.00 ^{a}	7.10±0.00 ^{a}	8.40±0.00 ^{a}
Cnb03	0.00±0.00 ^{a}	5.50±0.00 ^{a}	6.20±0.00 ^{a}	7.70±0.00 ^{a}	8.40±0.00 ^{a}
Cnb04	0.00±0.00 ^{a}	5.20±0.00 ^{a}	6.70±0.00 ^{a}	8.50±0.00 ^{a}	9.20±0.00 ^{a}
Cnb05	0.00±0.00 ^{a}	6.10±0.00 ^{a}	6.90±0.00 ^{a}	8.50±0.00 ^{a}	9.30±0.00 ^{a}
Cnb06	0.00±0.00 ^{a}	6.10±0.00 ^{a}	7.10±0.00 ^{a}	7.50±0.00 ^{a}	8.40±0.00 ^{a}
Cnb07	0.00±0.00 ^{a}	5.20±0.00 ^{a}	6.30±0.00 ^{a}	7.40±0.00 ^{a}	8.90±0.00 ^{a}

หมายเหตุ - ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงในรูปแบบ ^{a} โดยเปรียบเทียบในแนวดิ่ง



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงค่าร้อยละแอลกอฮอล์วัดด้วยเครื่อง hydrometer ของเครื่องดื่มเบียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

Cnb01 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา 0.17กรัม/ลิตร
Cnb02 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร
Cnb03 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร
Cnb04 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร
Cnb05 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร
Cnb06 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร
Cnb07 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร

จากตารางที่ 4.7 และ รูปที่ 4.7 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ด้วย hydrometer ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร มีค่าร้อยละแอลกอฮอล์เริ่มต้นของเวิร์ท ก่อนการหมัก ที่ร้อยละ 0 เมื่อเวลาหมักผ่านไปจนครบ 8 วัน พบว่า เครื่องดื่มที่มีค่าร้อยละแอลกอฮอล์สูงที่สุด ได้แก่ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather (Cnb05), ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์ Godfather (Cnb04) และ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb07) ซึ่งมีค่าร้อยละ 9.31, 9.18 และ 8.9 ตามลำดับ เครื่องดื่มที่มีค่าร้อยละแอลกอฮอล์น้อยสุด คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา (Cnb01) ซึ่งมีค่าท่ากับร้อยละ 8.1 เนื่องจากการใช้น้ำตาลของเซลล์ยีสต์ในกระบวนการหมัก โดยเปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์แอลกอฮอล์ด้วยวิธี ebulliometer ในหัวข้อที่ 4.6 และสอดคล้องกับการศึกษาของ Nardini and Garagusob (2020) ได้ทำการศึกษา คุณสมบัติของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเบียร์ผลไม้โดยเปรียบเทียบกับเบียร์ไม่ใส่ผลไม้ พบว่า ในการหมักเบียร์ที่ระยะเวลา 7 วัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้อยู่ที่ 10 องศาบริกซ์ หลังจากสิ้นสุดการหมักมีค่า ร้อยละแอลกอฮอลล์อยู่ในช่วงร้อยละ 3.56-4.86 ในเบียร์ที่มีผลไม้มีค่าแอลกอฮอล์สูงกว่าเบียร์ไม่ใส่ผลไม้ ซึ่งเบียร์ที่มีส่วนผสมของผลไม้ทำให้มีค่าความหวานเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ยีสต์สามารถใช้น้ำตาลเป็นเอทานอลได้เพิ่มมากขึ้น ทำให้ร้อยละแอลกอฮอล์ในตัวอย่างเบียร์ผสมผลไม้สูงกว่าเบียร์ไม่ใส่ส่วนผสมผลไม้ ทำให้เบียร์มีรสเปรี้ยวและหวานจากผลไม้มากขึ้น นอกจากนั้นจากการทดลองครั้งนี้ หลังจากการหมักเบียร์ครบ 8 วัน พบว่ามีปริมาณเอทานอลสูงกว่า เนื่องจากปริมาณน้ำตาลที่ใช้ก่อนเริ่มหมักมีปริมาณมากกว่า จึงทำให้ยีสต์ใช้น้ำตาลในกระบวนการหมักเป็นเอทานอลได้มากกว่า ส่งผลให้เมื่อสิ้นสุดการหมักเอทานอลในเบียร์ที่หมักได้มีปริมาณสูงเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

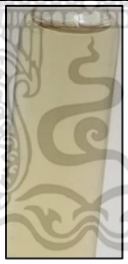
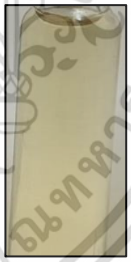
4.8 ค่าสีของเบียร์ โดยใช้ Spectrophotometer

ตรวจค่าสีตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์โดยทำการวัดเมื่อก่อนการหมัก จนเมื่อครบ 8 วัน วัดค่าสีของเบียร์ด้วยวิธี Spectrophotometer นำมาคำนวณค่าสีในหน่วย EBC ได้ผลตามตาราง 4.8 และรูปที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 สีของเบียร์ ในระยะเวลาการหมักในวันต่างๆ ของเครื่องดื่มเบียร์

วัน / ตัวอย่าง	วัดค่าสีของเบียร์ (EBC unit) ในระยะเวลาการหมักในวันต่างๆ				
	0	2	4	6	8
Cnb01	17.60±0.04^{ab}	14.95±0.02 ^{a}	12.55±0.02 ^{a}	10.61±0.03 ^{a}	7.01±0.02 ^{a}
Cnb02	17.45±0.02 ^{b}	14.88±0.04 ^{a}	12.38±0.04^{b}	10.31±0.04 ^{b}	6.93±0.01 ^{b}
Cnb03	17.87±0.02^{ab}	14.67±0.02^{a}	12.16±0.04^{bc}	9.91±0.02 ^{b}	6.82±0.03 ^{bc}
Cnb04	17.59±0.05^{ab}	14.66±0.01^{ab}	12.57±0.02^{b}	9.91±0.01 ^{b}	6.6±0.02 ^{bc}
Cnb05	17.76±0.02^{ab}	14.66±0.02^{ab}	12.13±0.04 ^{b}	9.66±0.01 ^{b}	6.53±0.03 ^{cd}
Cnb06	17.55±0.02 ^{a}	14.65±0.04^{b}	11.68±0.02^{b}	8.95±0.02 ^{b}	6.79±0.04 ^{cd}
Cnb07	17.55±0.02^{ab}	14.66±0.01^{c}	12.34±0.11 ^{c}	9.16±0.03 ^{b}	6.67±0.02 ^{d}

หมายเหตุ - ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงในรูปแบบ^{abcd} โดยเปรียบเทียบในแนวดิ่ง

ตัวอย่าง	Cnb01	Cnb02	Cnb03	Cnb04	Cnb05	Cnb06	Cnb07
หลังจากหมักครบ 8 วัน							

รูปที่ 4.8 สีของเบียร์ ในระยะเวลาการหมักในวันต่างๆ ของเครื่องดื่มเบียร์

หมายเหตุ

Cnb01 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา 0.17กรัม/ลิตร

Cnb02 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร

Cnb03 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร

Cnb04 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร

Cnb05 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร

Cnb06 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร

Cnb07 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.8 และ รูปที่ 4.8 แสดงผลการวัดค่าสีของเบียร์ โดยใช้ Spectrophotometer ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร มีค่าสี EBC เริ่มต้นของเวิร์ท ก่อนการหมัก อยู่ในช่วง 17.45-17.87 เมื่อเวลาหมักผ่านไปจนครบ 8 วัน พบว่า เครื่องดื่มที่มีค่าสี EBC สูงที่สุด ได้แก่ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา (Cnb01), ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก (Cnb02) และ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก (Cnb02) ซึ่งมีค่าสีเท่ากับ 7.02,6.93 และ 6.83 EBC ตามลำดับ เครื่องดื่มที่มีค่าสี EBC น้อยสุด คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather (Cnb05) ซึ่งมีค่าสี เท่ากับ 6.53 EBC ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zdaniewicz *et al*. (2020) ได้ทำการศึกษา การผลิตเบียร์ใช้เชื้อ *Lachancea thermotolerans* สายพันธุ์ที่ผลิตกรดแลคติกต่ำ พบว่า ในการหมักเบียร์เอล ระยะเวลาในการหมัก 14 วัน ทั้งหมด 4 สูตร โดยใช้วัตถุดิบมอลต์ชนิด Ireks Kulmbach ซึ่งเป็นมอลต์ชนิดผสมกับซาวเวอร์โดวจ์ หลังจากการหมักเสร็จสิ้น ได้มีการวัดค่าสี แสดงผลเป็นหน่วย EBC โดยมีค่าสี อยู่ในช่วง 6.9-14.0 EBC unit เห็นได้ว่ามีการลดลงของค่าสีจากตอนเริ่มต้นก่อนหมักจนถึงหลังหมัก การเปลี่ยนแปลงสีของเบียร์เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของเอมีนและน้ำตาล ปฏิกิริยาของ Maillard และการก่อตัวของสารประกอบที่มีสีน้ำตาล ซึ่งในการศึกษาของผู้วิจัยมีค่าสี EBC ใกล้เคียง เนื่องจากมอลต์ที่ใช้มีสีใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

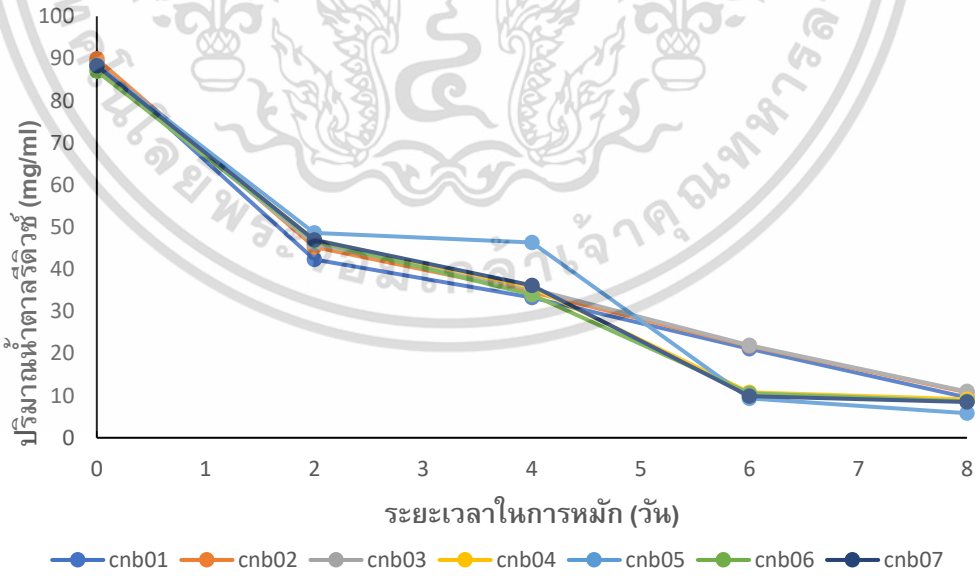
4.9 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดย DNS Reagent

จากการนำตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทดสอบกับสารละลาย DNS (Dinitrosalicylic acid) และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ 540 นาโนเมตร ความเข้มข้นของน้ำรีดิวซ์จะถูกคำนวณเทียบกับค่าที่ได้จากสารละลายมาตรฐานของกลูโคส และนำไปสร้างกราฟมาตรฐานกลูโคสและเปรียบเทียบกับตัวอย่างเบียร์ ได้ผลตามตาราง 4.9 และรูปที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ในระยะเวลาการหมักในวันต่าง ๆ ของเครื่องดื่มเบียร์

วัน / ตัวอย่าง	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) ในระยะเวลาการหมักในวันต่าง ๆ				
	0	2	4	6	8
Cnb01	89.12±1.15^{a}	42.31±1.41 ^{d}	33.27±0.96 ^{d}	21.10±0.37 ^{a}	9.56±0.57 ^{b}
Cnb02	89.90±1.17 ^{b}	45.26±0.57 ^{c}	34.53±1.69^{bc}	21.78±0.46 ^{a}	10.77±0.14 ^{a}
Cnb03	87.54±0.79^{ab}	46.10±0.49^{bc}	35.33±0.56^{bc}	21.96±0.29 ^{a}	10.98±0.40^{a}
Cnb04	88.17±0.26^{ab}	47.03±0.92^{ab}	35.69±0.19^{bc}	10.82±0.15 ^{b}	9.13±0.36 ^{bc}
Cnb05	88.37±0.15^{ab}	48.60±0.21^{a}	46.36±0.30 ^{a}	9.35±0.79 ^{c}	5.83±0.14 ^{d}
Cnb06	86.97±0.14 ^{d}	46.69±0.55^{bd}	33.92±0.75^{cd}	10.54±0.24 ^{b}	8.63±0.06 ^{c}
Cnb07	88.23±0.05^{ab}	46.92±0.03^{bc}	36.12±0.17 ^{b}	9.86±0.37 ^{bc}	8.49±0.11 ^{c}

หมายเหตุ - ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงในรูปแบบ^{abcd} โดยเปรียบเทียบในแนวดิ่ง



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงค่าการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเครื่องดื่มเบียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

Cnb01 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา 0.17กรัม/ลิตร
Cnb02 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร
Cnb03 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร
Cnb04 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร
Cnb05 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร
Cnb06 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร
Cnb07 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร

จากตารางที่ 4.9 และ รูปที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร มีค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เริ่มต้นของเวิร์ท ระหว่าง 86.97-89.90 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ก่อนการหมัก เมื่อเวลาหมักผ่านไปจนครบ 8 วัน พบว่า เครื่องดื่มที่มีค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงสุด คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather (Cnb05), ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb07) และ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb06) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.83, 8.49 และ 8.63 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และ เครื่องดื่มที่มีค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์น้อยสุด ได้แก่ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก (Cnb02) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10.77 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เนื่องจากการใช้น้ำตาลของเซลล์ยีสต์ในกระบวนการหมัก โดยเปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สอดคล้องกับการศึกษาของ โชคชัย (2558) ได้ศึกษา การหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเบียร์จากข้าวไทยเป็นส่วนประกอบหลักโดยวิธีพื้นที่ผิวตอบสนองและการประยุกต์ใช้ในการผลิตเบียร์ระดับกึ่งอุตสาหกรรม พบว่า การใช้น้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตสซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวจะถูกใช้จนหมดภายใน 36 ชั่วโมงหลังจากเริ่มกระบวนการหมักในช่วงเวลาชั่วโมง 36-80 ของการหมัก พบว่าการใช้น้ำตาลมอลโตสอย่างรวดเร็ว โดยจะถูกใช้ไปประมาณ 80-85% ของน้ำตาลมอสโตสเริ่มต้น ขณะที่การลดลงของ fermentable sugar จะลดลงไปพร้อมกับการลดลงของน้ำตาลรีดิวซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

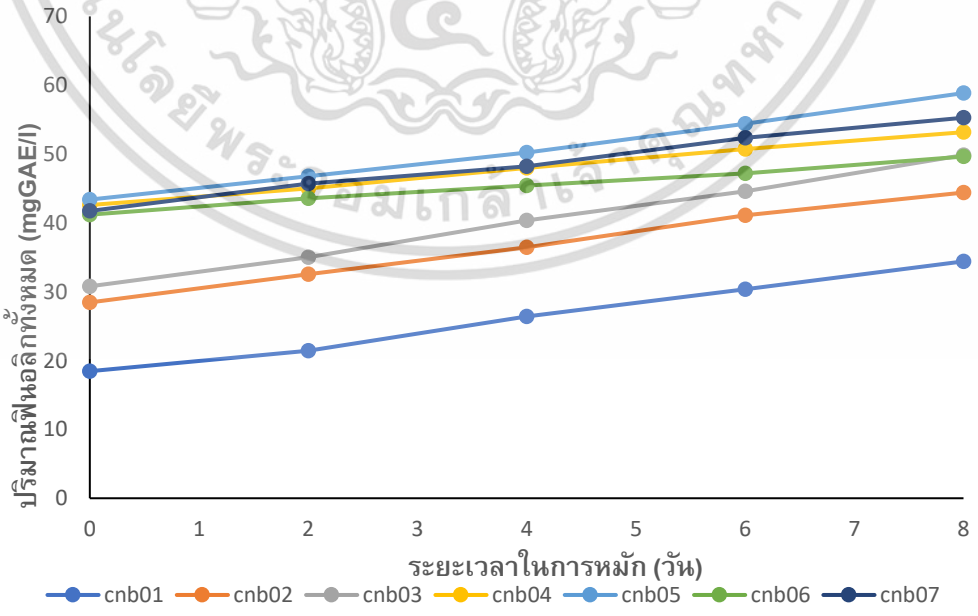
4.10 การวิเคราะห์หาปริมาณฟินอลิกทั้งหมด โดยวิธี Folin-ciocalteau

จากการนำตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ที่ทำการเจือจางมา 1 มิลลิลิตร นำมาทดสอบกับสารละลาย Folin-ciocalteu reagent และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ 765 นาโนเมตร คำนวณเทียบกับค่าที่ได้จากสารละลายมาตรฐานของกรดแกลลิก และนำไปสร้างกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก และเปรียบเทียบกับตัวอย่างเบียร์ หลังจากนั้นนำมาคำนวณปริมาณฟินอลิกทั้งหมด แสดงผลดังตาราง 4.10 และ รูปที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ปริมาณฟินอลิกทั้งหมด ในระยะเวลาการหมักในวันต่างๆ ของเครื่องดื่มเบียร์

วัน / ตัวอย่าง	ปริมาณฟินอลิกทั้งหมด (mgGAE/L) ในระยะเวลาการหมักในวันต่าง ๆ				
	0	2	4	6	8
Cnb01	18.46±1.11^{d}	21.45±1.06^{e}	26.39±0.96^{f}	30.38±0.86^{f}	34.41±0.96^{e}
Cnb02	28.45±1.05^{c}	32.56±0.92^{d}	36.47±1.05^{e}	41.12±1.11^{e}	44.41±1.06^{d}
Cnb03	30.79±1.11^{b}	34.99±1.11^{c}	40.38±0.90^{d}	44.58±1.16^{d}	49.85±1.06^{c}
Cnb04	42.60±1.11^{a}	45.03±1.06^{ab}	48.00±0.90^{b}	50.71±0.90^{b}	53.18±0.90^{b}
Cnb05	43.39±1.09^{a}	46.76±1.10^{a}	50.22±0.96^{a}	54.41±0.96^{a}	58.86±1.06^{a}
Cnb06	41.20±1.06^{a}	43.55±1.06^{b}	45.44±1.00^{c}	47.21±1.10^{c}	49.64±0.80^{c}
Cnb07	41.74±0.96^{a}	45.73±1.07^{ab}	48.24±0.97^{ab}	52.36±0.91^{ab}	55.28±0.96^{b}

หมายเหตุ - ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงในรูปแบบ ^{abcdef} โดยเปรียบเทียบในแนวดิ่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.10 กราฟแสดงค่าการวิเคราะห์หาปริมาณฟินอลิกทั้งหมดของเครื่องดื่มเบียร์

หมายเหตุ

Cnb01 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา 0.17กรัม/ลิตร
Cnb02 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร
Cnb03 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร
Cnb04 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร
Cnb05 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร
Cnb06 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร
Cnb07 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร

จากตารางที่ 4.10 และ รูปที่ 4.10 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณฟินอลิกทั้งหมดของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร มีค่าปริมาณฟินอลิกทั้งหมดเริ่มต้นของเวิร์ท ในช่วง 18.46-43.39 mgGAE/L เมื่อเวลาหมักผ่านไปจนครบ 8 วัน พบว่า เครื่องดื่มที่มีค่าปริมาณฟินอลิกทั้งหมดสูงสุด ได้แก่ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather (Cnb05), ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb07) และ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์ Godfather (Cnb04), ซึ่งมีค่า 58.86, 55.28 และ 53.18 mgGAE/L ตามลำดับ ตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีค่าปริมาณฟินอลิกทั้งหมดน้อยสุด คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา (Cnb01) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 34.41 mgGAE/L สอดคล้องกับการศึกษาของ Viana *et al.* (2021) ซึ่งได้ทำการทดลองการหาสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในคราฟต์เบียร์ที่ผลิตโดย ใช้ยีสต์ 4 ชนิด โดยพบว่าหลังจากเกิดการหมักโดยยีสต์ทั้ง 4 ชนิดแล้วทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำเวิร์ทในวันที่ 0 ที่ยังไม่ได้เกิดการหมักโดยยีสต์ สารประกอบฟีนอลส่วนใหญ่มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ที่พบได้แก่ สาร Cathechin ซึ่งในน้ำเวิร์ทพบว่ามีค่า 52.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในเบียร์ที่เกิดจากการหมักของยีสต์ US-05 พบว่ามีค่า 41.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเห็นได้ว่ามีค่าลดลง และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภูวณัฐ และคณะ(2564) ศึกษาปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของต้นและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในใบของกัญชา (*Cannabis sativa* L.) พบว่า เมื่อต้นกัญชาได้รับปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่ต่างกันพบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมีค่าแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ โดยปริมาณไนโตรเจนที่ 8 กรัมไนโตรเจนต่อต้นไม่เพียงพอต่อความต้องการของต้นกัญชา ในขณะที่ไนโตรเจนปริมาณ 16 กรัม มีความเหมาะสมมากกว่าจึงเป็นผลทำให้ได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมที่ดีที่สุด จากการศึกษานี้ทำให้เห็นว่าในใบของกัญชามีปริมาณสารประกอบฟินอลิกอยู่ จึงทำให้เบียร์ที่ทางผู้วิจัยศึกษามีปริมาณสารประกอบฟินอลิกด้วย ซึ่งทำให้ผลการศึกษาทั้งสองงานวิจัยสอดคล้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

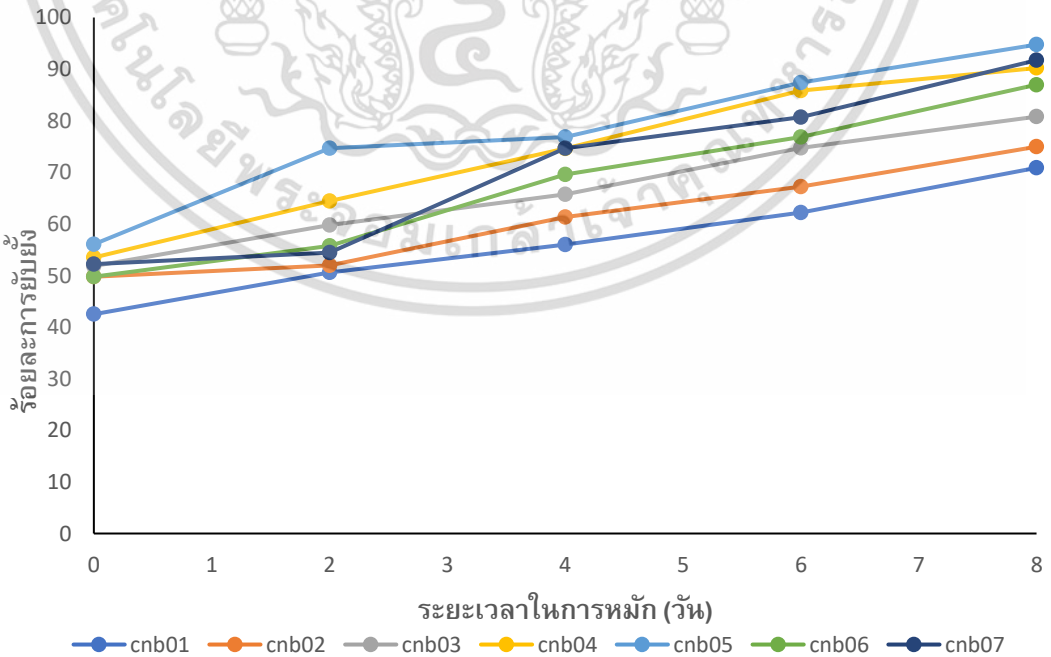
4.11 การทดสอบความสามารถในการดักจับอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH

จากการนำตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ที่ทำการเจือจางมา 1 ไมโครลิตร นำมาทดสอบกับสารละลาย DPPH และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ 517 นาโนเมตร คำนวณเทียบกับค่าที่ได้จากสารละลายมาตรฐานของกรดแอสคอร์บิกและนำไปสร้างกราฟมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก และเปรียบเทียบกับตัวอย่างเบียร์ หลังจากนั้นนำมาคำนวนร้อยละการยับยั้ง ได้ผลตามตาราง 4.11 และรูปที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ร้อยละการยับยั้ง โดยการวิเคราะห์ DPPH ในระยะเวลาการหมักในวันต่าง ๆ ของเครื่องดื่มเบียร์

วัน / ตัวอย่าง	ร้อยละการยับยั้ง ในระยะเวลาการหมักในวันต่าง ๆ				
	0	2	4	6	8
Cnb01	42.50±0.17 ^{f}	50.60±0.55 ^{f}	56.00±0.79 ^{f}	62.20±0.67 ^{g}	70.87±0.67 ^{g}
Cnb02	49.77±0.59 ^{e}	51.96±0.59 ^{e}	61.33±0.65 ^{e}	67.24±0.52 ^{f}	74.96±0.67 ^{f}
Cnb03	51.83±0.65 ^{d}	59.76±0.67 ^{d}	65.75±0.67 ^{d}	74.72±0.49 ^{e}	80.79±0.53 ^{e}
Cnb04	53.49±0.49 ^{c}	64.43±0.49^{c}	74.59±0.59 ^{c}	85.83±0.53 ^{c}	90.21±0.61 ^{c}
Cnb05	56.05±0.64 ^{a}	74.67±0.57 ^{a}	76.82±0.73 ^{a}	87.40±0.76 ^{a}	94.75±0.49 ^{a}
Cnb06	49.77±0.46 ^{c}	55.72±0.67 ^{c}	69.55±0.65 ^{c}	76.86±0.61 ^{d}	86.98±0.76 ^{d}
Cnb07	52.20±0.61 ^{b}	54.43±0.44 ^{b}	74.68±0.55 ^{b}	80.71±0.49 ^{b}	91.73±0.55 ^{b}

หมายเหตุ - ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงในรูปแบบ ^{abcdefg} โดยเปรียบเทียบในแนวดิ่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.11 กราฟแสดงค่าร้อยละการยับยั้ง ในการวิเคราะห์ DPPH ของเครื่องดื่มเบียร์

หมายเหตุ

Cnb01 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา 0.17กรัม/ลิตร
Cnb02 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร
Cnb03 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร
Cnb04 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร
Cnb05 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร
Cnb06 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร
Cnb07 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร

จากตารางที่ 4.11 และ รูปที่ 4.11 แสดงผลการดักจับอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร เมื่อเวลาหมักผ่านไปจนครบ 8 วัน พบว่า เครื่องดื่มที่มีค่าร้อยละการยับยั้งสูดสุด ได้แก่ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather (Cnb05), ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb07) และ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์ Godfather (Cnb04), ซึ่งมีค่า 94.75, 91.73 และ 90.21 ตามลำดับ เครื่องดื่มที่มีค่าร้อยละการยับยั้งน้อยสุด คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา (Cnb01) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 28.87 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tapasya *et al*. (2015) ได้ทำการทดลองศึกษาลักษณะของเบียร์อินเดียและองค์ประกอบทางเคมีที่มีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า ร้อยละการยับยั้งในการทดลองฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของตัวอย่างเบียร์อินเดียอยู่ในช่วง 68.34 - 89.90 โดยสารต้านอนุมูลอิสระสามารถให้ไฮโดรเจนต่ออนุมูลอิสระ ได้แก่ ลิพิดเปอร์ออกไซด์ และไฮโดรเปอร์ออกไซด์ ทำให้เกิดการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ โดยเบียร์ที่มีค่าร้อยละการยับยั้งของการทดลอง DPPH สูง จะทำให้เกิดฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11.1 แสดงค่า IC_{50} ของเครื่องดื่มเบียร์ด้วยวิธี DPPH

ตัวอย่าง	IC_{50} (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)
Cnb01	1.023[a]
Cnb02	0.917[a]
Cnb03	0.883[a]
Cnb04	0.722[a]
Cnb05	0.675[a]
Cnb06	0.857[a]
Cnb07	0.917[a]

จากตารางที่ 4.11.1 แสดงฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระรายงานเป็นค่า IC_{50} (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ของเครื่องดื่มเบียร์โดยพิจารณาจากค่า IC_{50} ที่มีค่าน้อยจะมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระสูง ซึ่งตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather (Cnb05) มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.675 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นตัวอย่างที่มีค่า IC_{50} ต่ำที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุมิตราและมูฮำหมัด (2565) ในการทดสอบสารพฤกษาเคมี และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของกัญชา พบว่า การเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารสกัดกัญชา เพื่อนำมาหาค่า IC_{50} พบว่า ค่าความเข้มข้นของสารสกัดกัญชาที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่ร้อยละ 50 (IC_{50}) ของตัวควบคุมบวก ได้แก่ Vitamin C เท่ากับ 0.0441 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ สารสกัดหยาบ Hexane, Dichloromethane, Ethyl acetate, Ethanol, Methanol และ Distilled water พบว่า ค่าความเข้มข้นของสารสกัดกัญชามีฤทธิ์การต้านอนุมูล อิสระที่ร้อยละ 50 (IC_{50}) 0.0441, 0.0220, 0.3526, 0.468, 0.4882, 5.5932 และ 6.6588 มิลลิกรัมต่อ มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

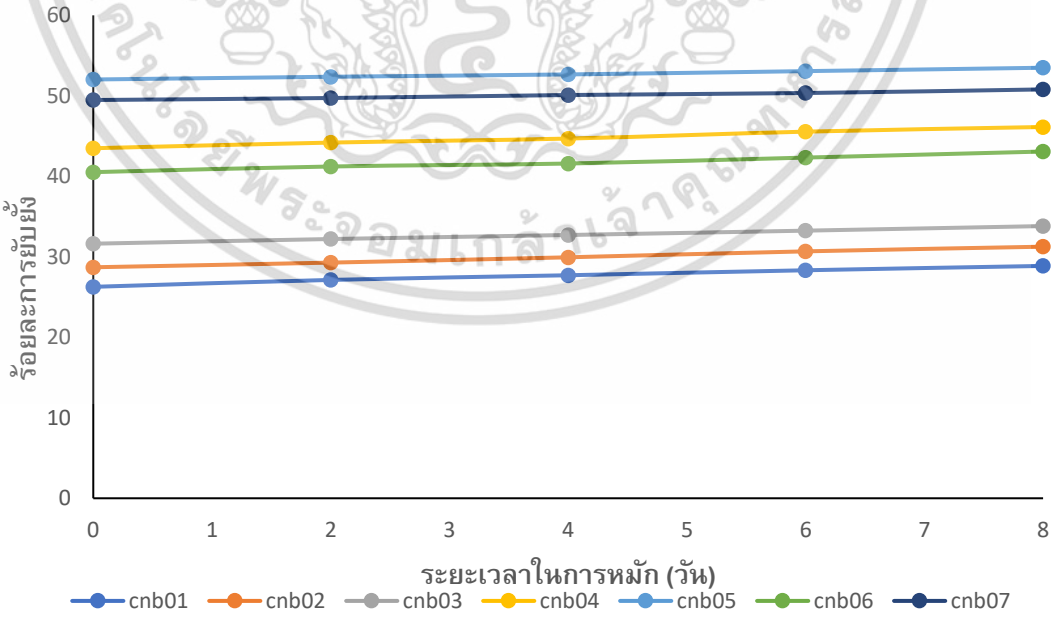
4.12 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS

นำตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ที่ทำการเจือจางมา 1 มิลลิลิตร นำมาทดสอบกับสารละลาย ABTS และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ 734 นาโนเมตร คำนวณเทียบกับค่าที่ได้จากสารละลายมาตรฐานของกรดแอสคอร์บิก และนำไปสร้างกราฟมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก และเปรียบเทียบกับตัวอย่างเบียร์ หลังจากนั้นนำมาคิดค่าร้อยละการยับยั้ง ได้ผลตามตาราง 4.12 และรูปที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ร้อยละการยับยั้ง โดยการวิเคราะห์ ABTS ในระยะเวลาการหมักในวันต่าง ๆ ของเครื่องดื่มเบียร์

วัน / ตัวอย่าง	ร้อยละการยับยั้ง ในระยะเวลาการหมักในวันต่าง ๆ				
	0	2	4	6	8
Cnb01	24.57±0.49 ^{f}	25.48±0.55 ^{f}	26.51±0.79 ^{f}	27.42±0.67 ^{g}	28.29±0.67 ^{g}
Cnb02	29.03±0.59 ^{e}	29.78±0.59 ^{e}	30.68±0.65 ^{e}	31.47±0.52 ^{f}	32.13±0.67 ^{f}
Cnb03	30.68±0.65 ^{d}	31.63±0.67 ^{d}	32.63±0.67 ^{d}	33.49±0.49 ^{e}	34.57±0.53 ^{e}
Cnb04	36.96±0.49 ^{c}	37.95±0.49^{c}	38.95±0.59 ^{c}	40.02±0.53 ^{c}	40.76±0.61 ^{c}
Cnb05	42.70±0.64 ^{a}	43.82±0.57 ^{a}	44.81±0.73 ^{a}	46.17±0.76 ^{a}	46.88±0.49 ^{a}
Cnb06	37.09±0.46 ^{c}	37.58±0.67 ^{c}	38.12±0.65 ^{c}	38.66±0.61 ^{d}	39.15±0.76 ^{d}
Cnb07	40.76±0.61 ^{b}	41.51±0.44 ^{b}	42.46±0.55 ^{b}	43.28±0.49 ^{b}	43.94±0.55 ^{b}

หมายเหตุ - ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงในรูปแบบ^{abcdefg}โดยเปรียบเทียบในแนวดิ่ง



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงค่าร้อยละการยับยั้ง ในการวิเคราะห์ ABTS ของเครื่องดื่มเบียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

Cnb01 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา 0.17กรัม/ลิตร
Cnb02 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร
Cnb03 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร
Cnb04 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร
Cnb05 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร
Cnb06 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร
Cnb07 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร

จากตารางที่ 4.12 และรูปที่ 4.12 แสดงผลการดักจับอนุมูลอิสระ โดยวิธี ABTS ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร เมื่อเวลาหมักผ่านไปจนครบ 8 วัน พบว่า เครื่องดื่มที่มีค่าร้อยละการยับยั้งสูงสุด ได้แก่ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather (Cnb05), ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb07) และ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์ Godfather (Cnb04), ซึ่งมีค่า 46.88, 43.94 และ 40.76 ตามลำดับ เครื่องดื่มที่มีค่าร้อยละการยับยั้งน้อยสุด คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา (Cnb01) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 28.29 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Phupaboon *et al*. (2022 ศึกษาเปรียบเทียบการสกัด, ลักษณะเฉพาะ และไมโครเอนแคปซูเลชั่นของไคโตซาน สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก *Cannabis sativa* L., *Cannabis indica* L. และ *Mitragyna speiosa* K. พบว่า ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของพืชที่สกัดสามชนิด มีค่าร้อยละการยับยั้ง ABTS, DPPH และ FRAP ในช่วง 43.1-93.1, 35.0-91.2 และ 14.0-39.0 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12.1 แสดงค่า IC_{50} ของเครื่องดื่มเบียร์ด้วยวิธี ABTS

ตัวอย่าง	IC_{50} (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)
Cnb01	2.016[a]
Cnb02	1.707[a]
Cnb03	1.613[a]
Cnb04	1.338[a]
Cnb05	1.165[a]
Cnb06	1.342[a]
Cnb07	1.216[a]

จากตารางที่ 4.12.1 แสดงฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระรายงานเป็นค่า IC_{50} (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ของเครื่องดื่มเบียร์โดยพิจารณาจากค่า IC_{50} ที่มีค่าน้อยจะมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระสูง ซึ่ง ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather (Cnb05) เป็นตัวอย่างที่มีค่า IC_{50} ต่ำที่สุด เท่ากับ 1.165 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nardini and Garagusob (2020) ได้ทำการศึกษา คุณสมบัติของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเบียร์ผลไม้โดยเปรียบเทียบกับเบียร์ไม่ใส่ผลไม้ พบว่า หลังจากหมักเบียร์เอล 3 สูตร ได้แก่ ALE1, ALE2 และ ALE3 ครบ 7 วัน ได้ทำการทดสอบยับยั้งอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี ABTS มีค่ายับยั้งอนุมูลอิสระ 1.55, 1.69 และ 2.03 ตามลำดับ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเบียร์ขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของวัตถุดิบตั้งต้นและกระบวนการผลิตเบียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

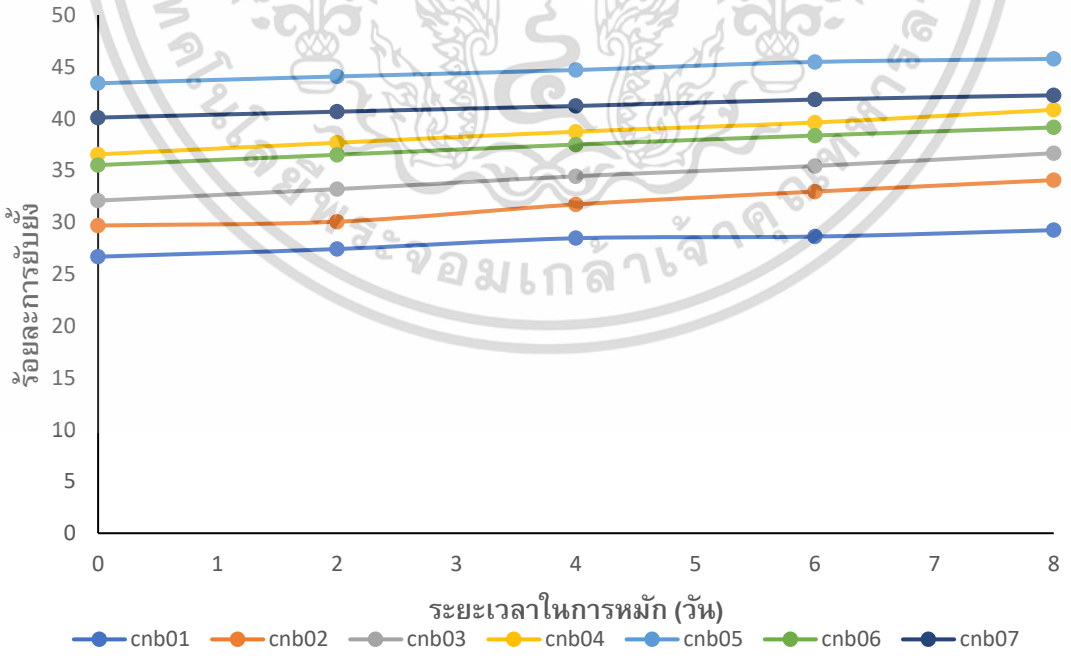
4.13 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP

นำตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ที่ทำการเจือจางมา 1 มิลลิลิตร นำมาทดสอบกับสารละลาย FRAP และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ 593 นาโนเมตร คำนวณเทียบกับค่าที่ได้จากสารละลายมาตรฐานของกรด Gallic acid และนำไปสร้างกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก และเปรียบเทียบกับตัวอย่างเบียร์ หลังจากนั้นนำมาคิดค่าร้อยละการยับยั้ง ได้ผลตามตาราง 4.13 และ รูปที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ร้อยละการยับยั้ง โดยการวิเคราะห์ FRAP ในระยะเวลาการหมักในวันต่างๆ ของเครื่องดื่มเบียร์

วัน / ตัวอย่าง	ร้อยละการยับยั้ง ในระยะเวลาการหมักในวันต่าง ๆ				
	0	2	4	6	8
Cnb01	26.68±1.11 ^{f}	27.42±1.07 ^{f}	28.46±0.96 ^{f}	28.62±0.96 ^{f}	29.24±0.96 ^{f}
Cnb02	29.69±1.06 ^{e}	30.06±0.91 ^{e}	31.72±0.96 ^{e}	32.96±1.11 ^{e}	34.07±0.96 ^{e}
Cnb03	32.09±1.06 ^{d}	33.20±1.06 ^{d}	34.44±0.96^{d}	35.43±1.11 ^{d}	36.67±1.06 ^{d}
Cnb04	36.55±1.06 ^{c}	37.67±0.96 ^{c}	38.74±1.06 ^{c}	39.63±0.91 ^{c}	40.85±0.96^{bc}
Cnb05	43.41±0.96 ^{a}	44.07±0.86 ^{a}	44.69±1.01 ^{a}	45.47±0.80 ^{a}	45.76±1.01 ^{a}
Cnb06	35.52±1.01 ^{c}	36.51±0.86 ^{c}	37.50±1.06 ^{c}	38.37±1.01 ^{c}	39.15±0.96 ^{c}
Cnb07	40.10±1.16 ^{b}	40.67±0.96 ^{d}	41.22±1.01 ^{b}	41.84±1.01 ^{b}	42.25±1.16 ^{b}

หมายเหตุ - ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงในรูปแบบ^{abcdef} โดยเปรียบเทียบในแนวดิ่ง



รูปที่ 4.13 กราฟแสดงค่าร้อยละการยับยั้ง ในการวิเคราะห์ FRAP ของเครื่องดื่มเบียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

Cnb01 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา 0.17กรัม/ลิตร
Cnb02 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร
Cnb03 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก 0.17กรัม/ลิตร
Cnb04 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร
Cnb05 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather 0.17กรัม/ลิตร
Cnb06 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร
Cnb07 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใส่ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush 0.17กรัม/ลิตร

จากตารางที่ 4.13 และรูปที่ 4.13 แสดงผลการดักจับอนุมูลอิสระ โดยวิธี FRAP ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร เมื่อเวลาหมักผ่านไปจนครบ 8 วัน พบว่า เครื่องดื่มที่มีค่าร้อยละการยับยั้งสูดสุด ได้แก่ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather (Cnb05), ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb07) และ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์ Godfather (Cnb04), ซึ่งมีค่า 45.76, 42.25 และ 40.85 ตามลำดับ เครื่องดื่มที่มีค่าร้อยละการยับยั้งน้อยสุด คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา (Cnb01) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 29.24 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Addo *et al*. (2023) ได้ทำการทดลอง ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระทั้งหมด Cannabinoids และ Terpenoids ใน Hops และ *Cannabis sativa* พบว่า การแช่ตัวอย่างฮอปส์และกัญชาไว้ล่วงหน้าก่อนที่จะทำให้แห้งจะเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระ ค่า 13% (การทดสอบ DPPH) และ 29.9% (การทดสอบ FRAP) การทดสอบ FRAP ที่ใช้สำหรับการศึกษานี้แสดงให้เห็นผลของการทำแห้งเยือกแข็ง ต่อการเพิ่มต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ใน ฮอปส์ และกัญชา 79% และ 80.2% ตามลำดับ เมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ยังไม่ทำแห้งและแช่เยือกแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13.1 แสดงค่า IC_{50} ของเครื่องดื่มเบียร์ด้วยวิธี FRAP

ตัวอย่าง	IC_{50} (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)
Cnb01	1.857[a]
Cnb02	1.670[a]
Cnb03	1.540[a]
Cnb04	1.352[a]
Cnb05	1.143[a]
Cnb06	1.392[a]
Cnb07	1.230[a]

จากตารางที่ 4.13.1 แสดงฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระรายงานเป็นค่า IC_{50} (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ของเครื่องดื่มเบียร์โดยพิจารณาจากค่า IC_{50} ที่มีค่าน้อยจะมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระสูง ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Godfather (Cnb05) เป็นตัวอย่างที่มีค่า IC_{50} ต่ำที่สุด เท่ากับ 1.143 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nardini and Garagusob (2020) ได้ทำการศึกษา คุณสมบัติของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเบียร์ผลไม้โดยเปรียบเทียบกับเบียร์ไม่ใส่ผลไม้ พบว่า หลังจากหมักเบียร์เอล 3 สูตร ได้แก่ ALE1, ALE2 และ ALE3 ครบ 7 วัน ได้ทำการทดสอบยับยั้งอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี FRAP มีค่ายับยั้งอนุมูลอิสระ 3.73, 3.38 และ 4.39 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเบียร์ขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของวัตถุดิบตั้งต้นและกระบวนการผลิตเบียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

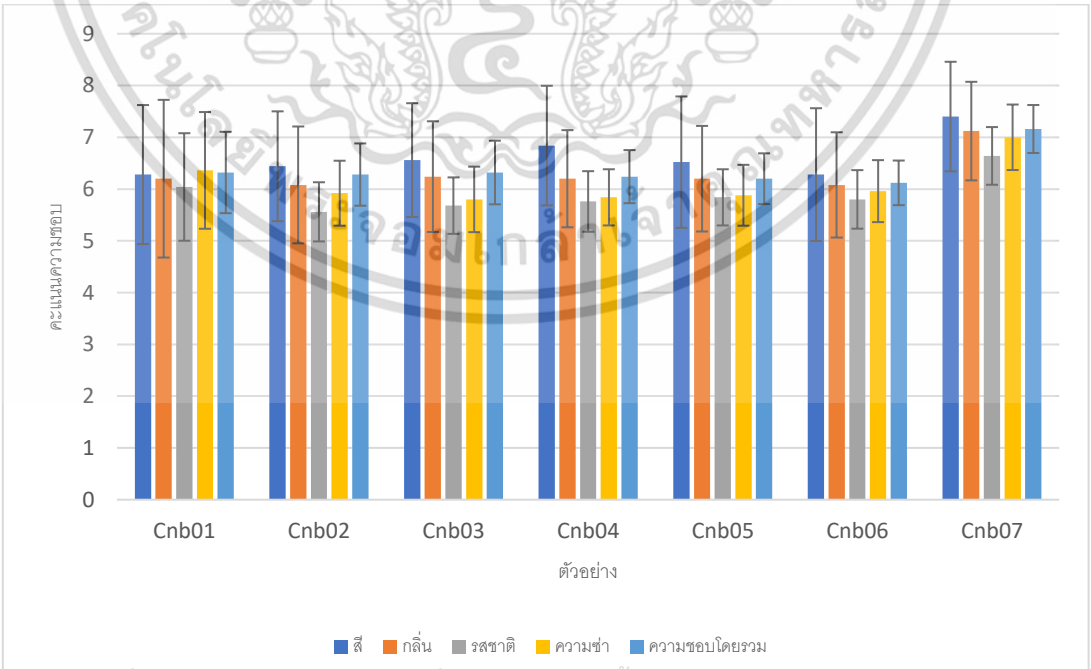
4.15 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 25 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสใน ด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความซ่า และความชอบโดยรวมโดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยคะแนนเท่ากับ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด และคะแนนเท่ากับ 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด ตามตัวอย่างแบบประเมิน ได้ผลตามตาราง 4.15 และรูปที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มเบียร์ทั้ง 7 สูตร

ตัวอย่าง	ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความซ่า	ความชอบโดยรวม
Cnb01	6.28±1.34 ^{a}	6.20±1.52 ^{a}	6.04±1.03 ^{a}	6.36±1.12 ^{a}	6.32±0.78 ^{a}
Cnb02	6.44±1.06 ^{a}	6.08±1.12 ^{a}	5.56±0.57 ^{a}	5.92±0.62 ^{a}	6.28±0.61 ^{a}
Cnb03	6.56±1.09 ^{a}	6.24±1.06 ^{a}	5.68±0.54 ^{a}	5.80±0.63 ^{a}	6.32±0.61 ^{a}
Cnb04	6.84±1.15 ^{a}	6.20±0.93 ^{a}	5.76±0.58 ^{a}	5.84±0.54 ^{a}	6.24±0.51 ^{a}
Cnb05	6.52±1.26 ^{a}	6.20±1.01 ^{a}	5.84±0.54 ^{a}	5.88±0.58 ^{a}	6.20±0.48 ^{a}
Cnb06	6.28±1.28 ^{a}	6.08±1.01 ^{a}	5.80±0.56 ^{a}	8.96±0.59 ^{a}	6.12±0.43 ^{a}
Cnb07	7.40±1.05 ^{a}	7.12±0.95 ^{a}	6.64±0.55 ^{a}	7.00±0.63 ^{a}	7.16±0.46 ^{a}

หมายเหตุ - ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงในรูปแบบ^{a} โดยเปรียบเทียบในแนวดิ่ง



รูปที่ 4.15 กราฟแสดงคะแนนความชอบในแต่ละด้านของเครื่องดื่มเบียร์ 7 สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.15 และรูปที่ 4.15 พบว่าค่าเฉลี่ยทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี ตัวอย่างที่ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb07) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.40 และตัวอย่างที่ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจน้อยที่สุด คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb06) และ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบกัญชา (Cnb01) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.28 ทั้งสองตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่น ตัวอย่างที่ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb07) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.12 และตัวอย่างที่ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจน้อยที่สุด คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb06) และ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา หางกระรอก (Cnb02) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.08 ทั้งสองตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติ ตัวอย่างที่ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb07) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.64 และตัวอย่างที่ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจน้อยที่สุด คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา หางกระรอก (Cnb02) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.56 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความซ่า ตัวอย่างที่ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb07) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.00 และตัวอย่างที่ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจน้อยที่สุด คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา หางกระรอก (Cnb03) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.80 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในความชอบโดยรวม ตัวอย่างที่ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb07) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.16 และตัวอย่างที่ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจน้อยที่สุด คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb06) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.12 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Larroque *et al.* (2021) ได้ทำการศึกษา การพัฒนารสชาติเบียร์ที่มีลักษณะเฉพาะ พบว่า ในการทดสอบคุณลักษณะประสาทสัมผัส กลิ่น รส ของเบียร์ เกิดจากสาเหตุหลายประการ ได้แก่ การหมักยีสต์ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเกิดสารประกอบ เช่น เอสเทอร์ แลคโตไทออล แอลกอฮอล์ และฟีนอล รวมถึงการใช้มอลล์ประเภทต่างๆ ทำให้เกิดรสชาติของเบียร์ที่เฉพาะเจาะจงขึ้น และพบว่าชนิดของฮอปส์ที่ใช้ มีสารโมเลกุลขนาดเล็ก เช่น โมโนเทอร์ปีน ไทโอเอสเทอร์ สารชนิดนี้ก็ส่งผลต่อกลิ่นและรสของเบียร์เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การทดลองเปรียบเทียบตัวอย่างเบียร์ไม่ใส่ใบกัญชา ปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นหลังการหมัก ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ที่ใส่ส่วนประกอบของกัญชาทุกสายพันธุ์ มีแอลกอฮอล์มากกว่าตัวอย่างเบียร์ที่ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา โดยตัวอย่างที่มีร้อยละแอลกอฮอล์มากที่สุดคือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชาสายพันธุ์ Godfather (cnb05) ซึ่งมีค่าร้อยละแอลกอฮอล์เท่ากับ 9.6 และในด้านการทดสอบปริมาณฟินอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่า ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชาสายพันธุ์ Godfather (cnb05) เป็นตัวอย่างที่มีปริมาณฟินอลิกมากที่สุด ซึ่งมีค่า 58.86 mgGAE/L และในด้านของฤทธิ์การยับยั้งสารต้านอนุมูลอิสระ DPPH, ABTS และ FRAP เป็นตัวอย่างที่มีค่าสูงที่สุดเช่นกัน ซึ่งมีค่าร้อยละ 94.75, 46.88 และ 45.76 ตามลำดับ และมีค่า IC_{50} การต้านอนุมูลอิสระ DPPH, ABTS และ FRAP มีค่า 0.675, 1.338 และ 1.143 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่ามีตัวอย่างที่มีคะแนนความชอบมากที่สุด 3 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb07), ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ใบรองดอกกัญชา สายพันธุ์หางกระรอก (Cnb03) และ ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ไม่ใส่ส่วนประกอบกัญชา (Cnb01) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

การทดสอบทั้งหมดทำให้ทางผู้วิจัยได้คิดค้นสูตรเบียร์กัญชาที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดังนี้ มอลต์จากข้าวบาร์เลย์บด ปริมาณ 2.25 กิโลกรัม ต้มด้วยน้ำ 6 ลิตร ที่อุณหภูมิ 63.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นต้มที่ 71 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และที่ 74 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้น ใส่ฮอปส์ (Fuggle Hops) 7 กรัม ใส่ใบรองดอกอบแห้งของกัญชา 1 กรัม และให้ความร้อนจนเดือดต่ออีก 10 นาที วัดค่า pH เริ่มต้นและปรับ pH ด้วยกรดซิตริกอยู่ในช่วงค่า pH ประมาณ 5 เติม L-leucine 0.823 กรัมและเติม $ZnSO_4.H_2O$ 0.131 กรัม บ่มที่ 18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาหาวิธีการทดสอบตัวอย่างเครื่องดื่ม เพื่อหาสารสำคัญในกัญชา THC, CBD อย่างละเอียด เพื่อยืนยันคุณสมบัติของกัญชาก่อนนำไปใช้ทางอุตสาหกรรมต่อไป การทดลองนี้อาจเป็นจุดเริ่มต้นที่จะทำให้มีผู้สนใจ และผู้ที่เกี่ยวข้องเห็นความสำคัญ และนำกัญชาไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มอย่างถูกต้องถูกวิธีและถูกกฎหมาย เพื่อไม่เป็นอันตรายต่อการใช้กัญชาเกินขนาดที่ทางกฎหมายกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กำธร สินธวานนท์. 2541. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ. 23. 1.กรุงเทพมหานคร. โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว/

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2559. หลักสูตรภาคปฏิบัติด้านพลังงานทดแทน (เอทานอลและก๊าซชีวภาพ). กรุงเทพฯ. ศูนย์ศึกษามูลนิธิสถาบันวิจัยนโยบายเศรษฐกิจการคลัง /

โชคชัย วนภู. 2558. การหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเบียร์จากข้าวไทยเป็นส่วนประกอบหลักโดยวิธีพื้นที่ผิวตอบสนองและการประยุกต์ใช้ในการผลิตเบียร์ระดับกึ่งอุตสาหกรรม. ทุนการวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี /

ภูวณัฐ อินทนนท์, ศิวกร จันทบาล, บัญญัติ เศรษฐฐิติ, อรพรรณ หัสรังค์, กษิดิ์เดช อ่อนศรี และ ธนัชยา เกณฑ์ขุนทด. 2564. การศึกษาปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของต้น และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในใบของกัญชา (*Cannabis sativa* L.). วารสารราชภัฏกรุงเก่า. ปีที่3 ฉบับที่1: 19-25. /

สุกรรณิกา ทากอง, สุธัญญา เกษรบัว และ มงคล เพ็ญสายใจ. 2565. การผลิตผลิตภัณฑ์โลชั่นบำรุงผิวจากเบียร์มะเฟือง.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ปีที่8 ฉบับที่ 1 : 93-101. /

สุชาดา มานอก และ ปวีณา ลิ้มเจริญ. 2558. การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดสมุนไพรในตำรับยาหอมเทพจิตร. มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา /

สุมิตา นิยมเดชา และ มูฮำหมัด นิยมเดชา. 2565. การทดสอบสารพฤกษเคมี และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของกัญชา. วารสารวิชาการ การจัดการภาครัฐและเอกชน ปีที่ 4 ฉบับที่ 2: 156-166. /

อาณัติ ดีพัฒนา. 2562. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการ นวัตกรรมการสกัดพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ทางยาอย่างต่อเนื่อง ประสิทธิภาพสูงและได้มาตรฐานการผลิตทาง เภสัชกรรมด้วยระบบบิวเทนภายใต้ความดันสูงร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ยิ่งยวด. ใน โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้. ชลบุรี/

Addo, P., Poudineh, Z., Shearer, M., Taylor, N., MacPherson, S., Raghavan, V., Orsat, V. and Lefsrud, M. 2023. Relationship between total antioxidant capacity, cannabinoids and terpenoids in hops and cannabis. Plants. 12: 2-15./

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Almaguer, C., Schönberger, C., Gastl, M., Arendt, E. and Becker.T. 2014. A story that begs to be told: 289-314 /

Assadpour, E., Rezaei, A., Das, S.S., Krishna Rao, B.V.K., Singh , S.K., Kharazmi, M.S., Jha, N.K., Jha ,K.S., Miguel, A., Prieto and Jafari, S.M. 2023. Cannabidiol-loaded nanocarriers and their therapeutic applications: 1-26 /

Bamforth ,C.W. 2003. History and types raw materials wort production biochemistry of fermentation chemistry of brewing microbreweries. University of California : 418 /

Başkan, K., Tütem, E., Akyüz, E., Özen, S. and Apak ,R. 2016. Spectrophotometric total reducing sugars assay based on cupric reduction. department of chemistry. faculty of engineering. Istanbul University. /

Derdelinckx, G., Vanderhasselt, B., Maudoux, M. and Dufour , J.P. 1992. Refermentation in bottles and kegs: 156-164 /

Duarte, L.M., Amorim, T.L., Grazul, R.M. and Leal de Oliveira, M.A. 2020. Differentiation of aromatic, bittering and dual-purpose commercial hops from their terpenic profiles. food research international. 138. 19768. /

Fetterman P.S., Keith E.S., Waller C.W., Guerrero O., Doorenbos N.J., Quimby M.W. 1971. Mississippi-grown *Cannabis sativa* L.: preliminary observation on chemical definition of phenotype and variations in tetrahydrocannabinol content versus age, sex, and plant part. j. pharm sci 60: 1246-1249 /

Ghosh, D., Chaudhary, N., Shanker, K., Kumar, B. and Kumar, N. 2023. Monoecious *Cannabis sativa* L. discloses the organ-specific variation in glandular trichomes. cannabinoids content and antioxidant potential. aromatic plants 35: 100476 /

Hiralal, L., Olaniran, A.O. and Pillay, B. 2014. Aroma-active ester profile of ale beer produced under different fermentation and nutritional conditions. journal of bioscience and bioengineering. 117: 57-64 /

Kihara, M., Kaneko, T. and Ito, K. Genetic. 1998. Genetic variation of β-amylase thermostability *among varieties* of barley, *Hordeum vulgare* L., and relation to malting quality. plant breeding. 117. Berlin: 425-428 /

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Larroque, M.N., Carrau, F., Farina, L., Boido, E., Dellacassa, E. and Medina, K. 2021. Effect of *saccharomyces* and non-*saccharomyces* native yeasts on beer aroma compounds. International journal of food microbiology. 337: 108953./

Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J. and Cheng, S. 2006. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. food chemistry.96 : 254-256 /

Mignoni, G. 1999. Cannabis as a licit crop: recent developments in Europe. office on drugs and crime: 1-16/

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

Oti, W. 2016. Using Refractometer to determine the sugar content in soft drinks commonly consumed In abakaliki, Nigeria. IOSR journal of applied chemistry. 9(7) : 89-91. /

Palmer, J.J. 2006. How to brew everything you need to know to brew great beer everytime . 1 st ed. Alaska . U.S./

Phupaboon, S., Matra, M., Prommachart, R., Totakul, P., Supapong, C. and Wanapat, M. 2022. Extraction, characterization, and chitosan microencapsulation of bioactive compounds from *Cannabis sativa* L., *Cannabis indica* L. and *Mitragyna speiosa* K. antioxidants. 11: 2-12/

Reddy, A. Norris, D.F. Momeni, S.S. Waldo, B. and Ruby, J.D. 2015. The pH of beverages available to the american consumer. the journal of the america dental association. 147(4) . 255–263. /

Ristivojević, P.M. and Morlock, G.E. 2018. Effect-directed classification of biological, biochemical and chemical profiles of 50 German beers. food chemistry. 206: 344-353/

Rusu, IE., Marc, R.A., Mure¸san, C.C., Mure¸san, A.E., Filip, M.R., Onica, B.M., Csaba, K.B., Alexa, E. and Szanto, L.Advanced characterization of hemp flour (*Cannabis sativa* L.) from dacia secuieni and zenit varieties, compared to wheat flour. plants. 10. 1237 /

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Tapasya, V., Siddhi, Y., Sawant, A., Ghatak, A., Chaturvedi, M. and Gupte, S. 2015. Characterization of Indian beers: chemical composition/ and antioxidant potential. Journal food science technol. 52(3): 1414–1423

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 /

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

ตารางผลการทดสอบ การคำนวณ และการสร้างกราฟมาตรฐาน

1. ข้อมูลผลการทดลองเพื่อศึกษาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดย DNS reagent

ตารางภาคผนวก ก ที่ 1.1 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาก่อนหมัก (น้ำเวิร์ท)

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	350.93	356.13
	348.26	
	369.89	
Cnb02	327.33	327.65
	331.45	
	324.17	
Cnb03	328.12	327.91
	331.45	
	324.17	
Cnb04	331.24	330.26
	330.66	
	328.89	
Cnb05	331.56	331.00
	331.21	
	330.23	
Cnb06	326.12	325.75
	325.00	
	326.14	
Cnb07	330.64	330.50
	330.66	
	330.20	

ตารางภาคผนวก ก ที่ 1.2 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	163.89	170.40
	175.21	
	172.11	
Cnb02	175.23	175.20
	178.26	
	172.11	
Cnb03	175.23	175.20
	178.26	
	172.11	
Cnb04	180.77	176.19
	175.42	
	172.38	
Cnb05	182.23	182.06
	181.02	
	182.95	
Cnb06	175.23	174.90
	177.23	
	172.24	
Cnb07	175.83	175.77
	175.88	
	175.60	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 1.3 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 4 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	132.21	133.44
	138.66	
	129.47	
Cnb02	129.34	130.23
	133.23	
	128.13	
Cnb03	133.55	132.35
	134.15	
	129.36	
Cnb04	134.56	133.71
	132.80	
	133.78	
Cnb05	135.22	133.67
	132.56	
	133.23	
Cnb06	129.66	127.05
	128.86	
	123.14	
Cnb07	134.56	135.29
	135.22	
	136.11	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 1.4 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 6 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	82.63	85.17
	86.23	
	85.17	
Cnb02	83.41	81.58
	80.55	
	80.79	
Cnb03	83.41	82.31
	82.74	
	80.79	
Cnb04	40.51	40.53
	39.86	
	41.23	
Cnb05	39.25	33.21
	32.65	
	33.21	
Cnb06	30.52	29.49
	38.33	
	39.64	
Cnb07	38.56	36.93
	37.12	
	35.12	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 1.5 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 8 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	41.05	38.36
	38.63	
	35.42	
Cnb02	42.13	40.03
	38.87	
	39.11	
Cnb03	43.18	41.16
	39.56	
	40.75	
Cnb04	34.87	33.88
	34.23	
	32.56	
Cnb05	22.11	21.84
	22.32	
	21.10	
Cnb06	32.12	32.33
	32.22	
	32.66	
Cnb07	32.12	31.81
	32.11	
	31.21	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 1.6 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ของสารละลายมาตราฐานกลูโคส ที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ

ค่าความเข้มข้น (mg/L)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร			ค่าเฉลี่ย
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
0	0.102	0.089	0.075	0
0.2	0.785	0.652	0.633	0.689
0.4	1.524	1.522	1.522	1.523
0.6	2.214	2.251	2.241	2.235
0.8	2.913	2.983	2.955	2.950
1.0	3.987	3.789	3.722	3.722

รูปภาคผนวก ก ที่ 1.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายสารละลายมาตราฐานกลูโคส ที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดในตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์เทียบเท่าสารละลายมาตราฐานกลูโคส

จากสมการคำนวณปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ =

$$\frac{\text{ค่าความดูดกลืนแสง } 540 \text{ นาโนเมตร} \times \text{ความเจือจางตัวอย่าง}}{\text{ความชันของสมการเส้นตรง}}$$

แทนค่า ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ = $\frac{3.987 \times 1}{0.0325}$

ปริมาณน้ำรีดิวซ์ = 122.67

เบียร์ที่ค่าความเจือจาง 1 เท่า จะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดเทียบเท่าสารมาตราฐานกลูโคส 122.67

มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ดังนั้น เบียร์ที่ค่าความเจือจางปกติจะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดเทียบเท่าสารมาตราฐานกลูโคส 122.67

มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ข้อมูลผลการทดลองเพื่อศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี folin- ciocalteu

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.1 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาก่อนหมัก (น้ำเวิร์ท)

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	0.776	0.785
	0.798	
	0.785	
Cnb02	0.695	0.675
	0.716	
	0.705	
Cnb03	0.676	0.652
	0.698	
	0.685	
Cnb04	0.579	0.571
	0.595	
	0.585	
Cnb05	0.574	0.584
	0.594	
	0.585	
Cnb06	0.592	0.602
	0.613	
	0.601	
Cnb07	0.589	0.598
	0.608	
	0.596	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.2 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 2 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	0.752	0.762
	0.773	
	0.761	
Cnb02	0.664	0.672
	0.682	
	0.670	
Cnb03	0.641	0.652
	0.663	
	0.653	
Cnb04	0.560	0.571
	0.581	
	0.572	
Cnb05	0.546	0.557
	0.568	
	0.557	
Cnb06	0.572	0.583
	0.593	
	0.584	
Cnb07	0.556	0.565
	0.577	
	0.563	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.3 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 4 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	0.713	0.722
	0.732	
	0.721	
Cnb02	0.630	0.640
	0.651	
	0.640	
Cnb03	0.600	0.609
	0.618	
	0.608	
Cnb04	0.538	0.547
	0.556	
	0.547	
Cnb05	0.520	0.529
	0.539	
	0.528	
Cnb06	0.558	0.568
	0.578	
	0.567	
Cnb07	0.538	0.545
	0.556	
	0.541	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.4 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 6 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	0.682	0.690
	0.699	
	0.688	
Cnb02	0.591	0.603
	0.613	
	0.604	
Cnb03	0.564	0.575
	0.587	
	0.573	
Cnb04	0.516	0.525
	0.534	
	0.525	
Cnb05	0.486	0.495
	0.505	
	0.494	
Cnb06	0.541	0.553
	0.562	
	0.557	
Cnb07	0.502	0.512
	0.520	
	0.513	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

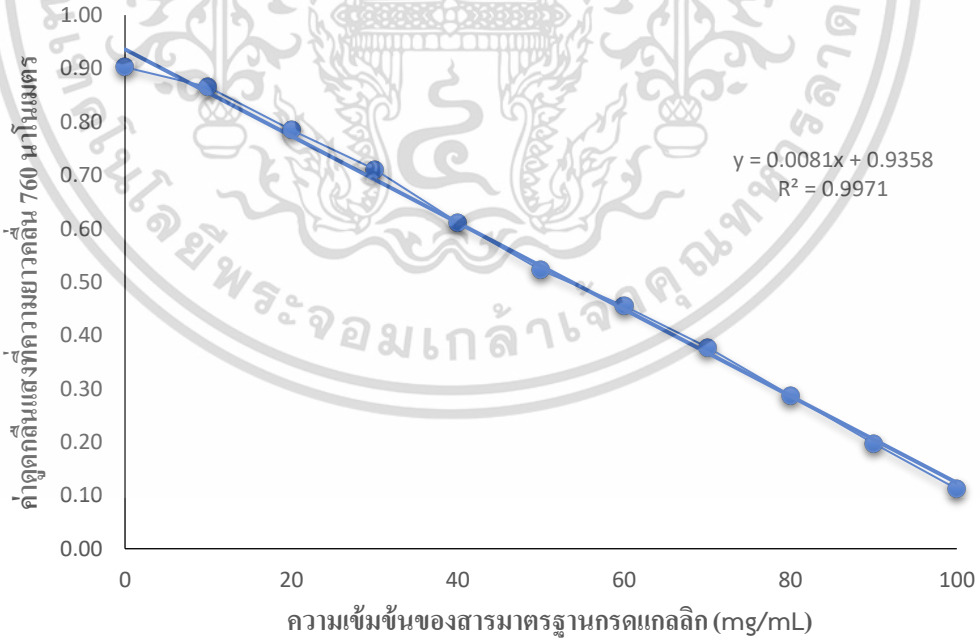
ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.5 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 8 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	0.648	0.657
	0.667	
	0.656	
Cnb02	0.565	0.576
	0.586	
	0.577	
Cnb03	0.522	0.532
	0.543	
	0.531	
Cnb04	0.496	0.505
	0.514	
	0.505	
Cnb05	0.448	0.456
	0.469	
	0.460	
Cnb06	0.526	0.534
	0.542	
	0.533	
Cnb07	0.479	0.488
	0.498	
	0.487	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.6 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ของสารละลายกรดแกลลิก ที่ค่าความเข้มข้นต่างที่ค่าความเข้มข้นต่าง 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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาคผนวก ก ที่ 2.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์เทียบเท่าสารละลายกรดแกลลิก

จากสมการเส้นตรง $y = 0.0081x + 0.9358$

ให้ y คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

ให้ x คือ ค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่างเทียบเท่าสารละลายกรดแกลลิก

แทนค่า $0.112 = 0.0081x + 0.9358$

$$x = \frac{0.112 - 0.9358}{0.0081}$$

$x = 101.70$

เบียร์ที่ค่าความเจือจาง 10 เท่า จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเทียบเท่ากรดแกลลิก 101.70 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ดังนั้น เบียร์ที่ค่าความเจือจางปกติจะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเทียบเท่ากรดแกลลิก 101.70 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ตารางภาคผนวก ก ที่ 3.1 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาก่อนหมัก (น้ำเวิร์ท)

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	0.463	0.464
	0.463	
	0.466	
Cnb02	0.406	0.405
	0.405	
	0.405	
Cnb03	0.389	0.389
	0.389	
	0.388	
Cnb04	0.375	0.375
	0.377	
	0.374	
Cnb05	0.356	0.355
	0.354	
	0.354	
Cnb06	0.405	0.405
	0.406	
	0.405	
Cnb07	0.386	0.386
	0.384	
	0.387	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 3.2 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 2 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	0.402	0.403
	0.401	
	0.406	
Cnb02	0.386	0.388
	0.389	
	0.388	
Cnb03	0.326	0.325
	0.326	
	0.322	
Cnb04	0.286	0.287
	0.288	
	0.287	
Cnb05	0.206	0.204
	0.204	
	0.203	
Cnb06	0.356	0.357
	0.359	
	0.357	
Cnb07	0.286	0.287
	0.288	
	0.287	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 3.3 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 4 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	0.356	0.355
	0.355	
	0.354	
Cnb02	0.312	0.312
	0.311	
	0.313	
Cnb03	0.274	0.276
	0.277	
	0.278	
Cnb04	0.206	0.205
	0.205	
	0.204	
Cnb05	0.186	0.187
	0.188	
	0.187	
Cnb06	0.245	0.246
	0.244	
	0.248	
Cnb07	0.203	0.204
	0.204	
	0.206	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 3.4 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 6 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	0.306	0.305
	0.305	
	0.304	
Cnb02	0.264	0.264
	0.266	
	0.263	
Cnb03	0.203	0.204
	0.205	
	0.204	
Cnb04	0.115	0.114
	0.114	
	0.114	
Cnb05	0.100	0.102
	0.102	
	0.103	
Cnb06	0.186	0.187
	0.187	
	0.187	
Cnb07	0.156	0.156
	0.156	
	0.155	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 3.5 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 8 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	0.236	0.235
	0.234	
	0.235	
Cnb02	0.201	0.202
	0.203	
	0.202	
Cnb03	0.156	0.155
	0.155	
	0.154	
Cnb04	0.078	0.079
	0.080	
	0.079	
Cnb05	0.042	0.042
	0.044	
	0.041	
Cnb06	0.105	0.105
	0.106	
	0.104	
Cnb07	0.065	0.067
	0.068	
	0.067	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก 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

ตัวอย่างการคำนวณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในการทดสอบ DPPH ของเครื่องดื่มเบียร์เทียบเท่าสารละลายกรดแอสคอร์บิก

จากสมการ

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

ให้ A control คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวควบคุม

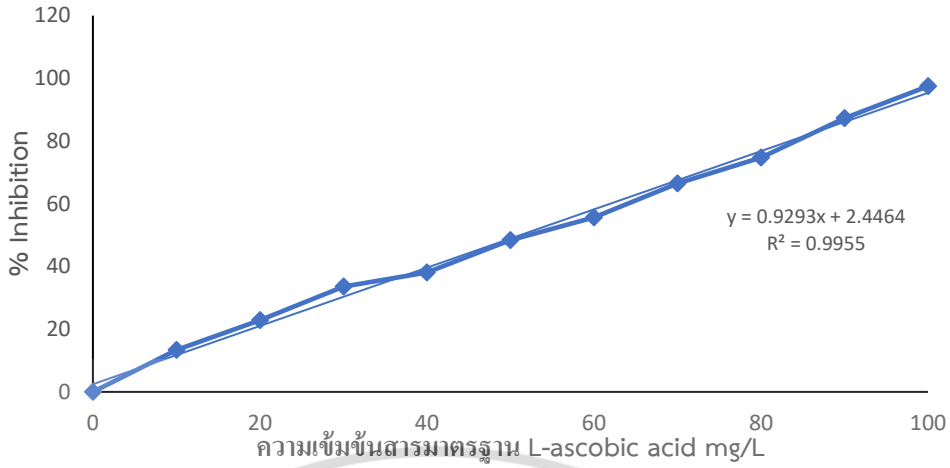
ให้ A sample คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

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

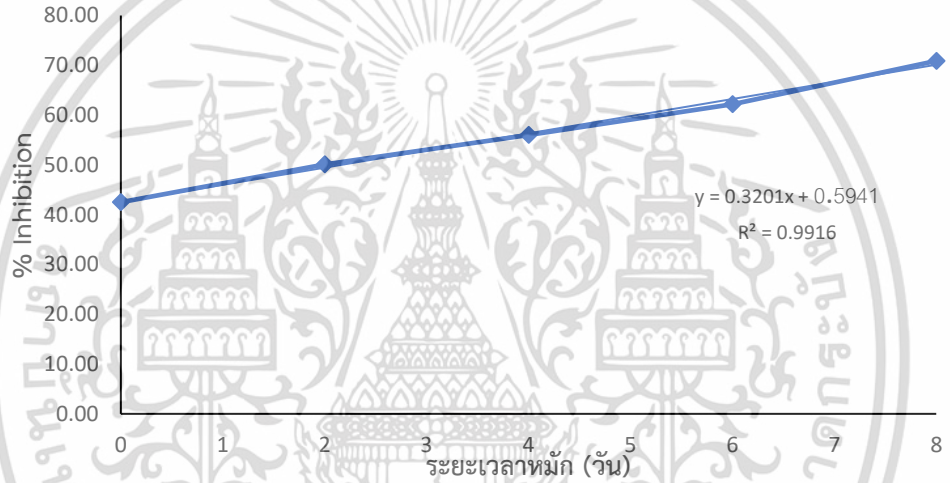
$$= 97.48$$

ดังนั้น เครื่องดื่มเบียร์มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ที่ 97.48 %

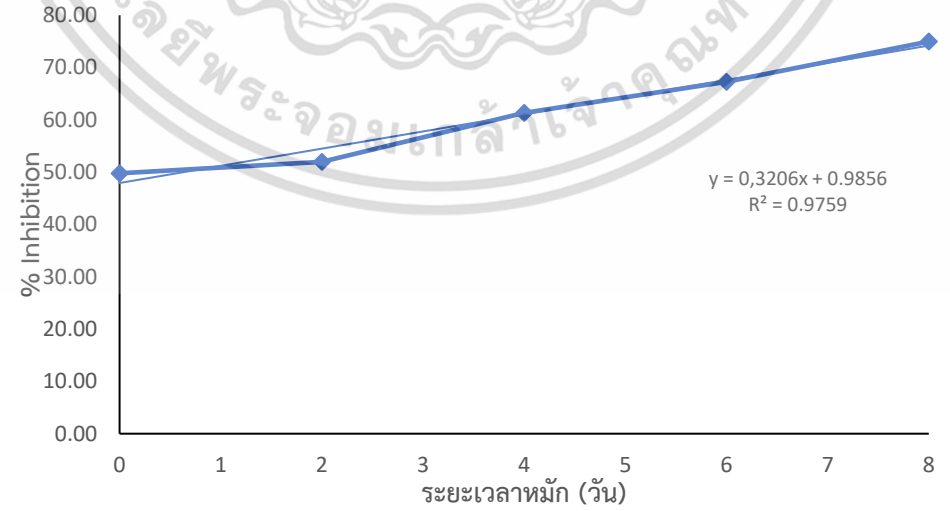
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวก ก ที่ 3.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

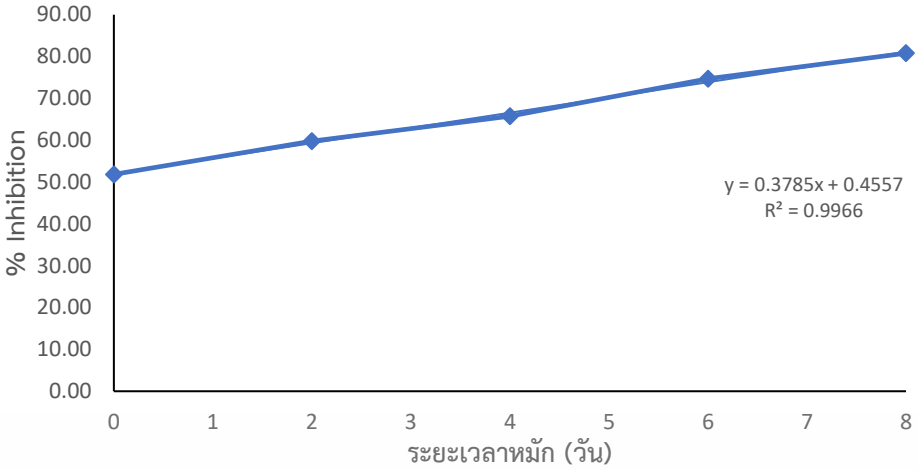


รูปภาคผนวก ก ที่ 3.2 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตร 1 ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา (Cnb01)

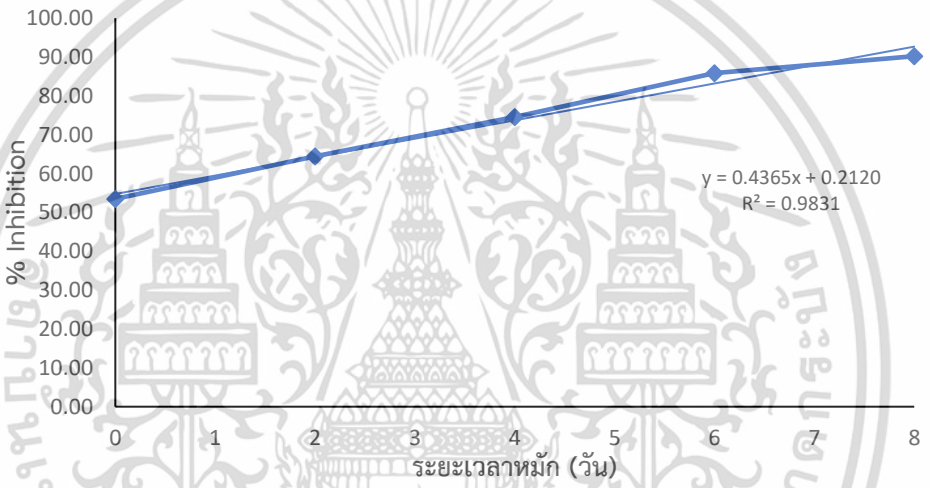


รูปภาคผนวก ก ที่ 3.3 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตร 2 ใบกัญชาหางกระรอก (Cnb02)

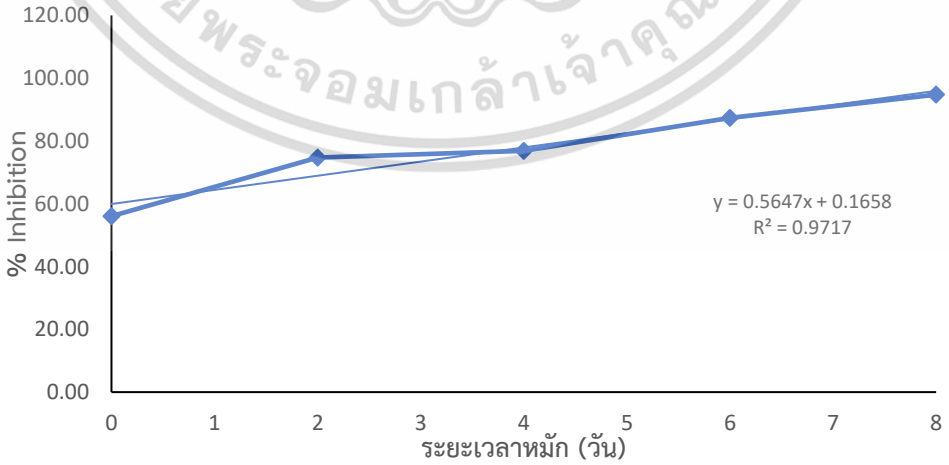
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวก ก ที่ 3.4 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตร 3 ใบรองดอกกัญชาหางกระรอก (Cnb03)

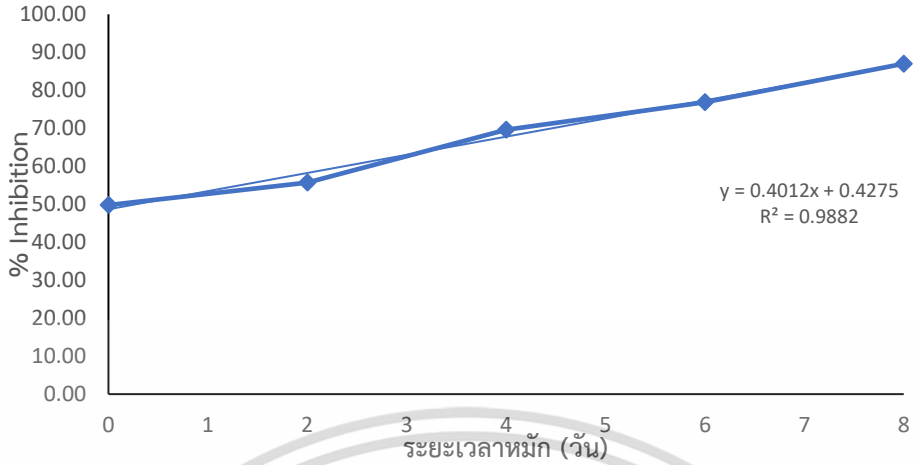


รูปภาคผนวก ก ที่ 3.5 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตร 4 ใบกัญชา Godfather (Cnb04)

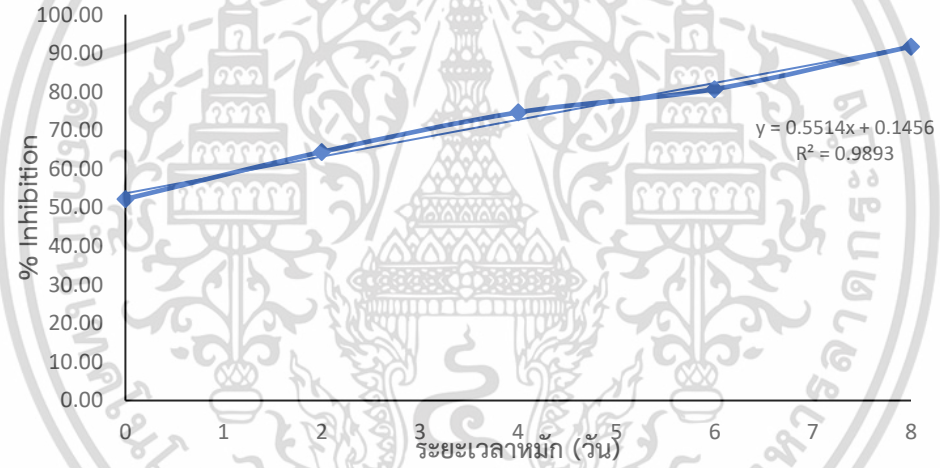


รูปภาคผนวก ก ที่ 3.6 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตร 5 ใบรองดอกกัญชา God father (Cnb05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวก ก ที่ 3.7 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตร 6 ใบกัญชา Afghan Kush (Cnb06)



รูปภาคผนวก ก ที่ 3.8 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตร 7 ใบรองดอกกัญชา Afghan Kush (Cnb07)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณค่า IC_{50} ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ในการทดสอบ DPPH

แทนในสมการ $y = mx+b$

ให้ y คือ ความเข้มข้นที่ 50

ให้ x คือ ค่าความเข้มข้นของสารที่ออกฤทธิ์ยับยั้งได้ 50%

ให้ m คือ slope

ให้ b คือ intercept

จากสมการ $y = 0.5514x + 0.1456$

แทนค่า $x = \frac{(50 - 0.1456)}{0.5514}$

$= 90.41$ มิลลิกรัมต่อลิตร

ดังนั้น ตัวอย่างเบียร์มีค่าความเข้มข้นของสารที่ออกฤทธิ์ยับยั้งได้ 50% เท่ากับ 90.41 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ข้อมูลผลการทดลองเพื่อศึกษาการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS

ตารางภาคผนวก ก ที่ 4.1 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาก่อนหมัก (น้ำเวิร์ท)

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	0.612	0.609
	0.611	
	0.603	
Cnb02	0.575	0.573
	0.577	
	0.566	
Cnb03	0.564	0.559
	0.562	
	0.552	
Cnb04	0.511	0.509
	0.512	
	0.503	
Cnb05	0.466	0.462
	0.466	
	0.455	
Cnb06	0.511	0.508
	0.511	
	0.503	
Cnb07	0.482	0.478
	0.481	
	0.471	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 4.2 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 2 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	0.605	0.601
	0.603	
	0.611	
Cnb02	0.569	0.567
	0.571	
	0.560	
Cnb03	0.555	0.552
	0.556	
	0.544	
Cnb04	0.503	0.501
	0.504	
	0.495	
Cnb05	0.455	0.453
	0.458	
	0.447	
Cnb06	0.508	0.504
	0.507	
	0.496	
Cnb07	0.475	0.472
	0.474	
	0.467	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 4.3 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 4 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	0.597	0.593
	0.598	
	0.584	
Cnb02	0.564	0.559
	0.562	
	0.552	
Cnb03	0.548	0.544
	0.547	
	0.536	
Cnb04	0.495	0.493
	0.497	
	0.486	
Cnb05	0.450	0.445
	0.449	
	0.437	
Cnb06	0.498	0.495
	0.499	
	0.488	
Cnb07	0.468	0.464
	0.467	
	0.458	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 4.4 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 6 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	0.590	0.586
	0.589	
	0.578	
Cnb02	0.556	0.553
	0.556	
	0.547	
Cnb03	0.539	0.537
	0.540	
	0.531	
Cnb04	0.486	0.484
	0.488	
	0.478	
Cnb05	0.442	0.438
	0.443	
	0.429	
Cnb06	0.498	0.495
	0.499	
	0.488	
Cnb07	0.460	0.458
	0.461	
	0.452	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 4.5 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 8 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	0.582	0.579
	0.583	
	0.571	
Cnb02	0.552	0.548
	0.551	
	0.540	
Cnb03	0.530	0.528
	0.532	
	0.522	
Cnb04	0.482	0.478
	0.481	
	0.471	
Cnb05	0.431	0.429
	0.432	
	0.423	
Cnb06	0.492	0.491
	0.498	
	0.483	
Cnb07	0.456	0.452
	0.455	
	0.446	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก 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

ตัวอย่างการคำนวณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในการทดสอบ ABTS ของเครื่องดื่มเบียร์เทียบเท่าสารละลายกรดแอสคอร์บิก

จากสมการ

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

ให้ A control คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวควบคุม

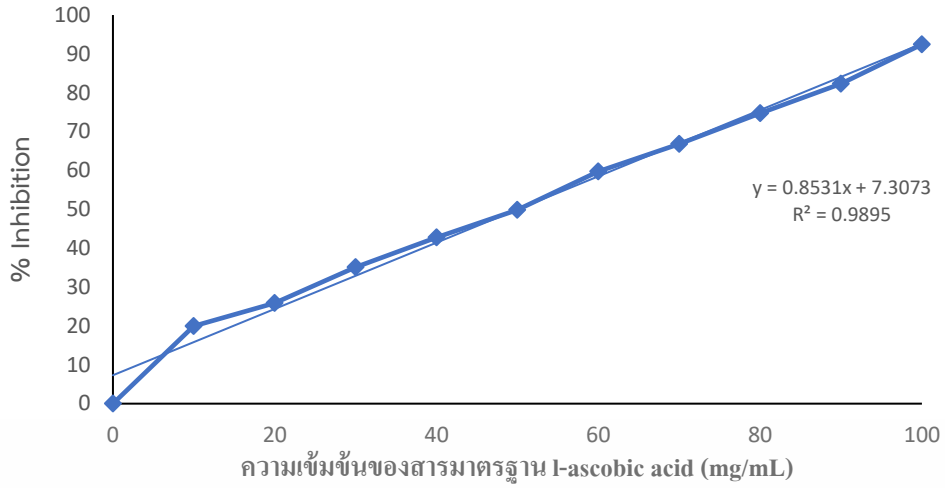
ให้ A sample คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

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

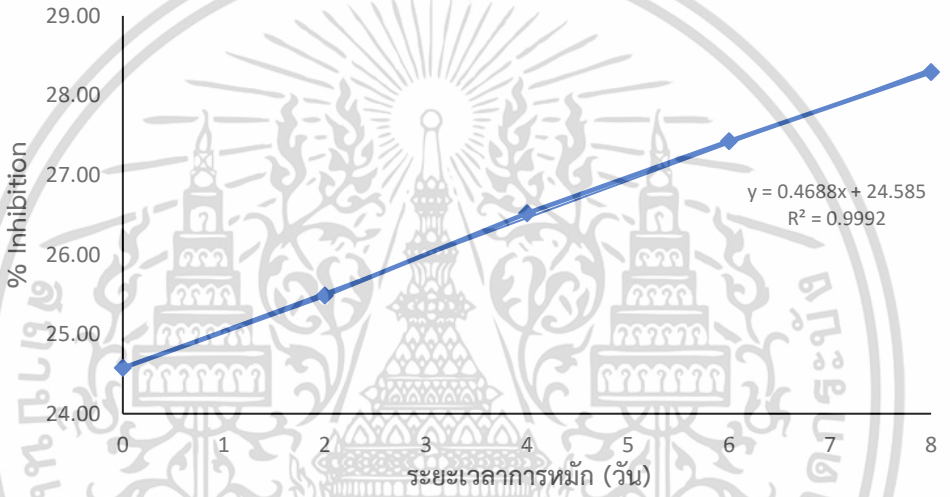
$$= 92.44$$

ดังนั้น เครื่องดื่มเบียร์มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS ที่ 92.44 %

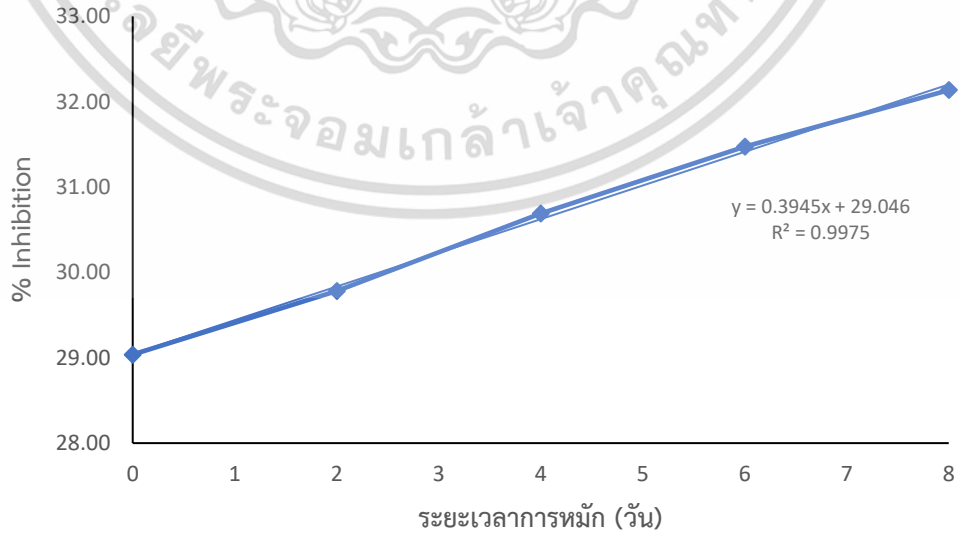
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวก ก ที่ 4.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

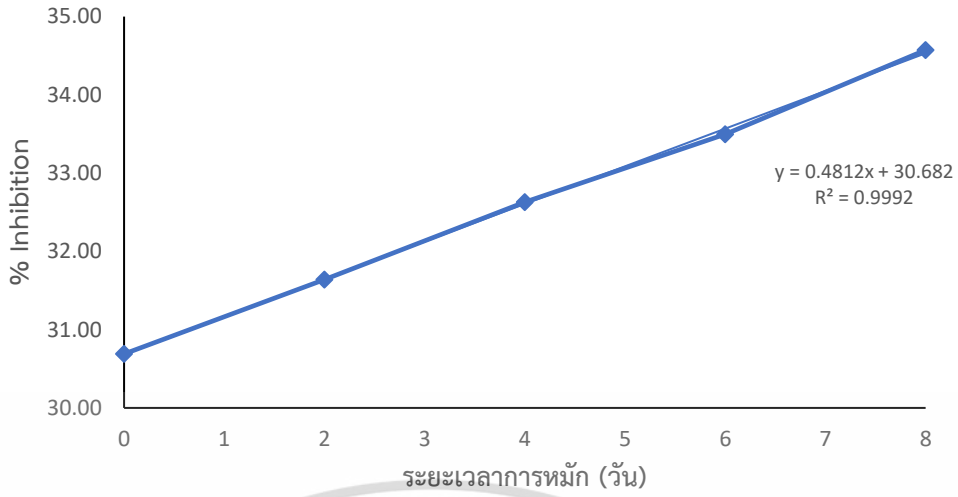


รูปภาคผนวก ก ที่ 4.2 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตร 1 ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา (Cnb01)

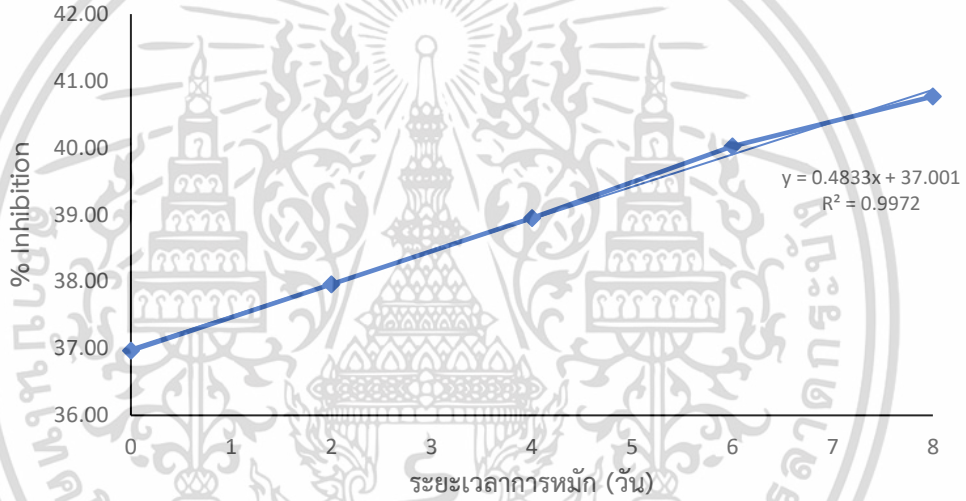


รูปภาคผนวก ก ที่ 4.3 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตร 2 ใบกัญชาหางกระรอก (Cnb02)

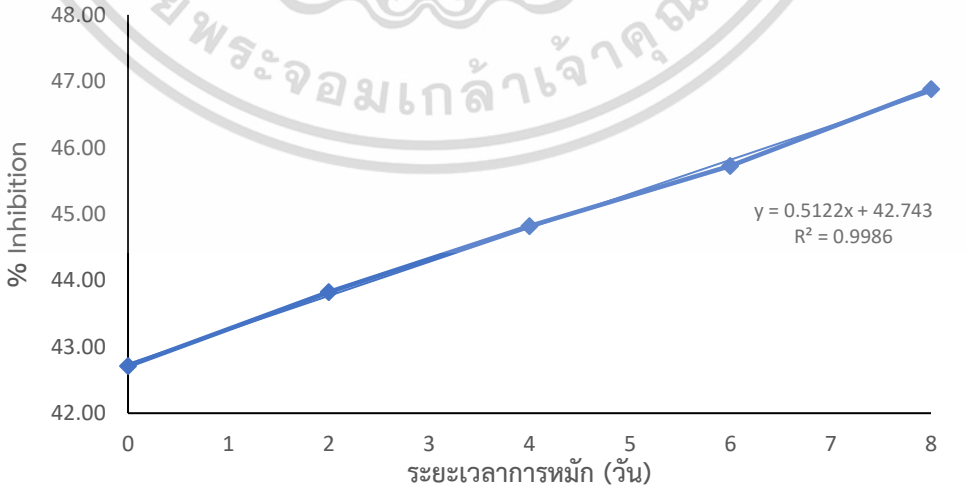
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวก ก ที่ 4.4 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตร 3 ใบรองดอกกัญชาหางกระรอก (Cnb03)

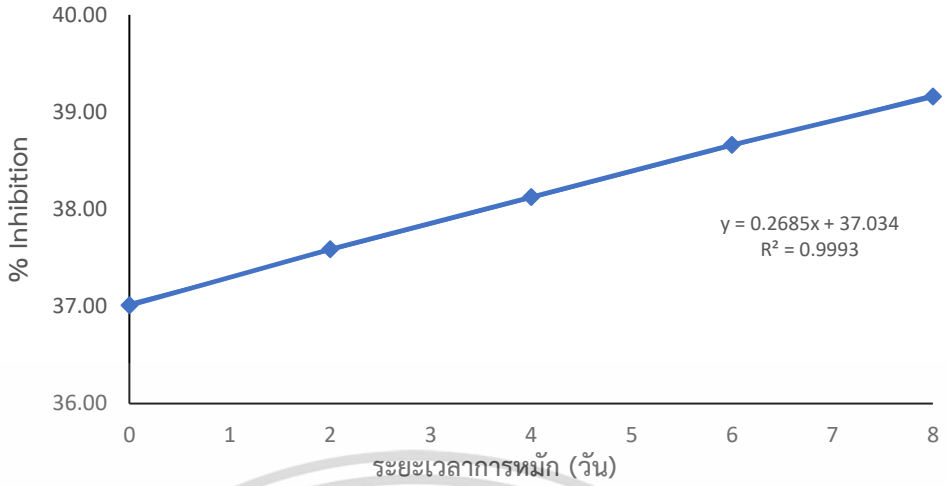


รูปภาคผนวก ก ที่ 4.5 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตร 4 ใบกัญชา Godfather (Cnb04)

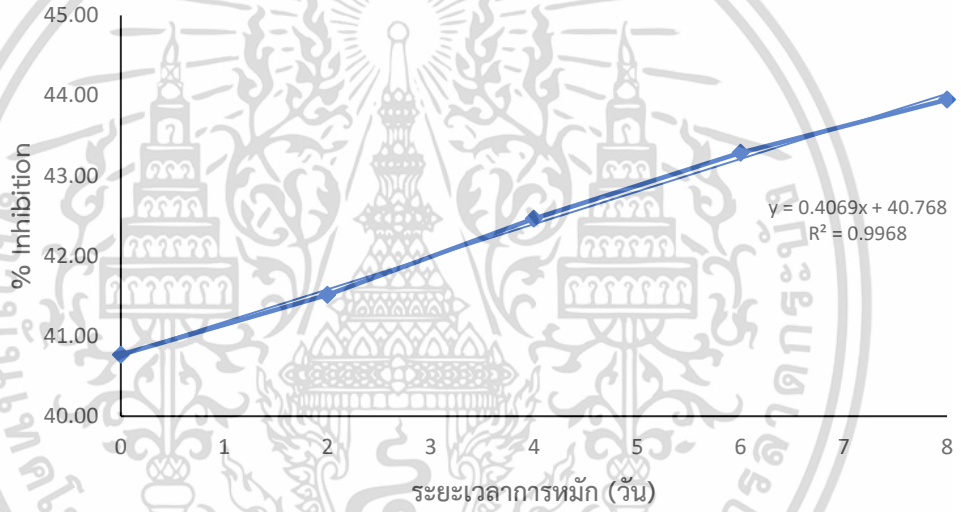


รูปภาคผนวก ก ที่ 4.6 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตร 5 ใบรองดอกกัญชา Godfather (Cnb05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวก ก ที่ 4.7 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตร 6 ใบกัญชา Afghan Kush (Cnb06)



รูปภาคผนวก ก ที่ 4.8 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตร 7 ใบรองดอกกัญชา Afghan Kush (Cnb07)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณค่า IC_{50} ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ในการทดสอบ ABTS

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

$= 1.216$ มิลลิกรัมต่อลิตร

ดังนั้น ตัวอย่างรูทเบียร์มีค่าความเข้มข้นของสารที่ออกฤทธิ์ยับยั้งได้ 50% เท่ากับ 1.216 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ข้อมูลผลการทดลองเพื่อศึกษาการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP

ตารางภาคผนวก ก ที่ 5.1 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาก่อนหมัก (น้ำเวิร์ท)

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	0.581	0.592
	0.603	
	0.591	
Cnb02	0.578	0.567
	0.557	
	0.567	
Cnb03	0.559	0.548
	0.538	
	0.547	
Cnb04	0.522	0.512
	0.501	
	0.513	
Cnb05	0.466	0.457
	0.447	
	0.457	
Cnb06	0.530	0.520
	0.510	
	0.521	
Cnb07	0.495	0.483
	0.472	
	0.483	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 5.2 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 2 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	0.597	0.592
	0.581	
	0.591	
Cnb02	0.569	0.560
	0.551	
	0.560	
Cnb03	0.550	0.539
	0.529	
	0.538	
Cnb04	0.512	0.503
	0.493	
	0.504	
Cnb05	0.460	0.451
	0.443	
	0.451	
Cnb06	0.521	0.512
	0.504	
	0.512	
Cnb07	0.488	0.479
	0.469	
	0.480	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 5.3 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 4 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	0.590	0.581
	0.571	
	0.581	
Cnb02	0.561	0.551
	0.542	
	0.550	
Cnb03	0.539	0.529
	0.520	
	0.528	
Cnb04	0.505	0.494
	0.484	
	0.494	
Cnb05	0.457	0.446
	0.437	
	0.445	
Cnb06	0.515	0.504
	0.494	
	0.504	
Cnb07	0.484	0.474
	0.464	
	0.475	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 5.4 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 6 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	0.585	0.576
	0.566	
	0.577	
Cnb02	0.552	0.541
	0.530	
	0.541	
Cnb03	0.532	0.521
	0.510	
	0.521	
Cnb04	0.496	0.487
	0.478	
	0.487	
Cnb05	0.452	0.441
	0.432	
	0.440	
Cnb06	0.507	0.497
	0.487	
	0.498	
Cnb07	0.479	0.466
	0.459	
	0.465	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 5.5 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร ของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ทั้งหมด 7 สูตร ในระยะเวลาการหมัก 8 วัน

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร	ค่าเฉลี่ย
Cnb01	0.581	0.571
	0.5662	
	0.570	
Cnb02	0.542	0.532
	0.523	
	0.531	
Cnb03	0.522	0.511
	0.501	
	0.510	
Cnb04	0.487	0.477
	0.468	
	0.477	
Cnb05	0.448	0.438
	0.428	
	0.437	
Cnb06	0.500	0.491
	0.481	
	0.492	
Cnb07	0.478	0.466
	0.455	
	0.465	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 5.6 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร ของสารละลายกรดแกลลิก ที่ค่าความเข้มข้นต่างที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ

ค่าความเข้มข้น (mg/L)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร			ค่าเฉลี่ย
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
0	0.705	0.695	0.688	0.696
10	0.648	0.655	0.612	0.638
20	0.594	0.596	0.599	0.596
30	0.521	0.522	0.523	0.522
40	0.451	0.455	0.455	0.454
50	0.399	0.402	0.401	0.401
60	0.322	0.320	0.321	0.321
70	0.284	0.285	0.286	0.285
80	0.231	0.233	0.235	0.233
90	0.144	0.145	0.142	0.144
100	0.052	0.059	0.052	0.054

ตัวอย่างการคำนวณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในการทดสอบ FRAP ของเครื่องดื่มเบียร์เทียบเท่าสารละลายกรดแกลลิก

จากสมการ

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

ให้ A control คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวควบคุม

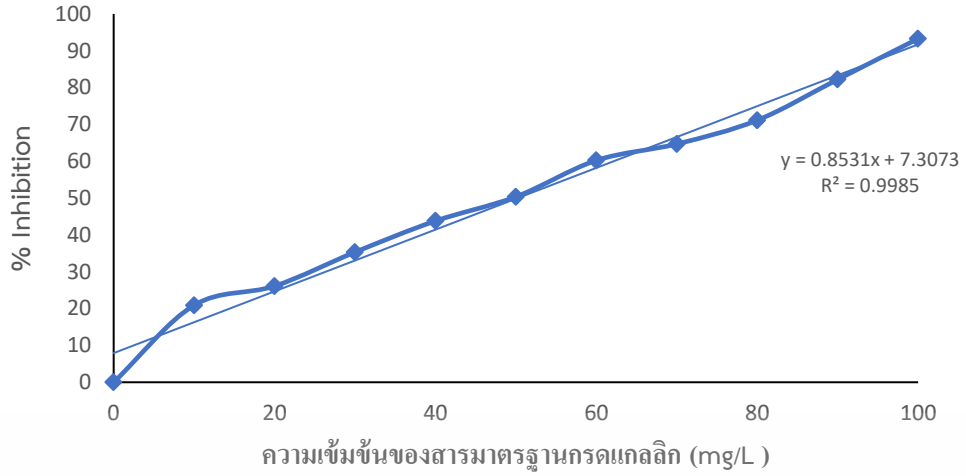
ให้ A sample คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

$$\text{ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ FRAP (\%)} = \frac{0.807 - 0.054}{0.807} \times 100$$

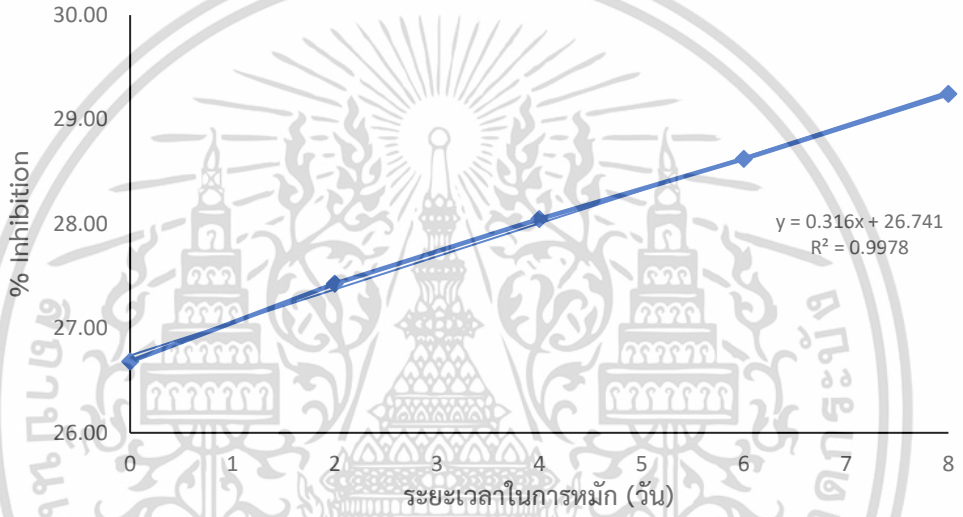
$$= 93.27$$

ดังนั้น เครื่องดื่มเบียร์มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ FRAP ที่ 93.27 %

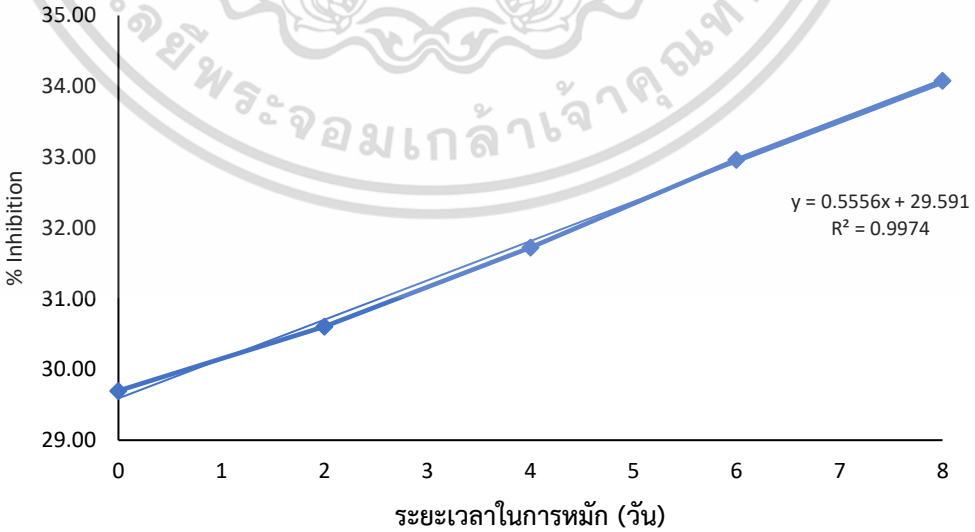
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวก ก ที่ 5.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

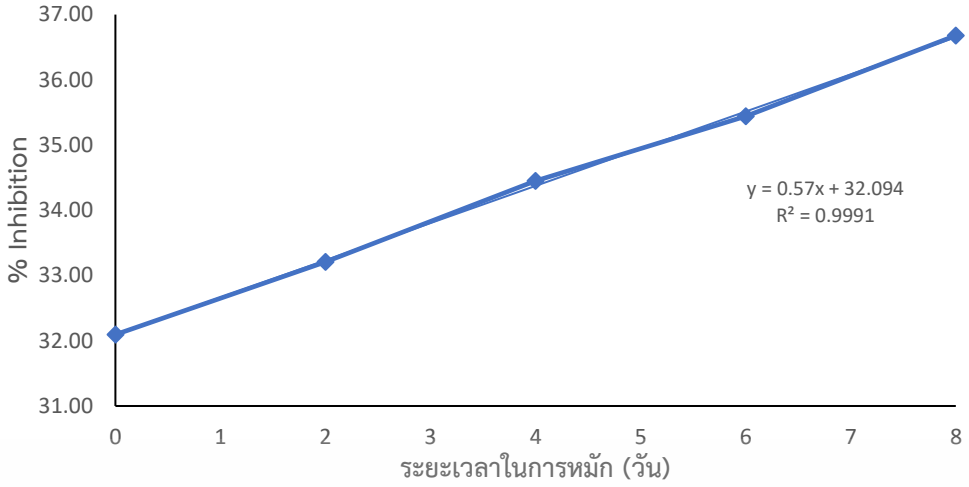


รูปภาคผนวก ก ที่ 5.2 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตร 1 ไม่ใส่ส่วนประกอบของกัญชา (Cnb01)

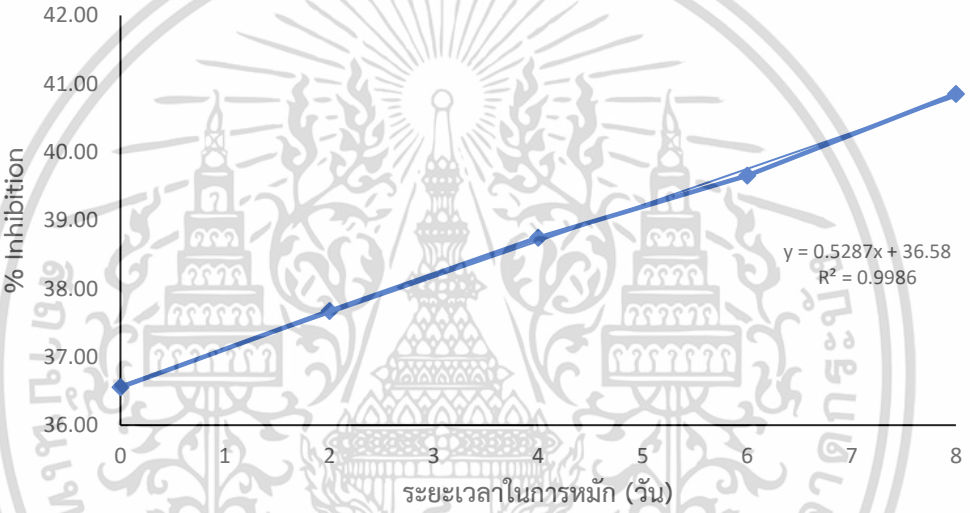


รูปภาคผนวก ก ที่ 4.3 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตร 2 ใบกัญชาหางกระรอก (Cnb02)

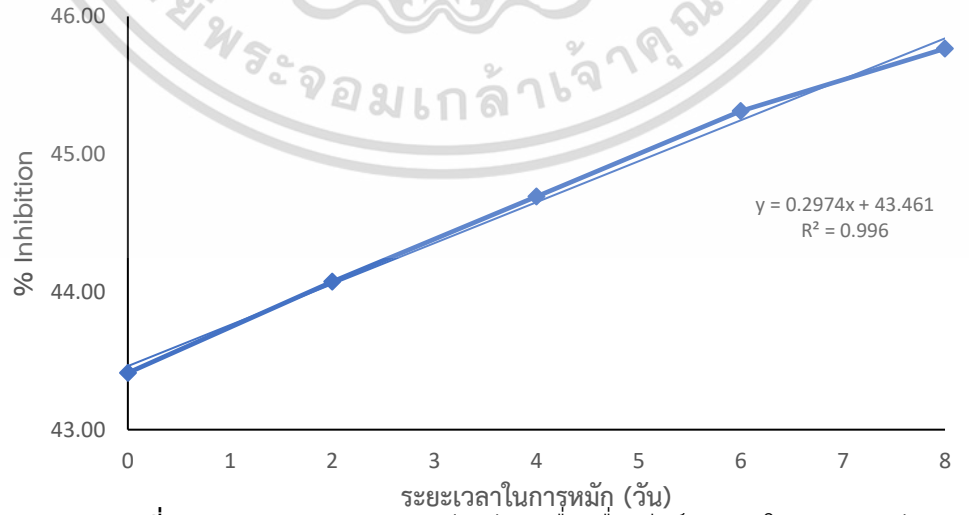
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวก ก ที่ 5.4 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตร 3 ใบรองดอกกัญชาหางกระรอก (Cnb03)

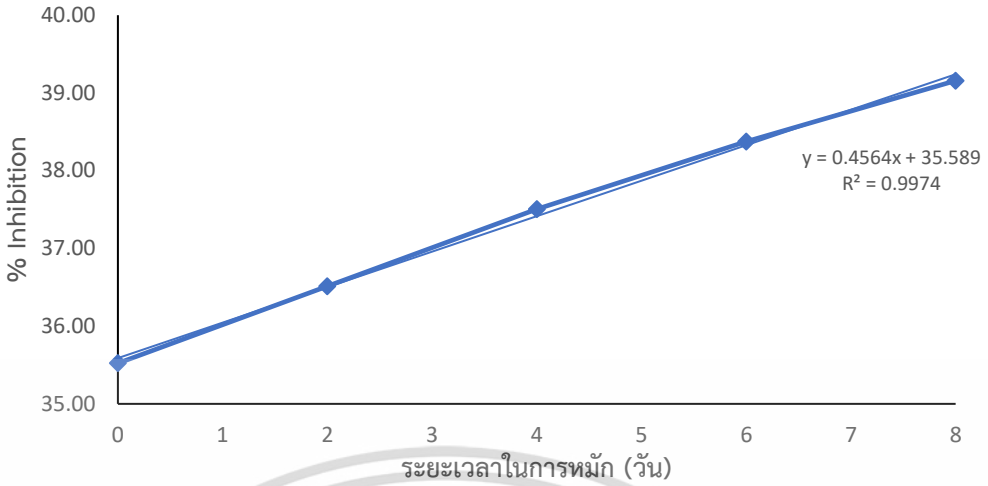


รูปภาคผนวก ก ที่ 5.5 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตร 4 ใบกัญชา God father (Cnb04)

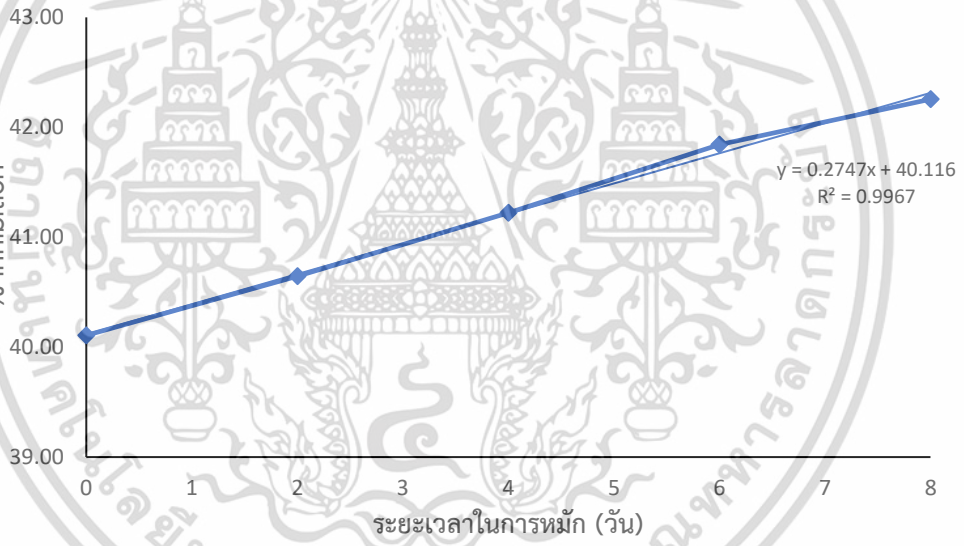


รูปภาคผนวก ก ที่ 5.6 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตร 5 ใบรองดอกกัญชา God father (Cnb05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวก ก ที่ 5.7 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตร 6 ใบกัญชา Afghan Kush (Cnb06)



รูปภาคผนวก ก ที่ 5.8 กราฟมาตรฐานของตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตร 7 ใบรองดอกกัญชา Afghan Kush Cnb07)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณค่า IC_{50} ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์ในการทดสอบ FRAP

แทนในสมการ y = mx+b

ให้ y คือ ความเข้มข้นที่ 50

ให้ x คือ ค่าความเข้มข้นของสารที่ออกฤทธิ์ยับยั้งได้ 50%

ให้ m คือ slope

ให้ b คือ intercept

จากสมการ y = 0.2747x + 40.116

แทนค่า $x = \frac{(50 - 0.2747)}{40.116}$

= 1.23 มิลลิกรัมต่อลิตร

ดังนั้น ตัวอย่างรูทเบียร์มีค่าความเข้มข้นของสารที่ออกฤทธิ์ยับยั้งได้ 50% เท่ากับ 1.23 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เกณฑ์การทดสอบตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์

1. หลักเกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การตัดสิน

1.1 คุณลักษณะทางกายภาพ

1.1.1 ความใส

ใสตามลักษณะของเครื่องดื่มเบียร์

1.1.2 สี

มีสีเป็นไปตามธรรมชาติของวัตถุดิบที่ใช้ทำ

1.1.3 กลิ่น

ต้องมีกลิ่นของฮอปส์และกัญชาที่นำมาผลิตเครื่องดื่มเบียร์ตามที่ระบุไว้ และไม่มีกลิ่นน้ำส้มสายชูหรือกลิ่นอื่น ๆ ที่ไม่พึงประสงค์ปรากฏเด่นชัด

1.1.4 รสชาติ

มีความเป็นกรด หวาน ฝาด เผื่อน ขม และกลมกล่อม ตามธรรมชาติของวัตถุดิบที่ใช้ทำ

1.1.5 ความซ่า

มีความซ่าจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

1.2. สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่วัตถุดิบที่ใช้ทำ

1.3. ความเสถียร

ต้องไม่ปรากฏฟองในภาชนะบรรจุอันเนื่องมาจากการหมัก

1.4. การใส่ภาชนะบรรจุ

ให้บรรจุเครื่องดื่มเบียร์ในภาชนะบรรจุที่เหมาะสม สะอาด แห้งปิดได้สนิทและไม่ทำปฏิกิริยากับเครื่องดื่มที่บรรจุอยู่ที่บรรจุอยู่

2. การทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ

ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 25 คน และแต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนระบบ 9-point hedonic scale

2.1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามภาคผนวก ค. (ต่อ)

3. สุขลักษณะ

3.1 สถานที่ตั้งและอาคารผลิต

3.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง ควรอยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้เครื่องดื่มที่ผลิตเกิด

การปนเปื้อนได้ง่าย 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 ไม่ควรอยู่ใกล้ห้องสุขา

ไม่ควรมีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตอยู่ในบริเวณผลิต

3.1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงาน ควรมีบริเวณเพียงพอ แสงสว่าง และการระบายอากาศที่เหมาะสม

3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการผลิต

3.2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการผลิตที่สัมผัสกับเครื่องดื่ม ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็น

สนิม ไม่กัดกร่อนหรือทำปฏิกิริยากับเครื่องดื่ม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

3.2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด ด และเหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

3.3 การควบคุมกระบวนการผลิต

3.3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการผลิตเครื่องดื่ม สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

3.3.2 น้ำที่ใช้ในการผลิต สะอาด มีคุณภาพดี ให้ผ่านการต้มหรือกรองก่อนนำมาใช้ในการผลิตเครื่องดื่ม

3.3.3 การผลิต การเก็บรักษา ขนย้าย และขนส่งเครื่องดื่ม มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของเครื่องดื่ม

3.4 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

3.4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือผู้ผลิตเครื่องดื่มเป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

3.4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่น ไม่ให้เข้าในบริเวณผลิตตามความเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่เครื่องดื่ม

3.4.4 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ควรใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ผลิตเครื่องดื่ม เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่เครื่องดื่ม

3.5 บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน

ผู้ทำเครื่องดื่มทุกคนต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้ส้นผมหล่นลงในอาหาร ไม่ไว้เล็บยาว และล้างมือให้สะอาดก่อนสัมผัสเครื่องดื่มทุกครั้ง

4. รูปภาพประกอบการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างเครื่องดื่มรูทเบียร์โดยใช้ผู้ทดสอบ 25 คน

ลักษณะผู้ทดสอบ

- ไม่จำกัดเพศ
- อายุตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไป
- ไม่มีโรคประจำตัวหรืออาการใดๆที่ส่งผลต่อการทดสอบ

รูปภาคผนวก ข ที่ 4.1 ผู้เข้าทดสอบที่ไม่เคยผ่านการฝึกฝนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยให้ คะแนนแบบ 9-point hedonic scale

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-Point Hedonic scale

แบบบันทึกผลการทดสอบการให้คะแนนความชอบของเครื่องดื่มเบียร์

5.1 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตรที่ 1 ไม่ใส่ตัวประกอบของกัญชา (Cnb01)

ตารางภาคผนวก ข ที่ 5.1 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบหลังจากทดสอบชิมตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตรที่ 1 ไม่ใส่ตัวประกอบของกัญชา จำนวนผู้ทดสอบ 25 คน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตรที่ 2 ใส่ใบกัญชาสายพันธุ์หางกระรอก (Cnb02)

ตารางภาคผนวก ข ที่ 5.2 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบหลังจากทดสอบชิมตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตรที่ 2 ใส่ใบกัญชาสายพันธุ์หางกระรอก จำนวนผู้ทดสอบ 25 คน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตรที่ 3 ใส่ใบรองดอกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอก (Cnb03)

ตารางภาคผนวก ข ที่ 5.3 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบหลังจากทดสอบชิมตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตรที่ 3 ใส่ใบรองดอกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอก จำนวนผู้ทดสอบ 25 คน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตรที่ 4 ใส่ใบกัญชาสายพันธุ์ God father (Cnb04)

ตารางภาคผนวก ข ที่ 5.4 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบหลังจากทดสอบชิมตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตรที่ 4 ใส่ใบกัญชาสายพันธุ์ Godfather จำนวนผู้ทดสอบ 25 คน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตรที่ 5 ใส่ใบรองดอกกัญชาสายพันธุ์ God father (Cnb05)

ตารางภาคผนวก ข ที่ 5.5 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบหลังจากทดสอบชิมตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตรที่ 5 ใส่ใบรองดอกกัญชาสายพันธุ์ Godfather จำนวนผู้ทดสอบ 25 คน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตรที่ 6 ใส่ใบกัญชาสายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb06)

ตารางภาคผนวก ข ที่ 5.6 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบหลังจากทดสอบชิมตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตรที่ 6 ใส่ใบกัญชาสายพันธุ์ Afghan Kush จำนวนผู้ทดสอบ 25 คน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7 ตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตรที่ 7 ใส่ใบรองดอกกัญชาสายพันธุ์ Afghan Kush (Cnb07)

ตารางภาคผนวก ข ที่ 5.7 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบหลังจากทดสอบชิมตัวอย่างเครื่องดื่มเบียร์สูตรที่ 7 ใส่ใบรองดอกกัญชาสายพันธุ์ Afghan Kush จำนวนผู้ทดสอบ 25 คน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึกผลการทดสอบการให้คะแนนความชอบของตัวอย่าง เครื่องดื่มเบียร์กัญชา ด้วยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-Point Hedonic scale

ตัวอย่าง เครื่องดื่มเบียร์ผสมใบและใบรองดอกของกัญชา ชุดที่.....

ผู้ทดสอบ.....วันที่.....

คำชี้แจง : ชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวา ทำการเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่าง และให้คะแนนตามความพึงพอใจ ตามคำอธิบายคะแนนดังนี้

9 = ชอบมากที่สุด 8 = ชอบมาก 7 = ชอบปานกลาง

6 = ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

3 = ไม่ชอบปานกลาง 2 = ไม่ชอบมาก 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะที่ตรวจสอบ				ความชอบโดยรวม
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความซ่า	

หมายเหตุ ความใสคือมีลักษณะใส ไม่ขุ่น

สี คือ มีสีที่เป็นไปตามธรรมชาติวัตถุดิบที่ใช้ทำ

กลิ่น คือ มีกลิ่นของฮอปส์, กัญชา และไม่มีกลิ่นเปรี้ยวของน้ำส้มสายชู

รสชาติ คือ มีความเป็นกรด หวาน ฝาด เฝื่อน และกลมกล่อม

ความซ่า คือ มีความซ่าจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. ข้อมูลแสดงความพึงพอใจของผู้ทดสอบหลังจากชิมเครื่องดื่มเบียร์ จำนวนผู้ทดสอบ 25 คน

Means

Factor	N	Mean	StDev
สี สูตรที่ 1 ไม่ใส่ส่วนประกอบกัญชา	25	6.28	1.342
สี สูตรที่ 2 ใบกัญชาหางกระรอก	25	6.44	1.061
สี สูตรที่ 3 ใบรองดอกกัญชาหางกระรอก	25	6.56	1.098
สี สูตรที่ 4 ใบกัญชา Godfather	25	6.84	1.155
สี สูตรที่ 5 ใบรองดอกกัญชา Godfather	25	6.52	1.268
สี สูตรที่ 6 ใบกัญชา Afghan Kush	25	6.28	1.281
สี สูตรที่ 7 ใบรองดอกกัญชา Afghan Kush	25	7.4	1.058

Analysis of Variance , ANOVA Pairwise Comparisons : สี

Grouping Information Using the ANOVA Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
สี สูตรที่ 1 ไม่ใส่ส่วนประกอบกัญชา	25	6.28	a
สี สูตรที่ 2 ใบกัญชาหางกระรอก	25	6.44	a
สี สูตรที่ 3 ใบรองดอกกัญชาหางกระรอก	25	6.56	a
สี สูตรที่ 4 ใบกัญชา Godfather	25	6.84	a
สี สูตรที่ 5 ใบรองดอกกัญชา Godfather	25	6.52	a
สี สูตรที่ 6 ใบกัญชา Afghan Kush	25	6.28	a
สี สูตรที่ 7 ใบรองดอกกัญชา Afghan Kush	25	7.4	a

Means that do not share a letter are significantly different.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Means

Factor	N	Mean	StDev
กลิ่น สูตรที่ 1 ไม่ใส่ส่วนประกอบกัญชา	25	6.20	1.523
กลิ่น สูตรที่ 2 ใบกัญชาหางกระรอก	25	6.08	1.128
กลิ่น สูตรที่ 3 ใบรองดอกกัญชาหางกระรอก	25	6.24	1.068
กลิ่น สูตรที่ 4 ใบกัญชา Godfather	25	6.20	0.938
กลิ่น สูตรที่ 5 ใบรองดอกกัญชา Godfather	25	6.20	1.019
กลิ่น สูตรที่ 6 ใบกัญชา Afghan Kush	25	6.08	1.016
กลิ่น สูตรที่ 7 ใบรองดอกกัญชา Afghan Kush	25	6.64	0.951

Analysis of Variance , ANOVA Pairwise Comparisons : กลิ่น

Grouping Information Using the ANOVA Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
กลิ่น สูตรที่ 1 ไม่ใส่ส่วนประกอบกัญชา	25	6.20	a
กลิ่น สูตรที่ 2 ใบกัญชาหางกระรอก	25	6.08	a
กลิ่น สูตรที่ 3 ใบรองดอกกัญชาหางกระรอก	25	6.24	a
กลิ่น สูตรที่ 4 ใบกัญชา Godfather	25	6.20	a
กลิ่น สูตรที่ 5 ใบรองดอกกัญชา Godfather	25	6.20	a
กลิ่น สูตรที่ 6 ใบกัญชา Afghan Kush	25	6.08	a
กลิ่น สูตรที่ 7 ใบรองดอกกัญชา Afghan Kush	25	6.64	a

Means that do not share a letter are significantly different.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Means

Factor	N	Mean	StDev
รสชาติ สูตรที่ 1 ไม่ใส่ส่วนประกอบกัญชา	25	6.04	1.038
รสชาติ สูตรที่ 2 ใบกัญชาหางกระรอก	25	5.56	0.571
รสชาติ สูตรที่ 3 ใบรองดอกกัญชาหางกระรอก	25	5.68	0.545
รสชาติ สูตรที่ 4 ใบกัญชา Godfather	25	5.76	0.585
รสชาติ สูตรที่ 5 ใบรองดอกกัญชา Godfather	25	5.84	0.542
รสชาติ สูตรที่ 6 ใบกัญชา Afghan Kush	25	5.80	0.565
รสชาติ สูตรที่ 7 ใบรองดอกกัญชา Afghan Kush	25	6.64	0.557

Analysis of Variance , ANOVA Pairwise Comparisons : รสชาติ

Grouping Information Using the ANOVA Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
รสชาติ สูตรที่ 1 ไม่ใส่ส่วนประกอบกัญชา	25	6.04	a
รสชาติ สูตรที่ 2 ใบกัญชาหางกระรอก	25	5.56	a
รสชาติ สูตรที่ 3 ใบรองดอกกัญชาหางกระรอก	25	5.68	a
รสชาติ สูตรที่ 4 ใบกัญชา Godfather	25	5.76	a
รสชาติ สูตรที่ 5 ใบรองดอกกัญชา Godfather	25	5.84	a
รสชาติ สูตรที่ 6 ใบกัญชา Afghan Kush	25	5.80	a
รสชาติ สูตรที่ 7 ใบรองดอกกัญชา Afghan Kush	25	6.64	a

Means that do not share a letter are significantly different.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Means

Factor	N	Mean	StDev
ความซ่า สูตรที่ 1 ไม่ใส่ส่วนประกอบกัญชา	25	6.36	1.127
ความซ่า สูตรที่ 2 ใบกัญชาหางกระรอก	25	5.92	0.627
ความซ่า สูตรที่ 3 ใบรองดอกกัญชาหางกระรอก	25	5.80	0.632
ความซ่า สูตรที่ 4 ใบกัญชา Godfather	25	5.84	0.542
ความซ่า สูตรที่ 5 ใบรองดอกกัญชา Godfather	25	5.88	0.587
ความซ่า สูตรที่ 6 ใบกัญชา Afghan Kush	25	5.96	0.598
ความซ่า สูตรที่ 7 ใบรองดอกกัญชา Afghan Kush	25	7.00	0.632

Analysis of Variance , ANOVA Pairwise Comparisons : ความซ่า

Grouping Information Using the ANOVA Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
ความซ่า สูตรที่ 1 ไม่ใส่ส่วนประกอบกัญชา	25	6.36	a
ความซ่า สูตรที่ 2 ใบกัญชาหางกระรอก	25	5.92	a
ความซ่า สูตรที่ 3 ใบรองดอกกัญชาหางกระรอก	25	5.80	a
ความซ่า สูตรที่ 4 ใบกัญชา Godfather	25	5.84	a
ความซ่า สูตรที่ 5 ใบรองดอกกัญชา Godfather	25	5.88	a
ความซ่า สูตรที่ 6 ใบกัญชา Afghan Kush	25	5.96	a
ความซ่า สูตรที่ 7 ใบรองดอกกัญชา Afghan Kush	25	7.00	a

Means that do not share a letter are significantly different.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Means

Factor	N	Mean	StDev
ความชอบโดยรวม สูตรที่ 1 ไม่ใส่ส่วนประกอบกัญชา	25	6.32	0.785
ความชอบโดยรวม สูตรที่ 2 ใบกัญชาหางกระรอก	25	6.28	0.601
ความชอบโดยรวม สูตรที่ 3 ใบรองดอกกัญชาหางกระรอก	25	6.32	0.614
ความชอบโดยรวม สูตรที่ 4 ใบกัญชา Godfather	25	6.24	0.512
ความชอบโดยรวม สูตรที่ 5 ใบรองดอกกัญชา Godfather	25	6.20	0.489
ความชอบโดยรวม สูตรที่ 6 ใบกัญชา Afghan Kush	25	6.12	0.430
ความชอบโดยรวม สูตรที่ 7 ใบรองดอกกัญชา Afghan Kush	25	7.16	0.463

Analysis of Variance , ANOVA Pairwise Comparisons : ความชอบโดยรวม

Grouping Information Using the ANOVA Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
ความชอบโดยรวม สูตรที่ 1 ไม่ใส่ส่วนประกอบกัญชา	25	6.32	a
ความชอบโดยรวม สูตรที่ 2 ใบกัญชาหางกระรอก	25	6.28	a
ความชอบโดยรวม สูตรที่ 3 ใบรองดอกกัญชาหางกระรอก	25	6.32	a
ความชอบโดยรวม สูตรที่ 4 ใบกัญชา Godfather	25	6.24	a
ความชอบโดยรวม สูตรที่ 5 ใบรองดอกกัญชา Godfather	25	6.20	a
ความชอบโดยรวม สูตรที่ 6 ใบกัญชา Afghan Kush	25	6.12	a
ความชอบโดยรวม สูตรที่ 7 ใบรองดอกกัญชา Afghan Kush	25	7.16	a

Means that do not share a letter are significantly different

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำรับรองเล่มโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา

วันที่....10....เดือน.....กรกฎาคม.....พ.ศ...2566....

ข้าพเจ้า นาย/นาง/นางสาว.....นางสาววรัญญา สินธุวานนท์..... รหัสประจำตัว..... 62050646.....

นาย/นาง/นางสาว.....นางสาวเกษรสวรรค์ มูลถวิลย์..... รหัสประจำตัว..... 62050867.....

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา.....จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม.....ภาควิชา.....ชีววิทยา.....

ขอรับรองว่าโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา เรื่อง

ชื่อภาษาไทย.....การพัฒนาผลิตภัณฑ์เบียร์กัญชา.....

ชื่อภาษาอังกฤษ..... Cannabis beer products development.....

ปีการศึกษา.....2565.....

เป็นผลงานวิจัยที่มิได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์แล้ว

โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์.....2.81.....% หรือโปรแกรม Turnitin.....%

ลงชื่อ.....วรัญญา..... ลงชื่อ.....เกษรสวรรค์.....

(นางสาว วรัญญา สินธุวานนท์) (นางสาว เกษรสวรรค์ มูลถวิลย์)

นักศึกษา นักศึกษา

ข้าพเจ้า ศ. / รศ. / ผศ. / ดร. / อ....ผศ.มงคล เพ็ญสายใจ..... อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา ได้ตรวจสอบโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาของนักศึกษาข้างต้น แล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ.....

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้