การพัฒนาผลิตภัณฑ์คอมบูชาโพรไบโอติกจากกัญชงด้วย *Saccharomyces boulardii* และ *Acetobacter pasteurianus* AJ605

DEVELOPMENT OF PROBIOTIC KOMBUCHA BEVERAGE FROM HEMP USING *SACCHAROMYCES BOULARDII* AND *ACETOBACTER PASTEURIANUS* AJ605

โสภิดา มั่นคง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2567
KMITL-2024-SC-M-020-043

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF PROBIOTIC KOMBUCHA BEVERAGE FROM HEMP USING *SACCHAROMYCES BOULARDII* AND *ACETOBACTER PASTEURIANUS* AJ605

SOPIDA MANKHONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN BIOTECHNOLOGY
DEPARTMENT OF BIOLOGY SCHOOL OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2024

KMITL-2024-SC-M-020-043

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2024
SCHOOL OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์คอมบูชาโพรไบโอติกจากกัญชงด้วย *Saccharomyces boulardii* และ *Acetobacter pasteurianus* AJ605
ชื่อนักศึกษา	นางสาวโสภิดา มั่นคง
รหัสประจำตัว	63605054
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา	ชีววิทยา
พ.ศ.	2567
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ดวงใจ โอชัยกุล

บทคัดย่อ

คอมบูชาเกิดจากกระบวนการหมักระหว่างจุลินทรีย์กลุ่มยีสต์และแบคทีเรียอะซิติก เป็นเครื่องดื่มสุขภาพมีประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์และเป็นเครื่องดื่มที่ให้ความสดชื่นจึงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการหมักคอมบูชาด้วยเชื้อผสมของเชื้อ *Saccharomyces boulardii* และ *Acetobacter pasteurianus* AJ605 เพื่อให้ได้เครื่องดื่มคอมบูชาโพรไบโอติก งานวิจัยนี้ได้นำใบกัญชงมาใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการหมักคอมบูชาและศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์คอมบูชาที่อุณหภูมิตู้เย็น คอมบูชาจากใบกัญชงแบ่งเป็น 4 ความเข้มข้น ดังนี้ คอมบูชาใบกัญชงร้อยละ 1 2 3 และ 4 เปรียบเทียบกับคอมบูชาจากชาอู่หลง หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน พบว่าในวันที่ 10 ของการหมัก คอมบูชาจากชาอู่หลงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุดเท่ากับ 626.16±0.26 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร และในวันที่ 7 ของการหมักคอมบูชาใบกัญชงร้อยละ 3 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงเท่ากับ 222.56±0.04 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร ค่าการดักจับอนุมูลอิสระด้วย วิธี DPPH ในคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3 มีปริมาณสูง รองลงมาคือคอมบูชาจากชาอู่หลง มีค่าเท่ากับ 96.64±0.24 และ 95.91±0.25 ตามลำดับ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3 มีคะแนนด้านความชอบโดยรวมสูงสุดและปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ค่าการดักจับอนุมูลอิสระสูงจึงนำมาปรับปรุงรสชาติ พบว่าการใช้คอมบูชาจากใบกัญชง 1 ส่วนผสมกับน้ำกัญชง 1 ส่วน (ปริมาตรต่อปริมาตร) ได้คะแนนด้านความชอบโดยรวมสูงสุดจึงนำมาศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์คอมบูชาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางจุลินทรย์เกิดขึ้นอย่างช้าๆ ระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาคอมบูชาจากชาอู่หลงได้ไม่เกิน 21 วัน คอมบูชาจากใบกัญชงได้ไม่เกิน 14 วัน และคอมบูชาจากชาอู่หลงและใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติสามารถเก็บได้ 35 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสำคัญ : คอมบูชา กัญชง โพรไบโอติก ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Development of Probiotic Kombucha Beverage from Hemp using *Saccharomyces boulardii* and *Acetobacter pasteurianus* AJ605
Student name	Sopida Mankhong
Student ID	63605054
Degree	Master of Science (Biotechnology)
Department	Biology
Year	2024
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Duangjai Ochaikul

Abstract

Kombucha originates from the fermentation process involving yeasts and acetic acid bacteria. It is a beneficial health beverage for human bodies and a popular refreshing drink. This research aims to study the fermentation process of kombucha using a blend of *Saccharomyces boulardii* and *Acetobacter pasteurianus* AJ605 to produce probiotic kombucha. Hemp leaves were used as raw material in the fermentation process, investigating changes in chemical quality, antioxidant properties, and shelf-life under refrigerated conditions. Kombucha from hemp leaves was prepared at four concentrations: 1%, 2%, 3%, and 4%, and compared with kombucha from Oolong tea, fermented at room temperature for 14 days. The findings revealed that on the 10th day of fermentation, Oolong tea kombucha had the highest phenolic compound content at 626.16±0.26 µgGAE/mL. On the 7th day of fermentation, 3% hemp leaf kombucha had a high phenolic content of 222.56±0.04 µgGAE/mL. The DPPH assay showed great antioxidant capacity in 3% hemp leaf kombucha at 96.64±0.24, followed closely by Oolong tea kombucha at 95.91±0.25. Overall preference scores and phenolic compound levels were highest in sensory evaluations of Oolong tea and 3% hemp leaf kombucha, indicating high antioxidant trapping values. These findings were used to enhance taste; combining 1 part hemp leaf kombucha with 1 part hemp leaf water (v/v) received the highest overall preference scores. Shelf-life studies under refrigerated conditions (8±2 °C) for 35 days showed slow chemical and microbial changes, suggesting suitable storage periods. Oolong tea kombucha

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

remained optimal for up to 21 days, while hemp leaf kombucha maintained quality for up to 14 days. Improved taste-adjusted Oolong tea and hemp leaf kombuchas demonstrated a shelf-life of 35 days.

Keyword: Kombucha Hemp Probiotic Antioxidant activity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ไม่สามารถประสบความสำเร็จและผ่านลุล่วงไปได้ด้วยดีถ้าปราศจากคำแนะนำและแนวทางในการแก้ไขปัญหาจาก รศ.ดวงใจ โอชัยกุล ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์ที่ได้รับจากท่านและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.วรภัทร์ สงวนไชยไผ่วงศ์ และ รศ.ดร.อรไท สุขเจริญ คณะกรรมการที่คอยช่วยให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมไปถึงเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ ช่วยชี้แนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาอีกทั้งช่วยให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยเสมอมา และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ บุคลากรของคณะวิทยาศาสตร์ในส่วนของการสนับสนุน ช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงาน การเบิกจ่ายอุปกรณ์และสารเคมีแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี และที่สำคัญผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ด้วยความเคารพยิ่ง ที่คอยสนับสนุนในสิ่งที่ข้าพเจ้าสนใจและให้โอกาสในการศึกษา รวมไปถึงคอยเป็นกำลังใจที่สำคัญให้แก่ข้าพเจ้าเสมอมา

โสภิดา มั่นคง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... ก
Abstract ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ฏ
บทที่ 1 บทนำ **1**
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง **4**
2.1 คอมบูชา (Kombucha) 4
2.1.1 ประวัติความเป็นมาของเครื่องดื่มคอมบูชา 4
2.1.2 ลักษณะคอมบูชา 5
2.1.3 การทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการหมักคอมบูชา 5
2.1.4 วัตถุดิบและวิธีการผลิตคอมบูชา 8
2.1.5 ปฏิกิริยาการหมักของคอมบูชา 9
2.1.6 ประโยชน์ของเครื่องดื่มคอมบูชา 10
2.1.7 ข้อควรระวังในการบริโภคคอมบูชา 13
2.2 ชา (Tea) 13
2.2.1 ประวัติของชา 14
2.2.2 กระบวนการผลิตชา 14
2.2.3 องค์ประกอบเคมีในใบชาสด 16
2.2.4 ชาอู่หลง 16
2.2.5 สารประกอบหลักที่พบในชาอู่หลง 17
2.2.6 คุณสมบัติและประโยชน์ในการรักษาโรคของชาอู่หลง 18
2.3 กัญชง (Hemp) 20
2.3.1 พฤกษศาสตร์ของกัญชง 21
2.3.2 สารประกอบทางเคมีและประโยชน์ของสารที่พบในกัญชงและกัญชา 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 โพรไบโอติก (Probiotic) 23
2.4.1 อิทธิพลของโพรไบโอติก *Saccharomyces boulardii* ต่อสุขภาพของมนุษย์ 24
2.5 เชื้อยีสต์ *Saccharomyces boulardii* 25
2.5.1 ลักษณะของเชื้อยีสต์ *S.boulardii* 25
2.5.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างเอทานอล 25
2.6 เชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* 26
2.6.1 ลักษณะของเชื้อแบคทีเรีย *A. pasteurianus* 26
2.6.2 ความทนกรดอะซิติกของเชื้อ *A. pasteurianus* 27
2.6.3 การผลิตกรดอินทรีย์ชนิดอื่นๆ 27
2.7 สารอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ 29
2.7.1 สารอนุมูลอิสระ (Free radical) 29
2.7.2 สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) 30
2.7.3 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity determination) 31
2.7.4 สารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติ (Natural antioxidant) 32
2.7.5 การทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระ 34
2.8 ระยะเวลาการเก็บรักษา 35
2.8.1 หลักการการเก็บรักษาอาหารและเครื่องดื่ม 35
2.8.2 หลักการเก็บรักษาอาหารและเครื่องดื่มทางด้านของจุลินทรีย์ 38
2.8.3 การเก็บรักษาอาหารและเครื่องดื่มโดยใช้อุณหภูมิต่ำ 38
2.8.4 การเก็บรักษาอาหารและเครื่องดื่มในสภาวะอุณหภูมิตู้เย็น 40
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 41
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 43
3.1 วัตถุดิบ อุปกรณ์ และสารเคมี 43
3.1.1 วัตถุดิบ 43
3.1.2 เชื้อจุลินทรีย์ 43
3.1.3 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี 43
3.1.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ 44
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 45
3.2.1 การเตรียมหัวเชื้อคอมบูชาจากเชื้อบริสุทธิ์ 45
3.2.2 ศึกษากระบวนการหมักคอมบูชาจากใบกัญชง 46
3.2.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของคอมบูชา 47
3.2.4 การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา 50
3.2.5 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 การปรับปรุงรสชาติคอมบูชาจากใบกัญชงด้วยน้ำกัญชงอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 50
3.2.7 ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์คอมบูชาที่อุณหภูมิตู้เย็น 51
3.2.8 การวิเคราะห์สาร CBD และ THC ในผลิตภัณฑ์คอมบูชา 51
3.2.9 การวิเคราะห์ทางสถิติ 51
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 52
4.1 ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของคอมบูชาจากใบกัญชง 52
4.1.1 ค่าพีเอช 52
4.1.2 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) 53
4.1.3 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 54
4.1.4 ปริมาณเอทานอล 55
4.1.5 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 57
4.1.6 การวิเคราะห์กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH 58
4.1.7 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ในกระบวนการหมัก 60
4.1.8 การทดสอบทางประสาทสัมผัส 63
4.2 ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมี คุณภาพทางจุลินทรีย์และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) 74
4.2.1 คุณภาพทางเคมี 75
4.2.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา 84
4.2.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส 87
4.2.4 ปริมาณ CBD และ THC ในผลิตภัณฑ์คอมบูชา 95
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย 96
เอกสารอ้างอิง 99
ภาคผนวก 108
ภาคผนวก ก 109
ภาคผนวก ข 111
ภาคผนวก ค 112
ภาคผนวก ง 114
ภาคผนวก จ 119
ภาคผนวก ฉ 123
ประวัติผู้เขียน 248

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 ค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน.....52
4.2 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน.....53
4.3 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน.....55
4.4 ปริมาณเอทานอลของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน.....56
4.5 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน.....57
4.6 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน.....59
4.7 ปริมาณเชื้อยีสต์ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน.....60
4.8 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียอะซิติกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน.....62
4.9 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใสของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 10 และ 14 วัน.....63
4.10 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 10 และ 14 วัน.....64
4.11 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 10 และ 14 วัน.....65
4.12 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 10 และ 14 วัน.....66
4.13 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 10 และ 14 วัน.....67
4.14 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใสของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนต่างๆ.....69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.15 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนต่างๆ....70
4.16 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนต่างๆ....71
4.17 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนต่างๆ....72
4.18 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนต่างๆ....73
4.19 ค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน....74
4.20 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน....76
4.21 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน....77
4.22 ปริมาณเอทานอลของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน....79
4.23 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน....80
4.24 กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน....82
4.25 จำนวนยีสต์ทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน....83
4.26 จำนวนแบคทีเรียอะซิติกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน....85
4.27 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใสของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน....88
4.28 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน....89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.29 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน.....91
4.30 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน.....92
4.31 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน.....94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 ลักษณะของคอมบูชาลักษณะของคอมบูชา.....5
2.2 ลักษณะรูปร่างของยีสต์.....7
2.3 กระบวนการผลิตชาเขียว ชาอู่หลง และชาดำ.....15
2.4 ขั้นตอนทั่วไปในการผลิตชาอู่หลง.....16
2.5 โครงสร้างทางเคมี catechins theaflavins และ theasinensis.....18
2.6 ผลิตภัณฑ์หรือการใช้ประโยชน์จากกัญชง.....20
2.7 กลไกสำคัญของการออกฤทธิ์ของโพรไบโอติก.....24
2.8 กระบวนการสังเคราะห์กรดกลูโคนิกจากเชื้อ Gluconobacter.....28
2.9 กระบวนการทางชีวเคมีในการผลิตโอลิโกเมอร์ของ Bacterial cellulose และกรดกลูโคโรนิก.29
4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน.....54
4.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณเอทานอลของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน.....56
4.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน.....58
4.4 การเปลี่ยนแปลงค่าการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน.....59
4.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน.....61
4.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียอะซิติกของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน.....62
4.7 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใสของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 10 และ 14 วัน.....64
4.8 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 10 และ 14 วัน.....65
4.9 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 10 และ 14 วัน.....66
4.10 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 10 และ 14 วัน.....67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.11 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 10 และ 14 วัน.....68
4.12 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใสของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนต่างๆ.....69
4.13 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนต่างๆ.....70
4.14 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนต่างๆ.....71
4.15 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนต่างๆ.....72
4.16 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนต่างๆ.....73
4.17 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน.....75
4.18 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน.....76
4.19 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน.....78
4.20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทานอลของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน.....79
4.21 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน....81
4.22 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน....82
4.23 การเปลี่ยนแปลงจำนวนยีสต์ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน.....84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.24 การเปลี่ยนแปลงจำนวนแบคทีเรียอะซิติกทั้งหมดของคอมบูชาจากใบชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35.....85
4.25 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใสของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน.....88
4.26 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน.....90
4.27 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน.....91
4.28 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน.....93
4.29 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน.....94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันผู้บริโภคมีความสนใจในการรับประทานอาหารและเครื่องดื่มที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ คอมบูชาเป็นเครื่องดื่มสุขภาพที่เกิดจากกระบวนการหมักของจุลินทรีย์กลุ่มยีสต์และแบคทีเรียอะซิติก เครื่องดื่มคอมบูชามีรสชาติเปรี้ยวอมหวาน มีความซ่าเล็กน้อย เนื่องจากมีความเป็นกรดและมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จุลินทรีย์ที่พบในกระบวนการหมักคอมบูชา เช่น ยีสต์ ได้แก่ *Schizosaccharomyces pombe, Saccharomycodes ludwigii, Kloeckera apiculata, Saccharomyces cerevisiae, Zygosaccharomyces bailii, Torulaspora delbrueckii, Brettanomyces bruxellensis* แบคทีเรียแลคติก ได้แก่ *Lactobacillus* sp., *Lactococcus* sp. (Marsh *et al*., 2014) และแบคทีเรียอะซิติก ได้แก่ *Komagataibacter, Gluconobacter* และ *Acetobacter* (Roos and Vuyst, 2018) คอมบูชามีประวัติความเป็นมายาวนานหลายพันปีในประเทศแถบตะวันออกและยังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน ผู้บริโภคมีความสนใจในการบริโภคมากขึ้น คอมบูชามีประโยชน์มากมาย เช่น มีฤทธิ์ต้านจุลชีพ มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง สามารถต้านโรคมะเร็งและโรคเบาหวานได้ สามารถรักษาแผลในกระเพาะอาหาร (Banerjee *et al*., 2010; Jayabalan *et al*., 2011: Aloulou *et al*., 2012; Bhattacharya *et al*., 2013; Cacaotty *et al*., 2015) และควบคุมระดับคอเลสเตอรอล (Yang *et al*., 2009)

กระบวนการหมักคอมบูชานั้นก่อให้เกิดจุลินทรีย์สายพันธุ์ดีหรือโพรไบโอติกเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีผลต่อระบบย่อยอาหารของร่างกาย เพราะจุลินทรีย์โพรไบโอติกจะไปทดแทนจุลินทรีย์สายพันธุ์ดีในระบบย่อยอาหารที่สูญเสียไปจากหลายสาเหตุ เช่น การรับประทานอาหารที่ไม่สะอาดหรือการใช้ยาบางชนิด อีกทั้งพบว่าจุลินทรีย์โพรไบโอติกอาจช่วยรักษาและป้องกันโรคทางเดินอาหารบางชนิดได้ เช่น อาการท้องเสียจากการติดเชื้อหรือท้องเสียจากยาปฏิชีวนะ ลำไส้อักเสบ โรคติดเชื้อต่างๆ นอกจากนี้จุลินทรีย์โพรไบโอติกยังช่วยเสริมการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน เพราะการเสียสมดุลระหว่างจุลินทรีย์สายพันธุ์ดีและสายพันธุ์ที่เป็นอันตรายต่อร่างกายทำให้ระบบต่างๆ ในร่างกายทำงานผิดปกติและติดเชื้อได้ง่ายขึ้น ก่อให้เกิดโรคต่างๆ ตามมามากมาย (Panghal *et al*., 2018) จุลินทรีย์โพรไบโอติกส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียแลคติก (Lactic acid bacteria, LAB) เช่น *Lactobacillus, Bifidobacterium, Enterococcus, Pediococcus* และมียีสต์ที่มีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอติก เช่น *Saccharomyces boulardii*

ในการผลิตเครื่องดื่มคอมบูชานิยมผลิตเพื่อดื่มบริโภคภายในครอบครัว ซึ่งมีความเสี่ยงสูงต่อการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการหรือจุลินทรีย์ก่อโรค อาจเนื่องจากกระบวนการหมักทำในสภาวะไม่ปลอดเชื้อและขาดการระมัดระวัง ถึงแม้ว่าจะมีผลดีต่อสุขภาพ แต่การใช้หัวเชื้อคอมบูชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดั้งเดิม คือแผ่นวุ้นและน้ำหมักคอมบูชาเป็นหัวเชื้อในกระบวนการหมัก ทำให้ยากต่อการควบคุมจุลินทรีย์ที่จะมาปนเปื้อน รวมทั้งจุลินทรีย์ก่อโรค (Dufresne and Farnworth, 2000; Eric and Jessica, 2013) เพื่อให้การผลิตคอมบูชาอุดมไปด้วยคุณประโยชน์ที่สูงขึ้น การหมักโดยใช้หัวเชื้อบริสุทธิ์ของจุลินทรีย์ในกระบวนการหมักจึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจ เนื่องจากสามารถทราบชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ที่ใช้ในกระบวนการหมัก สามารถกำหนดอัตราส่วนของการใช้เชื้อผสมทำให้คอมบูชาที่ได้มีคุณภาพสม่ำเสมอ สามารถควบคุมคุณภาพได้ดีกว่าการหมักด้วยหัวเชื้อคอมบูชาแบบดั้งเดิมซึ่งไม่ทราบชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ที่แน่นอน ทำให้ไม่สามารถควบคุมคุณภาพของคอมบูชาที่หมักได้ นอกจากนี้คอมบูชาที่หมักด้วยหัวเชื้อดั้งเดิมไม่สามารถตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอติก

เนื่องด้วยในปัจจุบันมีการนำวัตถุดิบจากธรรมชาติมาพัฒนาและแปรรูปให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น โดยพืชกัญชงมีการเพาะปลูกกันอย่างแพร่หลายและได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก โดยภายหลังที่กระทรวงสาธารณสุขและองค์การอาหารและยาประกาศให้สามารถครอบครอง ปลูก นำเข้าเมล็ดพันธุ์ ผลิต และจำหน่าย กัญชงมีประโยชน์ที่หลากหลายทำให้มีแนวโน้มที่จะกลายเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดใหม่ของประเทศไทย โดยมีการนำมาแปรรูปที่แพร่หลายในทางอุตสาหกรรมด้านอาหารและสามารถนำมาต่อยอดเป็นสินค้าที่มีมูลค่าสูงได้ กัญชงหรือเฮมพ์ (Hemp) เป็นพืชที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cannabis sativa* L. Subsp. *Sativa* จัดเป็นพืชในวงศ์เดียวกับกัญชา (Marijuana) คือวงศ์ *Cannabaceae* พืชทั้งสองชนิดจึงมีลักษณะคล้ายกัน กัญชงมีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบบริเวณแอฟริกากลางและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น แม็กซิโก โคลัมเบีย ไทย เป็นต้น โดยกัญชงมีลักษณะลำต้นที่หนา สูงประมาณ 6 เมตร มีกิ่งน้อย ใบเรียวยาวมีสีเขียวอ่อน ช่อดอกน้อยและมีน้ำหนักเบา สามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในที่ร่มและกลางแจ้งที่อากาศอบอุ่น (มณฑิตา,2564) โดยกัญชงมีสารประกอบทางเคมีที่เรียกว่า Cannabiniods ซึ่งสามารถแยกออกมาเป็นกลุ่มสารหลักๆได้ 2 ชนิด ได้แก่ สาร Tetrahydrocannabinol (THC) และสาร Cannabidiol (CBD) ซึ่งสาร THC เป็นสารเคมีที่ส่งผลต่อระบบประสาททำให้เกิดอาการมึนเมาหรือเคลิบเคลิ้ม และมีประโยชน์ทางการแพทย์ในเรื่องช่วยลด อาการปวด และรักษาผลข้างเคียงจากเคมีบำบัด แต่ส่งผลข้างเคียงอย่างมากหลังจากการใช้งาน เช่น ตาแดง หัวใจเต้นเร็ว ปากแห้ง สูญเสียความทรงจำ เป็นต้น สาร THC สามารถพบในกัญชาได้ถึงร้อยละ 20 ซึ่งถือว่าเป็นสารเสพติดให้โทษ ในขณะที่กัญชงมีปริมาณสาร THC เพียงเล็กน้อยหรือแทบไม่มีเลย (น้อยกว่าร้อยละ 0.3) แต่สาร CBD ในกัญชงมีปริมาณสูงกว่าในกัญชาคือมีปริมาณร้อยละ 2 โดยสาร CBD มีคุณสมบัติทางการแพทย์ที่มีประโยชน์หลากหลาย เช่น แก้อาการนอนไม่หลับ รักษาโรคลมชัก บรรเทาอาการปวด ซึ่งสาร CBD ไม่มีผลข้างเคียงแม้จะใช้ในปริมาณมาก (วิเชียร กีรตินิจกาล, 2562)

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจนำกัญชงมาพัฒนาและใช้ประโยชน์โดยนำมาผลิตเครื่องดื่มคอมบูชาโดยใช้เชื้อยีสต์ *Saccharomyces boulardii* ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอติกร่วมกับเชื้อแบคทีเรียอะซิติก *Acetobacter pasteurianus* AJ605 ซึ่งแยกได้จากกระบวนการหมักคอมบูชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาใช้ในกระบวนการหมักคอมบูชา เพื่อพัฒนาคุณภาพของคอมบูชาที่ได้ให้มีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอติกคอมบูชา และศึกษาอายุการเก็บรักษาคอมบูชาโพรไบโอติกที่ผลิตได้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 ศึกษากระบวนการหมักคอมบูชาจากใบกัญชงในปริมาณต่างๆ ด้วยเชื้อผสมของเชื้อ *Saccharomyces boulardii* และ *Acetobacter pasteurianus* AJ605 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ทางจุลินทรีย์ และทดสอบทางประสาทสัมผัส

1.2.2 ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์คอมบูชาโพรไบโอติกที่อุณหภูมิต่ำ (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 35 วัน เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

หมักคอมบูชาจากใบกัญชงโดยใช้ยีสต์ *Saccharomyces boulardii* ร่วมกับแบคทีเรียอะซิติก *Acetobacter pasteurianus* AJ605 ในปริมาณของใบกัญชงที่แตกต่างกัน หมักเป็นระยะเวลา 14 วัน เก็บตัวอย่างในวันที่ 0 3 7 10 และ 14 วัน ทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ รวมทั้งการทดสอบทางประสาทสัมผัส จากนั้นจะทำการคัดเลือกปริมาณใบกัญชงที่เหมาะสมที่ทำให้คอมบูชามีจำนวนจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่เหลือรอดสูง และรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมาใช้ในการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์คอมบูชาที่อุณหภูมิต่ำ (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 35 วัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถผลิตคอมบูชาใบกัญชงโพรไบโอติกจากเชื้อยีสต์ *Saccharomyces boulardii* ร่วมกับแบคทีเรียอะซิติก *Acetobacter pasteurianus* AJ605 เพื่อเป็นเครื่องดื่มทางเลือกสำหรับผู้รักสุขภาพ ทำให้สามารถควบคุมคุณภาพของคอมบูชาให้สม่ำเสมอ ลดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการและทำให้ทราบระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์คอมบูชาโพรไบโอติกโดยมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คอมบูชา (Kombucha)

2.1.1 ประวัติความเป็นมาของเครื่องดื่มคอมบูชา

คอมบูชาเป็นเครื่องดื่มชาหมักเพื่อสุขภาพ ชาวจีนนิยมดื่มกันมาหลายสิบปีจนสืบทอดมาจนถึงปัจจุบันและแพร่หลายไปทั่วโลก เนื่องจากเป็นเครื่องดื่มที่ให้ความสดชื่นและฟื้นฟูร่างกาย (Liu *et al*., 1996; Srihari and Satayanarayana, 2012) ในพ.ศ. 212 สมัยราชวงศ์จิ้น เรียกน้ำหมัก ชีวภาพชนิดนี้ว่า ชาแดงเห็ด (hongchajun) มีความเชื่อว่าเป็น ชาอมตะ ที่เกิดจากการหมักชาจนเกิด เป็นแผ่นวุ้นขึ้น โดยแผ่นวุ้นที่เกิดขึ้นมีลักษณะคล้ายเห็ดแดง คอมบูชาจึงเป็นเครื่องดื่มหมักแบบดั้งเดิม ที่มีประวัติความเป็นมายาวนานหลายพันปีในภาคตะวันออก และยังเป็นที่นิยมมากในปัจจุบันในฝั่งตะวันตก โดยเชื่อกันว่าคอมบูชามีต้นกำเนิดในประเทศจีนเมื่อ 2,000 ปีที่แล้ว (Martin *et al*, 1995; Liu *et al*. 1996; Srihari & Satyanarayana, 2012) ในขณะที่ข้อมูลทางประวัติศาสตร์อื่นๆ ระบุว่าเครื่องดื่มนี้มีการบริโภคในประเทศต่างๆ เช่น รัสเซีย เยอรมนี และตะวันออกกลาง ปัจจุบันมีความสนใจและการบริโภคที่เพิ่มมากขึ้น และยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ในด้านการรักษา เช่น สามารถลดน้ำหนักไปจนถึงการรักษามะเร็งและโรคเอดส์ (Amarasinghe *et al*., 2017) ซึ่งสืบ เนื่องมาจากนายแพทย์คอมบู (Korn-Bu) นำชาหมักถวายแก่พระจักรพรรดิญี่ปุ่น โดยอ้างว่าสามารถ รักษาได้สารพัดโรค ทำให้ชาหมักถูกเรียกว่า คอมบูชา (Kombucha) ตั้งแต่นั้นมา ซึ่งมีชื่อเรียกต่างกัน ในแต่ละประเทศ เช่น Haipo, Tea fungus, Manchurian tea, Kargasok tea เป็นต้น (Kurtzman *et al*., 2001) ในประเทศรัสเซียก็เรียกน้ำชาหมักนี้ว่า คอมบูชา (Kombucha) และเป็นที่นิยมในกลุ่มผู้ที่สนใจด้านแพทย์ทางเลือก โดยน้ำชาหมักชีวภาพเพื่อสุขภาพนี้ได้แผ่ขยายไปจนถึงประเทศสหรัฐอเมริกาด้วยการนำผลแอปเปิ้ลมาหมักและได้ผลดีจนเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในชื่อแอปเปิ้ลไซเดอร์ (Cider) เนื่องจากมีส่วนผสมของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ปนอยู่ด้วย อีกทั้งยังมีสารให้กลิ่นรสในเครื่องดื่มชาหมัก คือ กรดอะซิติก ฟรุกโตส และกรดกลูโคนิก นอกจากนี้ยังพบเอทิลกลูโคเนต (ethyl-gluconate) กรดออกซาลิก (Oxalic acid) กรดแซคคาลิก (Saccharic acid) คีโตกลูโคนิก (Keto-gluconic acid) กรดซัคซินิก (Succinic acid) และกรดคาร์บอนิก (Carbonic acid) อีกทั้งยังพบวิตามินและเกลือแร่ที่จำเป็นต่อร่างกายหลากหลายชนิด (Jarrel, 2000) คอมบูชาผลิตจากชาดำหรือชาเขียวที่มีการเติมน้ำตาลและทำการหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้เกิดกรดอินทรีย์และวิตามินหลากหลายชนิด รวมถึงสารต้านอนุมูลอิสระที่มีในใบชา (Zhao and Shah, 2016)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ลักษณะคอมบูชา

คอมบูชาเป็นเครื่องดื่มที่มีรสหวานและมีความเป็นกรดเล็กน้อย ซึ่งโดยทั่วไปสามารถเตรียมได้โดยการหมักน้ำชาหวานกับเชื้อแบคทีเรียอะซิติกและยีสต์ต่าง ๆ เรียกว่า SCOBY (Ayed *et al*., 2016) คอมบูชาจัดเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่ผ่านกระบวนการหมัก (Bogdan *et al*., 2018) โดยนำชาผสมน้ำตาลหมักด้วยแบคทีเรียอะซิติกร่วมกับยีสต์เป็นเวลาประมาณ 14 วัน ประกอบไปด้วยสองส่วน คือ แผ่นเซลลูโลส (Pellicle) ที่ลอยอยู่บนผิวหน้า และส่วนของน้ำหมักด้านล่าง (Fermented Tea broth) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 โดยจะพบเชื้อยีสต์และแบคทีเรียอะซิติกทั้งในแผ่นเซลลูโลสและน้ำหมัก กลุ่มจุลินทรีย์ผสม (Consortium) ในคอมบูชาสามารถเปลี่ยนน้ำตาลและชาให้กลายเป็นเครื่องดื่มที่มีรสชาติเปรี้ยว มีความซ่า และให้ความสดชื่น คอมบูชามีสารประกอบหลัก คือ กรดกลูโคนิก กรดซิติก เอทานอล และองค์ประกอบอื่นๆ เช่น กรดแลคติก กรดกลูโคโรนิค เป็นต้น รสชาติของชาหมักจะมีรสหวานเล็กน้อยและมีรสเปรี้ยว คล้ายกับเครื่องดื่มไซเดอร์ (Cider) และมีความซ่าเนื่องจากมีส่วนผสมของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ปนอยู่ด้วย (Jayabalan *et al*., 2014)

รูปที่ 2.1 ลักษณะของคอมบูชา

2.1.3 การทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการหมักคอมบูชา

คอมบูชาเกิดจากกลุ่มเชื้อแบคทีเรียอะซิติกและเชื้อยีสต์ โดยเชื้อแบคทีเรียอะซิติกที่พบเป็นชนิดที่ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต (aerobic bacteria) และสามารถสร้างแผ่นเซลลูโลส สำหรับเชื้อยีสต์มีบทบาทในการผลิตแอลกอฮอล์ในกระบวนการหมัก (Asail, 1968) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์ โดยวิธีการแยกเชื้อจุลินทรีย์ทั้งในแผ่นเซลลูโลสและน้ำหมักของคอมบูชา พบว่าเมื่อทำการทดสอบทางชีวเคมี (biochemical) และศึกษาลักษณะทางกายภาพ (physiological) เพื่อระบุสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากทั้งสองกลุ่ม พบว่าในกลุ่มของแบคทีเรีย ได้แก่ *Acetobacter xylinum, Acetobacter aceti, Acetobacter pasteurianus, Acetobacter xylinoides, Gluconobacter oxydans, Ruminococcaceae incertaesedis,*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lactococcus sp., *Lactobacillus, Bifidobacterium* sp., *Allobacullum* sp., *Enterococcus* sp., *Thermus* sp. และ *Gluconoacetobacter* (Battikh *et a*l., 2011; Vina *et al*., 2013; Marsh *et al*., 2014)

ในกระบวนการหมักคอมบูชาเชื้อยีสต์จะทำการเปลี่ยนน้ำตาลซูโครสไปเป็นน้ำตาลฟรุกโตสและกลูโคสเพื่อผลิตเอทานอล โดยเอทานอลจะไปช่วยในการเจริญเติบโตของแบคทีเรียอะซิติกเพื่อผลิตกรดอะซิติก ซึ่งมีรายงานว่าทั้งเอทานอลและกรดอะซิติกมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคซึ่งจะช่วยให้ป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์อื่นในคอมบูชา (Dufresne and farnworth, 2000) สำหรับเชื้อในกลุ่มแบคทีเรียอะซิติก (Acetic Acid Bacteria: AAB) ที่พบในชาหมักส่วนใหญ่เป็นกลุ่มพวก *Acetobacteraceae* เช่น *Acetobacter xylinum* (Sievers *et al*., 1995) และยังพบเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มของ *Lactobacteriaceae* (Coton *et al*., 2017) โดยแบคทีเรียอะซิติกจะสร้างแผ่นเซลลูโลสลอยอยู่บนผิวหน้า อีกทั้งยังทำหน้าที่ในการสร้างกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ เช่น กรดอะซิติก (Acetic acid) กรดกลูโคนิก (Gluconic acid) กรดทาร์ทาริก (Tartaric acid) และกรดมาลิก (Malic acid) ซึ่งเป็นกรดที่พบได้มากในกระบวนการหมักคอมบูชาและพบว่าแบคทีเรียอะซิติกยังมีการผลิตกรดซิตริกบ้างในกระบวนการหมัก ความสามารถในการผลิตกรดนี้ส่งผลให้คอมบูชามีรสชาติเปรี้ยว (Villarreal-Soto *et al.*, 2018)

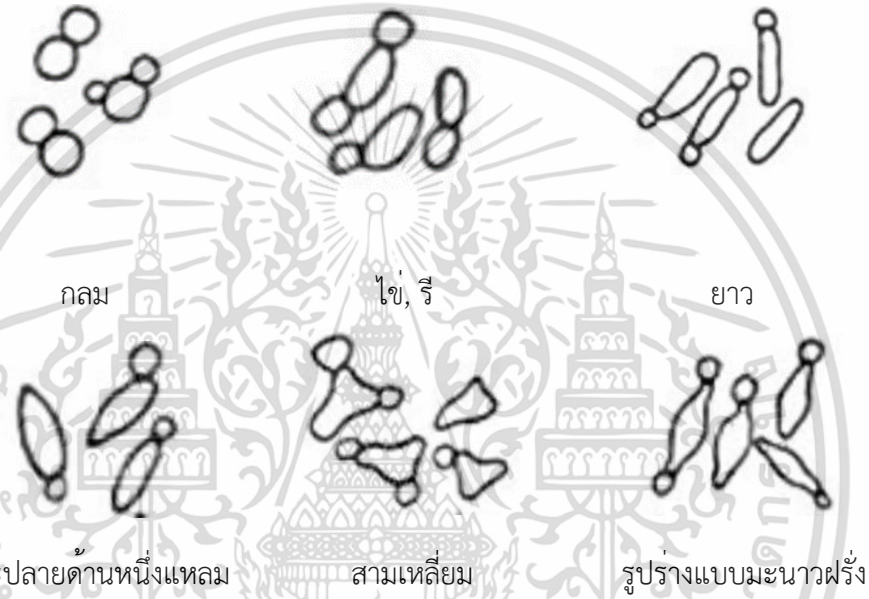
2.1.3.1 ยีสต์

ยีสต์จัดเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่อยู่ในอาณาจักรเห็ดรา (Fungi) ส่วนใหญ่เพิ่มจำนวนแบบไม่อาศัยเพศโดยการแตกหน่อ (budding) มีจำนวนน้อยที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยยีสต์ใช้แหล่งคาร์บอนได้หลายชนิด เช่น กรดอินทรีย์ แอลกอฮอล์ เป็นต้น ยีสต์แต่ละชนิดมีแหล่งที่อยู่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะทางสรีรวิทยาของยีสต์ เช่น ความสามารถในการใช้สารประกอบบางชนิดและความสามารถในการเจริญในสภาวะแวดล้อมนั้นๆ (Fell and Kurtman, 1996) ยีสต์ส่วนใหญ่มีรูปร่างแตกต่างกันออกไป ได้แก่ ทรงกลม ทรงรี บางสายพันธุ์มีลักษณะเซลล์ยืดยาวต่อกันคล้ายเส้นใย (Matinee, 2011) ในกระบวนการหมักยีสต์ส่วนใหญ่สามารถเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเอทานอลได้โดยที่กระบวนการหมักเริ่มด้วยการใช้เชื้อเพียงชนิดเดียวในการเริ่มต้นกระบวนการ ยีสต์ที่พบได้บ่อย เช่น *Saccharomyces cerevisiae* ซึ่งมีประสิทธิภาพในการผลิตเอทานอลสูงและได้มีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้น เช่น ในการหมักไวน์เพื่อเพิ่มกลิ่นเฉพาะที่ซับซ้อนของผลิตภัณฑ์ การทำงานร่วมกันของยีสต์กับแบคทีเรียอะซิติกในหัวเชื้อคอมบูชาทำให้เกิดลักษณะที่ต้องการขึ้นในผลิตภัณฑ์คอมบูชา มีรายงานว่ายีสต์ที่พบในหัวเชื้อคอมบูชา เช่น *Candida, Zygosaccharomyces, Saccharomyces, Kloeckera, Hanseniaspora, Torulaspora, Pichia, Shizosaccharomyces และ Kluyveromyces* เป็นต้น (Villarreal-Soto *et al*., 2018)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.1.1 ลักษณะของเซลล์ยีสต์

ยีสต์มีรูปร่างเซลล์หลายแบบ เช่น ทรงกลม (round, spheroidal, spherical) ค่อนข้างกลม (subglobose) รูปไข่ (oval, ovoidal) ทรงรี (ellipsoidal) ทรงกระบอก (cylindrical) ทรงยาว (elongated) แหลมหัวแหลมท้ายแบบมะนาวฝรั่ง (apiculate) เป็นสาย (filamentous) รีและปลายด้านหนึ่งแหลม (ogival) ทรงสามเหลี่ยม (triangular) และทรงคนโทหรือฟลาสก์ (flask) เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 2.2 ในการศึกษาสัณฐานวิทยาของเซลล์ยีสต์สามารถใช้เซลล์ที่เพาะเลี้ยงในอาหารเหลว หรือบนอาหารแข็งมาทำการศึกษาได้ (สาวิตรี ลิ่มทอง, 2549)



รูปที่ 2.2 ลักษณะรูปร่างของยีสต์

ที่มา : สาวิตรี ลิ่มทอง (2549)

2.1.3.1.2 ยีสต์ที่พบในกระบวนการผลิตคอมบูชา

ยีสต์ที่พบในกระบวนการผลิตคอมบูชา ได้แก่ *Schizosaccharomyces pombe, Saccharomoyces ludwigii, Saccharomyces cerevisiae, Zygosaccharomyces bailii, Brettanomyces bruxellensis, Brettanomyces lambicus* และ *Candida stellate* เป็นต้น (Battikh *et al*., 2012)

2.1.3.2 แบคทีเรีย

แบคทีเรียกลุ่มสำคัญที่พบในหัวเชื้อคอมบูชาคือ แบคทีเรียอะซิติก ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโตและใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึม โดยกระบวนการเมแทบอลิซึมนั้นจะเป็นการเปลี่ยนเอทานอลเป็นสารอะซิทัลดีไฮด์ (Acetaldehyde) และเปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารอะซิทัลดีไฮด์ไฮเดรต (Acetaldehyde hydrate) ให้เป็นกรดอะซิติก (Villarreal-Soto *et al*., 2018) แบคทีเรียอะซิติกนี้จัดเป็นแบคทีเรียแกรมลบ (Gram negative bacteria) จัดอยู่ใน Family Pseudomonadaceae ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อน ทนทานต่อความเป็นกรดได้ดีในสภาพที่มีค่า pH ต่ำกว่า 5.0 และเจริญได้ดีในสภาวะ pH ต่ำกว่า 3.0-3.5 ได้แก่ แบคทีเรียในสกุล *Acetobacter* sp. สามารถเจริญได้ดีในอุณหภูมิระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส และแบคทีเรียในจีนัส *Acetobacter* สามารถแยกได้จากน้ำส้มสายชู เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เช่น เบียร์ ไวน์ ไซเดอร์และเตกิลลา เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถแยกได้จากผลไม้ เช่น องุ่น ฝรั่ง ซาโปดิลลา กล้วย มะละกอ มะเฟือง มังคุด มะม่วง ดอกไม้ อีกทั้งยังพบได้ในน้ำมะพร้าว เมล็ดปาล์มและเต้าหู้ (Kerster *et al*., 2006) แบคทีเรียบางกลุ่มสามารถสร้างแผ่นเซลลูโลสได้ เช่น *Aerobacter, Azotobacter, Agrobacterium, Rhizobium* และ *Gluconoacetobacter* (Yamada *et al*., 2012) แบคทีเรียอะซิติกเป็นจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการผลิตกรดน้ำส้มสายชูที่มีประโยชน์และมีความสำคัญในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น การผลิตน้ำส้มสายชูเพื่อเพิ่มรสชาติในการประกอบอาหาร เช่น พริกดองในการปรุงรสก๋วยเตี๋ยว ใช้ในการถนอมอาหาร เช่น ผัก ผลไม้ดอง เป็นต้น แบคทีเรียชนิดนี้ยังเป็นส่วนสำคัญในการทำเครื่องดื่มบำรุงกำลังและรักษาสุขภาพ เช่น น้ำหมักเห็ดรัสเซีย (Tea fungus or Kombucha) ซึ่งเป็นเครื่องดื่มสุขภาพที่แพร่หลายในจีน ญี่ปุ่น และอินเดีย (Kersters *et al*., 2006)

2.1.3.2.1 ลักษณะของเซลล์

แบคทีเรียอะซิติกเป็นแบคทีเรียแกรมลบ (gram-negative) ซึ่งต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต (aerobic) ไม่สร้างสปอร์ (non spore forming) มีรูปร่างเป็นท่อนจนถึงกลมรี สามารถเคลื่อนที่ได้เนื่องจากมีแฟลกเจลลา (flagella) ชนิดรอบตัวเซลล์ (peritrichous) และที่ขั้วเซลล์ (polar) ขึ้นอยู่กับแต่ละจีนัส มีการเจริญเป็นแบบเซลล์เดี่ยวหรือติดกันเป็นคู่หรือเป็นสายเซลล์ มีความกว้าง 0.4-1 ไมโครเมตร ยาว 0.8-4.5 ไมโครเมตร ค่าพีเอชที่มีความเหมาะสมในการเจริญเติบโตอยู่ที่ 5.0-6.5 แต่สามารถเจริญเติบโตได้ในที่ที่มีค่าพีเอชต่ำอยู่ที่ 3.0-4.0 แบคทีเรียอะซิติกมีความสามารถในการออกซิไดซ์น้ำตาลและแอลกอฮอล์ให้ได้เป็นกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดน้ำส้ม (Acetic acid) นอกจากนี้แบคทีเรียอะซิติกยังสามารถออกซิไดซ์น้ำตาลแอลกอฮอล์ (alcohol sugar) เป็นน้ำตาลชนิดต่างๆ เช่น น้ำตาลแมนนิทอลเป็นน้ำตาลฟรุกโตส (Gupta *et al*., 2001)

2.1.4 วัตถุดิบและวิธีการผลิตคอมบูชา

ในการผลิตคอมบูชาวัตถุดิบที่ใช้จะเป็นชาดำซึ่งมีสารประกอบอินทรีย์ที่มีประโยชน์หลายชนิด ทำการเติมน้ำตาลซูโครสเพื่อเป็นแหล่งคาร์บอนให้กับเชื้อจุลินทรีย์ และให้ความหวานสำหรับคอมบูชา มีการเติมแผ่นเซลลูโลสซึ่งเป็นหัวเชื้อเดิมและเติมน้ำหมักที่เป็นหัวเชื้อคอมบูชาเดิม ซึ่งจะประกอบไปด้วยเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ (Consortium) ลงในน้ำชาเพื่อให้เกิดการหมัก (Chan *et*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

al., 2006; Jayabalan *et al*., 2016; John *et al*., 2014; Zhang *et al*., 2019) และทำการปิดฝาภาชนะด้วยผ้าสะอาดเพื่อป้องกันการปนเปื้อนและนำไปบ่ม เมื่อผ่านไป 2-3 วัน จะเริ่มมีแผ่นเซลลูโลสลอยอยู่บนบริเวณผิวหน้าของชาหมัก ลักษณะจะเป็นแผ่นเซลลูโลสบาง ๆ ซึ่งจะกลายเป็นหัวเชื้อเซลลูโลสใหม่ที่สร้างบนหัวเชื้อเดิมที่ได้ทำการเติมลงไปในขั้นแรกของการหมัก ชาหมักจะเริ่มมีกลิ่นเฉพาะและมีฟองแก๊สเกิดขึ้น โดยเกิดจากการเกิดกรดคาร์บอนิกระหว่างกระบวนการหมัก หลังจากผ่านไป 10-14 วัน แผ่นเซลลูโลสจะสร้างสมบูรณ์ที่ผิวหน้าของชาหมักมีลักษณะเป็นแผ่นหนาปิดคลุมอยู่ที่บริเวณผิวหน้าของชาหมัก สิ่งที่สำคัญอย่างมากในขั้นตอนของการผลิตชาหมักคอมบูชา คือ อุปกรณ์และพื้นที่ในการทำงานจะต้องสะอาดปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ การควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และการป้องกันการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ (Contamination) (Watawana *et al*., 2015) เมื่อครบจำนวนวันของการหมักจะทำการแยกส่วนของแผ่นเซลลูโลสและน้ำชาหมักออกเก็บไว้ปริมาณเล็กน้อยสำหรับเป็นหัวเชื้อต่อไป ในส่วนของน้ำชาหมักที่เหลือจะนำไปกรองและเก็บใส่ขวดปิดฝาให้สนิทแช่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (Jayabalan *et al*., 2014)

ในแต่ละภูมิภาคจะมีการใช้ปริมาณของหัวเชื้อและปริมาณของน้ำตาล (แหล่งคาร์บอน) แตกต่างกันไป ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพและลักษณะของชาหมักที่ได้ (Amarasighe *et al*., 2017) และเมื่อต้องการหมักคอมบูชาอีกครั้งก็จะนำเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้ จากการหมักครั้งก่อนมาใช้เป็นหัวเชื้อ ซึ่งจากการสำรวจความปลอดภัยของเครื่องดื่มชาหมักคอมบูชา พบว่ามีอัตราการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคน้อยมาก ส่งผลให้ชาหมักคอมบูชามีความปลอดภัยในการบริโภค (Liu *et al*. 1996; Greenwatt *et al*., 2000) แผ่นหัวเชื้อเซลลูโลส (Tea fungus) ของแต่ละพื้นที่จะมีความแตกต่างกันทั้งในแง่ของสายพันธุ์และปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่ประกอบอยู่ในหัวเชื้อ ซึ่งจะส่งผลถึงลักษณะและองค์ประกอบทางเคมีของคอมบูชาแตกต่างกัน (Chen *et al*., 2000, Marsh *et al*., 2014)

2.1.5 ปฏิกิริยาการหมักของคอมบูชา

ในการหมักคอมบูชาปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเกิดจากกลุ่มแบคทีเรียและยีสต์จะเป็นในลักษณะเอื้อประโยชน์กัน เรียกว่า Stable symbiosis กิจกรรมการหมักในระยะแรกยีสต์จะทำการเปลี่ยนน้ำตาลซูโครสให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว คือ น้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโตสหลังจากนั้นก็จะเปลี่ยนน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวให้เป็นแอลกอฮอล์ ทำให้มีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียกลุ่ม *Acetobacter* ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีพร้อมที่จะผลิตกรดอะซิติก โดยเฉพาะการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Acetobacter xylinum* ที่สามารถผลิตกรดอะซิติก กรดกลูโคนิค และเซลลูโลส ทำให้ชาหมักที่ได้มีคุณภาพดี (Battikh *et al*., 2012)

กระบวนการหมักเพื่อให้ได้กรดอะซิติก เป็นปฏิกิริยา 2 ขั้นตอน คือ ปฏิกิริยาการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเอทิลแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจน โดยยีสต์ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ในกระบวนการหมักในระยะแรกจะเป็นการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ เขียนเป็นสมการได้ดังนี้ (ดุษณี, 2555)

$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2CO_2 + 2C_2H_5OH +$ พลังงาน

น้ำตาล ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เอทิลแอลกอฮอล์

ระยะที่สองเป็นปฏิกิริยาออกซิไดซ์เอทิลแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอะซิติกโดยเชื้อแบคทีเรียภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน โดยสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$C_2H_5OH + O_2 \longrightarrow CH_3COOH + H_2O$

เอทิลแอลกอฮอล์ ออกซิเจน กรดอะซิติก น้ำ

2.1.6 ประโยชน์ของเครื่องดื่มคอมบูชา

คอมบูชาเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่มีรสหวานอมเปรี้ยว ซึ่งเกิดจากกระบวนการหมักของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในกลุ่มโพรไบโอติก (Probiotic) คอมบูชาเป็นเครื่องดื่มที่ให้ความสดชื่นและช่วยฟื้นฟูร่างกาย แพทย์ทางเลือกทั้งในประเทศจีน และยุโรปตะวันออกใช้ฟื้นฟูสภาพร่างกายของผู้ป่วยจากโรคต่างๆ ช่วยในเรื่องระบบขับถ่าย บรรเทาอาการอ่อนเพลีย ช่วยในการนอนหลับ ลดคอเลสเตอรอล ลดความดันโลหิต ลดอาการอักเสบ ลดอาการปวดไมเกรน เป็นต้น (ฉัตรชัย, 2557) คอมบูชามีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ กรดอะซิติก กรดแลคติก กรดกลูโคนิก และกรดกลูโคโรนิก มีสารที่ช่วยให้ตับขับสารพิษและสารก่อมะเร็งได้ดีขึ้น มีสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น โพลีฟีนอล ซึ่งสามารถพบปริมาณมากในชาดำ โพลีฟีนอลปริมาณที่สูงจะทำให้การต้านอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น ช่วยป้องกันร่างกายจากการทำลายของอนุมูลอิสระได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังพบสารยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรค และสารยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งบางชนิด (สายสมร, 2557) ในปัจจุบันมีงานวิจัยและข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถบอกถึงคุณประโยชน์ของคอมบูชาที่มีต่อสุขภาพ ซึ่งมีความสอดคล้องกับคำบอกเล่าของผู้ที่ดื่มชาหมักเป็นประจำ เช่น ช่วยในเรื่องระบบขับถ่าย ช่วยบรรเทาอาการอ่อนเพลีย ช่วยในการนอนหลับ ลดคอเลสเตอรอล ลดความดันโลหิต ลดอาการปวดไมเกรน ช่วยในการทำงานของตับและช่วยในการขับสารพิษจากร่างกาย เป็นต้น (Hemila and Herman, 1995)

2.1.6.1 การต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants)

อนุมูลอิสระ (free radicals) คือ สารที่มีอิเล็กตรอนโดดเดี่ยว (unpaired electrons) ในอะตอมหรือโมเลกุล สามารถพบได้ทุกแห่งทั้งในสิ่งแวดล้อม ในสิ่งมีชีวิต และในเซลล์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระบวนการผลิตพลังงานภายในเซลล์หรือกระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) ในการนำพฤกษเคมีมาใช้เป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยนำมาใช้เป็นอาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพซึ่งกำลังได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น มีการระบุถึงประโยชน์ของสารต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชา เช่น ป้องกันการเกิดมะเร็ง เพิ่มภูมิคุ้มกัน และบรรเทาอาการอักเสบ จากการศึกษาพบว่าคอมบูชาที่หมักจากชาเขียว ชาดำ และกากชามีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH รวมทั้งฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล (hydroxyl) จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการหมัก (Jayabatan *et al*., 2008)

อนุมูลอิสระเกิดขึ้นได้จากปฏิกิริยาภายในร่างกาย โดยเมื่อมีธาตุเหล็ก ทองแดง แมงกานีส โคบอลต์ โครเมียม นิกเกิลในปริมาณน้อยมักจะเกิดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ ในระบบร่างกายจะมีการกำจัดอนุมูลอิสระ แต่ถ้าร่างกายได้รับสารอนุมูลอิสระจากสภาวะแวดล้อมภายนอก เช่น ได้จากการรับประทานอาหารบางชนิด จากกระบวนการประกอบอาหาร เช่น การย่าง การนำน้ำมันที่ใช้ทอดอาหารมาใช้ซ้ำหลายครั้ง หรือจากสิ่งแวดล้อม เช่น แสงอาทิตย์ การแผ่รังสี รังสีเอ็กซ์ หรือจากมลพิษ เช่น ควันบุหรี่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากท่อไอเสียรถยนต์ หรือในสภาวะที่ร่างกายสามารถกำจัดอนุมูลอิสระได้ลดลง จึงทำให้มีอนุมูลอิสระมากเกินไปเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคต่างๆ

Malbasa *et al*. (2011) ได้ทำการเปรียบเทียบผลของการใช้เชื้อจุลินทรีย์ 3 กลุ่มมาใช้เป็นหัวเชื้อในการหมักคอมบูชาคือ 1. แบคทีเรียอะซิติกผสมกับเชื้อยีสต์ *Zygosaccharomyces* sp. 2. แบคทีเรียอะซิติกผสมกับเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* 3. หัวเชื้อทางการค้า ซึ่งได้มีการทดสอบในชาดำ และชาเขียว ผลการทดสอบการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล พบว่าในคอมบูชาจากชาดำที่ใช้หัวเชื้อแบคทีเรียอะซิติกผสมกับเชื้อยีสต์ *Zygosaccharomyces* sp. มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดและคอมบูชาจากชาเขียวที่ใช้หัวเชื้อทางการค้ามีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงเช่นเดียวกัน ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก ชนิดของชาที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบ และสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์ในหัวเชื้อคอมบูชา การหมักคอมบูชาไม่ควรหมักนานเกินไปเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของกรดอินทรีย์ที่มากเกินไปอาจจะเป็นอันตรายต่อการบริโภคโดยตรงได้ (Jayabalan *et al*., 2014)

2.1.6.2 การต้านเชื้อจุลินทรีย์

การต้านหรือการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ Kaewkod *et al*., (2019) รายงานว่าคอมบูชาจากชาเขียว ชาอู่หลง และชาดำ มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ *Escherichia coli*, *Shigella dysenteriae, Salmonella Typhi* เป็นต้น กรดอินทรีย์ในคอมบูชาและปริมาณสารคาเทชินที่พบในคอมบูชามีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้หลายกลุ่มด้วยกัน เช่น *Helicobacter pylori, E. coli, Entamoeba cloacae, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermidis, Agrobacterium tumefaciens, Bacillus cereus, Aeromonas hydrophila, Salmonella Typhimurium, Samonella enteritidis, Shigella sonnei, Leuconostoc monocytogenes, Yersinia enterocolitica, Campylobacter jejuni* และ *Candida albicans* โดยกรดอะซิติกและสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาเทชิน (catechins) เป็นสารหลักที่มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบได้ กรดอินทรีย์ที่อยู่ในคอมบูชาจะทำให้ไซโทพลาสซึมของเซลล์มีสภาวะเป็นกรดทำให้เกิดการทำลายเซลล์แบคทีเรีย และสารอื่นๆ ที่พบในคอมบูชาที่สามารถยังยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ เช่น เอนไซม์จากจุลินทรีย์ และสารแทนนินจากชา (Cardose *et al*., 2020)

2.1.6.3 สารต้านมะเร็ง

การนำอาหารที่จัดเป็นพฤกษเคมีมาผ่านกระบวนการต่างๆ ซึ่งจัดว่าเป็นวิธีการที่สามารถควบคุมเซลล์มะเร็งที่ประสบความสำเร็จและเกิดผลข้างเคียงน้อย คอมบูชาจัดว่าเป็นเครื่องดื่มที่มีคุณสมบัติในการต้านมะเร็ง (Jayabalan *et al*., 2014) Kaewkod *et al.,* (2019) ทำการหมักคอมบูชาจากชาเขียว ชาอู่หลง และชาดำ นำไปทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่ พบว่าคอมบูชาจากชาเขียวและชาดำให้ผลเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่ Villarreal-Soto *et al*., (2019) นำคอมบูชาที่หมักจากชาดำมาทำการทดสอบการยับยั้งเซลล์มะเร็งลำไส้ของมนุษย์ (HCT-116) พบว่าสามารถยับยั้งเซลล์มะเร็งได้ร้อยละ 55.3 ที่ปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดคอมบูชา 50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการหมักคอมบูชาโดยใช้ชาดำช่วยเพิ่มศักยภาพของสารออกฤทธิ์ชีวภาพและช่วยเสริมการทำงานร่วมกันระหว่างกระบวนการหมัก เพื่อสร้างสารเมทาบอไลต์และการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์นำไปสู่การสร้างสารประกอบในกลุ่มกรดอินทรีย์ เช่น กรดอะซิติก กรดกลูโคโรนิก กรดกลูโคนิก กรดแอสคอร์บิก และกรดซัคซินิก ซึ่งมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งบางชนิด และกรดกลูโคโรนิก กรดกลูโคนิก กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก มีความสามารถในการช่วยลดการเกิดโรคมะเร็งกระเพาะอาหารได้ (Kaewkod *et al.*, 2019)

2.1.6.4 การป้องกันการถูกทำลายของเซลล์ตับ

คอมบูชาถูกนำมาใช้ในการศึกษาถึงคุณสมบัติในการป้องกันการถูกทำลายของเซลล์ตับจากมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ในเซลล์ของสัตว์ทดลองและเซลล์ที่เพาะเลี้ยงขึ้นในห้องทดลอง ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าคอมบูชาสามารถป้องกันเซลล์ตับถูกทำลายโดยปัจจัยที่เกิดจากมลพิษทางสิ่งแวดล้อมได้ จากการนำคอมบูชาที่หมักด้วยชาดำมาทำการทดสอบกับยาพาราเซตามอล (Paracetamol) คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbontetrachloride) อะฟลาทอกซินบี 1 (Aflatoxin B1) แคดเมียมคลอไรด์ (Cadmium chloride) เตตระ-บิวทิลไฮโดรเพอร์ออกไซด์ (tetra-butyl hydroperoxide: TBHP) และอะซิตามิโนเฟน (Acetaminophen) แสดงให้เห็นว่าความเป็นพิษของสารเคมีเหล่านี้ทำให้เซลล์ตับมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพลดลง คอมบูชามีประโยชน์ในการป้องกันโรคตับซึ่งปัจจัยการเกิดโรคมาจากภาวะเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidative stress) (Jayabalan *et al*., 2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 ข้อควรระวังในการบริโภคคอมบูชา

ข้อควรระวังและอันตรายคอมบูชาโดยองค์การอาหารและยาระบุไว้ว่า การดื่มชานั้นต้องคำนึงถึงภาชนะที่ใส่ควรเป็นแก้วไม่ควรเป็นพลาสติกเนื่องจากคอมบูชามีฤทธิ์เป็นกรด การหมักหรือบรรจุลงในขวดพลาสติกอาจจะทำให้มีสารเคมีจากพลาสติกปนเปื้อนได้ มีผลทำให้อันตรายต่อเด็กและผู้ใหญ่หากรับประทานเข้าไป และชาหมักนี้ค่อนข้างไม่ปลอดภัยสำหรับคนที่ระบบภูมิคุ้มกันอ่อนแอ เช่น ผู้ที่ติดเชื้อ HIV หรือโรคเอดส์ ซึ่งจะทำให้มีโอกาสติดเชื้อได้ง่าย ควรที่จะปรึกษาแพทย์เภสัชกรหรือผู้ที่เชี่ยวชาญด้านสมุนไพร (Nummer, 2013)

ผู้ที่ควรระวังในการบริโภคคอมบูชา คือ

1) ผู้ที่กำลังตั้งครรภ์หรืออยู่ในช่วงให้นมบุตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ควรจะได้รับยาเฉพาะที่แพทย์สั่งเท่านั้น

2) ผู้ที่กำลังใช้ยาชนิดอื่นๆ รวมไปถึงยาที่ไม่มีใบสั่งจากแพทย์

3) ผู้ที่แพ้สารที่อยู่ในสมุนไพรนี้ หรือแพ้สมุนไพรชนิดอื่นๆ

4) ผู้ที่มีอาการป่วย หรือมีอาการผิดปกติ และมีอาการแพ้ต่างๆ เช่น แพ้อาหาร แพ้สีผสมอาหาร แพ้สารกันบูด หรือแพ้เนื้อสัตว์

มีงานวิจัยพบว่าคอมบูชามีผลในการลดระดับน้ำตาลในเลือดและช่วยฟื้นฟูตับอ่อนที่ถูกทำลายในผู้ป่วยโรคเบาหวาน ดังนั้นผู้ป่วยโรคเบาหวานควรดื่มคอมบูชาในปริมาณที่เหมาะสม ซึ่งอาจมีส่วนช่วยฟื้นฟูตับอ่อนที่ทำหน้าที่ผลิตอินซูลินภายในร่างกาย และในน้ำชาที่ใช้ผลิตคอมบูชามีปริมาณคาเฟอีน 12.4 - 41.6 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ซึ่งมีปริมาณต่ำกว่าในกาแฟซึ่งมีคาเฟอีนประมาณ 38.6 - 65.2 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ยังไม่มีหลักฐานทางการแพทย์ที่ระบุถึงปริมาณคาเฟอีนที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ดังนั้นปริมาณที่แนะนำในการบริโภคคอมบูชา คือครั้งละ 100 มิลลิลิตร วันละ 3 เวลา คาเฟอีนที่ได้รับต่อวันไม่ถึง 200 มิลลิกรัม ซึ่งน้อยกว่าที่ได้รับจากการบริโภคกาแฟ 2 แก้ว (Greenwalt *et al*., 2006)

2.2 ชา (Tea)

ชาเป็นเครื่องดื่มที่นิยมบริโภค สามารถพบได้ในอาหารหลายประเภทและมี ส่วนสำคัญในการใช้บรรเทาหรือป้องกันอาการป่วย ในปัจจุบันชาเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพและไม่มี แอลกอฮอล์เป็นที่ได้รับความนิยมบริโภคเป็นอันดับสองรองจากน้ำเปล่า จากรายงานการสำรวจพบว่าร้อยละ 78 ของการผลิตและการบริโภคชาทั่วโลกเป็นชาดำ รองลงมาคือชาเขียว ซึ่งมีการผลิตและบริโภค ร้อยละ 20 สำหรับชาอู่หลงมีการผลิตและบริโภคประมาณร้อยละ 2 (Naveed *et al*., 2018) การบริโภคชาสามารถส่งผลต่างๆต่อร่างกาย เช่น ป้องกันอาการแพ้ (Anti-allergic) การต้านมะเร็ง ป้องกันโรคอ้วน ต้านการกลายพันธุ์ (Anti-mutagenic) ป้องกันการเสื่อมของเซลล์ประสาท ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ต้านอนุมูลอิสระ ต้านเชื้อจุลินทรีย์ และต้านการอักเสบ เนื่องจากในชานั้นมีสารประกอบทางชีวภาพหลายชนิด เช่น คาเฟอีน (Caffeine) ทีโอโบรมีน (Theobromine) อัลคาลอยด์ (Alkaloids)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากจะมีความเกี่ยวข้องกับการป้องกันโรคต่างๆยังส่งผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง ช่วยลดอัตราการเกิดโรคพาร์คินสัน ป้องกันภาวะซึมเศร้า ลดอาการอักเสบ ต้านอนุมูลอิสระ และลดการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และการสูบบุหรี่ ชามีปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระกลุ่มโพลีฟีนอล (Polyphenols) ในปริมาณมาก โดยเฉพาะกรดฟีนอลิก (phenolic acids) ซึ่งกรดฟีนอลิกนี้มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น ป้องกันการติดเชื้อที่ทางเดินปัสสาวะและแผลในกระเพาะอาหาร รักษาสุขภาพช่องปาก สารโพลีฟีนอลยังช่วยในการลดความเสี่ยงของการเกิดหลอดเลือดตีบ (Stroke) และควบคุมระดับน้ำตาลกลูโคสในผู้ป่วยโรคเบาหวาน จากการศึกษาเกี่ยวกับชาที่ผ่านมาพบว่าชนิดของชาที่ต่างกันจะมีองค์ประกอบของสารประกอบฟีนอลิกและสารเมทิลแซนทีนที่ต่างกัน (Azevedo *et al*., 2019) ชนิดและปริมาณของสารประกอบโพลิฟีนอลในชาจะแตกต่างกันไปตาม ปัจจัยต่างๆ ได้แก่ สายพันธุ์ชา ฤดูการเก็บเกี่ยว สภาพภูมิอากาศ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว และกระบวนการผลิตชา (Fernandez *et al*., 2002) เนื่องจากกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันส่งผลต่อปฏิกิริยาเคมีและชีวเคมีในใบชา ทำให้สารประกอบโพลิฟีนอลเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งชนิดและปริมาณ ส่งผลให้ชาแต่ละประเภทมีสี กลิ่น และรสชาติที่แตกต่างกันไป

2.2.1 ประวัติของชา

ต้นชา (*Camellia sinensis* หรือ *Thea sinensis*) มีต้นกำเนิดอยู่ในแถบเขตร้อนและเขตอบอุ่นของทวีปเอเชีย อเมริกาใต้ และยังพบได้ในประเทศแอฟริกา พืชชนิดนี้อยู่ในกลุ่ม Theaceae โดยชาดำและชาเขียวมีองค์ประกอบทางเคมีที่คล้ายคลึงกัน การเปลี่ยนแปลงทางเคมีในชาแต่ละชนิดระหว่างกระบวนการผลิตมีผลทำให้ชาดำ ชาเขียว และชาอู่หลง มีความแตกต่างกัน (Naveed *et al*., 2018) ชามีลักษณะเป็นพุ่ม ใบเขียว หากเจริญเติบโตเองในป่าจะมีดอกสีขาวและส่งกลิ่นหอมในฤดูใบไม้ผลิ เมื่อดอกของต้นชาโตเต็มที่จะให้ผลชาที่ภายในมีเมล็ดเล็กๆ และในการขยายพันธุ์จะต้องได้รับการผสมละอองเกสรกับต้นชาอื่นๆ ส่วนของต้นชาที่นำมาทำเป็นเครื่องดื่มจะใช้ส่วนบนสุดของต้นซึ่งเป็นส่วนที่มีคุณภาพดีที่สุด ชาที่มีคุณภาพดีที่สุด คือ ชาที่ผลิตจากใบอ่อนและตา การผลิตใบชาเป็นงานที่ต้องอาศัยความรู้จากประสบการณ์และความชำนาญที่ถ่ายทอดกันมา ใบชาที่ผลิตออกมาแต่ละไร่ จึงมีรสชาติและคุณภาพที่แตกต่างกัน (Xiao, 2016)

2.2.2 กระบวนการผลิตชา (ธีรพงษ์, 2550)

ชาทุกชนิดผลิตมาจากยอดและใบอ่อนของต้นชา เมื่อแบ่งตามกระบวนการผลิตสามารถแบ่งได้ 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ ชาเขียว ชาอู่หลง และชาดำ แสดงดังรูปที่ 2.3

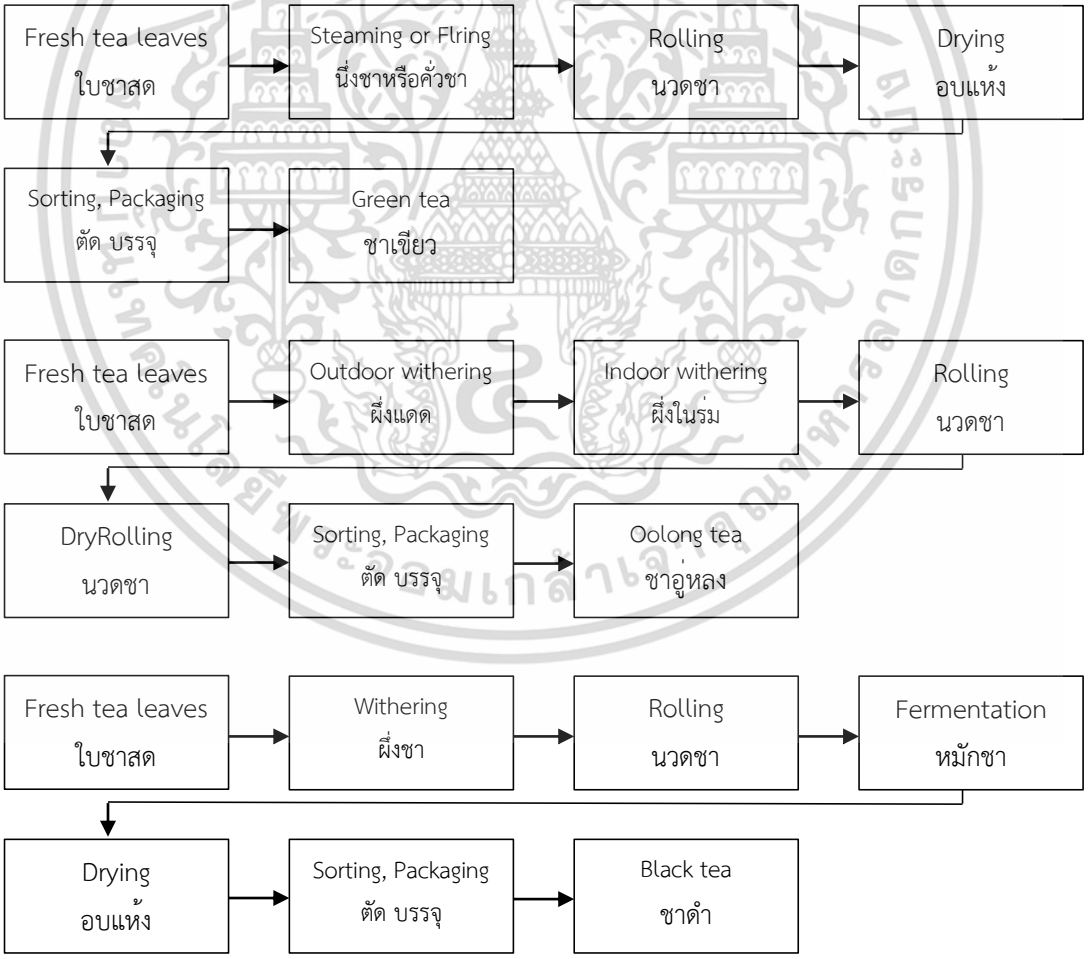
1.ชาเขียว (Green tea) เป็นชาที่ไม่ผ่านกระบวนการหมัก (non-fermented tea) วิธีการผลิตเริ่มจากอบใบชาสดด้วยไอน้ำ หรือคั่วบนกระทะร้อน เพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenoloxidase, PPO) ทำให้เอนไซม์ไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของคาเทชินจึงไม่เกิดการหมัก จากนั้นนำไปนวดให้เป็นเส้นและนำไปอบแห้ง ตามด้วยการคัดเกรดและบรรจุ

2.ชาอู่หลง (Oolong tea) เป็นชาที่ผ่านกระบวนการหมักเพียงบางส่วน (partially fermented tea) วิธีการผลิตเริ่มจากตากชา ประมาณ 20-40 นาที โดยการผึ่งแดดและจะนำใบชามาผึ่งในร่มพร้อมเขย่ากระตุ้นเพื่อให้ใบชาช้ำในบริเวณขอบใบ การผึ่งในที่ร่มและเขย่าให้ใบชาช้ำทำให้เกิดการหมักเพียงบางส่วนที่ทำให้เอนไซม์โพลิฟีนอลออกซิเดสเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของคาเทชิน เกิดการรวมตัวกันของคาเทชินเป็นสารประกอบใหม่ ทำให้ชาอู่หลงมีสี กลิ่น และรสชาติที่ต่างไปจากชาเขียว จากนั้นนำไปนวดขึ้นรูปให้เป็นเม็ดและนำไปอบแห้ง ตามด้วยการคัดเกรด และบรรจุ

3.ชาดำ (Black tea) เป็นชาที่ผ่านกระบวนการหมักอย่างสมบรูณ์ (completely fermented tea) ใบชาสดจะถูกผึ่งเพื่อลดความชื้นตามด้วยนวดหรือตีป่น จากนั้นเป็นกระบวนการหมักที่ปล่อยให้เอนไซม์เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันคาเทชินอย่างสมบูรณ์ คาเทชินจะเกิดออกซิเดชันและรวมตัวกันเป็นสารประกอบใหม่ที่มีสีเข้มขึ้นกว่าชาอู่หลงและชาเขียว จากนั้นอบแห้งตามด้วยการคัดเกรด และบรรจุ



รูปที่ 2.3 กระบวนการผลิตชาเขียว ชาอู่หลง และชาดำ

ที่มา : ธีรพงษ์ เทพกรณ์ (2550)

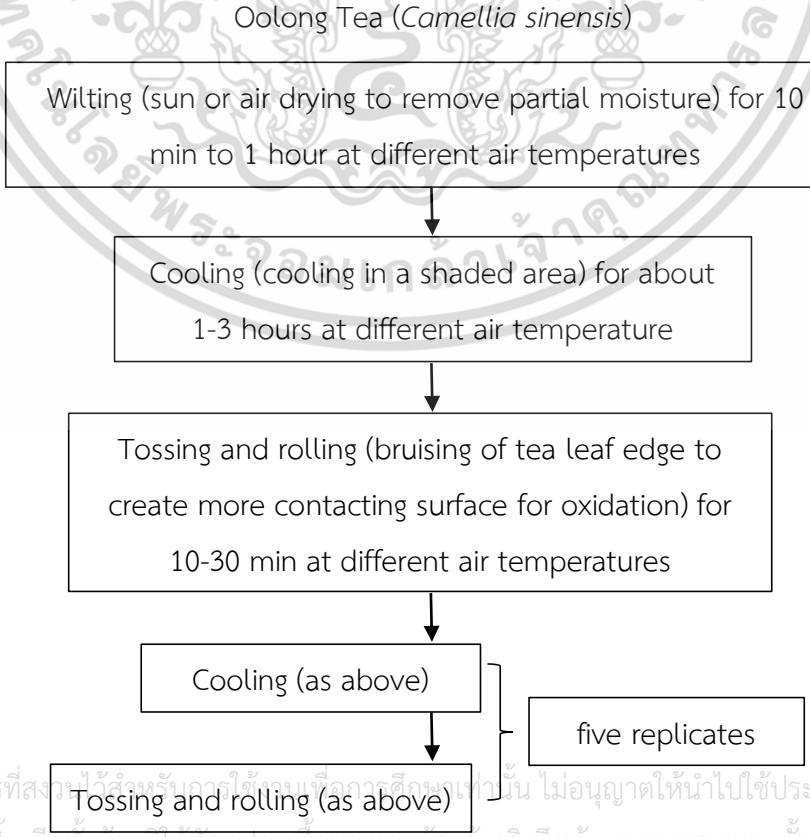
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 องค์ประกอบเคมีในใบชาสด

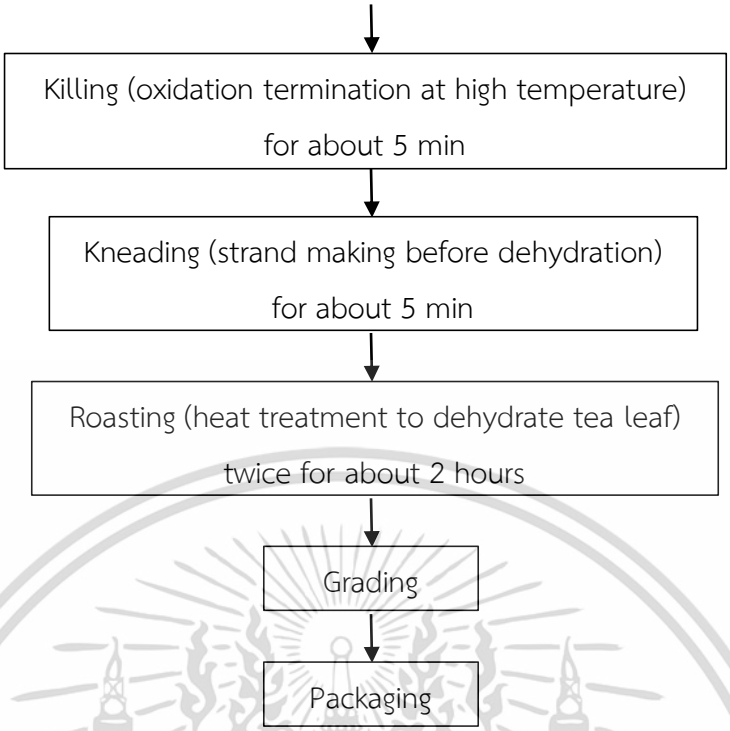
ชาที่ผลิตทางการค้าส่วนใหญ่มาจาก 2 สายพันธุ์คือ *Camellia sinensis* var. *sinensis* (ชาจีน) และ *Camellia sinensis* var. *assamica* (ชาอัสสัม) การเก็บใบชาสดที่มีคุณภาพเพื่อนำมาเข้าสู่กระบวนการผลิต โดยจะใช้แรงงานคนในการเก็บ จะเลือกเก็บเฉพาะยอดชาที่ตูมและใบที่ต่ำจากยอดตูมลงมา 2-3 ใบ องค์ประกอบในใบชาสดประกอบด้วยกลุ่มของสารประกอบ 6 กลุ่ม คือ flavanols, hydroxy-4-flavonols, anthocyanins, flavones, flavonols และ phenolic acids โดยฟลาวานอล (favanols) เป็นองค์ประกอบที่พบมากที่สุด (60 - 80% ของโพลีฟีนอล) เรียกว่า คาเทชิน (catechins)

2.2.4 ชาอู่หลง

ชาอู่หลง (*Camellia sinensis*) เป็นชาจีนที่ทำการหมักบางส่วนทำให้มีค่าออกซิไดซ์ในช่วงร้อยละ 10 - 70 ในระหว่างการแปรรูป ชาอู่หลงผลิตขึ้นครั้งแรกในราชวงศ์ซ่งตอนต้น (ค.ศ. 960-1279) แต่ได้รับความนิยมในราชวงศ์หมิง (ค.ศ. 1368-ค.ศ. 1644) การผลิตและการบริโภคชาอู่หลงทั่วโลกได้เพิ่มขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาและในประเทศจีนแผ่นดินใหญ่ การผลิตชาอู่หลงเพิ่มขึ้นเกือบสองเท่าในช่วงเวลาจากปี 2000 ถึงปี 2007 คุณภาพของชาอู่หลงนั้นสามารถประเมินได้ด้วย สี กลิ่น รสชาติ และรูปลักษณ์ ชาอู่หลงมีสีเขียวเข้มหรือสีน้ำตาล คุณลักษณะสีเหล่านี้พร้อมกับกลิ่น รสชาติ และรูปลักษณ์ ถูกนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพโดยรวมของชาอู่หลง การผลิตชาอู่หลงคุณภาพสูงต้องใช้ความรู้และทักษะจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อดำเนินการตามขั้นตอนที่ซับซ้อน แสดงดังรูปที่ 2.4 (Chen *et al*., 2011)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ขั้นตอนทั่วไปในการผลิตชาอู่หลง

ที่มา: Chen et al., (2011)

กลิ่นหอมของชาอู่หลงเกิดจาก linalool, geraniol, 2-phenylethanol, benzyl alcohol, methyl salicylate, linalool oxides, (Z) -3-hexanol และอื่น ๆ นอกจากนี้รสชาติของชาอู่หลงยังเกี่ยวข้องกับสารประกอบต่าง ๆ เช่น คาเทชิน (ความขม), กรดอะมิโน (ความสด), ปริมาณน้ำตาล (ความหวาน), theaflavins (ความว่องไว) และ thearubigin (ความกลมกล่อม) (Chen *et al*., 2011)

ชาอู่หลงมีกลิ่นหอมหลายชนิดและกลิ่นหอมที่แตกต่างกันเหล่านี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับประเภทและกระบวนการของการแปรรูปใบชา ตัวอย่างเช่น nerolidol, geraniol, Jasmine lactone, methyl salicylate, isoeugenol, limonene, และ indole เป็นสารระเหยที่สำคัญในชาอู่หลงที่มีคุณภาพสูง (Chen *et al.*, 2011)

2.2.5 สารประกอบหลักที่พบในชาอู่หลง

จากกระบวนการในการผลิตชาอู่หลงที่ผ่านกระบวนการผลิตแบบกึ่งหมักทำให้เกิดสารสำคัญที่เรียกว่า Oolong Tea polymerized-polyphenols หรือ OTPPs ที่พบได้มากที่สุดในชาอู่หลง (Maekawa *et al*., 2008) สำหรับ OTPPs นั้นเป็นกลุ่มของสารโพลีฟีนอลที่เกิดการเปลี่ยนแปลงจากสารกลุ่มคาเทชินเนื่องมาจากกระบวนการกึ่งหมักของใบชา โดยมีเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและความร้อนจากกระบวนการผลิตเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งสารในกลุ่มนี้ส่งผลต่อ สี กลิ่น และรสชาติของชาอู่หลง โดยปริมาณของสารนั้นพบอยู่ในช่วงร้อยละ 8-85 ได้แก่ ไดเมอร์ริกคาเทชิน เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Oolonghomobisflavan A และ Oolonghomobisflavan B สารในกลุ่มทีเอฟลาวิน (Theaflavins) และทีอะรูบิจิน (Thearubigins) (Nakamura *et al*., 2007)

2.2.6 คุณสมบัติและประโยชน์ในการรักษาโรคของชาอู่หลง

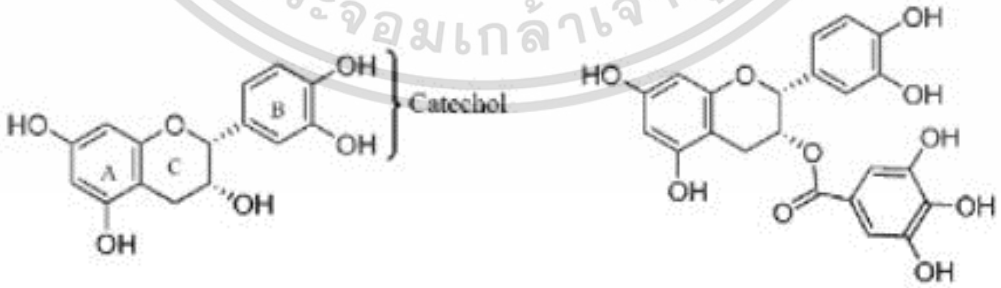
ชาอู่หลงเป็นชาที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางมาเป็นเวลานาน มีจุดเด่นตรงที่มีกลิ่นหอมละมุนและชุ่มคอ จากการศึกษาพบว่าชาอู่หลงเป็นตัวช่วยในการล้างพิษ สามารถช่วยกำจัดอนุมูลอิสระซึ่งในชาอู่หลงมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง สามารถช่วยชะลอความแก่ได้อีกด้วย

สารประกอบในชาอู่หลง เช่น โพลีฟีนอล คาเทชิน และสารประกอบให้กลิ่นรสบางชนิด สามารถลดอิทธิพลของสารก่อมะเร็ง การเจริญเติบโตของแบคทีเรีย และการจำลองตัวของไวรัสต่าง ๆ ซึ่งทำให้เกิดการตายของเซลล์ และมีฤทธิ์ต้านการแพ้ (Chen *et al*., 2011)

Xie *et al.* (1993) รายงานว่าสารสกัดจากน้ำชาอู่หลงมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงและกิจกรรมยับยั้งลิพอกซีจีเนสสูงเมื่อเทียบกับชาดำ Yen *et al.* (1996) พบว่าปริมาณคาเทชิน (catechin, gallocatechin, gallocatechin gallate, epigallocatechin, epicatechin gallate, และ epigallocatechin gallate) ในสารสกัดจากชาชนิดต่างๆ มีปริมาณมากที่สุดในชาอู่หลงร้อยละ 23.2 ชาอู่หลงมีกิจกรรมต้านการกลายพันธุ์ดีกว่าชาเขียวหรือชาดำ คุณภาพด้านรสชาติของชาอู่หลงขึ้นอยู่กับคุณสมบัติหลายประการ เช่น กลิ่นของน้ำมันระเหย (Zhu *et al*., 2002)

ชาอู่หลงได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาต่าง ๆ เช่น กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ ต้านมะเร็ง ต้านโรคอ้วน ต้านเบาหวาน ป้องกันโรคหลอดเลือด โรคหัวใจ ความดันโลหิตสูง ต้านการแพ้และสามารถยับยั้งเชื้อ จากการวิจัยพบว่าฟลาโวนอยด์ออกฤทธิ์ทางชีวภาพในชาอู่หลง ส่วนประกอบโพลีฟีนอลในชาที่สำคัญที่พบในชาดำและชาอู่หลง แสดงดังรูปที่ 2.5 (Weerawatanakorn *et al*., 2015)

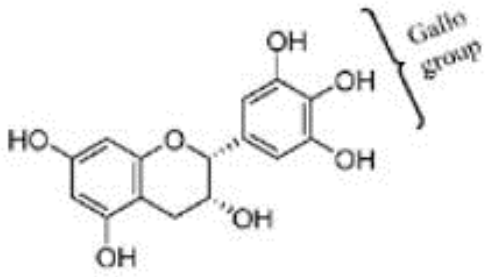
Catechol (3,4-dihydroxyphenyl)-type-catechin

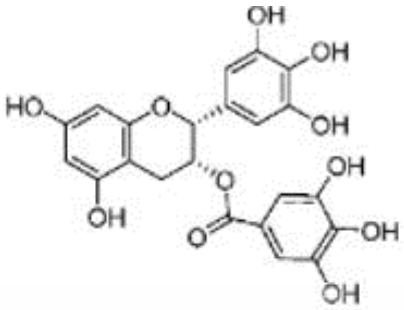


(-)- Epicatechin (EC) (-)-Epicatechin-3-gallate (ECG)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

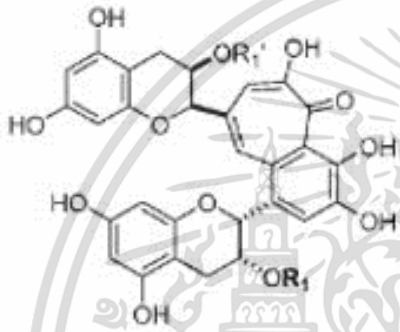
Pyrogallol (3,4,5-trihydroxyphenyl)-type catechin





(-)-Epigallocatechin (EGC)

(-)-Epigallocatechin-3-gallate (EGCG)



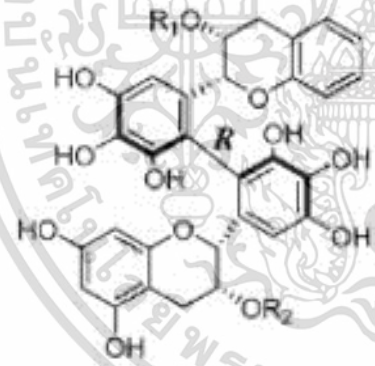
Theaflavins:

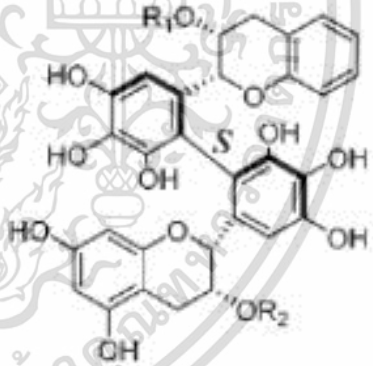
Theaflavin (TF1): R_1=R_1'=H

Theaflavin-3-gallate (TF2a): R_1=galloyl, R_1'=H

Theaflavin-3'-gallate (TF2b): R_1=H, R_1'=galloyl

Theaflavin-3, 3'-digallate (TF3): R_1=R_1'=galloyl





Theasinensin A: R_1-R_2=Galloyl

Theasinensin B: R_1=Galloyl, R_2=H

Theasinensin C: R_1-R_2-H

Theasinensin D: R_3-R_4-Galloyl

Theasinensin E: R_3-R_4-H

รูปที่ 2.5 โครงสร้างทางเคมี catechins theaflavins และ theasinensis

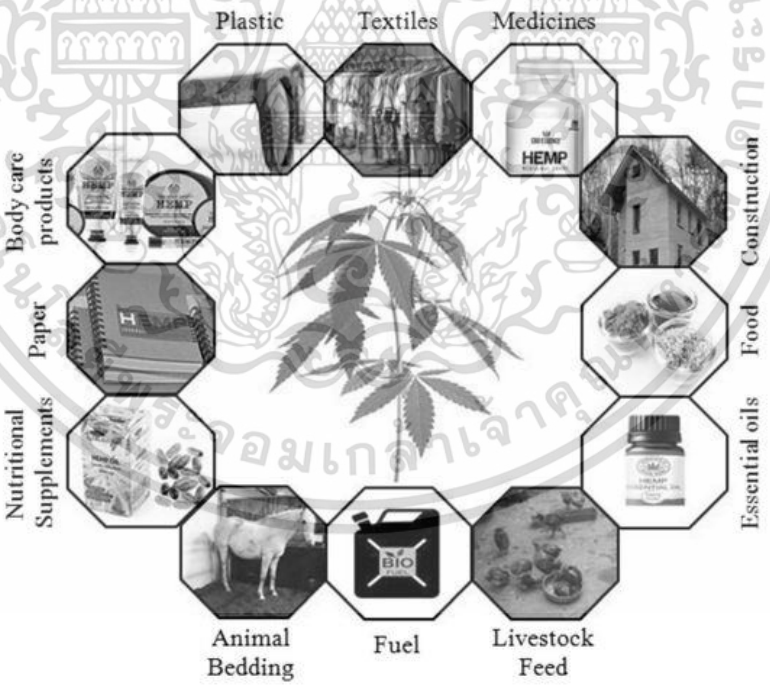
ที่มา: Weerawatanakorn *et al*., (2015)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 กัญชง (Hemp)

กัญชงมีประวัติศาสตร์อันยาวนานซึ่งมีอายุย้อนไปถึง 8,000 ปีก่อนคริสตกาล กัญชงมีถิ่นกำเนิดในเอเชียกลาง (Frassinetti *et al*. 2018) หลังจากนั้นจึงพบกัญชงในยุโรป แอฟริกา และอเมริกาใต้ โดยมีการนำเมล็ดกัญชงและน้ำมันมาใช้เป็นอาหาร ประเทศจีนมีประวัติศาสตร์การปลูกกัญชงอย่างต่อเนื่องยาวนานที่สุด (มากกว่า 6,000 ปี) มีการเริ่มปลูกกันในประเทศแถบเมดิเตอร์เรเนียนของยุโรปในช่วงต้นของคริสต์ศักราช และแพร่หลายไปทั่วยุโรปในช่วงยุคกลาง มีการปลูกต้นกัญชงในชิลีช่วงปี 1500 และหนึ่งศตวรรษต่อมาขยายไปในอเมริกาเหนือ

กัญชง (*Cannabis sativa* L.) เป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญ (Berenji and Sikora, 2001) โดยแหล่งกำเนิดของกัญชง คือ ทวีปเอเชียกลาง อาจมีการขยายไปยังเอเชียตะวันออก เอเชียใต้ และไปทางตะวันตกสู่ยุโรป (Clarke and Merlin, 2013) ต้นกัญชงสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายดังรูปที่ 2.6 มีงานวิจัยจำนวนมากรายงานการใช้งานและในอุตสาหกรรมชนิดต่างๆ เช่น บรรจุภัณฑ์กระดาษ กระดาษมวนบุหรี่ กระดาษไข กระดาษฉนวนไฟฟ้า สิ่งทอ เยื่อกระดาษ วัสดุคอมโพสิต วัสดุก่อสร้าง เชื้อเพลิง ทางการแพทย์ อาหาร เครื่องสำอาง พลาสติกสังเคราะห์ เส้นใยแก้ว เป็นต้น (Jeyasingam, 1994; Dutt *et al*., 2002; Dutt *et al*., 2003; Dutt *et al*., 2007; Harris *et al*., 2008; Sgriccia *et al*., 2008; Rice, 2008; Kolosov, 2009)



รูปที่ 2.6 ผลิตภัณฑ์หรือการใช้ประโยชน์จากกัญชง

ที่มา: Rehman *et al*., (2021)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 พฤกษศาสตร์ของกัญชง

การจำแนกประเภททางอนุกรมวิธานหรือการจัดระบบ แสดงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการระหว่างอนุกรมวิธานตามลักษณะที่คล้ายคลึงกัน กัญชง (*Cannabis sativa* L.) เป็นไม้ล้มลุกและจัดเป็นพืชตระกูลใบเลี้ยงคู่ ความสูงประมาณ 3 เมตร (หรือมากกว่านั้น) โดยการจัดลำดับอนุกรมวิธานของกัญชงได้ดังนี้ (Chase, 1998)

อันดับ	→	Rosales
อันดับย่อย	→	Rosidae
สกุล	→	Cannabis
วงศ์	→	Cannabaceae

มีรายงานว่า Carolus Linnaeus (1753) ได้ทำการจำแนกกัญชงตามประเภทของ Cannabis โดยแบ่งจำแนกเป็นสายพันธุ์: *Cannabis sativa*, *Cannabis indica* และ *Cannabis ruderalis* (Li 1974; Pain 2015) อย่างไรก็ตามก็ขึ้นอยู่กับการใช้งาน โดยถูกจัดแบ่งเป็นสองกลุ่มที่แตกต่างกัน ได้แก่ กัญชงและกัญชา ซึ่งกัญชาส่วนใหญ่ใช้เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ เนื่องจากมีลักษณะที่ทำให้มึนเมาจึงมีความสำคัญทางยา (Hill, 2015; National Academies of Sciences, Engineering and Medicine, 2017; Grotenhermen, *et al*. 2016)

2.3.1.1 วงศ์ *Cannabaceae*

Endlicher (1837) ได้ทำการกำหนดวงศ์ *Cannabaceae* ในสกุล *Urticales* ซึ่งถูกเรียกว่า *Cannabinaceae* หรือ *Cannabiaceae* ในทางพฤกษศาสตร์ (Miller, 1970) สกุล *Cannabis* (กัญชง) และสกุล *Humulus* (ฮอปส์) เดิมรวมอยู่ในวงศ์ *Cannabaceae* แม้ว่ากัญชงและฮอปส์จะแตกต่างกันอย่างมากในแง่ของลักษณะและถิ่นกำเนิดของพืช ซึ่งฮอปส์มีลักษณะเป็นเถาเลื้อย ในขณะที่กัญชงมีลำต้นที่ตั้งตรงและค่อนข้างมั่นคง แต่ก็มีความคล้ายคลึงกันอย่างมากระหว่างพืชทั้งสองชนิดนี้ ต้นกัญชงและต้นฮอปส์มีปริมาณเส้นใยที่แข็งแรงและสามารถต่อกิ่งได้ (Crombie, 1975) ผลิตภัณฑ์จากกัญชงและฮอปส์มีฤทธิ์ช่วยระงับประสาท สามารถผลิตยาปฏิชีวนะ และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พืชทั้งสองชนิดนิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมยา การวิจัยการจัดโครงสร้างของนิวเคลียสไรโบโซมดีเอ็นเอ (rDNA) แสดงให้เห็นถึงความคล้ายคลึงกันระหว่างกัญชงและฮอปส์ (Pillay and Kenny, 2006)

กัญชงและฮอปส์ยังจัดอยู่ในวงศ์อื่นนอกจาก *Cannabaceae* ด้วย (Thorne, 1992) ส่วนใหญ่จัดเป็น *Moraceae* (Engler and Prantl, 1889; Greuter *et al*., 1993; Judd *et al*., 1994) หรือ *Urticaceae* (Humphries and Blackmore, 1989) โดยการจำแนกประเภททางพฤกษศาสตร์ที่แตกต่างกันตามประวัติศาสตร์ จากการศึกษาวิจัยระดับโมเลกุล (Sytsma *et al*., 2002; Yang *et al*., 2013) วงศ์ *Cannabaceae* มีอีก 8 สกุลนอกเหนือจากกัญชงและฮอปส์ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Aphananthe, *Gironniera*, *Lozanella*, *Celtis*, *Pteroceltis*, *Chaetachme*, *Trema* และ *Parasponia*

2.3.1.2 สกุล *Cannabis*

จุดเริ่มต้นของแนวทางการจัดประเภทกัญชงอย่างเป็นระบบเริ่มขึ้นในศตวรรษที่ 18 เมื่อ Linnaeus (1753) ได้อธิบายพันธุ์ต่างๆของกัญชง ไว้ในงาน *Species Plantarum* กัญชงส่วนใหญ่จัดอยู่ในสกุล *Cannabis* ขณะที่อีกสกุลหนึ่งชื่อ *Cannabis sativa* เป็นพืชที่ค่อนข้างสูงและมีก้านเป็นเส้นๆ ถูกนำมาใช้เพื่อระบุกัญชงทางเภสัชกรรมที่นำเข้ามาจากอินเดีย ซึ่งถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในทางการแพทย์

2.3.2 สารประกอบทางเคมีและประโยชน์ของสารที่พบในกัญชงและกัญชา

กัญชง (Hemp) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cannabis sativa* L. subsp. sativa ส่วนกัญชา (marijuana) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cannabis sativa* L. subsp. indica โดยพืชทั้ง 2 ชนิดมีสารที่สำคัญในกลุ่มแคนาบินอยด์ คือ Δ9-tetrahydrocannabinol (THC) ซึ่งเป็นสารเสพติดและมีฤทธิ์กระตุ้นประสาท ส่งผลต่ออารมณ์ ความจำ ความรู้สึกทำให้รู้สึกผ่อนคลาย เคลิบเคลิ้ม และลดอาการคลื่นไส้ และสาร Cannabidiol (CBD) ไม่ออกฤทธิ์ต่อจิตและระบบประสาท สารในกลุ่มนี้มีฤทธิ์ในการระงับอาการปวด ลดการอักเสบ ลดอาการชักเกร็ง และลดความกังวล ลักษณะที่แตกต่างกันระหว่างกัญชงและกัญชา เช่น สีของใบ (กัญชงมีใบสีอ่อนกว่า) ลักษณะการเรียงตัวของใบ (กัญชงใบเรียงห่างกว่ากัญชา) ความสูงของต้น (กัญชงสูงกว่ากัญชา) และจำนวนแฉกของใบ (กัญชงมีจำนวนแฉกของใบมากกว่ากัญชา) (พรชนก เจนศิริศักดิ์, 2021) สารประกอบทางเคมีที่พบ คือ ในกัญชาจะสามารถพบสาร THC ในปริมาณมากกว่ากัญชง สาร THC ส่งผลต่อระบบประสาททำให้เกิดอาการเมาและยังมีประโยชน์ด้านการแพทย์ เช่น ช่วยลดอาการปวด เพิ่มความอยากอาหาร และรักษาผลข้างเคียงจากเคมีบำบัด แต่ก็ส่งผลข้างเคียงอยู่มากหลังจากการใช้งาน อีกทั้งยังพบสาร THC ในกัญชาได้ถึงร้อยละ 20 สาร THC จึงถือว่าเป็นสารเสพติดให้โทษ ในขณะที่กัญชงมีปริมาณสาร THC เพียงเล็กน้อยหรือแทบไม่มีเลย (น้อยกว่าร้อยละ 0.3) ในกัญชงมีสาร CBD สูงกว่ากัญชา พบในปริมาณร้อยละ 2 ซึ่งสาร CBD มีประโยชน์ที่หลากหลายทางด้านการแพทย์ เช่น แก้อาการโรคลมชัก อาการนอนไม่หลับ และบรรเทาอาการปวด ไม่มีผลข้างเคียงแม้จะใช้ในปริมาณมาก สามารถนำไปเป็นส่วนประกอบในเวชสำอาง สกินแคร์ และอาหารเสริมต่างๆ (มณฑิตา, 2564)

ในปัจจุบันมีการศึกษาประโยชน์จากทุกส่วนของต้นกัญชง โดยช่อดอกกัญชงใช้ในการทำยาแผนปัจจุบันและยาแผนไทย ใบจริง ใบพัด เมล็ด น้ำมัน รวมไปถึงสารสกัดเมล็ดกัญชง สามารถนำมาใช้ในการประกอบอาหาร เช่น น้ำมันจากเมล็ดกัญชง และนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการทำเครื่องสำอาง นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น สกินแคร์ ครีมขัดผิว สบู่ แชมพู ที่ใช้ประโยชน์จากเปลือก ลำต้น กิ่งก้าน ราก และเส้นใยของกัญชงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

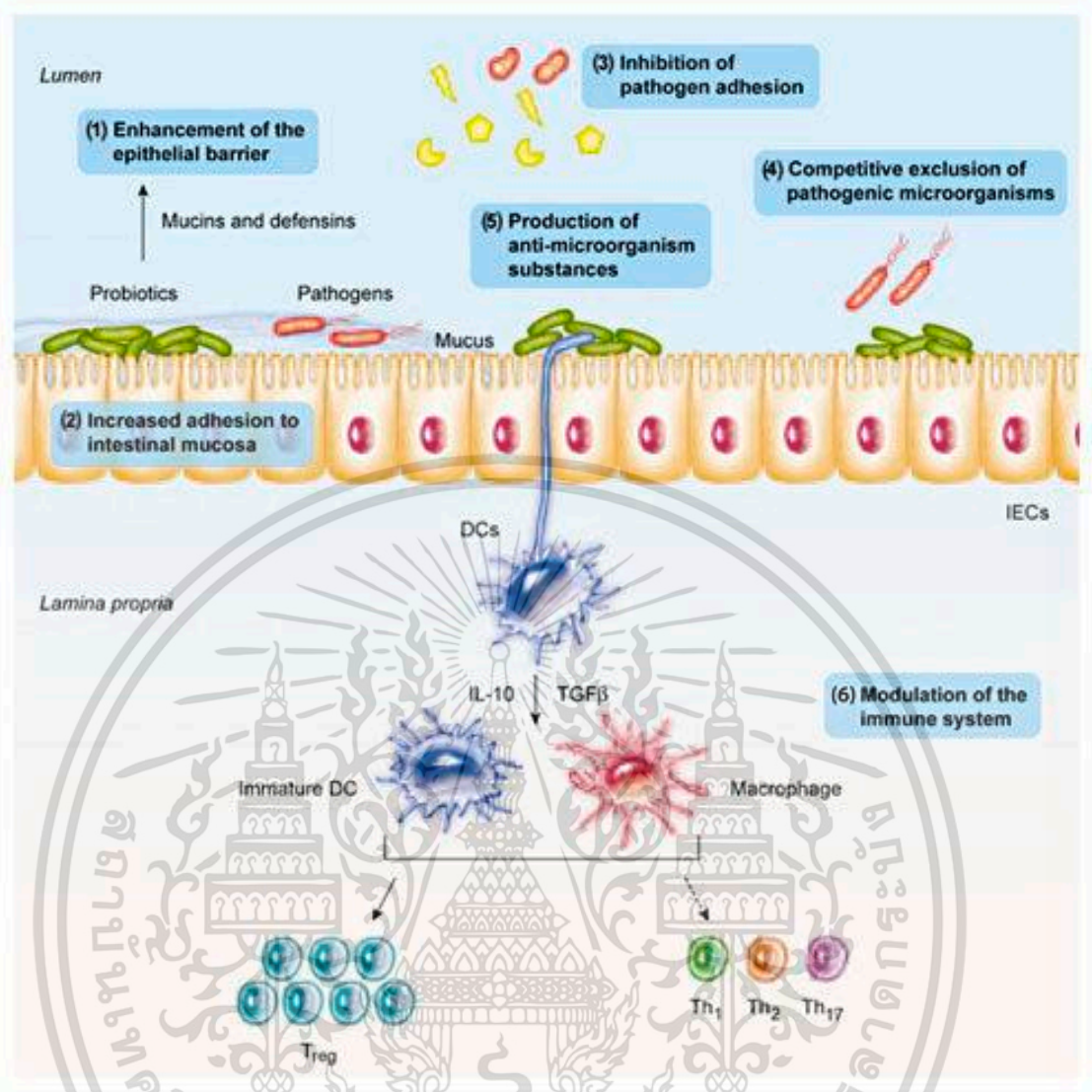
2.4 โพรไบโอติก (Probiotic)

โพรไบโอติกเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กซึ่งให้ประโยชน์ต่อสุขภาพ แม้ว่าโพรไบโอติกส่วนใหญ่จะเป็นแบคทีเรีย แต่มีสายพันธุ์ของยีสต์บางชนิด เช่น *Saccharomyces boulardii* เป็นโพรไบโอติกที่มีประสิทธิภาพ (Czerucka *et al*., 2007) โพรไบโอติกเป็นการใช้จุลินทรีย์ที่มีชีวิตเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย โดยปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ โพรไบโอติกใช้เป็นทางเลือกในการรักษากระเพาะและลำไส้อักเสบติดเชื้อหรือใช้ในการป้องกัน และรักษาโรคท้องร่วงที่เกี่ยวข้องกับยาปฏิชีวนะ โพรไบโอติกมีอิทธิพลต่อระบบภูมิคุ้มกันซึ่งเป็นภาวะแทรกซ้อนที่พบได้บ่อยในการรักษาด้วยยาต้านจุลชีพของผู้ป่วยในโรงพยาบาล (Edwards-Ingram *et al*., 2007; Oelschlaeger *et al*., 2010)

องค์การอาหารและการเกษตรของสหประชาชาติและองค์การอนามัยโลกได้ให้ความหมายของโพรไบโอติก เป็นจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่ให้ประโยชน์ต่อสุขภาพเมื่อบริโภคในปริมาณที่เพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *Bifidobacterium* และ *Lactobacillus* ซึ่งเป็นกลุ่มที่โดดเด่นของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร แบคทีเรียโพรไบโอติกเหล่านี้ใช้กันอย่างแพร่หลาย ในผลิตภัณฑ์อาหารและผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร นอกจากนี้มีโพรไบโอติกกลุ่มยีสต์ เช่น *Saccharomyces boulardii* มีประโยชน์ต่อสุขภาพ โพรไบโอติกช่วยระงับอาการท้องเสีย บรรเทาอาการแพ้แลคโตส และภาวะแทรกซ้อนหลังการผ่าตัด มีฤทธิ์ต้านจุลชีพ ต้านมะเร็งลำไส้ใหญ่ ลดอาการลำไส้แปรปรวน และป้องกันโรคลำไส้อักเสบ

โพรไบโอติกเพิ่มการยึดเกาะกับเยื่อบุลำไส้ และยับยั้งการยึดเกาะของเชื้อโรค การป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค การผลิตสารต้านจุลินทรีย์ และการปรับระบบภูมิคุ้มกัน แสดงดังรูปที่ 2.7 (Brito *et al*., 2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 กลไกสำคัญของการออกฤทธิ์ของโพรไบโอติก

ที่มา: Brito *et al*. (2012)

2.4.1 อิทธิพลของโพรไบโอติก *Saccharomyces boulardii* ต่อสุขภาพของมนุษย์

โพรไบโอติกคือ จุลินทรีย์ที่มีชีวิตซึ่งเมื่อได้รับในปริมาณที่เหมาะสมจะให้ประโยชน์ต่อสุขภาพ (Hill *et al*., 2017) โพรไบโอติกสามารถลดการเกิดโรคโดยการรักษาจุลินทรีย์ที่ดีในลำไส้ ปรับปรุงระบบภูมิคุ้มกัน ลดอาการแพ้แลคโตส (Parvez *et al*., 2006) ส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ (Bastos *et al*. 2014) และส่งเสริมการผลิตเอนไซม์ เช่น แลคเตส และมอลเทส (Karaolis *et al*., 2013)

S. boulardii เกี่ยวข้องอย่างยิ่งกับการป้องกันและรักษาโรคทางเดินอาหาร เช่น โรคท้องร่วงที่เกิดจากอาหารและการเดินทาง อาการลำไส้แปรปรวน อาการลำไส้ใหญ่อักเสบ และอาการป่วยที่เกี่ยวข้อง เช่น โรคกระเพาะ โรคลำไส้อักเสบเฉียบพลันในผู้ใหญ่และเด็ก โรคท้องร่วงเรื้อรังที่ติดเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HIV ที่เกิดจากเชื้อ *Clostridium difficile, Vibrio cholerae* และ *enterobacteriaceae* (Czerucka *et al*., 2007; Ryan *et al*., 2011; Ukaszewicz, 2012; Buzatti *et al*., 2015)

กลไกการออกฤทธิ์ของ *S. boulardii* สัมพันธ์กับคุณสมบัติของยาต้านจุลชีพ ฤทธิ์ทางโภชนาการ และการควบคุมภูมิคุ้มกัน (Berni *et al*. 2011) กลไกบางอย่างที่ *S. boulardii* ทำหน้าที่ในการรักษา คือ การปล่อยโพลีเอมีนที่กระตุ้นการซ่อมแซมเซลล์ในลำไส้และการสังเคราะห์เยื่อเมือกในลำไส้ใหญ่ เพิ่มการสร้างกรดไขมันสายสั้นและเอนไซม์ที่ไฮโดรไลซ์ไดแซ็กคาไรด์หลายชนิด (แลคเตส มอลเทส และซูเครสหรืออินเวอร์เทส) (Profir *et al*. 2015) สำหรับเอนไซม์โปรตีเอสมีบทบาทยับยั้ง Toxin A และ Toxin B ของ *Clostridium difficile* ดังนั้น *S. boulardii* ส่วนใหญ่รักษาอาการท้องร่วงและอาการลำไส้ใหญ่อักเสบ (Castagliuolo *et al*., 1999)

2.5 เชื้อยีสต์ *Saccharomyces boulardii*

2.5.1 ลักษณะของเชื้อยีสต์ *S.boulardii*

Saccharomyces boulardii เป็นยีสต์ที่สามารถแยกได้จากผลไม้ในเขตร้อน เช่น ลิ้นจี่และมังคุด มีคุณสมบัติเป็นจุลินทรีย์กลุ่มโพรไบโอติกที่สามารถมีชีวิตอยู่รอดในระบบทางเดินอาหาร อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตคือ 37 องศาเซลเซียส และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคได้ *S. boulardii* มีความทนทานต่อค่า pH ต่ำและทนต่อกรดได้ดี ทนทานต่อยาปฏิชีวนะได้ *S. boulardii* จะถูกขับออกจากอุจจาระในระยะเวลา 2 - 5 วัน (Dinleyici *et al*., 2012) ยีสต์นี้ถูกใช้อย่างแพร่หลายเป็นทั้งตัวป้องกันและรักษาโรคท้องร่วง มีขนาดเซลล์ใหญ่กว่าแบคทีเรียถึง 10 เท่า (Czerucka *et al*., 2007) ยีสต์สายพันธุ์นี้จะเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเอทานอล คาร์บอนไดออกไซด์ และสารประกอบระเหยง่ายหลายชนิด ซึ่งมีส่วนทำให้เกิดกลิ่นรสที่ซับซ้อนในผลิตภัณฑ์ (Ramirez-Cota *et al*., 2020) โดยสามารถเปลี่ยนเปปไทด์ กรดอะมิโน และน้ำตาล ให้เป็นสารประกอบที่มีกลิ่นรส เช่น กรดอินทรีย์ อัลดีไฮด์ คีโตน เอสเทอร์ เทอร์พีน และแลคโตน กำมะถัน (Carballo *et al*., 2012)

2.5.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างเอทานอล (Azhar *et al*., 2017)

2.5.2.1 ปริมาณหัวเชื้อ

ปริมาณหัวเชื้อส่งผลโดยตรงต่อการใช้น้ำตาลในกระบวนการหมัก ซึ่งจะส่งผลต่อเนื่องไปยังการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์และเมื่อปริมาณหัวเชื้อมากระยะเวลาในการหมักจะสั้น

2.5.2.2 ความเข้มข้นของน้ำตาล

ความเข้มข้นของน้ำตาลสูงทำให้อัตราการหมักเพิ่มสูงขึ้น แต่หากความเข้มข้นของน้ำตาลสูงเกินไปจะทำให้กระบวนการหมักหยุดนิ่ง เนื่องจากน้ำตาลได้แพร่เข้าไปในเซลล์ของยีสต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.3 อุณหภูมิ

การเจริญของเชื้อยีสต์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการหมัก ดังนั้นอุณหภูมิจึงมีผลต่อปริมาณเอทานอลที่เชื้อสร้างได้ ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมของเชื้อแต่ละชนิดแตกต่างกัน โดยอุณหภูมิที่เหมาะในการเจริญของเชื้อยีสต์อยู่ในช่วง 20 ถึง 35 องศาเซลเซียส นอกเหนือจากการเจริญของเชื้อยีสต์อุณหภูมิยังส่งผลต่อการทำงานของเอนไซม์เช่นกัน

2.5.2.4 ระยะเวลาในการหมัก

ระยะเวลาในการหมักจะส่งผลกระทบต่อการเจริญของเชื้อยีสต์ เช่น ระยะเวลาการหมักที่สั้นทำให้กระบวนการหมักไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากเชื้อยีสต์ยังเจริญเติบโตไม่เพียงพอ ในขณะเดียวกันหากระยะเวลาการหมักที่นานเกินไปอาจเกิดภาวะเป็นพิษที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อยีสต์

2.5.2.5 กรด-เบส

ค่ากรด-เบสที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่น นอกจากนี้ยังส่งผลต่อการเจริญของยีสต์ อัตราการหมัก และการเกิดผลพลอยได้ของกระบวนการหมัก อย่างไรก็ตามช่วงค่ากรด-เบสที่เหมาะสมในการอยู่รอดของยีสต์อยู่ระหว่าง 2.75-4.25

2.6 เชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus*

2.6.1 ลักษณะของเชื้อแบคทีเรีย *A. pasteurianus*

แบคทีเรียอะซิติกเป็นแบคทีเรียแกรมลบหรือสามารถย้อมติดสีได้ทั้งแกรมบวกและแกรมลบ (Gram variable) รูปร่างมีตั้งแต่ลักษณะเป็นวงรี (ellipsoidal) จนถึงเป็นแท่ง (rod shape) และต้องการอากาศในการเจริญเติบโต (Strictly aerobic) จัดอยู่ในกลุ่ม *Acetobacteraceae* คลาส Alphaproteobacteria มีความสามารถในการออกซิไดซ์เอทานอลให้เป็นกรดอะซิติก โดยในปัจจุบันแบคทีเรียอะซิติกถูกค้นพบและจัดกลุ่มไว้ทั้งหมด 19 จีนัส ได้แก่ *Acetobacter, Gluconobacter Acidomonas, Gluconoacetobacter, Asaia, Kozakia, Saccharibacter, Swaminathania, Neoasaia, Granulibacter, Tanticharoenia, Commensalibacter, Ameyamaea, Neokomagataea, Komagataeibacter, Endobacter, Swingsia, Nguyenibacter,* และ *Bombella* (Sengun and Karabiyikli, 2011; Zheng *et al*., 2018) โดย *Acetobacter pasteurianus* ที่พบส่วนใหญ่นั้นจัดเป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีเยื่อหุ้มเมมเบรนด้านนอกที่มีส่วนประกอบหลักคือ ลิโพพอลิแซ็กคาไรด์ (Lipopolysaccharides: LPS) (Pallach *et al.*, 2018) มีการนำเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ *Acetobacter* และ *Komagataeibacter* ไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตกรดอะซิติกและน้ำส้มสายชูจำนวนมาก เนื่องจากความสามารถของแบคทีเรียในการออกซิไดซ์เอทานอลให้เป็นกรดอะซิติกและสามารถทนต่อเอทานอลความเข้มข้นสูงได้มักถูกใช้ในการผลิตกรดอะซิติกทั้งในประเทศแถบเอเชียและยุโรป เช่น จีน ญี่ปุ่น และอิตาลี ในส่วนของสายพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Komagataibacter เป็นที่นิยมนำมาใช้ในการผลิตกรดอะซิติกในประเทศแถบยุโรป เช่น เยอรมัน (Zheng *et al*., 2018)

Acetobacter pasteurianus และ *Acetobacter aceti* เป็นแบคทีเรียในกลุ่ม Acetobacter นอกจากความสามารถในการผลิตกรดอะซิติกแล้วเชื้อ *A. pasteurianus* ยังสามารถผลิตสารประกอบอื่นได้ เช่น กลุ่มเอสเทอร์, อะซีโทอิน และกรดกลูโคนิก ซึ่งส่งผลต่อกลิ่นรสของน้ำส้มสายชู (Zheng *et al.*, 2018)

2.6.2 ความทนกรดอะซิติกของเชื้อ *A. pasteurianus*

กรดอะซิติกเป็นตัวนำไฟฟ้าอย่างอ่อนมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์แบคทีเรียอะซิติกรวมไปถึง *A. pasteurianus* มีความสามารถทนกรดอะซิติกสูง ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญในการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตกรดอะซิติก (Zheng *et al*., 2018)

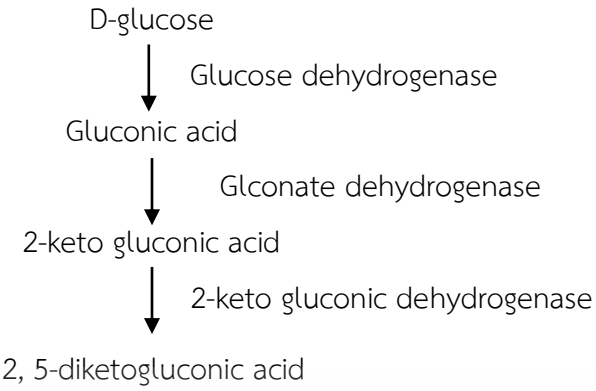
กลุ่ม *Acetobacter* มีการสร้างเพลิเคิลโพลีแซคคาไรด์ (pellicle polysaccharides) ที่เยื่อหุ้มเซลล์เปรียบเสมือนไบโอฟิล์มที่ช่วยให้เชื้อทนทานต่อยาและทนต่อกรดอะซิติก ซึ่งจากการศึกษาของ Kanchanarach *et al*. (2010) เลี้ยงเชื้อ *A. pasteurianus* ในอาหาร YPGD ที่มีการเติมเอทานอลร้อยละ 4 พบว่าเชื้อมีการเจริญเติบโตแบ่งได้เป็น 3 ระยะคือ 1) เริ่มเจริญเติบโตและมีการออกซิไดซ์เอทานอลเป็นกรดอะซิติกอย่างสมบูรณ์ (EO phase) 2) เชื้อชะลอและหยุดการเจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมไปด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้นสูง (AR phase) 3) เริ่มมีการเจริญของเชื้ออีกครั้งโดยเซลล์จะออกซิไดซ์กรดอะซิติกที่สะสมอยู่และใช้เป็นแหล่งคาร์บอน (AO phase) โดยในช่วงปลายของการเจริญระยะ EO และ AR พบว่าเชื้อมีการสร้างเยื่อหุ้มเป็นชั้นรูปร่างไม่แน่นอน จากผลการศึกษา ชี้ให้เห็นว่าชั้นของโพลีแซคคาไรด์ที่สร้างมาหุ้มเซลล์นั้นสามารถชะลอการแพร่ของกรดอะซิติกเข้าไปยังเซลล์ ส่งผลให้เซลล์มีความสามารถในการทนต่อกรดอะซิติกได้

2.6.3 การผลิตกรดอินทรีย์ชนิดอื่นๆ

2.6.3.1 กรดกลูโคนิก (Gluconic acid)

แบคทีเรียอะซิติกสามารถสร้างกรดกลูโคนิกได้ แสดงดังรูปที่ 2.8 โดยกรดกลูโคนิกเป็นหนึ่งในสารประกอบที่ส่งผลต่อกลิ่นรสของน้ำส้มสายชู (Zheng *et al.*, 2018) โดยกรดกลูโคนิกเป็นสารอินทรีย์ที่ไม่มีฤทธิ์ในการกัดกร่อน ไม่ระเหย ไม่มีพิษ และพบได้ในธรรมชาติ เช่น ผลไม้ พืช ไวน์ น้ำผึ้ง กรดกลูโคนิกทำให้อาหารมีรสชาติเปรี้ยวและให้ความรู้สึกสดชื่น และกรดกลูโคนิกยังจัดอยู่ในรายชื่อของสารเติมแต่ง (Food additive 574) ในรายการขององค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา (Food and Drug Administration: FDA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 กระบวนการสังเคราะห์กรดกลูโคนิกจากเชื้อ Gluconobacter

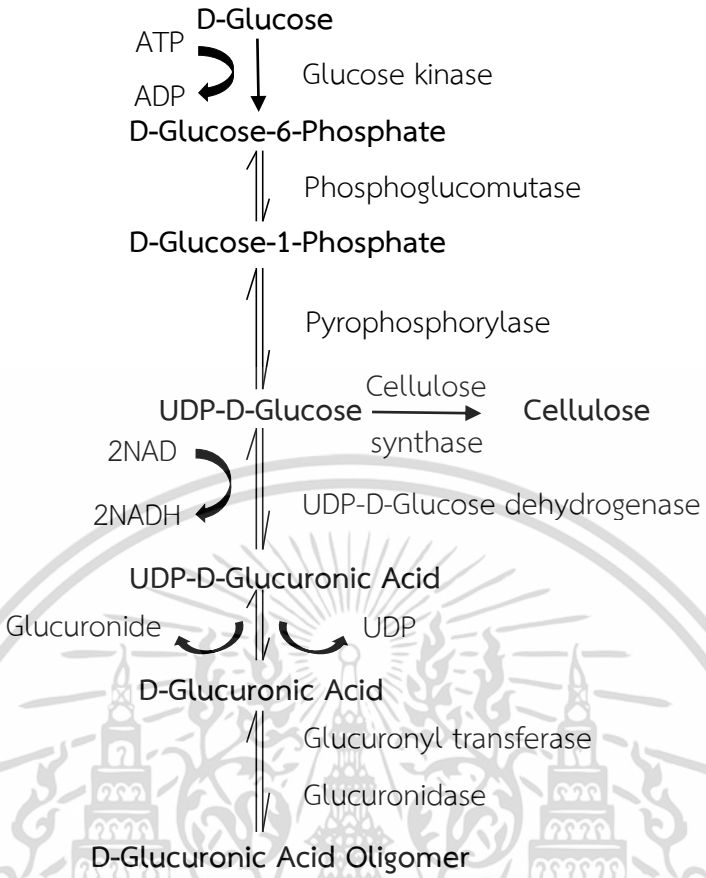
ที่มา : Ramachandran *et al*., (2006)

ทั้งนี้กรดกลูโคนิกยังสามารถสังเคราะห์ได้จากสารเคมีและเอนไซม์จากเชื้อรา *Aspergillus niger* โดยใช้กระบวนการหมัก (Sainz *et al*., 2016) ในกรณีของการผลิตกรดกลูโคนิกโดยแบคทีเรียอะซิติกจะทำปฏิกิริยาเริ่มต้นจากเอนไซม์กลูโคสดีไฮโดรจีเนส (glucose dehydrogenase) ออกซิไดซ์น้ำตาลกลูโคสเกิดเป็นกรดกลูโคนิกซึ่งกรดกลูโคนิกสามารถถูกออกซิไดซ์ด้วยเอนไซม์กรดกลูโคเนตดีไฮโดรจีเนส (gluconate acid dehydrogenase: GADH) เกิดเป็นสาร 2-คีโตกลูโคเนต (2-ketogluconate) และสาร 2-คีโตกลูโคเนตจะถูกออกซิไดซ์โดยเอนไซม์ 2-คีโตกลูโคเนต ดีไฮโดรจีเนส (2-ketogluconate dehydrogenase: KGDH) เกิดเป็นกรด 2,5-ไดคีโตกลูโคนิก แอซิด (2.5-diketogluconic acid: DKG) โดยปฏิกิริยาแบบที่ 1 นี้เกิดขึ้นบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ (Ramachandran *et al*., 2006)

2.6.3.2 กรดกลูคูโรนิก (Glucuronic acid)

กรดกลูคูโรนิกมีคุณสมบัติในการล้างพิษ สามารถกำจัดสารพิษหลายชนิดได้ เช่น สารเคมีจากภายนอก มลพิษ ฮอร์โมนที่หลั่งออกมามากเกินไป เป็นต้น นอกจากนั้นกรดกลูคูโรนิกยังสามารถเปลี่ยนเป็นสารกลูโคซามีน ซึ่งเป็นสารที่มีประโยชน์ต่อกระดูกอ่อน คอลลาเจน และของเหลวที่เกี่ยวข้องกับการรักษาโรคข้อเสื่อมและสารตั้งต้นในการสังเคราะห์วิตามินซี (Nguyen *et al*., 2015) กรดกลูคูโรนิกสังเคราะห์จากโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสถูกออกซิไดซ์โดยเอนไซม์กลูโคสไคเนส (Glucose kinase) เอนไซม์ฟอสโฟกลูโคมิวเทส (Phosphoglucomutase) และเอนไซม์ไพโรฟอสโฟรีเลส (Pyrophosphorylase) ตามลำดับ จนได้สารยูริดีนไดฟอสเฟสกลูโคส (Uridine diphosphate Glucose: UDP-D-Glucose) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการผลิตเซลลูโลส โดยสาร UDP-D-Glucose จะถูกออกซิไดซ์โดย NAD+ และเอนไซม์ยูริดีนไดฟอสเฟตกลูโคสดีไฮโดรจีเนส (UDP-D-Glucose dehydrogenase) เกิดเป็นโครงสร้างของกรดกลูคูโรนิกต่อไป แสดงดังรูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 กระบวนการทางชีวเคมีในการผลิตโอลิโกเมอร์ของ Bacterial cellulose และกรดกลูโคโรนิก

ที่มา : Ha *et al*., (2011)

2.7 สารอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ

2.7.1 สารอนุมูลอิสระ (Free radical)

อนุมูลอิสระ (free radicals) หมายถึง สารที่มีอิเล็กตรอนโดดเดี่ยว (unpaired electrons) ในอะตอมหรือโมเลกุล พบได้ทุกแห่งทั้งในสิ่งแวดล้อม ในสิ่งมีชีวิต และในเซลล์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการผลิตพลังงานภายในเซลล์หรือจากกระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) โดยมีการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนออกจากโมเลกุลของออกซิเจน ทำให้อิเล็กตรอนในโมเลกุลออกซิเจนไม่สมดุล กลายเป็นอนุมูลอิสระและว่องไวในการเข้าทำปฏิกิริยา และสามารถดึงอิเล็กตรอนจากโมเลกุลอื่นมาแทนที่อิเล็กตรอนที่ขาดหายไปเพื่อให้ตัวเองเกิดความสมดุลหรือเสถียร (Halliwell, 1999)

ในระหว่างกระบวนการเมแทบอลิซึมและการสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมจะมีการสร้างสารอนุมูลอิสระขึ้นในร่างกาย แล้วเข้าจู่โจมโมเลกุลชีวภาพขนาดใหญ่ จำพวกโปรตีน ไขมัน และกรดนิวคลีอิก ทำให้เกิดความเสียหายต่อเซลล์และเนื้อเยื่อ หรือส่งผลให้ยีนเกิดการกลายพันธุ์ ความเข้มข้นสูงของอนุมูลอิสระในร่างกายสามารถก่อให้เกิดภาวะเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidative stress) โดยการทำลายสมดุลปฏิกิริยารีดอกซ์เป็นสาเหตุในการเกิดโรคเรื้อรังหลายชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีงานวิจัยหลายชิ้นยืนยันว่า อนุมูลอิสระและความไม่สมดุลของปฏิกิริยารีดอกซ์ภายในเซลล์มีความเกี่ยวข้องกับการเกิดมะเร็ง ภาวะหลอดเลือด เบาหวาน ต้อกระจก โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคพาร์กินสัน โรคอัลไซเมอร์ และโรคข้ออักเสบ ดังนั้นอนุมูลอิสระจึงเป็นต้นเหตุสำคัญที่ส่งผลต่อสุขภาพมนุษย์ (Sen *et al*., 2014)

อนุมูลอิสระที่สำคัญที่สุดที่เกิดในเซลล์ที่ใช้ออกซิเจน ได้แก่ oxygen radical, อนุพันธ์ของ oxygen radical (เช่น superoxide radical และ hydroxyl radical), hydrogen peroxide, transition metals (โลหะทรานซิชัน), carbonate radical ($CO_3^{\bullet}$-), nitrate radical($NO_3^{\bullet}$), methyl radical ($CH_3^{\bullet}$), superoxide radical ($O_2^{\bullet}$), peroxyl radical ($ROO^{\bullet}$), reactive oxygen species (ROS) เป็นต้น (Halliwell, 1999)

2.7.2 สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)

สารต้านอนุมูลอิสระ คือ สารที่มีผลในการชะลอหรือป้องกันการเกิดออกซิเดชันในสารตั้งต้นมีความเข้มข้นต่ำเมื่อเทียบกับสารตั้งต้นที่ออกซิไดซ์ได้ สามารถพบสารต้านอนุมูลอิสระเป็นส่วนประกอบในอาหารหลายชนิด ซึ่งมีผลในการลดผลข้างเคียงของสารอนุมูลอิสระโดยสารต้านอนุมูลอิสระสามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ สารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติ (Natural antioxidant) สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (Synthetic antioxidant) และสารต้านอนุมูลอิสระเลียนแบบธรรมชาติ (Nature-identical antioxidant) ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระชนิดเลียนแบบธรรมชาติใช้ในการป้องกันการเกิดออกซิไดซ์ในอุตสาหกรรมอาหารเท่านั้น (Cirillo and Lemma, 2012, Sen *et al*., 2014) อย่างไรก็ตามมีการประเมินว่าการใช้สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์สามารถก่อความเป็นพิษได้ สารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติจึงถูกนำมาใช้เป็นหลักเพราะไม่เพียงแต่จะมีบทบาทสำคัญในการป้องกัน และการรักษาโรค แต่ยังสามารถหลีกเลี่ยงอาการไม่พึงประสงค์ได้ (Sen *et al*., 2014)

สารต้านอนุมูลอิสระมีความสำคัญต่อกระบวนการออกซิไดซ์อนุมูลอิสระหรือสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยในสิ่งมีชีวิตจะมีระบบการป้องกันการทำลายเซลล์และเนื้อเยื่อจากอนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระมากมายหลายชนิดทำหน้าที่แตกต่างกัน ซึ่งมีทั้งที่เป็นเอนไซม์และไม่เป็นเอนไซม์ สารประกอบที่ละลายในน้ำและสารประกอบที่ละลายในไขมัน โดยสารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้มีกลไกการทำงานด้านอนุมูลอิสระด้วยกันหลายแบบ เช่น ดักจับอนุมูลอิสระ (radical scavenging) ยับยั้งการทำงานของออกซิเจนที่ขาดอิเล็กตรอน (singlet oxygen quenching) จับกับโลหะที่สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ หยุดปฏิกิริยาการสร้างอนุมูลอิสระ เสริมฤทธิ์และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาอนุมูลอิสระ เป็นต้น สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติสามารถพบได้ในสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ ซึ่งเป็นได้ทั้งเอนไซม์ วิตามิน และสารอื่นๆ ตัวอย่างของสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นวิตามิน เช่น วิตามินซี (เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ไซโตพลาซึม) วิตามินอี (เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่เมมเบรน) และกลูตาไธโอน (เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ป้องกันอันตรายจากอนุมูลอิสระที่ไซโตพลาซึมและเมมเบรน) (บุหลัน และคณะ, 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่ของสารต้านอนุมูลอิสระ คือการกำจัดสารอนุมูลอิสระในร่างกายและชะลอความเสื่อมสภาพของเซลล์ต่างๆ สามารถคงความอ่อนเยาว์ให้กับผิวและอวัยวะภายใน ดังนั้นหน้าที่หลักของสารต้านอนุมูลอิสระคือ การลดการสร้างอนุมูลอิสระภายในร่างกาย การเข้าไปทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระจะเข้าไปจับกับตัวรับที่สามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน สารอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยาต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่เข้าไปทำลายเซลล์ต่างๆของร่างกาย (Iverson, 1995)

2.7.3 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity determination)

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเชิงคุณภาพและการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเชิงปริมาณ ในแต่ละประเภทจะมีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีมีความจำเพาะแตกต่างกัน

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเชิงปริมาณ เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างประเภทต่างๆ วิธีที่นิยม ได้แก่ การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการทำลายอนุมูลอิสระดีพีพีเอช (DPPH$^{\bullet}$) วิธีการฟอกสีอนุมูลอิสระเอบีทีเอส (ABTS$^{\bullet+}$) และการวิเคราะห์ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารต้านอนุมูลอิสระ (FRAP) ซึ่งวิธีการดังกล่าวข้างต้นจะมีการสร้างอนุมูลอิสระที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนและวิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้งหรือกำจัดอนุมูลอิสระของสารตัวอย่างที่สนใจ โดยวัดปริมาณอนุมูลอิสระที่ลดลงหรือที่เหลือจากค่าการดูดกลืนแสง สารอนุมูลอิสระที่นิยมใช้ เช่น ABTS$^{\bullet+}$ และ DPPH$^{\bullet}$ การคำนวณหาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระหาได้จากอัตราส่วนของการลดลงของค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างกับสารมาตรฐาน (เช่น trolox, vitamin C และ ferrous sulfate) หน่วยของการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเชิงปริมาณแสดงได้ 2 แบบ คือ 1 ความเข้มข้นของสารต้านอนุมูลอิสระที่มีในตัวอย่าง ซึ่งค่าตัวเลขสูงก็แสดงว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง 2 ความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่ทำให้สารอนุมูลอิสระลดลงร้อยละ 50 (IC50) โดยค่าตัวเลขต่ำแสดงว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงทั้งสองแบบสามารถแสดงหน่วยได้หลากหลาย ได้แก่ ไมโครโมลต่อมิลลิกรัม มิลลิโมลต่อมิลลิกรัม ไมโครโมลต่อมิลลิลิตร และมิลลิโมลต่อมิลลิลิตร เป็นต้น

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการทำลายอนุมูลอิสระดีพีพีเอช (diphenylpicryhydrazy (DPPH) radical scavenging assay) เป็นการทดสอบด้วยวิธีทางเคมีโดยใช้สารที่มีคุณสมบัติเป็นอนุมูลอิสระคืออนุมูลอิสระดีพีพีเอช (DPPH$^{\bullet}$, diphenylpicryhydrazyl radical) ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ที่อยู่ในรูปอนุมูลอิสระที่คงตัวและมีสีม่วง สามารถดูดกลืนแสงได้สูงสุดโดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เมื่อ DPPH$^{\bullet}$ ทำปฏิกิริยากับสารต้านอนุมูลอิสระที่ละลายด้วยเอทานอลจะทำให้สีม่วงจางลงจนเป็นสีเหลือง ซึ่งก่อนนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงต้องตั้งทิ้งไว้ที่มืดเป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาทำให้หาการต้านอนุมูลอิสระของสารตัวอย่างได้จากการคำนวณสีที่จางลงของการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของวิธีนี้ คือ ง่าย สะดวก และรวดเร็ว (พยุงศักดิ์ และสุรศักดิ์, 2555) ส่วนข้อเสีย คือ $DPPH^{\bullet}$ ค่อนข้างเสถียร ไม่ไวต่อปฏิกิริยาเหมือนอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกายจริงจึงทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ช้า ทำให้ค่าการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่วัดได้น้อยกว่าความเป็นจริงและต้องวัดในปฏิกิริยาที่เป็นแอลกอฮอล์ ซึ่งจะทำให้โปรตีนตกตะกอนจึงไม่สามารถวิเคราะห์ในตัวอย่างที่เป็นเลือดได้ (ปรียนันท์, 2549)

2.7.4 สารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติ (Natural antioxidant)

สารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติเป็นกลุ่มสารต้านอนุมูลอิสระที่พบได้แพร่หลาย โดยสร้างจากพืชเป็นส่วนใหญ่และสามารถพบได้จากการสร้างของเชื้อจุลินทรีย์ เห็ด รา รวมทั้งสร้างโดยร่างกายของมนุษย์เอง ทั้งนี้สารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติสามารถแบ่งออกเป็นสารกลุ่มเอนไซม์ (enzymatic) และสารที่ไม่ใช่เอนไซม์ (Non-enzymatic) (Atta *et al*., 2017)

2.7.4.1 สารกลุ่มเอนไซม์ (enzymatic)

เอนไซม์ที่ทำหน้าที่ต้านอนุมูลอิสระจะทำงานโดยทำให้อนุมูลอิสระเสถียร ยับยั้งการทำงานของอนุมูลอิสระก่อนที่จะเข้าไปทำลายเซลล์ มีการให้อิเล็กตรอนเพื่อทำให้อนุมูลอิสระเสถียร รวมทั้งรบกวนการออกซิไดซ์แบบห่วงโซ่ของอนุมูลอิสระ

2.7.4.1.1 Superoxide dismutase (SOD)

เป็นเอนไซม์ที่มีหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการแยกตัวของ superoxide ไปเป็นออกซิเจน (O_2) เพื่อลดการทำงานของ อนุมูล H_2O_2 (Hydrogen peroxide) ซึ่งเปอร์ออกไซด์สามารถทำลายปฏิกิริยาของเอนไซม์ Catalase (CAT) และเอนไซม์ Glutathione peroxidase (GPx)

2.7.4.1.2 Catalase (CAT)

เอนไซม์แคตาเลสมีหน้าที่ทำลายหรือสลาย ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ไปเป็นน้ำและออกซิเจน จัดเป็นเอนไซม์ที่มีหน้าที่ป้องกันเซลล์จากภาวะเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidative stress)

2.7.4.1.3 Glutathione peroxidase (GPx)

เอนไซม์กลูตาไธโอนเพอร์ออกซิเดชมีหน้าที่ป้องกันเซลล์จากการทำลายด้วยอนุมูลอิสระ เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยรีดิวซ์ให้กลายเป็นน้ำและรีดิวซ์ลิปิดเปอร์ออกไซด์กลายเป็นแอลกอฮอล์ เอนไซม์นี้ถูกจัดเป็นเอนไซม์ที่ปรับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายโดยคอยซ่อมแซมความเสียหายของเซลล์จากการถูกทำลายโดยอนุมูลอิสระ

2.7.4.1.4 Glutathione Reductase (GR)

มีบทบาททางอ้อมในการป้องกันการออกซิเดทีฟของเซลล์ ช่วยกระบวนการซ่อมแซมภายในเซลล์ของเอนไซม์กลูตาไธโอน (Glutathione, GSH) และเอนไซม์กลูตาไธโอนเพอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิเดส (GPx) เอนไซม์ GR เร่งปฏิกิริยาเพื่อลดการออกซิไดซ์กลูตาไธโอนโดยใช้ NADPH เป็นตัวให้อะตอมไฮโดรเจน (Atta *et al*., 2017)

2.7.4.2 สารที่ไม่ใช่เอนไซม์ (Non-enzymatic)

สารต้านอนุมูลอิสระกลุ่มที่ไม่ใช่เอนไซม์แบ่งออกเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ออกฤทธิ์โดยตรงซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการป้องกันภาวะถูกออกซิไดซ์เกินสมดุล สารกลุ่มนี้ประกอบด้วย กรดแอสคอร์บิก กรดไลโปอิก (Lipoic acid) สารโพลีฟีนอล และแคโรทีนอยด์ ซึ่งสารเหล่านี้ล้วนพบได้ในอาหาร

2.7.4.2.1 วิตามินอี (Vitamin E)

วิตามินอีเป็นอนุพันธุ์ของฟีนอลิกที่ละลายในไขมัน ประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิล ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ มีความสามารถปกป้องเยื่อหุ้มทางชีวภาพของร่างกายมนุษย์ รวมไปถึงกรดนิวคลีอิกในเซลล์จากอนุมูลอิสระ โดยวิตามินที่สามารถยับยั้งอนุมูลซูเปอร์ออกไซด์ (O_2^-) ยับยั้งการทำงานของ singlet oxygen และเอนไซม์ซุปเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเทส (Superoxide dismutase: SOD) กลไกการยับยั้งอนุมูลอิสระเป็นในลักษณะการให้โปรตรอนไปยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ Lipid peroxidation และสร้างระบบสารต้านอนุมูลอิสระร่วมกับเอนไซม์กลูตาไธโอนเพอร์ออกซิเดส (Glutathione peroxidase GSHPx) (Atta *et al*, 2017; Denisov and Afanas'ev, 2006)

2.7.4.2.2 วิตามินซี (Vitamin C)

วิตามินซีหรือกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) เป็นวิตามินที่สามารถละลายในน้ำ พบได้มากในผักและผลไม้ จัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ออกฤทธิ์โดยตรง ซึ่งการทำปฏิกิริยากับอนุมูลซูเปอร์ออกไซด์ (O_2^-) และ singlet oxygen เช่น อนุมูลไฮโดรเปอร์ออกซิล (HOO^-) อนุมูลไฮดรอกซิล (OH^-) โดยกระบวนการ dehydrogenation เกิดเป็นสาร Dehydroascorbate และสามารถออกฤทธิ์โดยอ้อม โดยการให้อะตอมไฮโดรเจนแก่วิตามินอีเพื่อลดการออกซิไดซ์วิตามินอี (Denisov and Afanas'ev, 2006; Sen *et al*., 2014)

2.7.4.2.3 โพลีฟีนอล (Polyphenol)

โพลีฟีนอลเป็นสาร secondary metabolite ของพืช พบในอาหารของมนุษย์ โครงสร้างเป็นการเชื่อมต่อกันของฟีนอลิกรวมไปถึงพอลิเมอร์ของฟลาโวนอยด์ (Cirllo and Lemma, 2012) สารประกอบที่จัดอยู่ในกลุ่มโพลีฟีนอล เช่น

1. สารประกอบฟีนอลิก

เป็นสารสีพบได้ในส่วนต่างๆของพืช เช่น ดอก ใบ และผล (Crillo and Lemma, 2012) มีคุณสมบัติในการยับยั้งอนุมูล ROS (Reactive Oxygen Species) ซึ่งชักนำให้เกิดการทำลาย DNA โปรตีน ไขมัน (Prasanth *et al*., 2019) ชนิดของสารประกอบฟีนอลิกที่พบมากใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำชา คือ กรดคลอโรเจนิก (Chlorogenic acids: CGA) กรดแกลลิก (Gallic acid: GA) ซึ่งปริมาณกรดแกลลิกที่พบในชาดำสูงกว่าชาเขียว (Li *et al*., 2020, Zhao *et al*., 2019) รายงานว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของชา 30 แหล่ง มีความเกี่ยวข้องกับค่า FRAP และ TEAC ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่สูง ส่งผลต่อกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ ลดกิจกรรมของอนุมูลอิสระลง นอกจากนั้นกรดแกลลิกยังมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH มากกว่าวิตามินซีอีกด้วย

2. ฟลาโวนอยด์ (Flavonoid)

เป็นสารที่พบได้มากในพืช มีฤทธิ์ทางยา มีโครงสร้างที่คล้ายคลึงกับอีก 2 กลุ่มคือไอโซฟลาโวนอยด์ (Isoflavonoid) และนีโอฟลาโวนอยด์ (Neoflavonoid) (Grotewold, 2006) โดยฟลาโวนอยด์แบ่งเป็น 4 กลุ่มคือ Flavones, Flavonols, Flavanone และ Flavanols ซึ่งแต่ละกลุ่มต่างกันที่โครงสร้างตำแหน่งของหมู่ไฮดรอกซิล การออกฤทธิ์ของสารกลุ่มนี้มี 2 แบบคือ 1) ทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยจับกับอนุมูลเปอร์ออกซิล อนุมูลไฮดรอกซิล และอนุมูลซุปเปอร์ออกไซด์ และจะจับกับกลุ่มเอนไซม์เพื่อยับยั้งกิจกรรมการสร้าง อนุมูลซุปเปอร์ออกไซด์ 2) ทำหน้าที่เหมือนโลหะคีเลต (metal chelators)

2.7.5 การทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระจะเข้าไปขัดขวางกระบวนการออกซิเดชันโดยการให้อะตอมไฮโดรเจนหรือให้อิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระเพื่อให้ตัวอนุมูลมีความเสถียร (Cirillo and Lemma, 2012) ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระมีลักษณะการทำงานดังนี้

2.7.5.1. Free radical scavenging

การทำงานแบบ Chain-breaking คือการปล่อยประจุให้แก่สารอนุมูลอิสระอย่างต่อเนื่องจนกว่ากระบวนการเกิดอนุมูลอิสระจะสิ้นสุดลงหรือจนกว่าตัวสารอนุมูลอิสระจะมีความเสถียร เนื่องมาจากโมเลกุลของสารต้านอนุมูลอิสระเองจำเป็นต้องให้ประจุแก่อนุมูลข้างเคียงต่อเนื่องไปเรื่อยๆ เพื่อให้โมเลกุลเสถียรจนสิ้นสุดกระบวนการสร้างสารอนุมูลอิสระ จากกระบวนการนี้ทำให้เกิดอนุมูลอิสระอื่นขึ้นอีกอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นสารต้านอนุมูลอิสระจึงมีหน้าที่ปล่อยประจุแก่อนุมูลอิสระอย่างต่อเนื่องโดยลักษณะการทำงานนี้พบในวิตามินอี วิตามินซี เบต้าแคโรทีน เป็นต้น

2.7.5.2. Singlet oxygen quenching

ลักษณะการยับยั้งการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระออกซิเจน ($^1O_2^-$) โดยเปลี่ยนให้อยู่ในรูป Triplet oxygen ($^3O_2$) ตัวอย่างสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น สารแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ไลโคปีน (Lycopene)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.5.3. Metal chelating

กลไกการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระในลักษณะเข้าไปจับกับสารโลหะหนัก เช่น Fe^{2+} Cu^{2+} เพื่อชะลอการเกิดอนุมูลอิสระซึ่งโลหะหนักเหล่านี้สามารถเร่งการเกิดอนุมูลอิสระได้หลายชนิด เช่น อนุมูลอิสระออกซิเจน อนุมูลอิสระไฮดรอกซิล ตัวอย่างสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ กรดแอสคอร์บิก กรดซิตริก เป็นต้น

2.7.5.4. ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (Enzyme inhibitor)

การเข้าไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่สามารถเร่งปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระโดยเข้าจับกับโคแฟกเตอร์ (cofactor) เพื่อให้เอนไซม์ดังกล่าวไม่สามารถทำงานได้ ตัวอย่างสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น กรดฟีนอลิก สารแกลเลต สารประกอบฟีนอลิกบางชนิด เป็นต้น (Vertuani *et al*., 2004)

2.8 ระยะเวลาการเก็บรักษา

2.8.1 หลักการการเก็บรักษาอาหารและเครื่องดื่ม (วชิระ, 2558)

ปริมาณของจุลินทรีย์เริ่มต้นที่มีอยู่ในอาหารมีผลต่อการแปรรูปและการเก็บรักษาของอาหารที่มีการแปรรูปแล้วอย่างมาก วัตถุที่ปนเปื้อนสิ่งสกปรกหรือเกิดการเน่าเสียตั้งแต่เริ่มต้นไม่ควรนำมาใช้แปรรูปเนื่องจากจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพต่ำและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค อีกทั้งยังก่อให้เกิดอันตรายกับผู้บริโภคด้วย การรักษาความสะอาดจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเก็บรักษา ถึงแม้ว่าในการเก็บรักษาอาหารจะมีการรักษาความสะอาดแต่ก็ไม่สามารถป้องกันจุลินทรีย์ไม่ให้ปนเปื้อนลงไปในอาหารได้ เมื่อไม่สามารถหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหารได้วิธีการที่ดีที่สุดในการเก็บรักษาอาหารไว้ได้นานคือ ต้องยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหารซึ่งวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมี 6 วิธี คือ

2.8.1.1 การเก็บรักษาอาหารโดยใช้ความร้อน

การใช้ความร้อนในการยืดอายุการเก็บรักษาอาหารและลดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคอาจทำได้ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

1) การใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization)

การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้ความร้อนต่ำกว่าจุดเดือด คือ การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 60-85 องศาเซลเซียส เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ซึ่งความร้อนที่อุณหภูมินี้ช่วยให้อาหารปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรค เชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ทนความร้อน และจุลินทรีย์ที่อยู่ในรูปของเซลล์ แต่ไม่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ทุกชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การใช้ความร้อนระดับสเตอริไลท์ (Sterilization)

เป็นการทำลายจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหาร สปอร์ และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ โดยใช้ความร้อนสูงกว่าจุดเดือดโดยจะใช้อุณหภูมิประมาณ 100-130 องศาเซลเซียส วิธีนี้จึงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากในการเก็บรักษาอาหาร ซึ่งอาหารที่ผ่านการใช้ความร้อนแล้วจะต้องบรรจุลงในระบบสุญญากาศและในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์อีก

2.8.1.2 การเก็บรักษาอาหารโดยใช้ความเย็น

การเก็บรักษาโดยใช้ความเย็นเป็นการเก็บรักษาโดยการลดอุณหภูมิของอาหารลงต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึม การเจริญของจุลินทรีย์ และกิจกรรมของเอนไซม์เกิดได้ช้า การแช่เย็นเป็นการใช้อุณหภูมิต่ำเพื่อเก็บรักษาอาหารสดหรืออาหารที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแล้วให้สามารถเก็บไว้ได้นานมากกว่าเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากอุณหภูมิต่ำทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ช้าลง จึงไม่สามารถแบ่งตัวเพื่อเพิ่มจำนวนได้และทำให้อาหารเกิดการเน่าเสีย อุณหภูมิต่ำยังช่วยป้องกันการเสื่อมเสียได้ เช่น การเหี่ยวของกะหล่ำปลี การเปรี้ยวของน้ำนมและการหืนของน้ำมัน การแช่เยือกแข็งเป็นการใช้อุณหภูมิที่ระดับต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำเพื่อช่วยป้องกันและยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

2.8.1.3 การเก็บรักษาอาหารโดยการทำแห้ง

การเก็บรักษาโดยการทำแห้งเป็นการลดปริมาณน้ำในอาหาร มีผลทำให้กระบวนการเมทาบอลิซึมและการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์เกิดได้ช้าลง และยังเป็นการลดอัตราเร็วของปฏิกิริยาการหืนของไขมัน และลดกิจกรรมของเอนไซม์ด้วย การทำแห้งอาหารอาจทำได้ 2 วิธี คือ

1) การทำให้อาหารแห้งโดยอาศัยธรรมชาติ เช่น เนื้อสัตว์ เมล็ดธัญพืช ผลไม้ เช่น กล้วย องุ่น มะม่วง ผัก เช่น หน่อไม้ เครื่องเทศบางชนิด โดยวิธีนี้เป็นวิธีที่แพร่หลายในประเทศที่กำลังพัฒนาและแสงแดดส่องเพียงพอ เนื่องจากวิธีการนี้ต้นทุนต่ำ ไม่สามารถควบคุมอัตราเร็วในการทำแห้งได้ ดังนั้นอาจทำให้อาหารแห้งไม่ต่อเนื่อง เป็นผลทำให้อาหารเน่าเสีย การตากแดดมีผลทำให้สูญเสียคุณค่าทางอาหารมากและได้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ค่อยสะอาด

2) การทำให้อาหารแห้งโดยอาศัยวิธีกลเข้าช่วย เป็นการนำหลักทางวิทยาศาสตร์และเครื่องมือ เครื่องใช้ ตลอดจนเทคโนโลยีเข้าช่วย โดยการใช้ความร้อนเข้าไปในชิ้นอาหารเพื่อทำให้น้ำหรือความชื้นกลายเป็นไอระเหยออกจากผิวหน้าของอาหาร ความร้อนที่ส่งเข้าไปนั้นอาจใช้วิธีการนำความร้อน การพาความร้อนหรือการแผ่รังสี เครื่องทำแห้งส่วนใหญ่ใช้หลักการส่งผ่านความร้อนด้วยการนำหรือการพาความร้อน ซึ่งวิธีนี้สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมในการทำแห้งได้ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น การหมุนเวียนของอากาศ ใช้พื้นที่และใช้เวลาในการทำแห้งได้น้อยกว่าการทำแห้งด้วยวิธีธรรมชาติ และยังได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.4 การเก็บรักษาอาหารโดยวิธีการหมักดอง

การเก็บรักษาอาหารด้วยวิธีการหมักดองเป็นกระบวนการที่เชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต ภายใต้สภาวะที่มีและไม่มีอากาศเป็นการทำให้จุลินทรีย์เจริญได้อย่างรวดเร็วและผลิตสารบางชนิดที่เป็นสารกันเสียขึ้น ซึ่งวิธีนี้ต่างจากการเก็บรักษาอาหารวิธีอื่นๆ การหมักดองทำให้อาหารมีค่า pH ลดต่ำลงจากกรดที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นมาในระหว่างการหมัก การหมักดองนอกจากจะเป็นวิธีการช่วยถนอมอาหารให้เก็บรักษาไว้ได้นานขึ้น ยังทำให้อาหารที่ได้จากการหมักดองมีความปลอดภัยในการบริโภค ตัวอย่างของอาหารที่ถนอมด้วยวิธีการหมักดอง เช่น กะหล่ำปลีดอง น้ำส้มสายชู โยเกิร์ต และไวน์

2.8.1.5 การเก็บรักษาอาหารโดยการใช้สารเคมี

สารเคมีที่มีฤทธิ์ในการต้านการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ได้แก่

1) ควันที่ได้จากการรมควันอาหาร ประกอบด้วยสารกลุ่มฟีนอล (Phenol) ครีซอล กรดฟอร์มิก กรดอะซิติก และเมทิลแอลกอฮอล์ ซึ่งทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมและการเจริญของจุลินทรีย์เกิดได้ช้าลง

2) แอลกอฮอล์จะดึงน้ำออกจากอาหารและจุลินทรีย์ ทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมและการเจริญของจุลินทรีย์เกิดได้ช้าลง

3) สารกันเสีย คือสารเคมีที่สามารถป้องกันการเน่าเสียของอาหาร เช่น กรดเบนโซอิก กรดซอร์บิก เกลือซัลไฟต์ สารเหล่านี้ทำให้จุลินทรีย์เจริญช้าลง ส่วนสารเคมีที่ใช้กันในครัวเรือนของไทยที่นิยมใช้กัน ได้แก่ น้ำตาล เกลือ และน้ำส้มสายชู ซึ่งจะมีผลในการเก็บรักษา ดังนี้

3.1) น้ำตาล ซึ่งน้ำตาลจะรวมกับน้ำในอาหารทำให้ไม่มีน้ำหรือความชื้นที่จุลินทรีย์จะสามารถใช้เจริญเติบโตได้ นอกจากนี้น้ำตาลยังสามารถดึงน้ำออกจากเซลล์ของจุลินทรีย์ วิธีการเติมน้ำตาลมักใช้ในผลไม้และน้ำผลไม้ เช่น แยม น้ำผลไม้เข้มข้น ผลไม้เชื่อม โดยปริมาณน้ำตาลที่ใช้เพื่อการเก็บรักษาอาหารจะต้องมีความเข้มข้นร้อยละ 60-70

3.2) เกลือ โดยเกลือจะรวมกับน้ำในอาหาร ทำให้ไม่มีน้ำหรือความชื้นที่จุลินทรีย์จะสามารถใช้ในการเจริญเติบโตได้ และสามารถดึงน้ำออกจากเซลล์ของจุลินทรีย์ได้เช่นเดียวกับการเติมน้ำตาล การเก็บรักษาอาหารด้วยการเติมเกลือมักนิยมใช้กับผัก ผลไม้ เนื้อ ปลา เป็นต้น

3.3) น้ำส้มสายชู ทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียเกิดได้ช้าลง โดยจะทำให้อาหารมีค่า pH ลดต่ำลง หรือมีความเป็นกรดมากขึ้น มีผลทำให้สภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และทำอาหารไม่เน่าเสีย

2.8.1.6 การเก็บรักษาอาหารโดยใช้รังสี

รังสีชนิดที่แตกตัวได้ (Ionizing Radiation) มีช่วงคลื่นสั้น สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ การทำงานของเอนไซม์ และการเจริญเติบโตของไข่และตัวอ่อนของแมลงได้ดี และยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถป้องกันการงอกของผักและผลไม้ โดยยังคงคุณค่าทางโภชนาการ เนื้อสัมผัส และรสชาติได้ดี หากใช้ในปริมาณต่ำ รังสีอาจมีผลทำให้สารอื่นๆ ที่มีอยู่ในอาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงและมีผลต่อคุณภาพอาหาร เช่น วิตามินซีถูกทำลาย เกิดการเปลี่ยนแปลง สี กลิ่น รสชาติ ถ้ามีการฉายรังสีที่มากเกินไปอาจมีผลเสียต่ออาหาร เช่น เกิดสารก่อมะเร็ง ดังนั้นการฉายรังสีอาหารจึงต้องใช้ในปริมาณที่เหมาะสม รังสีชนิดที่สามารถแตกตัวได้และมีช่วงคลื่นสั้นที่มีประโยชน์ในการเก็บรักษาและการถนอมอาหารมี 3 ชนิด คือ รังสีแกมมา รังสีเอกซ์ และอิเล็กตรอนกำลังสูง

2.8.2 หลักการเก็บรักษาอาหารและเครื่องดื่มทางด้านของจุลินทรีย์

การเก็บรักษาอาหารมีจุดประสงค์หลักคือ ต้องการที่จะเก็บรักษาอาหารไว้ให้ได้นานที่สุด ซึ่งการเก็บรักษาอาหารไว้ให้ได้นานโดยไม่เน่าเสีย ต้องยับยั้งไม่ให้เกิดเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนในอาหาร ดังนั้นการจะทำให้เชื้อจุลินทรีย์ไม่ปนเปื้อนและก่อให้เกิดการเน่าเสียแก่อาหารที่ผ่านการเก็บรักษามีหลักการดังต่อไปนี้

2.8.2.1 การแยกจำนวนจุลินทรีย์ก่อโรคและทำให้อาหารเน่าเสีย

หลักการนี้เป็นการแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและทำให้อาหารเน่าเสียออกจากอาหารด้วยเครื่องกรองจุลินทรีย์หรืออาศัยแรงเหวี่ยง วิธีนี้สามารถรักษากลิ่น รสชาติ และลักษณะที่ต้องการได้ดีกว่าการใช้ความร้อน

2.8.2.2 การลดกิจกรรมของเอนไซม์

หลักการนี้เป็นการทำให้กิจกรรมของเอนไซม์เกิดได้ช้าลงหรือเป็นการลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งทำได้โดยการลดอุณหภูมิให้ต่ำลง การเปลี่ยนแปลงค่า pH การลดค่า a_w ของอาหาร การกำจัดออกซิเจนและการใช้สารเคมีที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

2.8.2.3 การทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ การเก็บรักษาอาหารวิธีนี้มุ่งที่จะทำลายเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งอาจเป็นจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียได้ ซึ่งสามารถทำได้โดยการใช้ความร้อนและการฉายรังสี

2.8.2.4 การส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์และเอนไซม์บางชนิด

การส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์และเอนไซม์บางชนิดที่ไม่ก่อให้เกิดโรคและไม่ทำให้อาหารเน่าเสียเจริญในอาหารและสร้างสารต่างๆ เช่น กรด แอลกอฮอล์ และก๊าซ ทำให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคและเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย จึงทำให้อาหารปลอดภัยต่อการบริโภคและการถนอมอาหาร

2.8.3 การเก็บรักษาอาหารและเครื่องดื่มโดยใช้อุณหภูมิต่ำ (ชัยเดช, 2560)

การเก็บรักษาอาหารและเครื่องดื่มโดยการลดอุณหภูมิให้ต่ำลงกว่า 10 องศาเซลเซียส เพื่อทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึม การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และกิจกรรมของเอนไซม์เกิดได้ช้าลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์เท่านั้นแต่ไม่สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ ในการลดอุณหภูมิให้ต่ำลงอาจทำได้ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

2.8.3.1 การแช่เย็น (Chilling)

การแช่เย็นเป็นวิธีการที่ใช้อุณหภูมิต่ำในระดับตู้เย็นเพื่อเป็นการเก็บรักษาอาหารสดหรืออาหารที่ผ่านกระบวนการแปรรูป ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานกว่าที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากการใช้อุณหภูมิต่ำทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ช้าลง จึงไม่สามารถที่จะแบ่งตัวเพื่อเพิ่มจำนวนและทำให้อาหารเน่าเสียได้ ซึ่งอุณหภูมิระดับนี้ยังสามารถช่วยป้องกันการเสื่อมเสียได้ เช่น การเหี่ยวของกะหล่ำปลี การหืนของไขมัน และการเปรี้ยวของน้ำนม เป็นต้น

2.8.3.2 การแช่แบบเยือกแข็ง (Freezing)

อาหารแช่เยือกแข็งในปัจจุบันมีบทบาทต่อวิถีชีวิตของคนไทยและคนทั่วโลกมากยิ่งขึ้น ธุรกิจของผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็งเติบโตอย่างรวดเร็ว เนื่องมาจากการพัฒนาเทคโนโลยีการทำความเย็น การกระจายสินค้า การขยายตัวของร้านสะดวกซื้อหรือห้างสรรพสินค้าที่มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็งรูปแบบใหม่ๆ โดยอาหารแช่แข็งสามารถลดระยะเวลาในการเตรียมอาหารทำให้สะดวกในการรับประทานเพียงแค่นำมาละลายในเตาอบหรือเตาไมโครเวฟก็จะได้อาหารที่มีลักษณะใกล้เคียงกับอาหารสดหรืออาหารปรุงสุกใหม่ๆ ส่งผลให้ปริมาณการบริโภคอาหารแช่แข็งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี อาหารที่นิยมในการนำมาแช่เยือกแข็ง เช่น อาหารทะเล เนื้อสัตว์ต่างๆ ผักและผลไม้บางชนิด ในปัจจุบันยังนิยมแช่เยือกแข็งเพื่อรักษาอาหารสำเร็จรูปเมื่อต้องการที่จะรับประทานสามารถนำมาอุ่นซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกต่อผู้บริโภค การแช่แบบเยือกแข็งแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ

1) การแช่เยือกแข็งแบบช้า (Slow Freezing)

การแช่เยือกแข็งแบบช้าเป็นวิธีการที่ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็งภายในเวลาตั้งแต่ 3-72 ชั่วโมง โดยจะใช้อุณหภูมิต่ำกว่า -15 องศาเซลเซียส ซึ่งการแช่แข็งจะดำเนินไปอย่างช้าๆ โดยน้ำที่อยู่ภายนอกเซลล์จะแข็งตัวเร็วกว่าน้ำที่อยู่ภายในเซลล์ เนื่องจากน้ำภายนอกเซลล์มีความเข้มข้นของตัวถูกละลายต่ำกว่าการทำให้อาหารแข็งตัวอย่างช้าๆ น้ำจะค่อยๆแยกตัวออกจากเนื้อสัตว์และรวมตัวกันเป็นเกล็ดน้ำแข็งที่มีผลึกขนาดใหญ่และไม่สม่ำเสมอกัน เมื่อกลายเป็นน้ำแข็งจะขยายตัวจนดันเซลล์ให้แตกได้ ดังนั้นเมื่อนำเอาอาหารมาละลายถ้าเซลล์แตกจำนวนมากสารอาหารต่างๆก็จะไหลออกมาทำให้รสชาติของอาหารด้อยลงและทำให้มีลักษณะแข็ง

2) การแช่เยือกแข็งแบบเร็ว (Quick Freezing)

การแช่เยือกแข็งแบบเร็วเป็นวิธีการที่ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารเยือกแข็งภายในระยะเวลา 30 นาทีหรือน้อยกว่านั้น โดยจะใช้อุณหภูมิอยู่ระหว่าง -15 ถึง -40 องศาเซลเซียส ซึ่งวิธีนี้อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์อาหารจะลดลงอย่างรวดเร็ว เกิดเกล็ดน้ำแข็งขนาดเล็กและเป็นระเบียบทั่วเนื้อเยื่อทั้งภายนอกและภายใน การถ่ายเทความร้อนอย่างรวดเร็วทำให้เกล็ดน้ำแข็งเล็กๆไม่สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มขนาดได้จึงทำให้ได้น้ำแข็งขนาดเล็กและมีความสม่ำเสมอ เมื่อนำอาหารแช่แข็งมาละลายผลึกน้ำแข็งจะละลายอย่างรวดเร็วและคงอยู่ภายในเซลล์ ทำให้สูญเสียสารอาหารน้อยและยังมีคุณภาพที่ดี

2.8.4 การเก็บรักษาอาหารและเครื่องดื่มในสภาวะอุณหภูมิตู้เย็น (ชัยเดช, 2560)

ในการเก็บรักษาอาหารให้ได้ระยะเวลานานๆ อุณหภูมิถือเป็นเรื่องที่สำคัญมาก ถ้าหากอากาศเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียก็มีโอกาสที่อาหารจะสามารถเกิดการเน่าเสียได้ไวกว่า โดยอุณหภูมิประเทศไทยนั้นเป็นอุณหภูมิร้อนชื้น ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมของเชื้อแบคทีเรียหลายๆตัว เช่น *Salmonella*, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clastridium perfringens* และอื่นๆ ที่ทำให้ท้องร่วงหรืออาจเป็นโรคอาหารเป็นพิษได้ นอกจากนี้หากเก็บรักษาอาหารเอาไว้ที่อุณหภูมิต่ำไม่มากพออาจทำให้เชื้อแบคทีเรียเจริญเติบโตได้อยู่ และทำให้อาหารเน่าเสียในระยะเวลาสั้นๆ ดังนั้นการเก็บอาหารเป็นระยะเวลานานต้องทำภาชนะใส่อาหารพร้อมฝาปิดแช่แข็งในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ยิ่งอุณหภูมิต่ำยิ่งทำให้เก็บรักษาอาหารได้นานขึ้น ซึ่งจะขึ้นอยู่กับลักษณะของอาหารและระยะเวลาของเชื้อแบคทีเรียที่อาจเข้ามาทำปฏิกิริยากับอาหารก่อนทำการแช่เย็น โดยข้อควรระวังในการเก็บรักษาในตู้เย็นคือ ไม่ควรเปิดตู้เย็นหลายครั้งจนเกินไปและไม่ควรใส่ของมากเกินไปเพราะจะทำให้พื้นที่ในตู้เย็นแน่นซึ่งอาจทำให้อุณหภูมิในตู้เย็นไม่เย็นเท่าที่ควร จึงทำให้อุณหภูมิไม่ต่ำพอต่ออาหารหรือเครื่องดื่ม การใช้อุณหภูมิต่ำหรือใช้ความเย็นเพื่อเก็บรักษาอาหารและถนอมอาหาร เพื่อยืดอายุให้นานมากยิ่งขึ้นและทำให้ไม่เกิดการเน่าเสียได้ง่าย

1) ช่องแช่แข็ง อุณหภูมิต่ำกว่า -18 องศาเซลเซียส เหมาะสำหรับแช่เนื้อสัตว์ ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความเย็นจัด เช่น น้ำแข็ง ไอศกรีม เนื้อสัตว์ต่างๆ เป็นต้น

2) ช่องเย็นที่สุด อุณหภูมิ 0-5 องศาเซลเซียส เหมาะสำหรับอาหารประเภทที่ต้องการความเย็นแต่ไม่ต้องการแช่แข็ง เช่น อาหารที่ปรุงสำเร็จ อาหารหมัก เป็นต้น

3) ช่องเย็นธรรมดา อุณหภูมิ 5-7 องศาเซลเซียส เหมาะสำหรับแช่ นม น้ำผลไม้ ไข่ น้ำดื่ม โยเกิร์ต เป็นต้น

4) ช่องเก็บผักและผลไม้ อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส เหมาะสำหรับผักและผลไม้

ในการศึกษาการเก็บรักษาอาหารและเครื่องดื่มในสภาวะที่อุณหภูมิต่ำ Jayabalan *et al*., (2008) ทำการศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิช่วง 50-90 องศาเซลเซียส ต่อส่วนประกอบทางชีวเคมีและคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของชาคอมบูชาในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าการให้ความร้อนไม่ใช่วิธีที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาคอมบูชา เวลา อุณหภูมิ และแสงส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อคุณภาพและกิจกรรมทางชีวภาพของเครื่องดื่มคอมบูชา นอกจากนี้ Torre *et al*., (2021) พบว่าการเก็บรักษาคอมบูชาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 9 เดือน ปริมาณโพลีฟีนอลและกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชาในระหว่างการเก็บรักษาลดลงอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากเก็บเป็นระยะเวลา 4 เดือน ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาคอมบูชาพบว่าไม่ควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นานเกิน 4 เดือน

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปิยวรรณและคณะ (2562) ทำการแยกเชื้อจุลินทรีย์จากหัวเชื้อคอมบูชา 3 แหล่งคือ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และเชียงใหม่ ทดสอบความสามารถในการผลิตแอลกอฮอล์ของยีสต์และความสามารถผลิตกรดของแบคทีเรียในอาหารชาหวานพบว่า เชื้อยีสต์ไอโซเลต YN403 สามารถผลิตแอลกอฮอล์ได้สูงสุด เชื้อแบคทีเรียไอโซเลต A605 สามารถผลิตปริมาณกรดได้สูงสุด เมื่อนำจุลินทรีย์ทั้งสองไอโซเลตไปทำการจำแนกด้วยข้อมูลทางพันธุกรรมพบว่าเป็นยีสต์ *Zygosaccharomyces bailii* และแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus*

Amarasinghe *et al*., (2018) ทำการหมักคอมบูชาด้วยชาดำ (ศรีลังกา) โดยใช้อัตราส่วนของชาแตกต่างกัน และทำการหมักเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำการตรวจสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ ตรวจสอบทุกสัปดาห์ พบว่าตัวอย่างทั้งหมดมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงและคุณภาพทางเคมีของคอมบูชามีความเป็นกรดสูงขึ้นและมีความขุ่นมากขึ้นด้วย

Chen *et al*., (2011) ศึกษากระบวนการผลิต ตรวจสอบคุณภาพ และผลทางชีวภาพของชาอู่หลง (*Camellia sinensis*) พบว่าคุณภาพของชาอู่หลงนั้นเกิดจากกระบวนการผลิตหรือการแปรรูปที่ทำให้ชาอู่หลงมีคุณภาพที่ดี ซึ่งสามารถประเมินได้จาก รสชาติ กลิ่น สี และลักษณะ และยังพบว่าในชาอู่หลงมีสารต้านอนุมูลอิสระ ต้านมะเร็ง ต้านโรคอ้วน ป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ และต้านเบาหวาน

Fu *et al*., (2014) ศึกษาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระจากชา 3 ชนิด คือ ชาดำ ชาเขียว และผงชา เปรียบเทียบกิจกรรมการสร้างกรดระหว่างกรดอะซิติกและกรดแลคติกในระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 14 วัน จากผลการศึกษาพบว่าในชาดำมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชาชนิดอื่นๆ และปริมาณกรดอะซิติกมีค่าลดลงน้อยกว่ากรดแลคติกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

Hammel *et al*., (2016) ศึกษาผลของพีเอชและอุณหภูมิต่อความปลอดภัยในการบริโภคเครื่องดื่มคอมบูชา ซึ่งทำการเก็บรักษาสองสภาวะเป็นระยะเวลา 120 ชั่วโมง คือ สภาวะอุณหภูมิห้อง 20 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิตู้เย็น 5 องศาเซลเซียส พบว่าคอมบูชาที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าพีเอชลดลงเรื่อยๆมากกว่าคอมบูชาที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นในระยะเวลา 120 ชั่วโมง โดยคอมบูชาที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าพีเอช 3.70 เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการหมักที่อุณหภูมิตู้เย็นชะลอการเจริญเติบโตหรือความสามารถในการเจริญเติบโตลดลงมากกว่าเมื่อเทียบกับการหมักที่อุณหภูมิห้อง

Jayabalan *et al*., (2014) ศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่มีบทบาทและมีความสำคัญในกระบวนการหมักคอมบูชาพบว่า แบคทีเรียที่พบเป็นชนิดต้องการอากาศในการเจริญเติบโตและสามารถสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลลูโลสที่มีลักษณะเป็นแผ่นคล้ายเห็ด กลุ่มยีสต์ที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการหมัก คือ กลุ่มยีสต์ที่สามารถผลิตแอลกอฮอล์

La Torre *et al*., (2021) ศึกษาผลของการเก็บรักษาคอมบูชาที่อุณหภูมิต่ำ (4 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 9 เดือน พบว่าปริมาณฟลาโวนอยด์ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS ลดลงภายหลังการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 4 เดือน

Ramirez-Cota *et al*., (2020) ทำการศึกษาการผลิตเอทานอลของ *Saccharomyces cerevisiae* และยีสต์โพรไบโอติก *Saccharomyces boulardii* CNCM-745 ที่อุณหภูมิสองระดับคือ 28 และ 37 องศาเซลเซียส พบว่า *S. boulardii* เพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 28 °C มีความสามารถในการทนทานต่อเอทานอลดีที่สุดร้อยละ 6-8 จึงนำมาใช้ปรับปรุงคุณภาพของคราฟต์เบียร์ได้

Weerawatanakorn *et al*., (2015) ศึกษาพฤกษเคมีที่มีลักษณะเฉพาะของชาอู่หลง ศึกษาสาร theasinensins ซึ่งเป็นสารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ การออกฤทธิ์ระดับโมเลกุล และกลไกทางเคมีของการสร้าง theasinensis พบว่าสาร theasinensis ส่วนใหญ่พบได้ในชาดำและชาอู่หลง ซึ่งผลิตโดยการออกซิเดชันของคาเทชินในใบชา สาร theasinensis แบ่งเป็นชนิด A-E ในชาดำมีอยู่ร้อยละ 0.05 และในชาอู่หลงมีอยู่ร้อยละ 0.65 โดยสาร theasinensis ที่มีในชาอู่หลงมีฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ มีคุณสมบัติยับยั้งแบคทีเรีย และต้านโรคอ้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัตถุดิบ อุปกรณ์ และสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 ชาอู่หลงตราสามม้าเบอร์ 1

3.1.1.2 ใบกัญชงสดจากไร่ Trio Herbal Farm จังหวัดกาญจนบุรี

3.1.1.3 น้ำตาลทรายขาวตรามิตรผล

3.1.2 เชื้อจุลินทรีย์

3.1.2.1 เชื้อยีสต์ *Saccharomyces boulardii* แยกได้จากยาที่มีชื่อทางการค้าว่า Bioflor

3.1.2.2 เชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ605 แยกได้จากกระบวนการหมักคอมบูชา (ปิยวรรณ และคณะ, 2562)

3.1.3 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

3.1.3.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ

1) อาหาร Acidified PDA (Acidified Potato Dextrose Agar)

2) อาหาร DRBC (Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar)

3) อาหาร GYC (Glucose Yeast extract Calcium Carbonate Medium)

4) อาหาร YM (Yeast Extract Malt Extract)

3.1.3.2 สารเคมี

1) แอลกอฮอล์บริสุทธิ์ (Absolute Ethyl Alcohol)

2) แอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 (70% Ethyl Alcohol)

3) สารโฟลินซิโอแคลทิว (Folin-Ciocalteu Reagent)

4) กรดแกลลิก (Gallic acid)

5) กลูโคส (Glucose)

6) ฟีนอล (Phenol)

7) ฟีนอฟทาลีน (Phenolpthalein)

8) โพแทสเซียมคลอไรด์ (Potassium chloride)

9) DPPH (2,2- diphenyl-1-picrylhydrazyl)

10) โพรพานอล (Propanol)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide)

12) กรดซัลฟิวริก (Sulphuric acid)

13) โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate)

14) เมทานอล (Methanol, AR Grade)

15) Ultrapure Water (น้ำบริสุทธิ์)

3.1.4 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.4.1 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร

3.1.4.2 ไมโครปิเปต (Micropipette) ขนาด 200 และ 1000 ไมโครลิตร

3.1.4.3 ขวดพลาสติกขนาด 40 มิลลิลิตร สำหรับเก็บตัวอย่าง

3.1.4.4 หลอดปั่นเหวี่ยง (Centrifuge Tube)

3.1.4.5 ปิเปต (pipette) ขนาด 1 5 และ 10 มิลลิลิตร

3.1.4.6 ขวดปรับปริมาตร (Volumetric Flask) ขนาด 10 25 50 100 500 และ 1000 มิลลิลิตร

3.1.4.7 บิวเรตต์ (Burette)

3.1.4.8 โหลแก้วขนาด 800 มิลลิลิตร

3.1.4.9 คิวเวทท์

3.1.4.10 ไมโครเพลต 96 หลุม (96-well plate)

3.1.4.11 ไมโครปิเปต (Micro pipette)

3.1.4.12 เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส (pH Meter) (Mettler Toledo SevenCompact™, USA)

3.1.4.13 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) (Shimadzu UV-1800, Japan)

3.1.4.14 เครื่องชั่งน้ำหนักเทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Weight Scale 4 digit) (Sartorius TE2145, Germany)

3.1.4.15 เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Weight Scale 2 digit) (Sartorius BSA32025-CW, Germany)

3.1.4.16 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chomatography-GC) (Shimadzu GC-2014, Japan)

3.1.4.17 เครื่องอ่านปฏิกิริยาไมโครเพลท (Microplate Reader) (BMG LABTECH FLUOstar Omega, Germany)

3.1.4.18 เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) (HERMILE Z383K, Germany)

3.1.4.19 หม้อนึ่งอัดแรงดัน (Autoclave) (TOMY ES315, Japan)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4.20 ตู้อบลมร้อน (Hot air over) (Memmert UN110, Germany)

3.1.4.21 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) (Memmert INB 500, Germany)

3.1.4.22 ตู้บ่มเชื้อแบบเขย่าควบคุมอุณหภูมิ (Static Incubator Shaker HASUC HSYC-2112B, China)

3.1.4.23 ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar Flow Cabinet) (Astec Microflow ABS1200, United Kingdom)

3.1.4.24 เครื่องผสมสาร (Vortex mixer) (Scientific Industrial Inc. Genies2, USA)

3.1.4.25 จานเพาะเลี้ยงเชื้อ

3.1.4.26 หลอดทดลอง

3.1.4.27 บีกเกอร์

3.1.4.28 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.1.4.29 กรวยแก้ว

3.1.4.30 ลูปเขี่ยเชื้อ

3.1.4.31 จุกยาง

3.1.4.32 แท่งแก้วคนสาร

3.1.4.33 ทิปเหลือง ทิปฟ้า

3.1.4.34 ผ้าขาวบาง

3.1.4.35 ขวด Duran ขนาด 500 1000 มิลลิลิตร

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.2.1 การเตรียมหัวเชื้อคอมบูชาจากเชื้อบริสุทธิ์

3.2.1.1 เชื้อยีสต์ *Saccharomyces boulardii*

เชื้อ *S. boulardii* แยกได้จากยาที่มีชื่อทางการค้าว่า Bioflor นำมาเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็ง YM (Yeast Extract Malt Extract) บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน นำเชื้อยีสต์ที่เจริญบนอาหาร YM ถ่ายลงในอาหารชาอู่หลง 1 loop ที่มีชาร้อยละ 0.4 โดยมวลต่อปริมาตร และความเข้มข้นซูโครสร้อยละ 7 โดยมวลต่อปริมาตร ปริมาตร 150 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่สภาวะเขย่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ให้มีค่า O.D. เท่ากับ 1.0 จะได้หัวเชื้อของ *S. boulardii* ก่อนนำไปใช้ในการหมักคอมบูชา จากนั้นนำหัวเชื้อของ *S. boulardii* เจือจางด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 0.85 ที่ระดับความเจือจาง 10^{-1} ถึง 10^{-6} จากนั้นนำตัวอย่าง 0.1 มิลลิลิตร หยดลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Acidified PDA (Acidified Potato Dextrose Agar) และกระจายตัวอย่างให้ทั่วบนผิวหน้าอาหารโดยใช้วิธีการ Spread plate technique บ่มที่อุณหภูมิ 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน ทำการตรวจนับจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตของยีสต์ในหน่วย LogCFU/mL เพื่อจะได้รู้ปริมาณเชื้อเริ่มต้นก่อนนำไปหมัก

3.2.1.2 เชื้อแบคทีเรียอะซิติก *Acetobacter pasteurianus* AJ605

เชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากกระบวนการหมักคอมบูชา (ปิยะวรรณ และคณะ, 2562) นำมาเพาะเลี้ยงลงบนอาหาร GYC (Glucose Yeast Calcium carbonate medium) บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน นำเชื้อแบคทีเรียอะซิติกที่เจริญบนอาหาร GYC ถ่ายลงในอาหารชาอู่หลง 1 loop ที่มีชาร้อยละ 0.4 โดยมวลต่อปริมาตรและความเข้มข้นซูโครสร้อยละ 7 โดยมวลต่อปริมาตร ปริมาตร 150 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่สภาวะเขย่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ให้มีค่า O.D. เท่ากับ 1.0 จะได้หัวเชื้อ *A. pasteurianus* AJ605 และนำหัวเชื้อแบคทีเรียอะซิติกเจือจางด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.85 ที่ระดับความเจือจาง 10^{-1} ถึง 10^{-6} หลังจากนั้นจะนำตัวอย่าง 0.1 มิลลิลิตร หยดลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ GYC และกระจายตัวอย่างให้ทั่วบนผิวหน้าอาหารโดยใช้วิธีการ Spread plate technique บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ทำการตรวจนับจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตของแบคทีเรียอะซิติกในหน่วย LogCFU/mL เพื่อจะได้รู้ปริมาณเชื้อเริ่มต้นก่อนนำไปหมัก

3.2.2 ศึกษากระบวนการหมักคอมบูชาจากใบกัญชง

3.2.2.1 การเตรียมอาหารสำหรับการหมักคอมบูชา

นำใบกัญชงเด็ดก้านออกและล้างให้สะอาด นำไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จนใบแห้ง เก็บใบกัญชงแห้งใส่ถุงพลาสติก ปิดให้สนิทและเก็บในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำมาใช้ในการทดลองต่อไป ขั้นตอนการหมักโดยต้มน้ำสะอาดจนเดือด ใช้ใบกัญชงร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 โดยมวลต่อปริมาตร รวมทั้งชาอู่หลงร้อยละ 1 โดยมวลต่อปริมาตร (เป็นชุดควบคุม) ในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที เติมน้ำตาลซูโครสร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร จากนั้นทำการพาสเจอร์ไรซ์ (pasteurization) ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที นำน้ำกัญชงและชาอู่หลงที่ได้บรรจุลงในโหลหมักที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วและปิดด้วยผ้าขาวบางที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ ก่อนนำไปถ่ายหัวเชื้อบริสุทธิ์

3.2.2.2 การหมักคอมบูชาจากใบกัญชงด้วยเชื้อ *Saccharomyces boulardii* และเชื้อ *Acetobacter pasteurianus* AJ605

หมักคอมบูชาด้วยหัวเชื้อบริสุทธิ์อัตราส่วนเชื้อยีสต์ร้อยละ 7 และเชื้อแบคทีเรียร้อยละ 3 โดยปริมาตร (7Y3B) ตามวิธีการของ Sutthiphatkul *et al*., (2023) โดยหัวเชื้อบริสุทธิ์ของยีสต์และแบคทีเรียอะซิติกจะถูกถ่ายลงในอาหารชาอู่หลงและอาหารกัญชงร้อยละ 10 โดยปริมาตรต่อปริมาตร หลังจากถ่ายหัวเชื้อลงในภาชนะที่มีอาหารชาอู่หลงและอาหารกัญชง ทำการปิดปากภาชนะด้วยผ้าขาวบางที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว โดยใช้เทคนิคปลอดเชื้อเพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อื่นๆ และนำโหลหมักบ่มที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพในวันที่ 0 3 7 10 และ 14

3.2.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของคอมบูชา

การวิเคราะห์คุณภาพจะทำการเก็บตัวอย่างในวันที่ 0 3 7 10 และ 14 ปริมาตร 40 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 9,000 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นำเฉพาะส่วนใส (supernatant) วิเคราะห์คุณภาพ เช่น pH ปริมาณกรดทั้งหมด(ร้อยละกรดอะซิติก) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณเอทานอล สารประกอบฟีนอลิก และค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH

3.2.3.1 ตรวจสอบความเป็นกรด-ด่างโดยใช้ pH meter

ตรวจสอบความเป็นกรด-ด่างโดยใช้เครื่อง Benchtop pH meter

3.2.3.2 วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) (AOAC, 2000)

3.2.3.2.1 การทำ standardize สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

อบแห้งสารมาตรฐานโปตัสเซียมพาทาเลต ($KHC_8H_4O_4$, MW = 204.23 g/mol) โดยใช้ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ นำสารมาตรฐานโปตัสเซียมพาทาเลตมาชั่งน้ำหนักประมาณ 0.1-0.15 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร โดยทำ 3 ซ้ำ หยดฟีนอฟทาลีนร้อยละ 1 โดยมวลต่อปริมาตร ลงไปในสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมพาทาเลต 2 หยด จากนั้นทำการไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH, MW = 40 g/mol) 0.1 M (โดยประมาณ) จนเกิดการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลายจากสีใสเป็นสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้เพื่อนำไปคำนวณหาค่าความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (M)} = \frac{\text{กรัมของ } KHC_8H_4O_4 \times 1000}{\text{มิลลิลิตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไป} \times \text{มวลโมเลกุล } KHC_8H_4O_4}$$

3.2.3.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก)

นำตัวอย่างคอมบูชาปริมาตร 10 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำปลอดคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาตร 90 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร และหยดสารละลายฟีนอฟทาลีน 3 หยด ไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 M จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดอะซิติกดังสมการนี้

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก)} = \frac{\mathbf{C} \times \mathbf{V} \times \mathbf{MW} \times 100}{\mathbf{1000} \times \text{ปริมาตรของสารตัวอย่าง}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ C = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน NaOH (mol/L)

V = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต (มิลลิลิตร)

MW = มวลโมเลกุลของกรดอะซิติก มีค่าเท่ากับ 60.05 กรัม

3.2.3.3 วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดด้วยวิธี Phenol sulfuric (Dubois *et al*, 1956)

3.2.3.3.1 การเตรียมกราฟมาตรฐานกลูโคส

อบแห้งสารมาตรฐานกลูโคสที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ในเดซิเคเตอร์จนสารมาตรฐานกลูโคสเย็นลง นำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 และ 200 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปิเปตสารละลายกลูโคสแต่ละความเข้มข้นใส่ลงในหลอดทดลอง ความเข้มข้นละ 1 มิลลิลิตร เติมสารละลายฟีนอลร้อยละ 5 โดยมวลต่อปริมาตร ลงไปหลอดละ 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน และเติมกรดซัลฟิวริก 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ผสมให้เข้ากัน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 490 นาโนเมตร และใช้น้ำกลั่นเป็นแบลงค์แทนความเข้มข้นของสารละลายกลูโคส นำค่าที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐานกลูโคส

3.2.3.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในคอมบูชา

ปิเปตตัวอย่างคอมบูชาปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายฟีนอลร้อยละ 5 โดยมวลต่อปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันและเติมกรดซัลฟิวริก 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ผสมให้เข้ากัน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 490 นาโนเมตร และใช้น้ำกลั่นเป็นแบลงค์แทนความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง บันทึกค่าที่ได้ คำนวณค่าโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคสเพื่อหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

3.2.3.4 วิเคราะห์ปริมาณเอทานอลด้วยเครื่อง Gas Chromatography(GC)

3.2.3.4.1 การเตรียมกราฟมาตรฐานเอทานอล

ใช้เอทานอลบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 เจือจางให้มีความเข้มข้นร้อยละ 2 4 6 8 และ 10 ผสมสารละลายเอทานอลแต่ละความเข้มข้นเข้ากับสารละลายมาตรฐานโพรพานอลที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยปริมาตร (500 ไมโครลิตรต่อ 500 ไมโครลิตร) บรรจุลงในขวด Vial และพันฝาขวดด้วยพาราฟิล์มเพื่อป้องกันการระเหยของเอทานอล เขย่าให้สารละลายเข้ากัน จากนั้นนำไปวิเคราะห์โดยเครื่อง Gas Chromatography บันทึกค่าที่ได้และสร้างเป็นกราฟมาตรฐานเอทานอล

3.2.3.4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณเอทานอล

ตัวอย่างคอมบูชาผสมกับสารละลายมาตรฐานโพรพานอลความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยปริมาตร (500 ไมโครลิตร ต่อ 500 ไมโครลิตร) ใส่ลงในขวด Vial ขนาดเล็ก และพันด้วยพาราฟิล์มเพื่อป้องกันการระเหย นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก๊สโครมาโตกราฟฟี (Gas Chromatography) และบันทึกค่าที่ได้เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานเอทานอล

3.2.3.5 การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกโดยวิธี Folin – Ciocalteua (Chidambara, 2002)

3.2.3.5.1 การเตรียมกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

นำสารมาตรฐานแกลลิกมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 50 100 150 200 250 300 350 400 450 และ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร หยดสารละลายมาตรฐานแกลลิกแต่ละความเข้มข้นใส่ลงในไมโครเพลต 20 ไมโครลิตร เติมสารละลาย Folin - Ciocalteua phenol reagent ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาที จากนั้นเติมโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 7.5 ปริมาตร 80 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร และบันทึกค่าที่ได้นำมาสร้างเป็นกราฟมาตรฐานสารละลายกรดแกลลิก

3.2.3.5.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

หยดตัวอย่างคอมบูชาลงในไมโครเพลต 20 ไมโครลิตร เติมสารละลาย Folin - Ciocalteua phenol reagent ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 7.5 ปริมาตร 80 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที และเตรียมแบลงค์ของตัวอย่างโดยการใช้ตัวอย่างหยดลงในไมโครเพลต 20 ไมโครลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 180 ไมโครลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร และบันทึกค่าที่ได้นำมาคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานสารละลายกรดแกลลิก

3.2.3.6 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

วิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) โดยใช้วิธี DPPH radical scavenging activity โดยผสมตัวอย่างคอมบูชาปริมาตร 100 ไมโครลิตร กับ DPPH ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ ที่ละลายในเอทานอล 100 ไมโครลิตร บ่มในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที และวัดการลดลงของ DPPH ที่ ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร วัดการเปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสงและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity) แสดงเป็น % DPPH radical scavenging ทำการคำนวณค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระตามสมการ ดังนี้

กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ (ร้อยละ) = [(Acontrol - Asample) / Acontrol] x100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ A sample = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่เติมสารละลาย DPPH
A blank = ค่าการดูกลืนแสงของตัวอย่างและน้ำ
A control = ค่าการดูดกลืนแสงของเอทานอลที่เติมสารละลาย DPPH

3.2.4 การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

คอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่หมักด้วยเชื้อ *Saccharomyces boulardii* และ *Acetobacter pasteurianus* AJ605 ไม่มีส่วนที่เป็นเซลลูโลสเกิดขึ้นเนื่องจากเชื้อแบคทีเรียอะซิติกที่ใช้ไม่ผลิตเซลลูโลส จึงทำการวิเคราะห์จุลินทรีย์ในส่วนของน้ำหมักโดยปิเปตคอมบูชาใบกัญชงและคอมบูชาจากชาอู่หลงในวันที่ 0 3 7 10 และ 14 ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ และทำการเจือจางโดยใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.85 ที่ระดับ ความเจือจาง 10^{-1} ถึง 10^{-6} โดยปิเปตตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นมา 0.1 มิลลิลิตร ลงบนผิวหน้าอาหาร Acidified PDA สำหรับเชื้อยีสต์ และอาหาร GYC สำหรับเชื้อแบคทีเรียอะซิติก กระจายให้ทั่วผิวหน้าอาหารโดยใช้วิธีการ spread plate technique และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส สำหรับเชื้อยีสต์และแบคทีเรียอะซิติก เป็นเวลา 5 วัน ตรวจนับจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตของยีสต์และแบคทีเรียอะซิติกแสดงในหน่วย Log CFU/ml

3.2.5 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาใบกัญชง โดยให้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน เป็นนักศึกษาที่มีอายุระหว่าง 18-23 ปี ทดสอบโดยการให้คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านความใส สี กลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale มีคะแนนอยู่ที่ 1-9 โดย 1 คือไม่ชอบเลย 2 คือไม่ชอบมาก 3 คือไม่ชอบปานกลาง 4 คือไม่ชอบเล็กน้อย 5 คือเฉยๆ 6 คือชอบเล็กน้อย 7 คือชอบปานกลาง 8 คือชอบมาก และ 9 คือชอบมากที่สุด หลังจากนั้นนำผลประเมินมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS

คัดเลือกคอมบูชาที่มีปริมาณใบกัญชงและระยะเวลาการหมักที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากการยอมรับรสชาติของผู้บริโภคและมีจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตของยีสต์ซึ่งเป็นโพรไบโอติกมากที่สุดนำคอมบูชามาศึกษาในขั้นตอนต่อไป

3.2.6 การปรับปรุงรสชาติคอมบูชาจากใบกัญชงด้วยน้ำกัญชงอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

จากการคัดเลือกคอมบูชาจากใบกัญชงและระยะเวลาการหมักที่เหมาะสม นำมาปรับปรุงรสชาติด้วยน้ำใบกัญชง โดยมีอัตราส่วนน้ำกัญชงหวานต่อคอมบูชาจากใบกัญชง ดังนี้ 1:2 1:1 และ 3:2 โดยปริมาตร โดยทำเช่นเดียวกับคอมบูชาจากชาอู่หลงนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบจำนวน 30 คน โยพิจารณาจากความใส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม เพื่อคัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราส่วนที่เหมาะสมที่ผู้ทดสอบให้คะแนนสูง นำไปศึกษาอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) ต่อไป

3.2.7 ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์คอมบูชาที่อุณหภูมิตู้เย็น

คอมบูชาจากใบกัญชงที่คัดเลือกได้จากหัวข้อ 3.2.6 เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เปรียบเทียบกับคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติ คอมบูชาจากชาอู่หลง และคอมบูชาจากชาอู่หลงที่ปรับปรุงรสชาติ เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 35 วัน เก็บตัวอย่างทุก 7 วัน วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี การเปลี่ยนแปลงของยีสต์และแบคทีเรียอะซิติก รวมทั้งการทดสอบทางประสาทสัมผัส

3.2.8 การวิเคราะห์สาร CBD และ THC ในผลิตภัณฑ์คอมบูชา

การวิเคราะห์ปริมาณสาร CBD (cannabidiol) และ THC (Tetrahydrocannabinol) ด้วยเครื่องโครมาโตกราฟแบบของเหลวประสิทธิภาพสูง คอลัมน์ที่ใช้เป็นคอลัมน์ชนิด NexLeaf CBX Potency, 2.7 ไมโครเมตร ขนาด 4.6 x 150 มิลลิเมตร เฟสเคลื่อนที่ A ใช้เป็นสารละลายผสมระหว่างกรดฟอสฟอริกร้อยละ 0.085 ในน้ำ เฟสเคลื่อนที่ B ใช้เป็นสารละลายผสมระหว่างฟอสฟอริกร้อยละ 0.085 ในอะซิโตไนไตรล์ ในอัตราส่วน 75:25 โดยปริมาตร นำตัวอย่างชาหมักมากรองผ่านตัวกรองชนิด PTFE ที่มีขนาดรูพรุน 0.45 ไมครอน ปริมาณตัวอย่างที่ฉีดเข้าเครื่องคือ 5 ไมโครลิตร ใช้วิธีการฉีดตัวอย่างแบบ auto sampler ตัวตรวจวัด (Detector) ที่ใช้คือ Photodiode array detector ที่ความยาวคลื่น 220 นาโนเมตร อัตราการไหล 1.6 มิลลิลิตรต่อนาที ทำการบันทึกโครมาโตแกรมและรายงานค่าเป็นร้อยละ นำข้อมูลที่ได้เปรียบเทียบพื้นที่ใต้กราฟกับสารมาตรฐาน CBD และ THC ภายใต้สภาวะเดียวกันเพื่อหาปริมาณสาร CBD และ THC

3.2.9 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์ค่าความแตกต่างของชุดการทดลองด้วย ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วย Duncan’s New Multiple Range Test และ Independent T Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของคอมบูชาจากใบกัญชง

4.1.1 ค่าพีเอช

การหมักคอมบูชาโดยใช้ใบกัญชงร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 น้ำหนักต่อปริมาตร เทียบกับคอมบูชาที่หมักโดยใช้ชาอู่หลงซึ่งใช้เป็นชุดควบคุม หมักเป็นระยะเวลา 14 วัน โดยทำการเก็บตัวอย่างวันที่ 0, 3, 7, 10 และ 14 พบว่าค่าพีเอชของคอมบูชามีค่าลดลงตลอดระยะเวลาของการหมัก แสดงดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 ซึ่งค่าพีเอชเริ่มต้นของการหมักอยู่ในช่วง 4.28±0.09 ถึง 5.74±0.04 หลังจากทำการหมักระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นทำให้ค่าพีเอชของคอมบูชาที่ใช้ชาอู่หลงและใบกัญชงลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 4 ในวันที่ 14 ของการหมักมีค่าพีเอชลดลงต่ำสุดเท่ากับ 2.84±0.04 รองลงมาเป็นคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3, 2 และ 1 มีค่าพีเอช 2.95±0.01, 3.05±0.03 และ 3.13±0.01 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับคอมบูชาจากชาอู่หลงซึ่งมีค่าพีเอชลดลงเท่ากับ 3.24±0.01 เนื่องจากในกระบวนการหมักคอมบูชาเป็นการหมักร่วมกันระหว่างแบคทีเรียและยีสต์ ทำให้มีการผลิตกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดอะซิติก กรดกลูโคโรนิก กรดทาร์ทาริก กรดมาลิก เป็นต้น ตลอดระยะเวลาในการหมักมีปริมาณกรดอินทรีย์เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ค่าพีเอชลดลง (Chen and Liu, 2000)

ตารางที่ 4.1 ค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ค่าพีเอช				
	ร้อยละของใบกัญชง (น้ำหนักต่อปริมาตร)				
	ชาอู่หลง ร้อยละ 1	1	2	3	4
0	$5.74\pm0.04^{A,a}$	$5.71\pm0.08^{A,a}$	$5.61\pm0.08^{A,a}$	$5.18\pm0.07^{B,a}$	$4.28\pm0.09^{C,a}$
3	$4.55\pm0.03^{A,b}$	$4.56\pm0.03^{A,b}$	$4.52\pm0.02^{A,b}$	$4.27\pm0.03^{B,b}$	$3.41\pm0.06^{C,b}$
7	$3.44\pm0.01^{A,c}$	$3.33\pm0.01^{B,c}$	$3.31\pm0.03^{B,c}$	$3.08\pm0.04^{C,c}$	$2.90\pm0.01^{D,c}$
10	$3.24\pm0.01^{A,c}$	$3.14\pm0.02^{B,d}$	$3.06\pm0.03^{C,d}$	$2.96\pm0.01^{D,d}$	$2.84\pm0.03^{E,d}$
14	$3.24\pm0.01^{A,c}$	$3.13\pm0.01^{B,d}$	$3.05\pm0.03^{C,d}$	$2.95\pm0.01^{D,d}$	$2.84\pm0.04^{E,d}$

หมายเหตุ

- แสดงค่าพีเอชในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABCDE} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ^{abcd} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก)

การหมักคอมบูชาโดยใช้ใบกัญชงร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 เทียบกับคอมบูชาที่หมักโดยใช้ชาอู่หลงหมักเป็นระยะเวลา 14 วัน พบว่ามีปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการหมัก คอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 4 มีปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) สูงที่สุดในวันที่ 14 ถึงร้อยละ 1.75±0.06 รองลงมาคือใบกัญชงร้อยละ 3, 2 และ 1 เท่ากับร้อยละ 1.64±0.14, 1.61±0.07 และ 1.18±0.06 ตามลำดับ เปรียบเทียบกับคอมบูชาจากชาอู่หลง ซึ่งมีปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ในวันที่ 14 ร้อยละ 0.81±0.10 แสดงดังตารางที่ 4.2 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Gome *et al*., (2018) ได้ทำการศึกษาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดอะซิติกจากผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาอู่หลง พบว่าระยะเวลาของการหมักที่นานขึ้นทำให้ค่าพีเอชลดลงซึ่งจะแปรผกผันกับปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ที่เพิ่มขึ้น แสดงดังรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.2 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ร้อยละของใบกัญชง (น้ำหนักต่อปริมาตร)				
	ชาอู่หลง ร้อยละ 1	1	2	3	4
0	$0.03\pm0.00^{B,d}$	$0.04\pm0.01^{AB,d}$	$0.05\pm0.01^{AB,d}$	$0.06\pm0.02^{A,d}$	$0.07\pm0.02^{A,d}$
3	$0.32\pm0.04^{C,c}$	$0.36\pm0.02^{C,c}$	$0.43\pm0.02^{B,c}$	$0.45\pm0.03^{AB,c}$	$0.50\pm0.02^{A,c}$
7	$0.60\pm0.03^{C,b}$	$0.65\pm0.06^{C,b}$	$0.85\pm0.03^{B,b}$	$0.93\pm0.06^{A,b}$	$0.96\pm0.02^{A,b}$
10	$0.76\pm0.09^{C,a}$	$1.15\pm0.11^{B,a}$	$1.60\pm0.13^{A,a}$	$1.62\pm0.15^{A,a}$	$1.74\pm0.03^{A,a}$
14	$0.81\pm0.10^{C,a}$	$1.18\pm0.06^{B,a}$	$1.61\pm0.07^{A,a}$	$1.64\pm0.14^{A,a}$	$1.75\pm0.06^{A,a}$

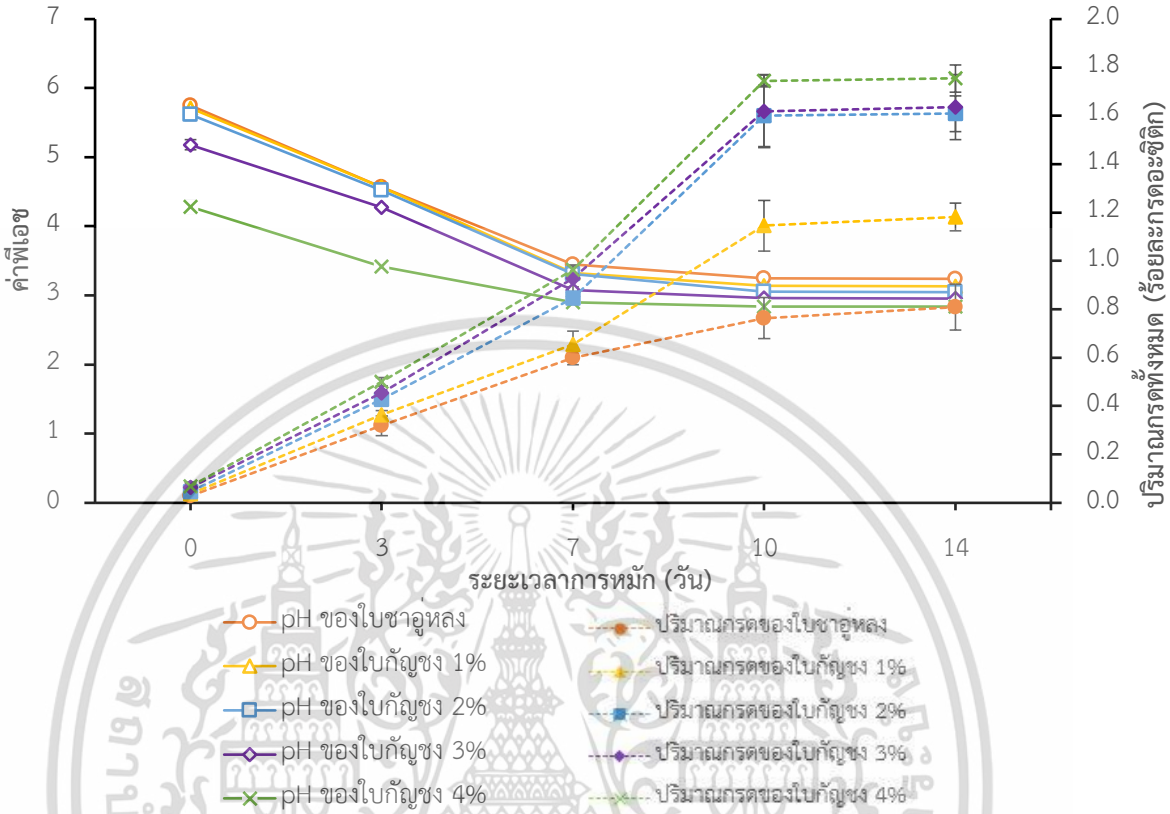
หมายเหตุ

- แสดงปริมาณกรดทั้งหมดในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABC} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ^{abcd} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากการศึกษาค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 พบว่าคอมบูชาจากชาอู่หลงและจากใบกัญชงมีค่าพีเอชลดลงและปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการหมัก 14 วัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dickmann *et al*., (2017) รายงานว่าคอมบูชาเป็นเครื่องดื่มชาหมักที่ผลิตจากกระบวนการหมักระหว่างแบคทีเรียและยีสต์ที่เรียกว่า SCOBY ซึ่งกรดอะซิติกเป็นกรดอินทรีย์ที่สามารถพบได้ในคอมบูชาโดยแบคทีเรียสามารถสร้างกรดอะซิติกได้ เช่น *Acetobacter aceti*, *Acetobacter xylinum* และ *Acetobacter*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pasteurianus ซึ่งมีผลทำให้ประมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาในการหมัก



รูปที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

4.1.3 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 ด้วยวิธีฟีนอล-ซัลฟูริก โดยทำการเก็บตัวอย่างวันที่ 0, 3, 7, 10 และ 14 แสดงผลดังตารางที่ 4.3 พบว่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีปริมาณลดลงตลอดระยะเวลาการหมัก โดยคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงทุกความเข้มข้นมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเริ่มต้นอยู่ในช่วง 102.04±0.01 ถึง 108.57±0.00 กรัมต่อลิตร ซึ่งระหว่างกระบวนการหมักปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเท่ากับ 80.93±0.03, 68.98±0.05, 42.02±0.08, 32.13±0.11 และ 20.19±0.02 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4.2 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chakravorty *et al*., (2016) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลระหว่างการหมักคอมบูชาจากชาดำ พบว่าปริมาณน้ำตาลลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงวันสุดท้ายของการหมัก (21 วัน) เนื่องจากจุลินทรีย์กลุ่มยีสต์ใช้น้ำตาลซูโครสซึ่งเป็นแหล่งคาร์บอนนำไปใช้เปลี่ยนเป็นพลังงานเพื่อสร้างเป็นแอลกอฮอล์และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (Kerster *et al*., 2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)				
	ร้อยละของใบกัญชง (น้ำหนักต่อปริมาตร)				
	ชาอู่หลง ร้อยละ 1	1	2	3	4
0	$102.04\pm0.01^{A,a}$	$102.88\pm0.02^{A,a}$	$103.71\pm0.04^{A,a}$	$108.43\pm0.03^{A,a}$	$108.57\pm0.00^{A,a}$
3	$89.08\pm0.02^{A,a}$	$93.86\pm0.03^{A,a}$	$87.08\pm0.04^{A,a}$	$84.74\pm0.01^{A,a}$	$90.41\pm0.00^{A,a}$
7	$87.87\pm0.06^{A,ab}$	$76.65\pm0.03^{AB,b}$	$51.04\pm0.05^{D,b}$	$71.09\pm0.08^{BC,ab}$	$55.21\pm0.02^{CD,b}$
10	$83.37\pm0.06^{A,b}$	$73.32\pm0.12^{AB,b}$	$48.83\pm0.14^{A,c}$	$50.60\pm0.13^{A,b}$	$24.94\pm0.01^{B,b}$
14	$80.93\pm0.03^{A,b}$	$68.98\pm0.05^{A,c}$	$42.02\pm0.08^{A,ac}$	$32.13\pm0.11^{A,c}$	$20.19\pm0.02^{B,cd}$

หมายเหตุ

- แสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ^{abcd} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.1.4 ปริมาณเอทานอล

การวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี ทำการเก็บตัวอย่างวันที่ 0, 3, 7, 10 และ 14 แสดงผลดังตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.2 พบว่าคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงทุกความเข้มข้นมีปริมาณเอทานอลเริ่มต้นเท่ากับร้อยละ 0.13±0.03 ถึง 6.28±0.23 ซึ่งตลอดระยะเวลาในการหมักปริมาณเอทานอลในคอมบูชาเพิ่มสูงขึ้นจนสิ้นสุดระยะเวลาการหมัก ในวันที่ 14 คอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 4 มีปริมาณเอทานอลสูงมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 6.28±0.23 รองลงมาคือคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3, 2 และ 1 มีปริมาณเอทานอลเท่ากับร้อยละ 5.50±0.40, 5.40±0.38 และ 3.96±0.40 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับคอมบูชาจากชาอู่หลงมีปริมาณเอทานอลต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ 3.25±0.11 ซึ่งจากการศึกษาของ Battikh *et al*. (2012) ทำการศึกษากระบวนการหมักคอมบูชาจากชาดำ ชาอู่หลง และชาเขียว พบว่าปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นมีส่วนช่วยทำให้ยีสต์เจริญเติบโตได้เร็วและสามารถผลิตเอทานอลได้สูงขึ้น เนื่องด้วยปริมาณเอทานอลที่เพิ่มสูงขึ้นมีส่วนช่วยให้แบคทีเรียเจริญเติบโตได้ดีและสามารถผลิตกรดอะซิติกได้มากขึ้นเช่นเดียวกัน ประโยชน์ของแอลกอฮอล์และกรดอะซิติกที่มีอยู่ในคอมบูชา คือ มีคุณสมบัติช่วยยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค เช่น *Salmonella typhi*, *Shigella sonnei*, *Esherichia coli* และ *Staphyylococcus aureus* การเติมกัญชงในผลิตภัณฑ์ช่วยในการเร่งการหมักโดยมีปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่สูงขึ้น (ประมาณ 13.5%) ดังนั้นการเติมกัญชงจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณสารประกอบชีวภาพเพิ่มขึ้น (Romano *et al*., 2009)

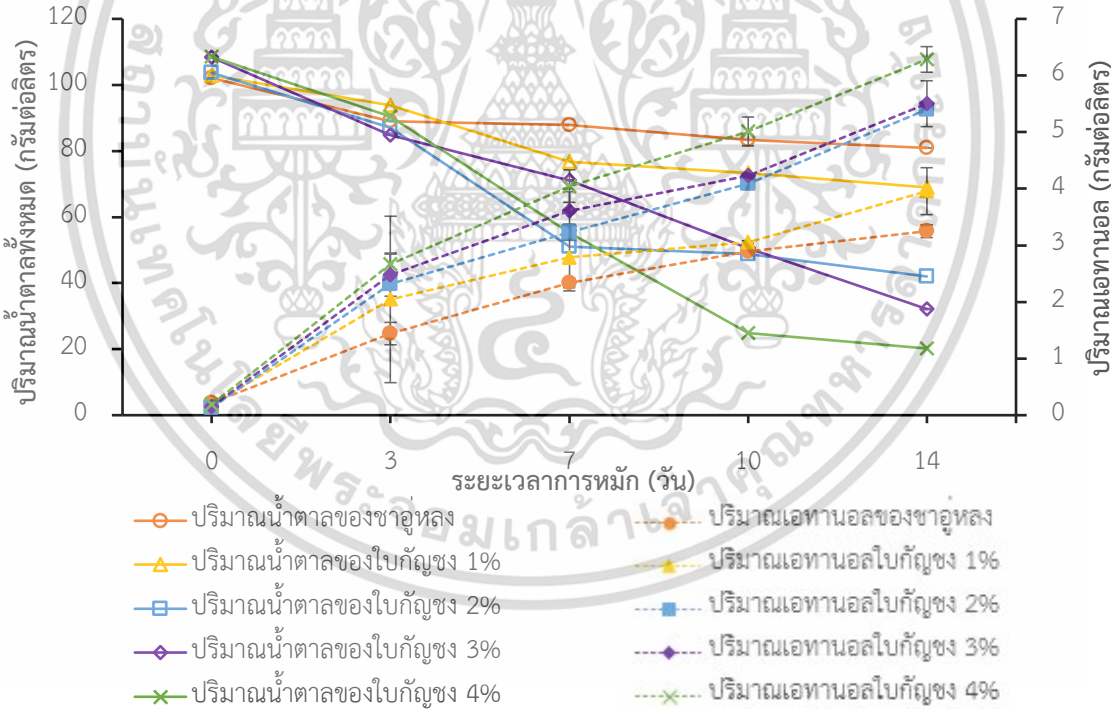
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ปริมาณเอทานอลของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ปริมาณเอทานอล (ร้อยละ) ร้อยละของใบกัญชง (น้ำหนักต่อปริมาตร)				
	ชาอู่หลง ร้อยละ 1	1	2	3	4
0	$0.21\pm0.02^{A,e}$	$0.19\pm0.07^{AB,c}$	$0.13\pm0.03^{B,e}$	$0.15\pm0.03^{AB,e}$	$0.19\pm0.01^{AB,e}$
3	$1.44\pm0.20^{A,d}$	$2.05\pm1.47^{A,b}$	$2.32\pm0.22^{A,d}$	$2.47\pm0.38^{A,d}$	$2.66\pm0.20^{A,d}$
7	$2.34\pm0.09^{D,c}$	$2.79\pm0.59^{CD,ab}$	$3.24\pm0.12^{BC,c}$	$3.61\pm0.35^{AB,c}$	$4.05\pm0.29^{A,c}$
10	$2.89\pm0.04^{C,b}$	$3.06\pm0.02^{C,ab}$	$4.09\pm0.01^{B,b}$	$4.23\pm0.04^{B,b}$	$5.01\pm0.25^{A,b}$
14	$3.25\pm0.11^{D,a}$	$3.96\pm0.40^{C,a}$	$5.40\pm0.38^{B,a}$	$5.50\pm0.40^{B,a}$	$6.28\pm0.23^{A,a}$

หมายเหตุ

- แสดงปริมาณเอทานอลทั้งหมดในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ^{abcde} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณเอทานอลของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 แสดงดังตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.3 พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของคอมบูชามีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก ในวันที่ 10 ของการหมักคอมบูชาจากชาอู่หลงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุดเท่ากับ 626.16±0.26 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 7 ของการหมักคอมบูชาจากใบกัญชงความเข้มข้นร้อยละ 3 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 222.56±0.04 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร คอมบูชาจากใบกัญชงความเข้มข้นร้อยละ 4 เท่ากับ 227.30±0.16 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร คอมบูชาจากใบกัญชงความเข้มข้นร้อยละ 2 เท่ากับ 221.79±0.06 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร และคอมบูชาจากใบกัญชงความเข้มข้นร้อยละ 1 เท่ากับ 141.59±0.01 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (μgGAE/mL)				
	ร้อยละของใบกัญชง (น้ำหนักต่อปริมาตร)				
	ชาอู่หลง ร้อยละ 1	1	2	3	4
0	382.36±0.09^{A,b}	112.32±0.03^{C,c}	133.75±0.03^{C,c}	180.29±0.06^{B,b}	184.40±0.06^{B,a}
3	623.70±0.39^{A,a}	117.17±0.12^{C,bc}	176.01±0.21^{BC,b}	221.64±0.13^{B,a}	185.94±0.24^{BC,a}
7	625.74±0.06^{A,a}	141.59±0.01^{C,a}	221.79±0.06^{B,a}	222.56±0.04^{B,a}	222.30±0.16^{B,a}
10	626.16±0.26^{A,a}	140.41±0.02^{C,a}	204.86±0.02^{BC,ab}	221.40±0.03^{B,a}	208.47±0.25^{B,a}
14	578.50±0.02^{A,a}	137.26±0.02^{C,ab}	202.30±0.03^{B,ab}	214.07±0.07^{B,a}	208.89±0.14^{B,a}

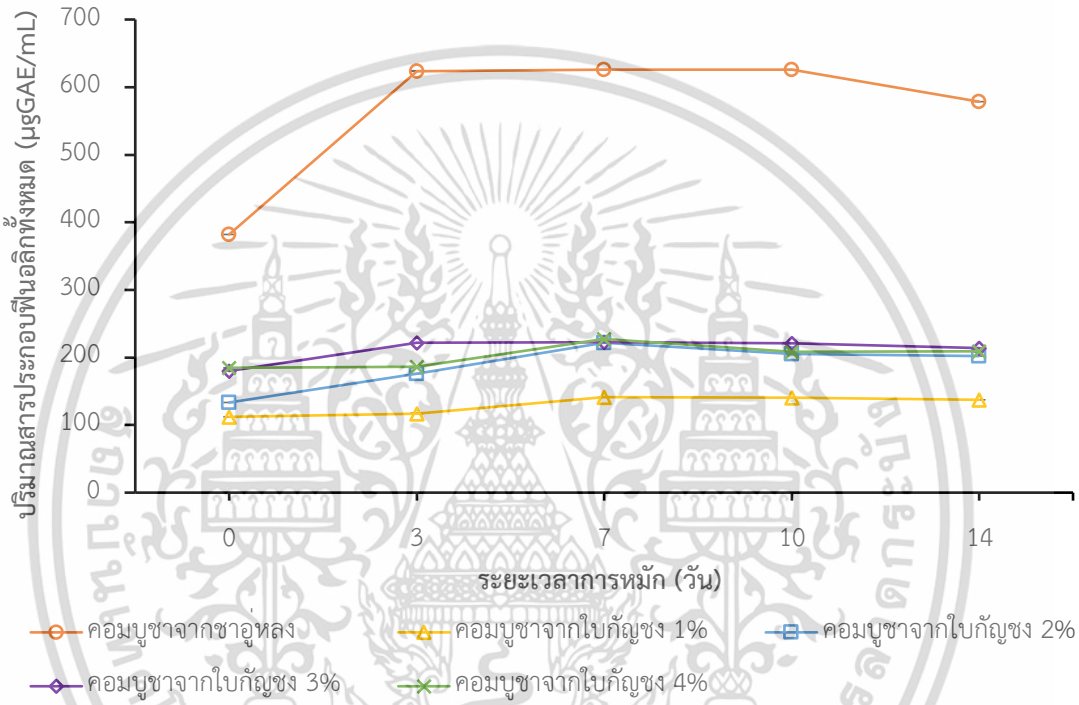
หมายเหตุ

- แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABC} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ^{abc} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากการศึกษาของ Keawkod *et al*., (2019) ได้ทำการศึกษาทางเคมีและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชาจากใบชา 3 ชนิด คือ ชาดำ ชาเขียวและชาอู่หลง ระยะเวลาในการหมัก 15 วัน พบว่าในวันที่ 3 ของการหมัก คอมบูชาจากชาอู่หลงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้นสูงมากที่สุดเท่ากับ 1.248 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือ คอมบูชาจากชาเขียว เท่ากับ 1.011 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร และคอมบูชาจากชาดำเท่ากับ 0.455 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เนื่องจากชาอู่หลงมีสารสำคัญจากกรรมวิธีการผลิตแบบกึ่งหมัก คือ Oolong Tea polymerized polyphenols (OTPPs) ซึ่งสามารถพบได้ในชาอู่หลงมากกว่าชาเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และชาดำนอกเหนือจากสารคาเฟอีนและสารคาเทชิน สาร OTPPs เป็นสารกลุ่มโพลีฟีนอลที่เกิดการเปลี่ยนแปลงจากสารกลุ่มคาเทชิน มีสารกลุ่มทีเอฟลาวิน สารทีอะรูบิจิน สารอู่หลงโฮโมบิสฟลาวิน เอ และบี สาร OTPPs สามารถควบคุมระดับไขมันในร่างกาย ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไลเปสในการดูดซึมไขมันที่ลำไส้เล็ก ซึ่งชาอู่หลงสามารถเพิ่มอัตราการเผาผลาญพลังงานได้ดีกว่าชาเขียวถึง 2 เท่า (He *et al*., 2009) กัญชงอุดมไปด้วยสารประกอบฟีนอลิก เรียกว่า phenylpropanoids ยิ่งความเข้มข้นของกัญชงสูงยิ่งมีสารประกอบฟีนอลิกสูงซึ่งสารประกอบฟีนอลิกช่วยป้องกันภาวะของร่างกายที่มีสารอนุมูลอิสระสูงมากจนเกินสมดุล (Baron *et al*., 2018)



รูปที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

4.1.6 การวิเคราะห์กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

การวิเคราะห์กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระจากคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 พบว่ามีค่าการดักจับอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นในช่วง 3-10 วันของการหมัก ซึ่งวันที่ 7 ของการหมัก คอมบูชาจากชาอู่หลงมีค่าการดักจับอนุมูลอิสระสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 95.91±0.25 รองลงมาคือ คอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3 มีค่าการดักจับอนุมูลอิสระสูงเท่ากับร้อยละ 96.64±0.24 คอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 2 มีค่าการดักจับอนุมูลอิสระสูงเท่ากับร้อยละ 96.58±1.68 คอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 4 มีค่าการดักจับอนุมูลอิสระสูงเท่ากับร้อยละ 96.34±0.33 และคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1 มีค่าการดักจับอนุมูลอิสระต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 94.91±0.45 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.4 การต้านอนุมูลอิสระที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการหมักเกิดจากเชื้อแบคทีเรียและเชื้อยีสต์ สามารถผลิตเอนไซม์ทำให้เปลี่ยนโครงสร้างหรือย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเลกุลของสารประกอบโพลีฟีนอลให้มีขนาดเล็กลงหรือเกิดเป็นโครงสร้างใหม่และการหมักคอมบูชามีการผลิตสารประกอบอินทรีย์จำพวกกรดแอสคอบิกซึ่งเป็นสารที่จัดอยู่ในกลุ่มสารต้านอนุมูลอิสระทำให้ผลิตภัณฑ์คอมบูชามีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น (Jayabalan *et al*., 2008) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Haslam *et al*., (2003) ที่นำชาอู่หลงมาใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักคอมบูชา พบว่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH มีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยมีปริมาณเพิ่มขึ้นตั้งแต่วันแรกและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงวันที่ 5 ของการหมัก ซึ่งมีปริมาณมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับคอมบูชาที่ใช้พืชชนิดอื่นเป็นวัตถุดิบ ค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชามีปริมาณสูงขึ้นตามระยะเวลาการหมัก อาจเนื่องจากกระบวนการหมักคอมบูชามีการผลิตสารต้านอนุมูลอิสระจากเชื้อแบคทีเรียอะซิติกร่วมกับยีสต์

ตารางที่ 4.6 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (ร้อยละ)				
	ร้อยละของใบกัญชง (น้ำหนักต่อปริมาตร)				
	ใบชาอู่หลง ร้อยละ 1	1	2	3	4
0	79.28±2.70^{A,b}	69.61±4.74^{B,c}	42.60±6.29^{B,d}	32.78±4.49^{B,d}	32.22±8.23^{A,a}
3	95.30±1.75^{A,a}	92.18±6.15^{C,b}	89.75±8.13^{BC,c}	92.87±0.18^{B,c}	94.63±0.47^{B,b}
7	95.91±0.25^{A,a}	94.91±0.45^{D,a}	96.58±1.68^{CD,b}	96.64±0.24^{C,bc}	96.34±0.33^{B,a}
10	95.98±1.26^{A,a}	94.92±1.67^{D,a}	96.42±1.61^{C,b}	96.06±0.82^{C,b}	95.26±0.34^{B,a}
14	95.42±0.24^{A,a}	94.44±0.38^{D,a}	96.09±0.99^{B,a}	95.57±0.14^{BC,a}	94.36±0.24^{C,a}

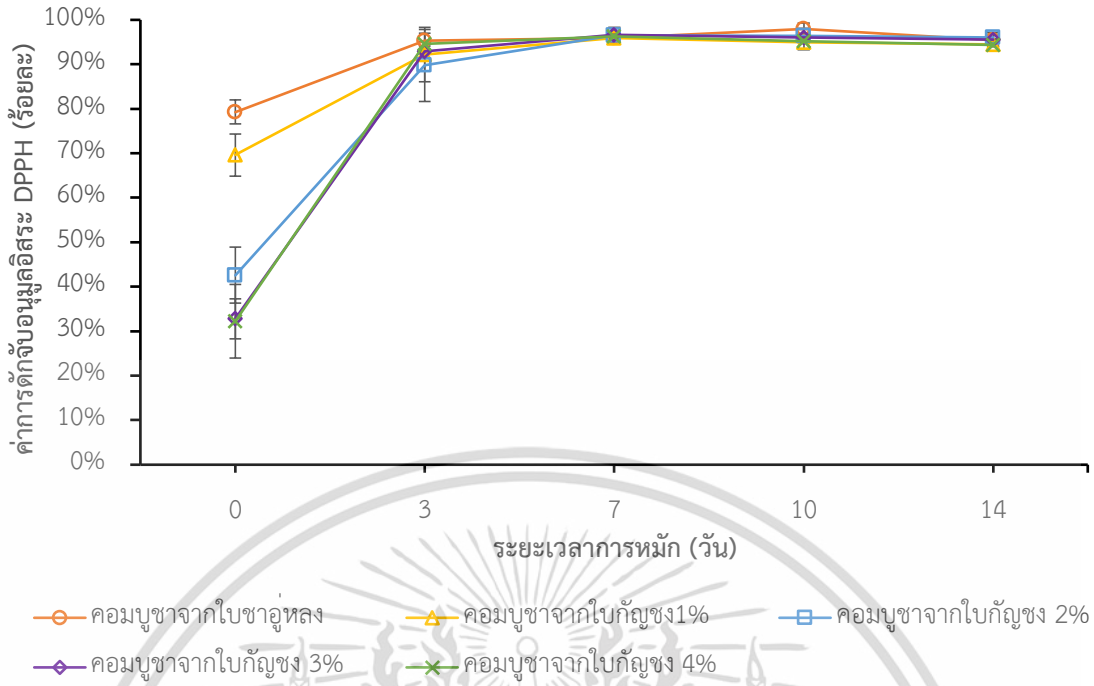
หมายเหตุ

- แสดงปริมาณกิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

- ^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

- ^{abcde} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงค่าการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

4.1.7 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ในกระบวนการหมัก

4.1.7.1 ปริมาณเชื้อยีสต์และแบคทีเรียเริ่มต้นในการหมักคอมบูชา

ในการหมักคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1 2 3 และ 4 ด้วยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces boulardii* ร้อยละ 7 โดยปริมาตร และเชื้อแบคทีเรียอะซิติก *Acetobacter pasteurianus* AJ605 ร้อยละ 3 โดยปริมาตร ที่เพาะเลี้ยงจากหัวข้อ 3.2.1 มาทำการนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นด้วยวิธี Spread plate technique พบว่าปริมาณเชื้อยีสต์และเชื้อแบคทีเรียเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 8.21±0.02 และ 8.54±0.01 LogCFU/mL

4.1.7.2 การเปลี่ยนแปลงยีสต์และแบคทีเรียอะซิติกในระหว่างกระบวนการหมัก

จากการนำคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1 2 3 และ 4 มาทำการตรวจนับปริมาณเชื้อยีสต์และแบคทีเรียอะซิติกด้วยวิธี Spread plate technique พบว่าเมื่อเติมหัวเชื้อ (วันแรกของกระบวนการหมัก) คอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อย 1 2 3 และ 4 มีปริมาณเชื้อยีสต์ 5.98-6.27 LogCFU/mL และมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียอะซิติก 6.49-6.59 LogCFU/mL หลังจากทำการหมักเป็นระยะเวลา 3 วัน คอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงมีปริมาณเชื้อยีสต์เพิ่มขึ้นสูงที่สุดเท่ากับ 6.80-7.09 LogCFU/mL หลังจากนั้นจะลดลงจนสิ้นสุดกระบวนการหมัก แสดงดังตารางที่ 4.7 รูปที่ 4.5

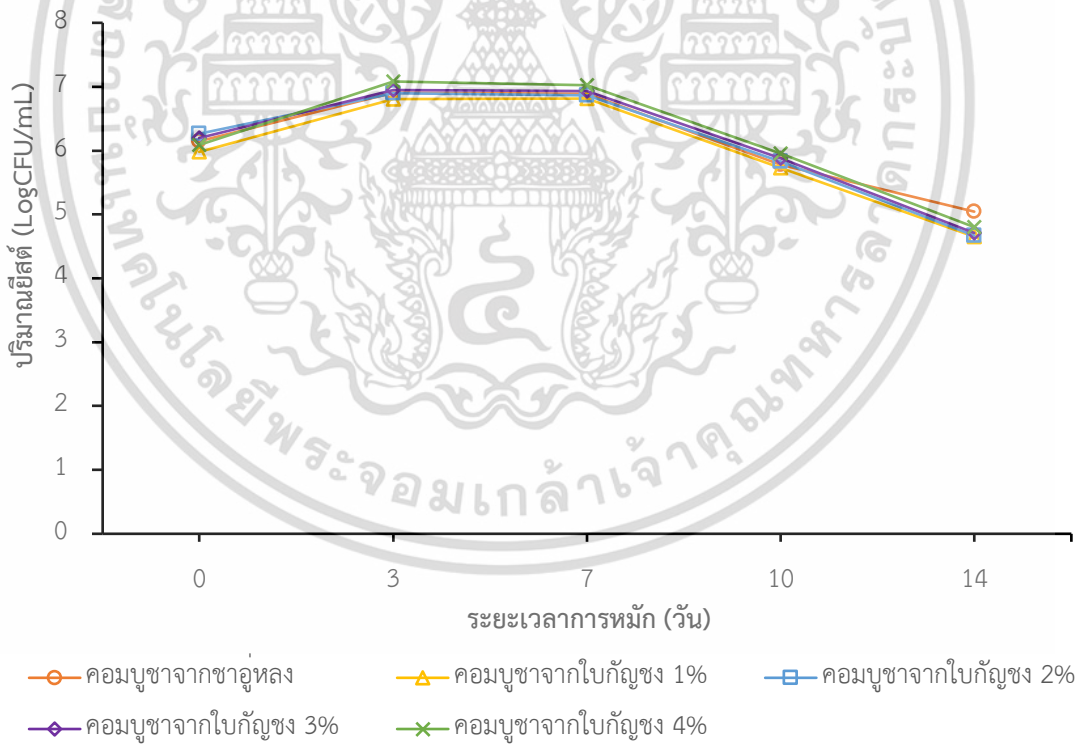
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ปริมาณเชื้อยีสต์ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ปริมาณยีสต์ในคอมบูชา (LogCFU/mL) ร้อยละของใบกัญชง (น้ำหนักต่อปริมาตร)				
	ชาอู่หลง ร้อยละ 1	1	2	3	4
0	$6.15\pm0.03^{AB,c}$	$5.98\pm0.03^{A,c}$	$6.27\pm0.04^{AB,c}$	$6.20\pm0.03^{B,c}$	$6.09\pm0.12^{C,c}$
3	$6.91\pm0.04^{BC,a}$	$6.80\pm0.08^{A,a}$	$6.90\pm0.06^{B,a}$	$6.95\pm0.03^{BC,a}$	$7.09\pm0.03^{C,a}$
7	$6.89\pm0.06^{B,b}$	$6.82\pm0.08^{A,b}$	$6.86\pm0.07^{B,b}$	$6.94\pm0.07^{B,b}$	$7.03\pm0.07^{B,b}$
10	$5.78\pm0.08^{BC,d}$	$5.73\pm0.08^{A,d}$	$5.83\pm0.04^{AB,d}$	$5.88\pm0.08^{AB,d}$	$5.96\pm0.04^{B,d}$
14	$5.05\pm0.06^{A,e}$	$4.65\pm0.06^{A,e}$	$4.67\pm0.05^{AB,e}$	$4.71\pm0.06^{B,e}$	$4.80\pm0.06^{B,e}$

หมายเหตุ

- แสดงปริมาณยีสต์ในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABC} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ^{abcde} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณเชื้อแบคทีเรียอะซิติกมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นในกระบวนการหมัก 10 วัน โดยมีปริมาณ 7.78-7.87 LogCFU/mL และค่อยๆลดลงจนสิ้นสุดกระบวนการหมัก แสดงดังตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.6 เนื่องจากปริมาณที่สูงขึ้นของเอทานอลและกรดอินทรีย์ที่อยู่ในคอมบูชาส่งผลให้สภาวะในกระบวนการหมักมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียอะซิติก ขณะเดียวกันปริมาณน้ำตาลในกระบวนการหมักลดลงส่งผลให้เชื้อยีสต์มีอัตราการเจริญเติบโตลดลงเช่นเดียวกันและพบว่าปริมาณของแบคทีเรียอะซิติกมีปริมาณสูงกว่ายีสต์ตลอดระยะเวลาการหมัก สอดคล้องกับการศึกษาของ Watawana *et al*., (2018) ได้ทำการศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในคอมบูชาจากชาดำ ชาเขียว และชาอู่หลง ซึ่งตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ทุกๆวันเป็นระยะเวลา 10 วัน พบว่าปริมาณเชื้อแบคทีเรียอะซิติกสูงกว่าเชื้อยีสต์

ตารางที่ 4.8 ปริมาณแบคทีเรียอะซิติกของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ปริมาณแบคทีเรียในคอมบูชา (LogCFU/mL) ร้อยละของใบกัญชง (น้ำหนักต่อปริมาตร)				
	ชาอู่หลง ร้อยละ 1	1	2	3	4
0	$6.50\pm0.03^{B,d}$	$6.49\pm0.03^{A,d}$	$6.55\pm0.06^{A,d}$	$6.57\pm0.05^{A,d}$	$6.59\pm0.05^{A,d}$
3	$6.71\pm0.05^{AB,c}$	$6.77\pm0.04^{A,c}$	$6.67\pm0.05^{B,c}$	$6.73\pm0.05^{AB,c}$	$6.71\pm0.05^{AB,c}$
7	$7.50\pm0.05^{A,ab}$	$7.51\pm0.06^{A,ab}$	$7.58\pm0.00^{A,ab}$	$7.59\pm0.05^{A,ab}$	$7.61\pm0.05^{A,ab}$
10	$7.78\pm0.02^{B,a}$	$7.81\pm0.01^{B,a}$	$7.81\pm0.04^{B,a}$	$7.86\pm0.03^{A,a}$	$7.87\pm0.01^{A,a}$
14	$7.28\pm0.03^{A,b}$	$7.11\pm0.03^{AB,b}$	$7.14\pm0.01^{AB,b}$	$7.09\pm0.02^{B,b}$	$7.10\pm0.03^{B,b}$

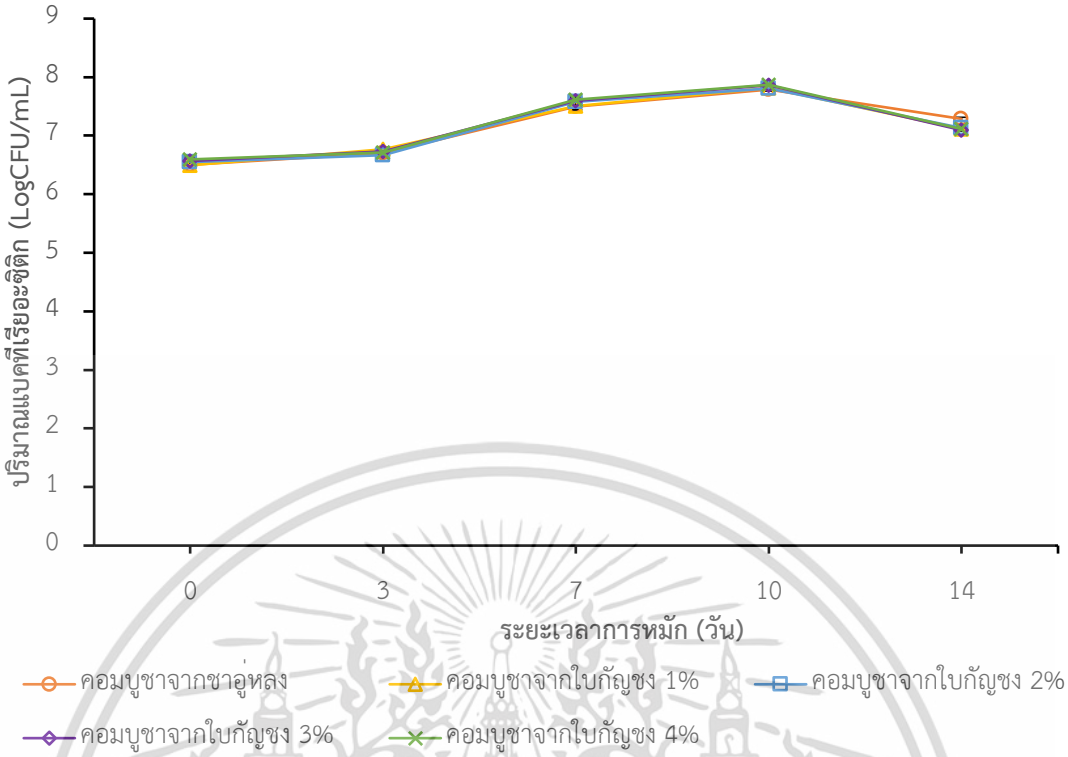
หมายเหตุ

- แสดงปริมาณแบคทีเรียอะซิติกในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

- ^{ABC} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

- ^{abcd} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียอะซิติกของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

4.1.8 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

4.1.8.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง

จากการศึกษาคุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางจุลินทรีย์ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1 2 3 และ 4 ที่หมักเป็นระยะเวลา 14 วัน ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้การทดสอบความชอบแบบ 9-point hedonic scale ในการประเมินคุณภาพจะให้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบ (1-9 คะแนน) ในด้านความใส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1 2 3 และ 4 ระยะเวลาการหมัก 7 10 และ 14 วัน โดยกำหนดให้ 1 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด, 2 คะแนน หมายถึงไม่ชอบมาก 3 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง 4 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย 5 คะแนน หมายถึง เฉยๆ 6 คะแนน หมายถึง ชอบเล็กน้อย 7 คะแนน หมายถึง ชอบปานกลาง 8 คะแนน หมายถึง ชอบมาก 9 คะแนน หมายถึง ชอบมากที่สุด ก่อนทำการทดสอบตัวอย่างและทดสอบตัวอย่างถัดไปจะให้ผู้ทดสอบชิมดื่มน้ำเปล่าเพื่อล้างรสชาติทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.8.1.1 ความใส

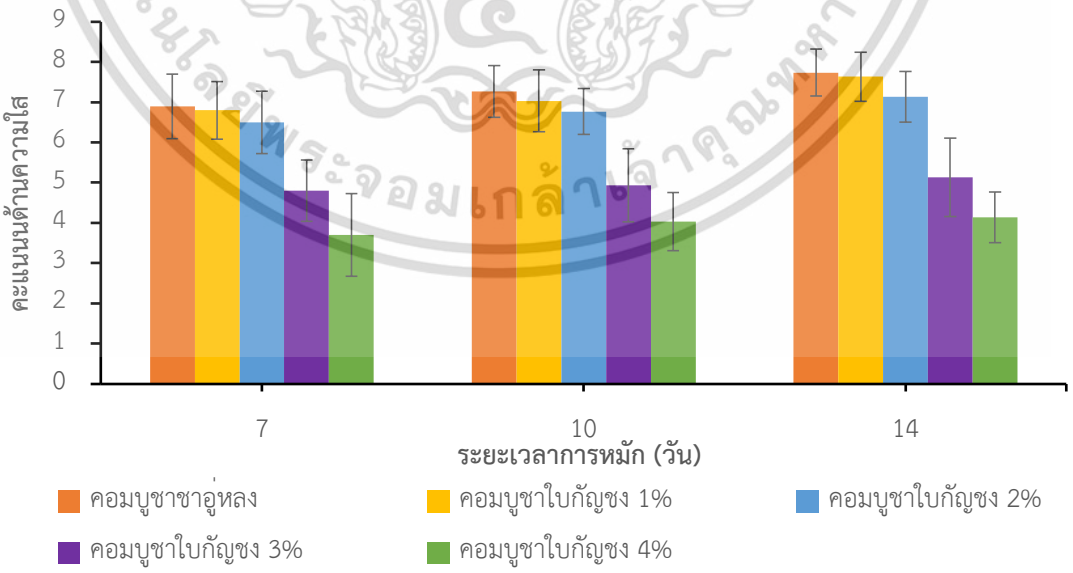
จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความใสของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1 2 3 และ 4 เมื่อพิจารณาคะแนนด้านความใสพบว่า ในวันสุดท้ายของกระบวนการหมัก คอมบูชาจากชาอู่หลงมีความใสมากที่สุดได้คะแนนด้านความใสเท่ากับ 7.73±0.58 คะแนน รองลงมาคือคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1 2 3 และ 4 ได้คะแนนด้านความใสเท่ากับ 7.63±0.61 7.13±0.63 5.13±0.97 และ 4.13±0.63 คะแนน ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.7

ตารางที่ 4.9 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใสของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 10 และ 14 วัน

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใส ร้อยละของใบกัญชง (น้ำหนักต่อปริมาตร)				
	ชาอู่หลง ร้อยละ 1	1	2	3	4
7	$6.90\pm0.80^{A,c}$	$6.80\pm0.71^{A,b}$	$6.50\pm0.78^{A,b}$	$4.80\pm0.76^{B,a}$	$3.70\pm1.02^{C,a}$
10	$7.27\pm0.64^{A,b}$	$7.03\pm0.76^{AB,b}$	$6.77\pm0.57^{B,b}$	$4.93\pm0.91^{C,a}$	$4.03\pm0.72^{D,a}$
14	$7.73\pm0.58^{A,a}$	$7.63\pm0.61^{A,a}$	$7.13\pm0.63^{B,a}$	$5.13\pm0.97^{C,a}$	$4.13\pm0.63^{D,a}$

หมายเหตุ

- แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใสในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ^{abc} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.7 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใสของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 10 และ 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.8.1.2 ด้านสี

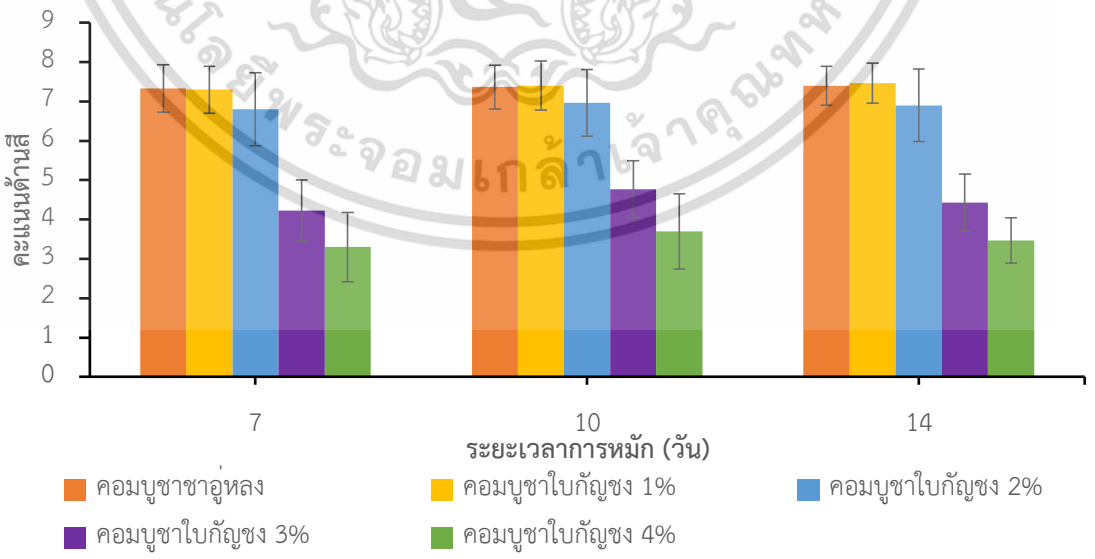
จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสีของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1 2 3 และ 4 พบว่าในวันที่ 14 ของการหมัก คอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1 ได้คะแนนด้านสีสูงที่สุดเท่ากับ 7.47±0.51 คะแนน รองลงมาคือคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 2 3 และ 4 ได้คะแนนด้านสีเท่ากับ 7.40±0.50 6.90±0.92 4.43±0.73 และ 3.47±0.57 คะแนน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงความเข้มข้นต่างๆ มีคะแนนด้านสีแตกต่างกันทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 4.10 และรูปที่ 4.8

ตารางที่ 4.10 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 10 และ 14 วัน

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ร้อยละของใบกัญชง (น้ำหนักต่อปริมาตร)				
	ชาอู่หลง ร้อยละ 1	1	2	3	4
7	7.33±0.61^{A,a}	7.30±0.60^{A,a}	6.80±0.92^{B,a}	4.23±0.77^{C,b}	3.30±0.88^{D,a}
10	7.37±0.56^{A,a}	7.40±0.62^{A,a}	6.97±0.85^{B,a}	4.77±0.73^{C,a}	3.70±0.95^{D,a}
14	7.40±0.50^{A,a}	7.47±0.51^{A,a}	6.90±0.92^{B,a}	4.43±0.73^{C,ab}	3.47±0.57^{D,a}

หมายเหตุ

- แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ^{ab} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.8 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 10 และ 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.8.1.3 ด้านกลิ่น

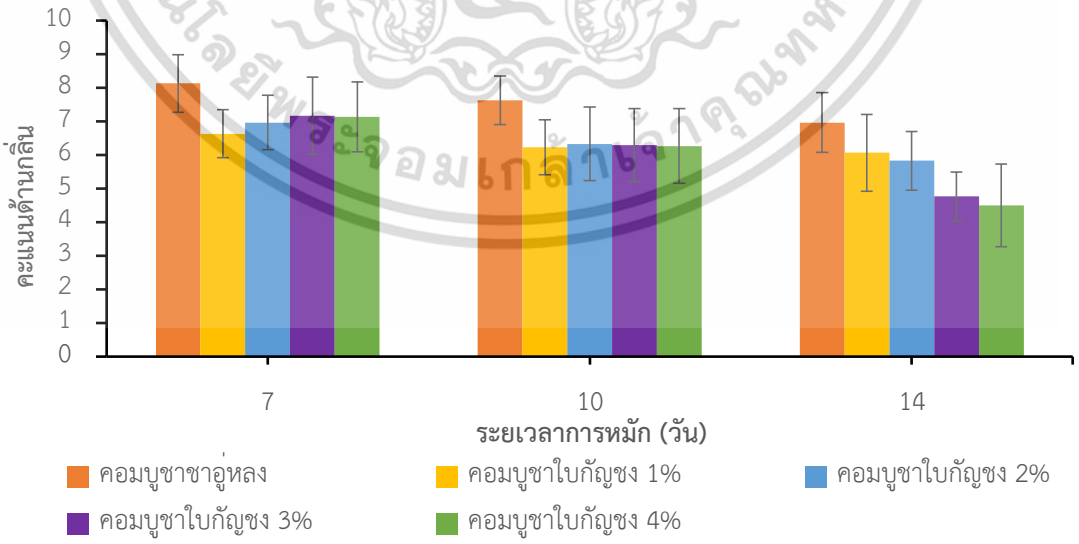
จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1 2 3 และ 4 พบว่าในวันที่ 7 ของการหมัก คอมบูชาจากชาอู่หลงได้คะแนนด้านกลิ่นสูงที่สุดเท่ากับ 8.13±0.86 คะแนน รองลงมาคือคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3 4 2 และ 1 ได้คะแนนด้านกลิ่นเท่ากับ 7.17±1.15 7.13±1.04 6.97±0.81 และ 6.63±0.72 คะแนน ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาการหมักนานขึ้น คอมบูชามีคะแนนด้านกลิ่นลดลงเนื่องจากมีกลิ่นหมักมากขึ้น วันที่ 14 คอมบูชาจากชาอู่หลงมีคะแนนด้านกลิ่นสูงสุด 6.97±0.89 รองลงมาเป็นคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.11 และรูปที่ 4.9

ตารางที่ 4.11 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 10 และ 14 วัน

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น ร้อยละของใบกัญชง (น้ำหนักต่อปริมาตร)				
	ชาอู่หลง ร้อยละ 1	1	2	3	4
7	$8.13\pm0.86^{A,a}$	$6.63\pm0.72^{C,a}$	$6.97\pm0.81^{BC,a}$	$7.17\pm1.15^{B,a}$	$7.13\pm1.04^{B,a}$
10	$7.63\pm0.72^{A,b}$	$6.23\pm0.82^{B,ab}$	$6.33\pm1.09^{B,b}$	$6.30\pm1.09^{B,b}$	$6.27\pm1.11^{B,b}$
14	$6.97\pm0.89^{A,c}$	$6.07\pm1.14^{B,b}$	$5.83\pm0.87^{B,c}$	$4.77\pm0.73^{C,c}$	$4.50\pm1.22^{C,c}$

หมายเหตุ

- แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ^{abc} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.9 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 10 และ 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.8.1.4 ด้านรสชาติ

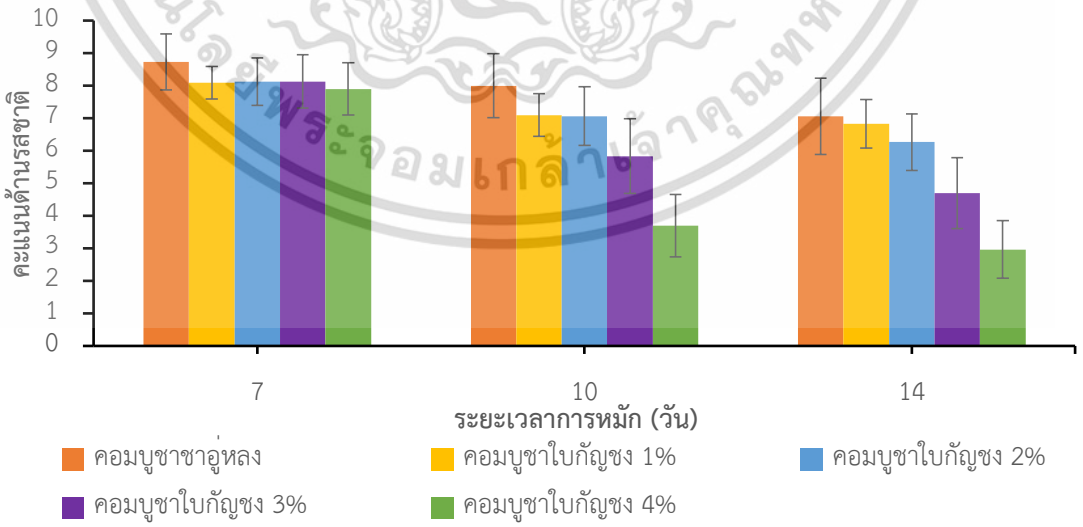
จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1 2 3 และ 4 พบว่าในวันที่ 7 ของการหมักคอมบูชาชาอู่หลงได้คะแนนด้านรสชาติสูงที่สุดเท่ากับ 8.73±0.86 คะแนน รองลงมาคือคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3 2 1 และ 4 ได้คะแนนด้านรสชาติเท่ากับ 8.13±0.82 8.13±0.73 8.10±0.50 และ 7.90±0.80 คะแนน ตามลำดับ เมื่อหมักนานขึ้นคอมบูชามีคะแนนด้านรสชาติลดลง เนื่องจากมีกลิ่นหมักและรสเปรี้ยวมากขึ้น วันที่ 14 คอมบูชาจากชาอู่หลงมีคะแนนด้านรสชาติสูงสุด 7.07±1.17 รองลงมาเป็นคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.12 และรูปที่ 4.10

ตารางที่ 4.12 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 10 และ 14 วัน

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ ร้อยละของใบกัญชง (น้ำหนักต่อปริมาตร)				
	ชาอู่หลง ร้อยละ 1	1	2	3	4
7	$8.73\pm0.86^{AB,a}$	$8.10\pm0.50^{A,a}$	$8.13\pm0.73^{AB,a}$	$8.13\pm0.82^{AB,a}$	$7.90\pm0.80^{B,a}$
10	$8.00\pm0.98^{A,a}$	$7.10\pm0.66^{B,b}$	$7.07\pm0.91^{B,b}$	$5.83\pm1.15^{C,b}$	$3.70\pm0.95^{D,b}$
14	$7.07\pm1.17^{A,b}$	$6.83\pm0.75^{A,b}$	$6.27\pm0.87^{B,c}$	$4.70\pm1.09^{C,c}$	$2.97\pm0.89^{D,c}$

หมายเหตุ

- แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ^{abc} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.10 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 10 และ 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.8.1.5 ด้านความชอบโดยรวม

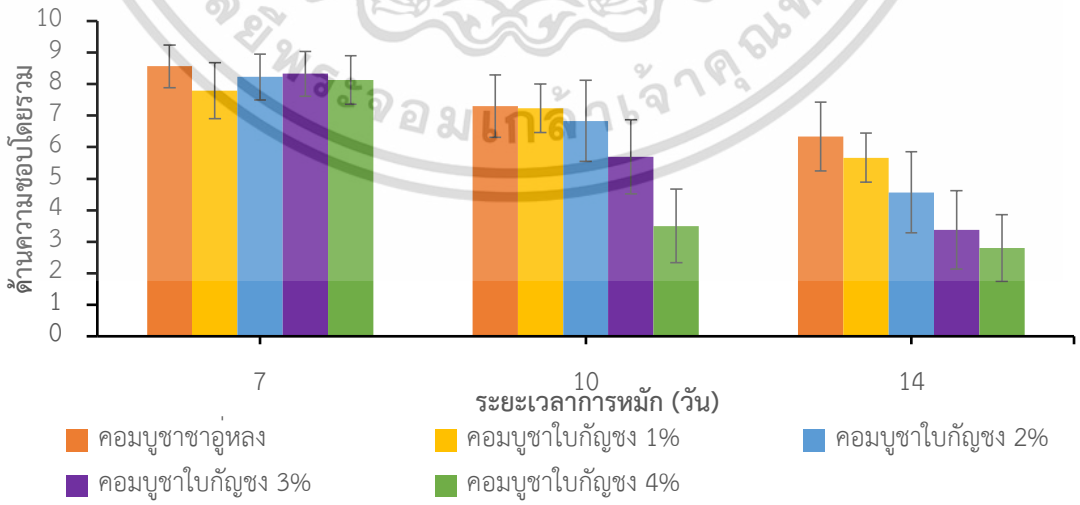
จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบโดยรวมของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1 2 3 และ 4 พบว่าในวันที่ 7 ของการหมักคอมบูชาจากชาอู่หลงได้คะแนนด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุดเท่ากับ 8.57±0.68 คะแนน รองลงมาคือ คอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3 2 4 และ 1 ได้คะแนนด้านความชอบโดยรวมเท่ากับ 8.33±0.71 8.23±0.73 8.13±0.78 และ 7.80±0.89 คะแนน ตามลำดับ เมื่อหมักนานขึ้นคอมบูชามีคะแนนด้านความชอบโดยรวมลดลงสัมพันธ์กับคะแนนด้านรสชาติ คอมบูชาจากชาอู่หลงมีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด รองลงมาเป็นคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.13 และรูปที่ 4.11

ตารางที่ 4.13 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 10 และ 14 วัน

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม ร้อยละของใบกัญชง (น้ำหนักต่อปริมาตร)				
	ชาอู่หลง ร้อยละ 1	1	2	3	4
7	$8.57\pm0.68^{A,a}$	$7.80\pm0.89^{C,a}$	$8.23\pm0.73^{AB,a}$	$8.33\pm0.71^{AB,a}$	$8.13\pm0.78^{BC,a}$
10	$7.30\pm0.99^{A,b}$	$7.23\pm0.77^{A,b}$	$6.83\pm1.29^{A,b}$	$5.70\pm1.18^{B,b}$	$3.50\pm1.17^{C,b}$
14	$6.33\pm1.09^{B,c}$	$5.67\pm0.77^{A,b}$	$4.57\pm1.29^{AB,b}$	$3.37\pm1.25^{C,c}$	$2.80\pm1.06^{D,c}$

หมายเหตุ

- แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ^{abc} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.11 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 10 และ 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.8.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3 ที่ปรับปรุงรสชาติในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

หลังจากทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1 2 3 และ 4 ระยะเวลาการหมัก 7 10 และ 14 วัน พบว่าคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3 ที่หมักเป็นระยะเวลา 7 วัน มีปริมาณกรดทั้งหมดสูงและมีฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูง รวมทั้งได้คะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด ดังนั้นจึงเลือกคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3 หมักเป็นระยะเวลา 7 วัน ทำการปรับปรุงรสชาติด้วยการผสมน้ำกัญชงหวาน โดยกำหนดอัตราส่วนเป็นน้ำกัญชงหวานต่อคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3 ดังนี้ 1:2, 1:1 และ 3:2 โดยปริมาตร เช่นเดียวกับคอมบูชาจากชาอู่หลงซึ่งใช้เป็นชุดควบคุม โดยกำหนดอัตราส่วนเป็นน้ำชาอู่หลงหวานต่อคอมบูชาจากชาอู่หลง ดังนี้ 1:2, 1:1 และ 3:2 โดยปริมาตร นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมและนำไปศึกษาอายุการเก็บรักษาต่อไป ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า

4.1.8.2.1 ความใส

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความใสของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง เมื่อพิจารณาคะแนนด้านความใสพบว่าคอมบูชาจากชาอู่หลงหลังปรับปรุงรสชาติด้วยอัตราส่วน 3:2 ได้คะแนนด้านความใสสูงที่สุดเท่ากับ 8.07±0.78 คะแนน และคอมบูชาจากใบกัญชงหลังปรับปรุงรสชาติด้วยอัตราส่วน 3:2 ได้คะแนนด้านความใสเท่ากับ 7.03±0.85 คะแนน แสดงดังตารางที่ 4.14 และรูปที่ 4.12

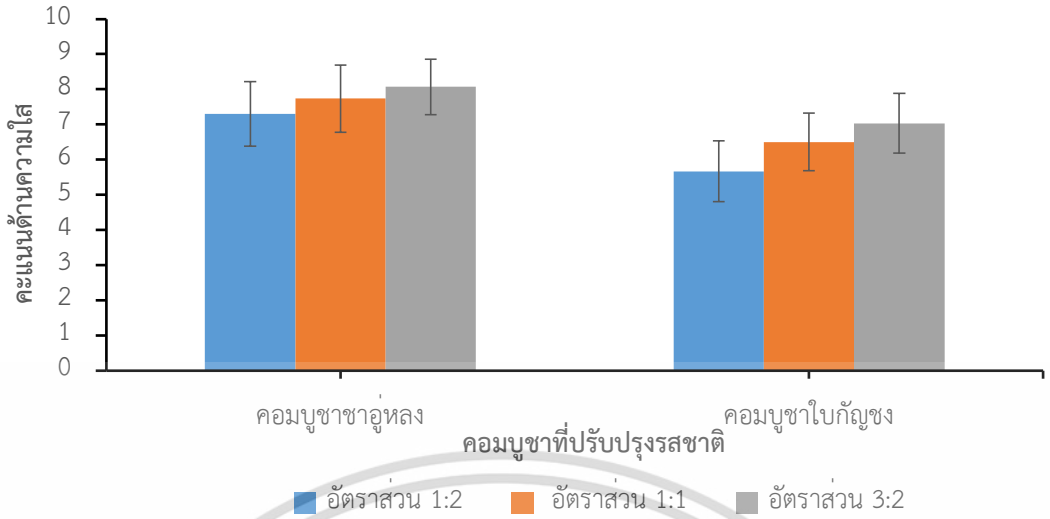
ตารางที่ 4.14 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใสของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

อัตราส่วนของ น้ำชาอู่หลง/น้ำใบกัญชงต่อคอมบูชาจากชาอู่หลง/คอมบูชาจากใบกัญชง	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใส	
	คอมบูชาจากชาอู่หลง	คอมบูชาจากใบกัญชง
1:2	7.30 ± 0.92^{B}	$5.67\pm0.96^{C,*}$
1:1	7.73 ± 0.87^{AB}	$6.50\pm0.82^{B,*}$
3:2	8.07 ± 0.78^{A}	$7.03\pm0.85^{A,*}$

หมายเหตุ

- แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใสในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABC} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- เมื่อพิจารณาในแนวนอน : * : แสดงความแตกต่างกันในแนวนอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อวิเคราะห์ด้วย T-Test
  ns : แสดงความไม่แตกต่างกันในแนวนอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อวิเคราะห์ด้วย T-Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใสของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

4.1.8.2.2 สี

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสีของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง เมื่อพิจารณาคะแนนด้านสีพบว่าคอมบูชาจากชาอู่หลงหลังปรับปรุงรสชาติด้วยอัตราส่วน 1:1 ได้คะแนนด้านสีสูงที่สุดเท่ากับ 7.97±0.96 คะแนน และคอมบูชาจากใบกัญชงหลังปรับปรุงรสชาติด้วยอัตราส่วน 1:1 ได้คะแนนด้านสีสูงสุดเท่ากับ 7.63±1.43 คะแนน สูงกว่าอัตราส่วน 1:2 และ 3:2 แสดงดังตารางที่ 4.15 และรูปที่ 4.13

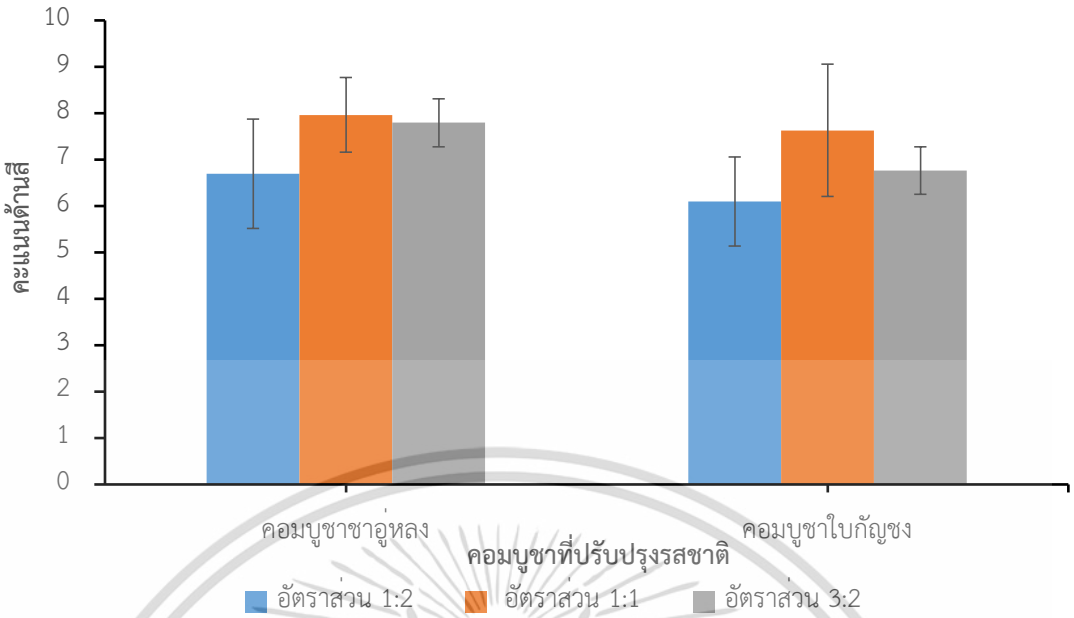
ตารางที่ 4.15 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

อัตราส่วนของ น้ำชาอู่หลง/น้ำใบกัญชงต่อคอมบูชาจาก ชาอู่หลง/คอมบูชาจากใบกัญชง	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี	
	คอมบูชาจาก ชาอู่หลง	คอมบูชาจาก ใบกัญชง
1:2	6.70 ± 1.18^{B}	$6.10\pm0.80^{C,ns}$
1:1	7.97 ± 0.96^{A}	$7.63\pm1.43^{A,ns}$
3:2	7.80 ± 0.76^{A}	$6.77\pm0.86^{B,*}$

หมายเหตุ

- แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABC} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- เมื่อพิจารณาในแนวนอน : * : แสดงความแตกต่างกันในแนวนอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อวิเคราะห์ด้วย T-Test
  ns : แสดงความไม่แตกต่างกันในแนวนอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อวิเคราะห์ด้วย T-Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

4.1.8.2.3 กลิ่น

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง เมื่อพิจารณาคะแนนด้านกลิ่นพบว่าคอมบูชาจากชาอู่หลงหลังปรับปรุงรสชาติด้วยอัตราส่วน 3:2 ได้คะแนนด้านกลิ่นสูงที่สุดเท่ากับ 8.23±0.77 คะแนน และคอมบูชาจากใบกัญชงหลังปรับปรุงรสชาติด้วยอัตราส่วน 1:1 ได้คะแนนด้านกลิ่นสูงที่สุดเท่ากับ 7.67±1.42 คะแนน สูงกว่าคอมบูชาอัตราส่วน 1:2 และ 3:2 แสดงดังตารางที่ 4.16 และรูปที่ 4.14

ตารางที่ 4.16 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

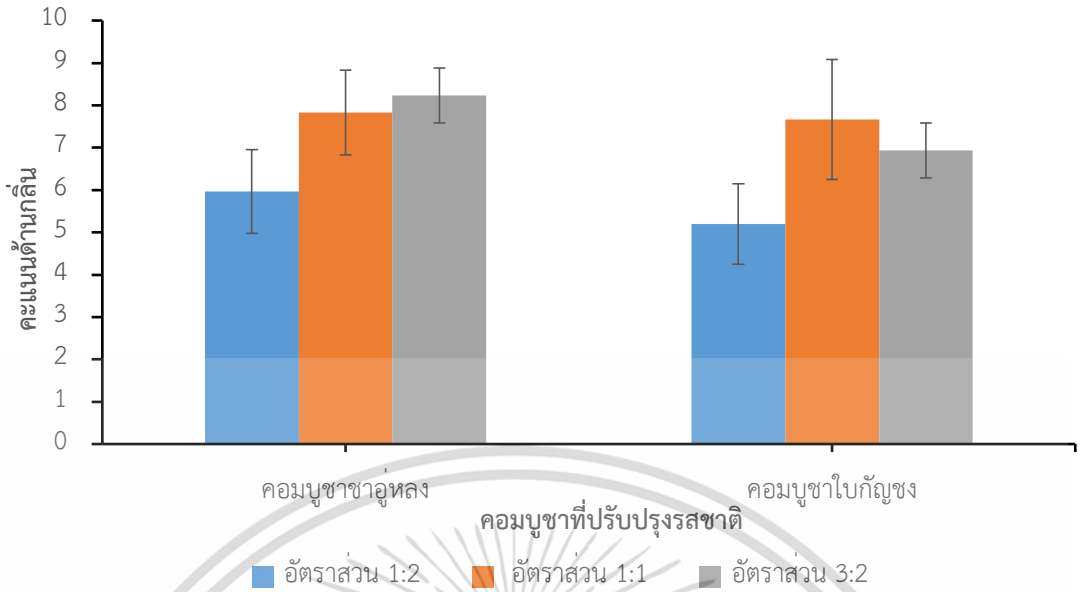
อัตราส่วนของ น้ำชาอู่หลง/น้ำใบกัญชงต่อคอมบูชาจากชาอู่หลง/คอมบูชาจากใบกัญชง	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น	
	คอมบูชาจากชาอู่หลง	คอมบูชาจากใบกัญชง
1:2	5.97 ± 0.99^{B}	$5.20\pm1.00^{C,ns}$
1:1	7.83 ± 0.95^{A}	$7.67\pm1.42^{A,ns}$
3:2	8.23 ± 0.77^{A}	$6.93\pm1.34^{B,*}$

หมายเหตุ

- แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABC} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- เมื่อพิจารณาในแนวนอน : * : แสดงความแตกต่างกันในแนวนอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อวิเคราะห์ด้วย T-Test

ns : แสดงความไม่แตกต่างกันในแนวนอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อวิเคราะห์ด้วย T-Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

4.1.8.2.4 รสชาติ

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง เมื่อพิจารณาคะแนนด้านรสชาติพบว่าคอมบูชาจากชาอู่หลงหลังปรับปรุงรสชาติด้วยอัตราส่วน 1:1 ได้คะแนนด้านรสชาติสูงที่สุดเท่ากับ 8.30±0.84 คะแนน และคอมบูชาจากใบกัญชงหลังปรับปรุงรสชาติด้วยอัตราส่วน 1:1 ได้คะแนนด้านรสชาติสูงที่สุดเท่ากับ 7.90±1.09 คะแนน สูงกว่าคอมบูชาอัตราส่วน 1:2 และ 3:2 แสดงดังตารางที่ 4.17 และรูปที่ 4.15

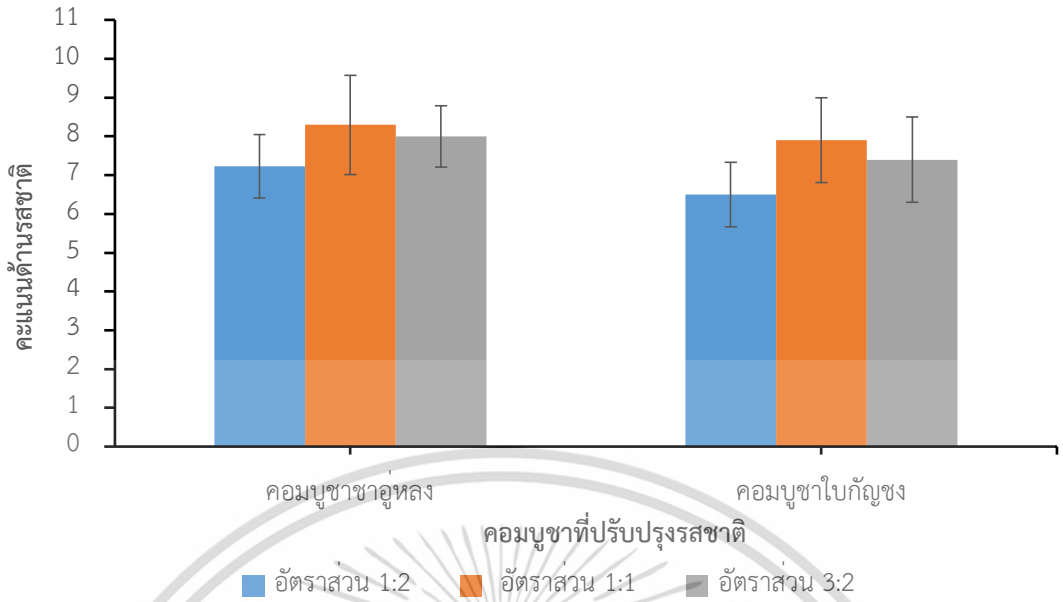
ตารางที่ 4.17 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

อัตราส่วนของ	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ	
น้ำชาอู่หลง/น้ำใบกัญชงต่อคอมบูชาจาก	คอมบูชาจาก	คอมบูชาจาก
ชาอู่หลง/คอมบูชาจากใบกัญชง	ชาอู่หลง	ใบกัญชง
1:2	7.23 ± 0.82^{B}	$6.50\pm1.28^{B,ns}$
1:1	8.30 ± 0.84^{A}	$7.90\pm1.09^{A,ns}$
3:2	8.00 ± 0.79^{A}	$7.40\pm1.10^{A,ns}$

หมายเหตุ

- แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{AB} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- เมื่อพิจารณาในแนวนอน : * : แสดงความแตกต่างกันในแนวนอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อวิเคราะห์ด้วย T-Test
  ns : แสดงความไม่แตกต่างกันในแนวนอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อวิเคราะห์ด้วย T-Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

4.1.8.2.5 ด้านความชอบโดยรวม

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบโดยรวมของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง เมื่อพิจารณาคะแนนด้านความชอบโดยรวมพบว่าคอมบูชาจากชาอู่หลงหลังปรับปรุงรสชาติด้วยอัตราส่วน 1:1 ได้คะแนนด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุดเท่ากับ 8.20±0.92 คะแนน และคอมบูชาจากใบกัญชงหลังปรับปรุงรสชาติด้วยอัตราส่วน 1:1 ได้คะแนนด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุดเท่ากับ 7.87±1.25 คะแนน สูงกว่าคอมบูชาอัตราส่วน 1:2 และ 3:2 แสดงดังตารางที่ 4.18 และรูปที่ 4.1

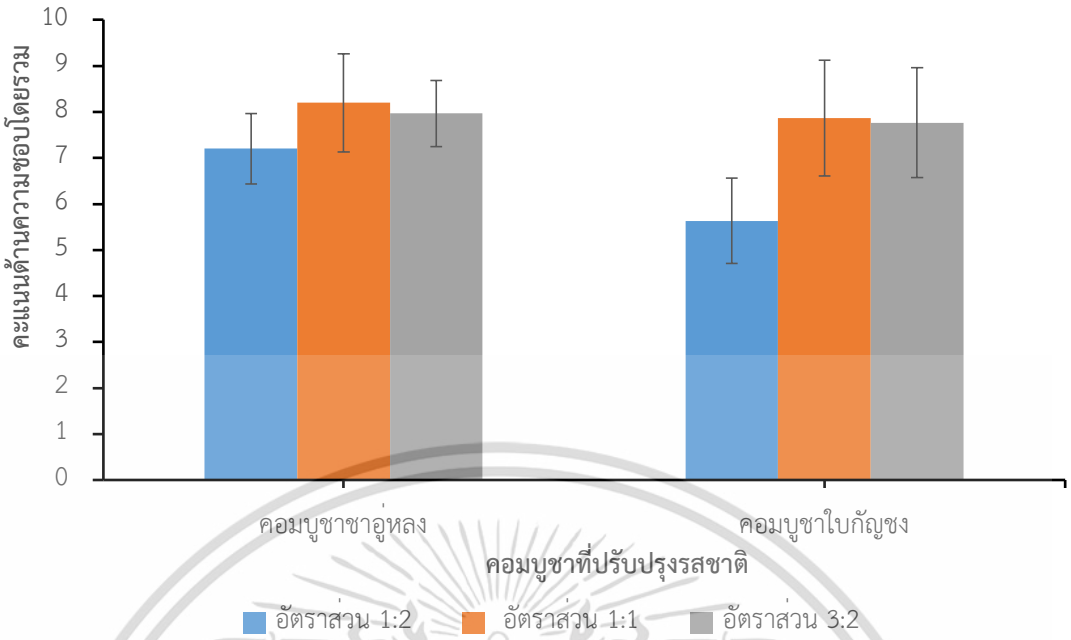
ตารางที่ 4.18 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

อัตราส่วนของ	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม	
น้ำชาอู่หลง/น้ำใบกัญชงต่อคอมบูชาจาก	คอมบูชาจาก	คอมบูชาจาก
ชาอู่หลง/คอมบูชาจากใบกัญชง	ชาอู่หลง	ใบกัญชง
1:2	7.20 ± 0.76^{B}	$5.6.\pm1.07^{B,*}$
1:1	8.20 ± 0.92^{A}	$7.87\pm1.25^{A,ns}$
3:2	7.97 ± 0.72^{A}	$7.77\pm1.19^{A,ns}$

หมายเหตุ

- แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{AB} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- เมื่อพิจารณาในแนวนอน : * : แสดงความแตกต่างกันในแนวนอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อวิเคราะห์ด้วย T-Test
  ns : แสดงความไม่แตกต่างกันในแนวนอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อวิเคราะห์ด้วย T-Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

จากผลการศึกษานำคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3 โดยมวลต่อปริมาตร หมักเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) ปรับปรุงรสชาติเพื่อให้บริโภคได้ง่ายขึ้นโดยผสมกับน้ำกัญชงผสมน้ำตาล พบว่าการนำคอมบูชาจากใบกัญชงผสมน้ำใบกัญชงอัตราส่วน 1:1 จะได้รับคะแนนด้านสีกลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงกว่าอัตราส่วน 1:2 และ 3:2 เนื่องจากคอมบูชาจากใบกัญชงภายหลังปรับปรุงรสชาติด้วยอัตราส่วน 1:1 มีสีไม่เข้มและจางเกินไป มีรสชาติของใบกัญชง จึงเป็นอัตราส่วนที่ผู้ทดสอบให้คะแนนสูง สำหรับคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักเป็นเวลา 7 วันเช่นกัน อัตราส่วนที่ได้รับคะแนนสูง คือ อัตราส่วน 1:1 เช่นเดียวกับคอมบูชาจากใบกัญชง และคอมบูชาจากชาอู่หลงจะได้รับคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านต่างๆ สูงกว่าคอมบูชาจากใบกัญชง ในการศึกษาต่อไปได้นำคอมบูชาจากใบกัญชงและคอมบูชาจากชาอู่หลงภายหลังการปรับปรุงรสชาติอัตราส่วน 1:1 ศึกษาอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นต่อไป

4.2 ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมี คุณภาพทางจุลินทรีย์และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส)

คอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่หมักด้วยเชื้อ *Saccharomyces boulardii* และ *Acetobacter pasteurianus* AJ605 มาทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมี คุณภาพทางจุลินทรีย์ และศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์คอมบูชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาที่คัดเลือกได้จากหัวข้อที่ 4.1 คือ คอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3 หมักเป็นระยะเวลา 7 วัน ปรับปรุงรสชาติด้วยการผสมน้ำใบกัญชงในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร เปรียบเทียบกับคอมบูชาจากชาอู่หลงที่ปรับปรุงรสชาติด้วยการผสมน้ำชาอู่หลงในอัตราส่วน 1:1 คอมบูชาจากชาอู่หลงที่ไม่มีการปรับปรุงรสชาติและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3 ที่ไม่มีการปรับปรุงรสชาติ เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น เก็บตัวอย่างวิเคราะห์ทุกๆ 7 วัน เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 35 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

4.2.1 คุณภาพทางเคมี

4.2.1.1 ค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก)

คอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3 เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) มีค่าพีเอชลดลงแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติตามระยะเวลาในการเก็บรักษาซึ่งคอมบูชาจากชาอู่หลงมีการลดลงของค่าพีเอชในช่วง 3.33 ถึง 3.30 คอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3 มีการลดลงของค่าพีเอชอยู่ในช่วง 2.90 ถึง 2.86 คอมบูชาจากชาอู่หลงที่ปรับปรุงรสชาติ มีค่าพีเอชลดลงอยู่ในช่วง 4.56 ถึง 4.51 และคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3 ที่ปรับปรุงรสชาติ มีค่าพีเอชลดลงอยู่ในช่วง 3.94 ถึง 3.92 จากการศึกษาพบว่าคอมบูชาที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นมีค่าพีเอชเริ่มต้นลดลงน้อยมากจนสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา (35 วัน) แสดงดังตารางที่ 4.19 และรูปที่ 4.17

ตารางที่ 4.19 ค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

เวลาการเก็บรักษา (วัน)	ค่าพีเอช			
	คอมบูชาชาอู่หลง	คอมบูชาใบกัญชง	คอมบูชาชาอู่หลงปรับปรุงรสชาติ	คอมบูชาใบกัญชงปรับปรุงรสชาติ
0	$3.33\pm0.01^{C,a}$	$2.90\pm0.01^{D,a}$	$4.56\pm0.03^{A,a}$	$3.94\pm0.02^{B,a}$
7	$3.32\pm0.01^{C,ab}$	$2.90\pm0.01^{D,a}$	$4.55\pm0.02^{A,a}$	$3.94\pm0.02^{B,a}$
14	$3.32\pm0.01^{C,ab}$	$2.89\pm0.02^{D,a}$	$4.56\pm0.03^{A,a}$	$3.93\pm0.02^{B,ab}$
21	$3.31\pm0.01^{C,b}$	$2.88\pm0.02^{D,ab}$	$4.54\pm0.02^{A,ab}$	$3.93\pm0.01^{B,ab}$
28	$3.32\pm0.02^{C,ab}$	$2.89\pm0.03^{D,a}$	$4.52\pm0.01^{A,bc}$	$3.94\pm0.01^{B,a}$
35	$3.30\pm0.02^{C,c}$	$2.86\pm0.05^{D,b}$	$4.51\pm0.02^{A,c}$	$3.92\pm0.01^{B,b}$

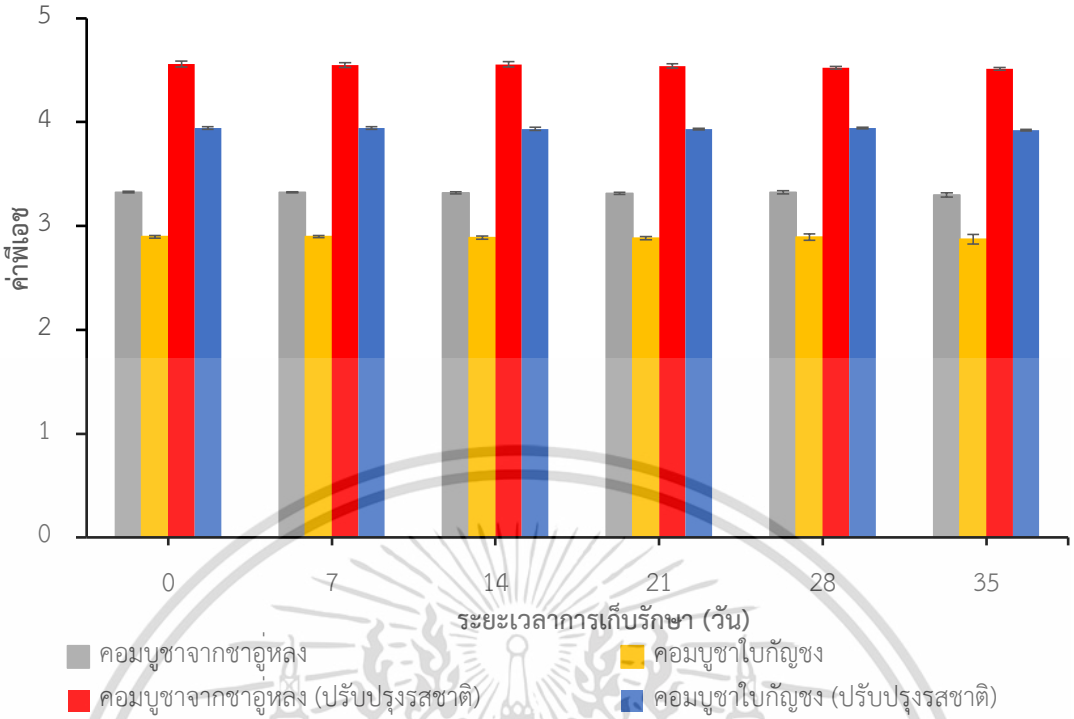
หมายเหตุ

- แสดงค่าพีเอชในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

- ^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

- ^{abc} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของคอมบูชาสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น โดยคอมบูชาจากชาอู่หลงมีปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.65±0.06 ในวันที่ 35 ของการเก็บรักษา คอมบูชาจากใบกัญชงมีปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.96±0.02 คอมบูชาจากชาอู่หลงที่ปรับปรุงรสชาติมีปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.35±0.03 และคอมบูชาจากใบกัญชงมีปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.46±0.04 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา แสดงดังตารางที่ 4.20 และรูปที่ 4.18 จากการศึกษาคอมบูชาที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นเป็นระยะเวลา 35 วัน มีค่าพีเอชลดลงและมีปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องมาจากคอมบูชาที่นำมาทำการศึกษาการเก็บรักษาไม่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อทำให้แบคทีเรียและยีสต์ที่มีในคอมบูชามีกิจกรรมการหมักเกิดขึ้นตลอดเวลา จุลินทรีย์เหล่านี้สามารถสร้างกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ และมีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา (Loncar *et al*., 2006) ขณะเดียวกันเก็บรักษาคอมบูชาที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) สามารถชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในคอมบูชา รวมทั้งกิจกรรมเอนไซม์ของจุลินทรีย์เกิดขึ้นช้ากว่าคอมบูชาที่เก็บรักษาอุณหภูมิห้อง (Kallel *et al*., 2012)

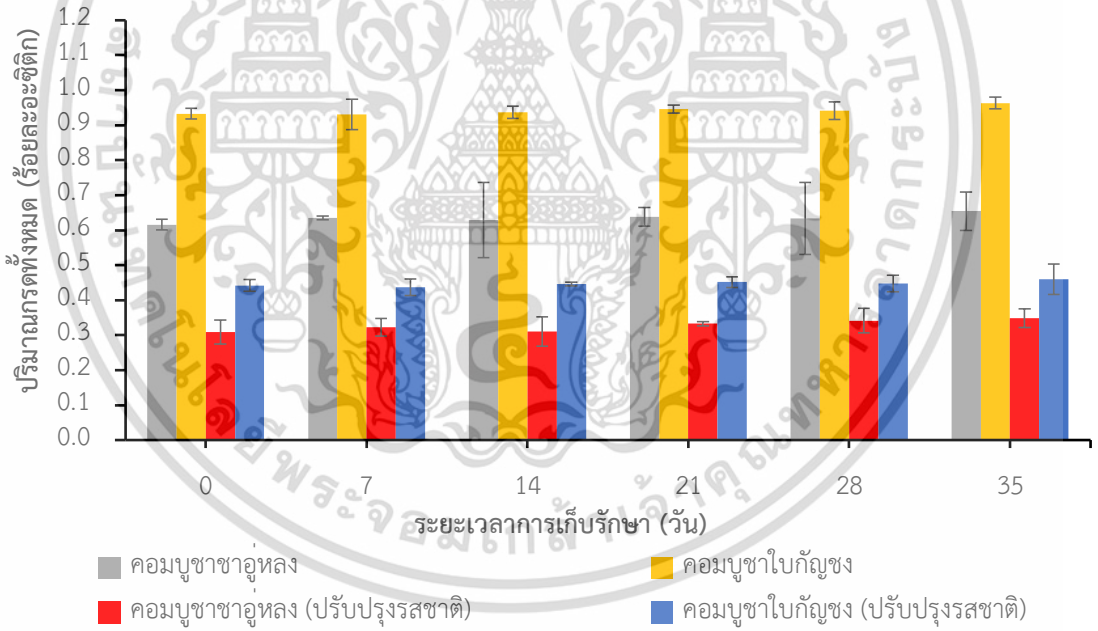
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

เวลาการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก)			
	คอมบูชาชาอู่หลง	คอมบูชาใบกัญชง	คอมบูชาชาอู่หลงปรับปรุงรสชาติ	คอมบูชาใบกัญชงปรับปรุงรสชาติ
0	$0.62\pm0.02^{B,a}$	$0.93\pm0.02^{A,a}$	$0.31\pm0.03^{D,a}$	$0.44\pm0.02^{C,a}$
7	$0.63\pm0.01^{B,a}$	$0.93\pm0.04^{A,a}$	$0.32\pm0.03^{D,a}$	$0.44\pm0.02^{C,a}$
14	$0.63\pm0.11^{B,a}$	$0.94\pm0.02^{A,a}$	$0.31\pm0.04^{D,a}$	$0.45\pm0.01^{C,a}$
21	$0.64\pm0.03^{B,a}$	$0.95\pm0.01^{A,a}$	$0.33\pm0.01^{D,a}$	$0.45\pm0.02^{C,a}$
28	$0.63\pm0.10^{B,a}$	$0.95\pm0.03^{A,a}$	$0.34\pm0.04^{c,a}$	$0.45\pm0.02^{C,a}$
35	$0.65\pm0.06^{B,a}$	$0.96\pm0.02^{A,a}$	$0.35\pm0.03^{D,a}$	$0.46\pm0.04^{C,a}$

หมายเหตุ

- แสดงปริมาณกรดทั้งหมดในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ^{abc} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.18 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.2 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดพบว่า ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีปริมาณลดลงแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกระบวนการเก็บรักษา แสดงดังตารางที่ 4.21 และรูปที่ 4.19 คอมบูชาจากชาอู่หลงมีปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นอยู่ในช่วง 78.98±0.02 กรัมต่อลิตร มีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา วันที่ 35 มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเหลือ 73.37±0.01 กรัมต่อลิตร คอมบูชาจากใบกัญชงมีปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นอยู่ในช่วง 71.09±0.08 วันสุดท้ายของการเก็บรักษามีปริมาณน้ำตาลเหลือ 65.59±0.06 กรัมต่อลิตร คอมบูชาชาอู่หลงหลังปรับปรุงรสชาติมีปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นอยู่ในช่วง 98.98±0.05 กรัมต่อลิตร วันสุดท้ายของการเก็บรักษามีปริมาณน้ำตาลเหลือ 95.04±0.03 กรัมต่อลิตร และคอมบูชาจากใบกัญชงหลังปรับปรุงรสชาติมีปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นอยู่ในช่วง 87.76±0.03 วันสุดท้ายของการเก็บรักษาปริมาณน้ำตาลเหลือ 83.93±0.09 กรัมต่อลิตร เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง เมื่อเก็บรักษานานขึ้นปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงและไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yikmis and Tuggum (2019) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำผสมใบโหระพาระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน เก็บตัวอย่างทุก 10 วัน วิเคราะห์ด้วยการวัดค่าบริกซ์ พบว่าปริมาณน้ำตาลลดลงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา โดยในวันที่ 0 10 20 และ 30 มีปริมาณน้ำตาลเท่ากับ 7.20±0.00 7.10±0.06 7.07±0.06 และ 7.00±0.06 องศาบริกซ์ ตามลำดับ จุลินทรีย์ในกลุ่มยีสต์ยังสามารถใช้น้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอนได้ ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของเชื้อยีสต์คือ 30-35 องศาเซลเซียส ส่งผลให้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นจุลินทรีย์มีการใช้น้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอนน้อยกว่าที่อุณหภูมิห้อง (Barnett, 2003)

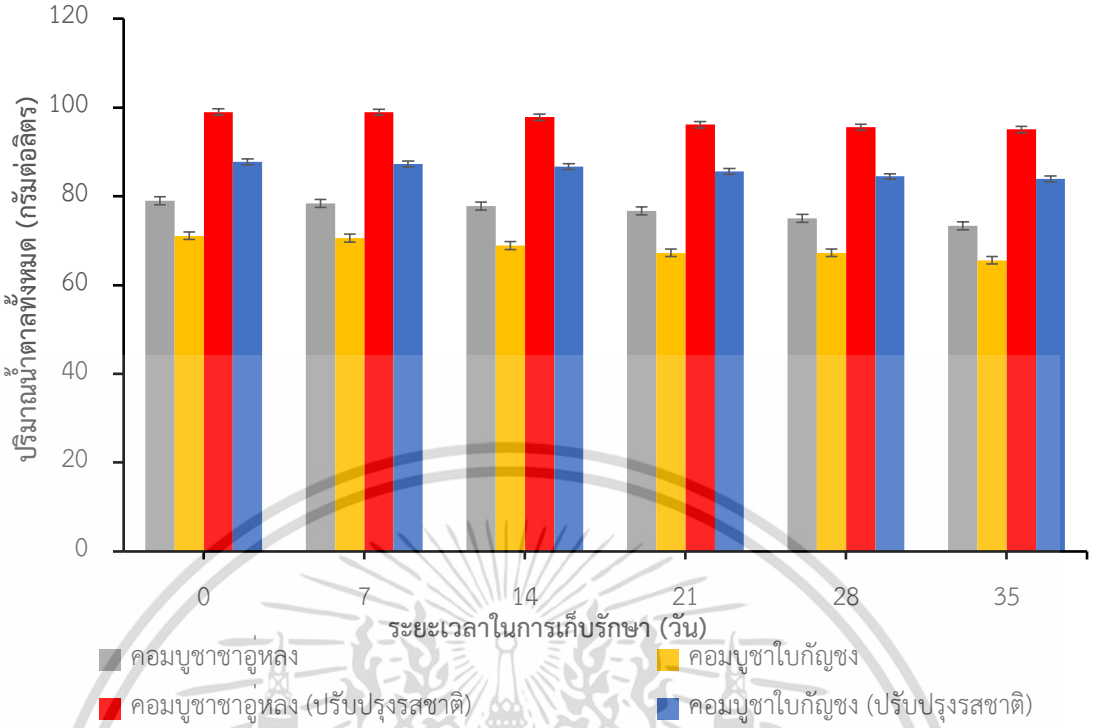
ตารางที่ 4.21 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

เวลาการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)			
	คอมบูชาชาอู่หลง	คอมบูชาใบกัญชง	คอมบูชาชาอู่หลงปรับปรุงรสชาติ	คอมบูชาใบกัญชงปรับปรุงรสชาติ
0	78.98±0.02^{BC,a}	71.09±0.08^{C,a}	98.98±0.05^{A,a}	87.76±0.03^{AB,a}
7	78.37±0.01^{C,a}	70.59±0.07^{C,a}	98.93±0.01^{A,a}	87.26±0.02^{B,a}
14	77.82±0.01^{BC,a}	68.93±0.07^{C,a}	97.82±0.02^{A,a}	86.71±0.03^{B,a}
21	76.71±0.01^{C,a}	67.26±0.07^{D,a}	96.15±0.04^{A,a}	85.59±0.02^{B,a}
28	75.04±0.02^{C,a}	67.24±0.07^{C,a}	95.59±0.05^{A,a}	84.48±0.03^{B,a}
35	73.37±0.01^{C,a}	65.59±0.06^{C,a}	95.04±0.03^{A,a}	83.93±0.09^{B,a}

หมายเหตุ

- แสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABC} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ^{abc} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

4.2.1.3 ปริมาณเอทานอล

การวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลในคอมบูชาที่ทำการเก็บรักษาอุณหภูมิตู้เย็นพบว่าปริมาณเอทานอลในคอมบูชามีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกระบวนการเก็บรักษา แสดงดังตารางที่ 4.22 และรูปที่ 4.20 ปริมาณเอทานอลของคอมบูชาจากชาอู่หลงเริ่มต้นเท่ากับร้อยละ 2.34±0.09 วันสุดท้ายของการเก็บรักษาปริมาณเอทานอลเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 2.38±0.02 ปริมาณเอทานอลของคอมบูชาจากใบกัญชง เริ่มต้นเท่ากับร้อยละ 3.61±0.35 วันสุดท้ายของการเก็บรักษาปริมาณเอทานอลเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 3.64±0.25 ปริมาณเอทานอลของคอมบูชาจากชาอู่หลงหลังปรับปรุงรสชาติเริ่มต้นในช่วงร้อยละ 1.16±0.03 วันสุดท้ายของการเก็บรักษาปริมาณเอทานอลเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 1.19±0.01 และปริมาณเอทานอลของคอมบูชาจากใบกัญชงหลังปรับปรุงรสชาติเริ่มต้นเท่ากับร้อยละ 1.84±0.04 วันสุดท้ายของการเก็บรักษาปริมาณเอทานอลเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 1.89±0.02 เนื่องจากคอมบูชาที่เก็บรักษาในอุณภูมิตู้เย็นไม่ได้ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ทำให้ปริมาณเอทานอลเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ อาจเนื่องมาจากยีสต์และแบคทีเรียอะซิติกมีการเจริญเติบโตและยังมีกระบวนการหมักเกิดขึ้นที่อุณหภูมิต่ำ (Battikh *et al*., 2012)

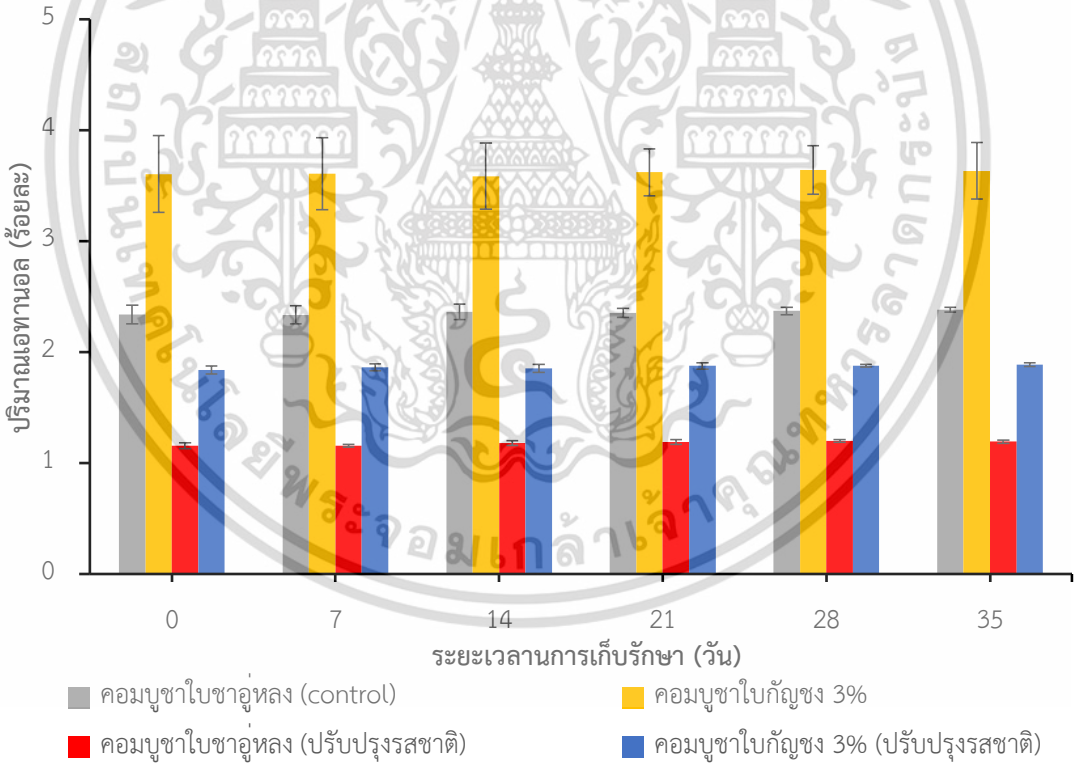
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 ปริมาณเอทานอลของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

เวลาการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณเอทานอล (ร้อยละโดยปริมาตร)			
	คอมบูชาชาอู่หลง	คอมบูชาใบกัญชง	คอมบูชาชาอู่หลงปรับปรุงรสชาติ	คอมบูชาใบกัญชงปรับปรุงรสชาติ
0	2.34±0.09^{B,a}	3.61±0.35^{A,a}	1.16±0.03^{D,bc}	1.84±0.04^{C,a}
7	2.34±0.08^{B,a}	3.61±0.32^{A,a}	1.16±0.01^{D,c}	1.86±0.03^{C,a}
14	2.36±0.07^{B,a}	3.59±0.30^{A,a}	1.18±0.02^{D,abc}	1.85±0.04^{C,a}
21	2.35±0.04^{B,a}	3.62±0.21^{A,a}	1.19±0.02^{D,abc}	1.88±0.03^{C,a}
28	2.37±0.03^{B,a}	3.64±0.22^{A,a}	1.20±0.01^{D,a}	1.88±0.01^{C,a}
35	2.38±0.02^{B,a}	3.64±0.25^{A,a}	1.19±0.01^{D,ab}	1.89±0.02^{C,a}

หมายเหตุ

- แสดงปริมาณเอทานอลในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ^{abc} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทานอลของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.4 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของคอมบูชาที่ทำการเก็บรักษาในอุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในคอมบูชามีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยระหว่างกระบวนการเก็บรักษา วันสุดท้ายของการเก็บรักษา (35 วัน) คอมบูชาจากชาอู่หลงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 525.10±0.10 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร คอมบูชาจากใบกัญชงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 217.13±0.02 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร คอมบูชาจากชาอู่หลงหลังปรับปรุงรสชาติมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 277.71±0.00 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร และคอมบูชาจากใบกัญชงหลังปรับปรุงรสชาติมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 103.50±0.14 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร แสดงดังตารางที่ 4.23 และรูปที่ 4.21 ระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาแต่ละชนิดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

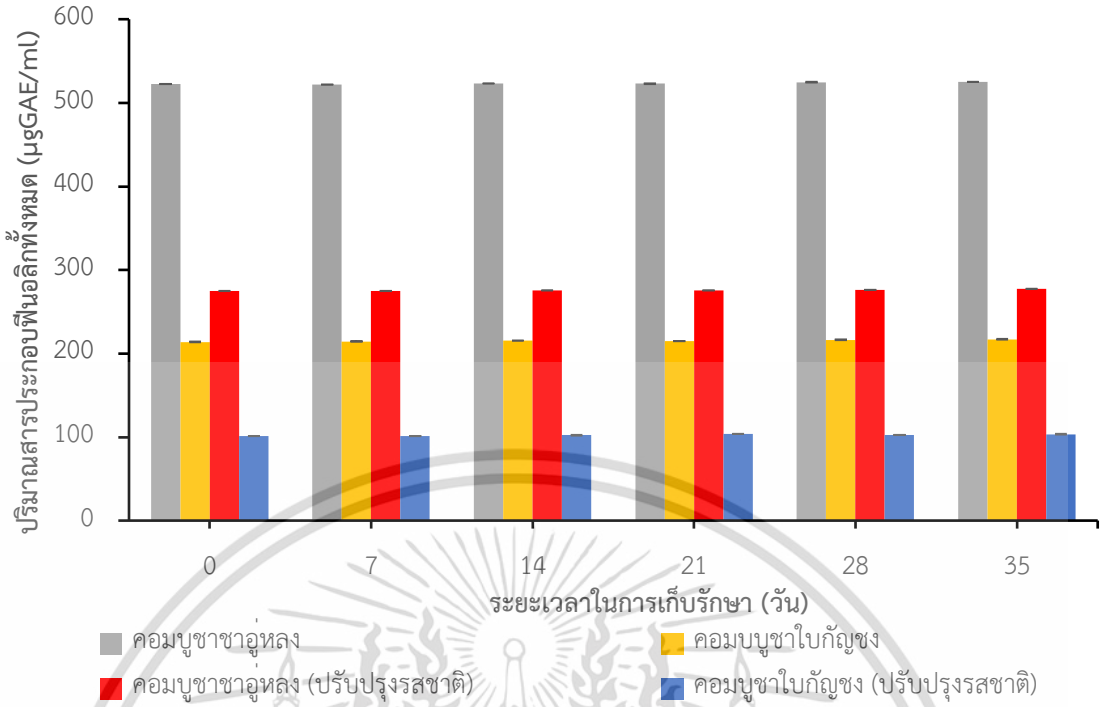
ตารางที่ 4.23 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

เวลาการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (μgGAE/mL)			
	คอมบูชาชาอู่หลง	คอมบูชาใบกัญชง	คอมบูชาชาอู่หลงปรับปรุงรสชาติ	คอมบูชาใบกัญชงปรับปรุงรสชาติ
0	$522.78\pm0.00^{A,a}$	$213.94\pm0.00^{C,a}$	$274.95\pm0.10^{B,a}$	$101.40\pm0.01^{D,a}$
7	$522.04\pm0.02^{A,a}$	$214.50\pm0.00^{C,a}$	$275.15\pm0.03^{B,a}$	$101.31\pm0.04^{D,a}$
14	$523.39\pm0.03^{A,a}$	$215.50.90.00^{C,a}$	$275.79\pm0.03^{,Ba}$	$102.31\pm0.06^{D,a}$
21	$523.11\pm0.01^{A,a}$	$215.06\pm0.00^{C,a}$	$275.64\pm0.02^{B,a}$	$103.83\pm0.05^{D,a}$
28	$524.74\pm0.01^{A,a}$	$216.40\pm0.01^{C,a}$	$276.40\pm0.01^{B,a}$	$102.42\pm0.01^{D,a}$
35	$525.10\pm0.10^{A,a}$	$217.13\pm0.02^{C,a}$	$277.71\pm0.00^{B,a}$	$103.50\pm0.14^{D,a}$

หมายเหตุ

- แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ^{abc} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

4.2.1.5 การวิเคราะห์กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

การวิเคราะห์กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระของคอมบูชาเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) พบว่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติตามระยะเวลาการเก็บรักษา แสดงดังตารางที่ 4.24 และรูปที่ 4.22 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาคอมบูชาจากชาอู่หลงมีกิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระสูงที่สุดมีค่าร้อยละ 95.14±0.63 รองลงมาคือคอมบูชาจากใบกัญชง มีกิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระมีค่าร้อยละ 95.35±0.78 ตามมาด้วยคอมบูชาจากชาอู่หลงหลังปรับปรุงรสชาติมีกิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระมีค่าร้อยละ 79.00±1.75 และคอมบูชาจากใบกัญชงหลังปรับปรุงรสชาติมีกิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระน้อยที่สุดซึ่งมีค่าร้อยละ 70.11±2.06 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yikmis and Tuggum (2019) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำผสมใบโหระพาโดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน เก็บตัวอย่างทุกๆ 10 วัน พบว่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH มีค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่วันแรกและคงที่ในวันที่ 20 ซึ่งวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (30 วัน) มีกิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับร้อยละ 68.09±0.37

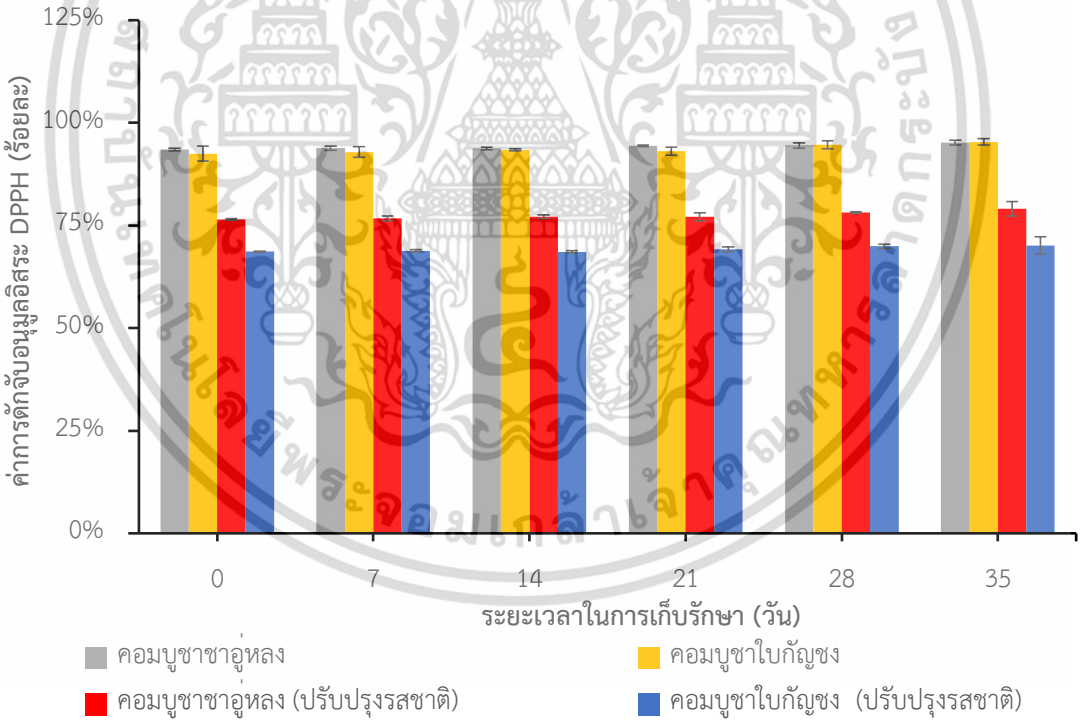
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

เวลาการเก็บรักษา (วัน)	การดักจับอนุมูลอิสระ DPPH (ร้อยละ)			
	คอมบูชาชาอู่หลง	คอมบูชาใบกัญชง	คอมบูชาชาอู่หลงปรับปรุงรสชาติ	คอมบูชาใบกัญชงปรับปรุงรสชาติ
0	93.46±0.30^{A,c}	92.47±1.85^{A,c}	76.44±0.24^{B,c}	68.60±0.14^{C,a}
7	93.82±0.50^{A,bc}	92.83±1.29^{A,bc}	76.74±0.61^{B,bc}	68.84±0.21^{C,a}
14	93.75±0.36^{A,bc}	93.40±0.24^{A,abc}	77.10±0.48^{B,bc}	68.58±0.31^{C,a}
21	94.38±0.23^{A,ab}	93.10±0.93^{A,bc}	77.06±1.00^{B,bc}	69.22±0.58^{C,a}
28	94.46±0.63^{A,ab}	94.66±0.94^{A,ab}	78.18±0.21^{B,ab}	69.90±0.54^{C,a}
35	95.14±0.63^{A,a}	95.35±0.78^{A,a}	79.00±1.75^{B,a}	70.11±2.06^{C,a}

หมายเหตุ

- แสดงกิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระทั้งหมดในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ^{abc} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.22 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา

4.2.2.1 ปริมาณยีสต์

ระหว่างกระบวนการเก็บรักษาคอมบูชาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน พบว่าผลิตภัณฑ์คอมบูชาชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชงมีปริมาณเชื้อยีสต์เพิ่มขึ้นเล็กน้อยหรือแทบจะคงที่ระหว่างการเก็บรักษา ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (35 วัน) คอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง คอมบูชาจากชาอู่หลงหลังปรับปรุงรสชาติและคอมบูชาจากใบกัญชงหลังปรับปรุงรสชาติ มีปริมาณยีสต์ 6.93±0.04 7.01±0.05 3.61±0.04 และ 3.71±0.62 LogCFU/mL ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.25 และรูปที่ 4.23 เมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้นปริมาณยีสต์ในคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ในวันแรกและวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 4.25 ปริมาณยีสต์ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

เวลาการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณเชื้อยีสต์ทั้งหมด (LogCFU/mL)			
	คอมบูชาชาอู่หลง	คอมบูชาใบกัญชง	คอมบูชาชาอู่หลงปรับปรุงรสชาติ	คอมบูชาใบกัญชงปรับปรุงรสชาติ
0	$6.89\pm0.09^{B,b}$	$6.94\pm0.04^{A,c}$	$3.57\pm0.03^{D,a}$	$3.67\pm0.04^{C,a}$
7	$6.91\pm0.03^{B,ab}$	$6.97\pm0.04^{A,b}$	$3.58\pm0.04^{D,a}$	$3.67\pm0.55^{C,a}$
14	$6.91\pm0.03^{B,ab}$	$6.98\pm0.04^{A,b}$	$3.58\pm0.03^{D,a}$	$3.68\pm0.02^{C,a}$
21	$6.92\pm0.03^{B,a}$	$6.99\pm0.03^{A,ab}$	$3.59\pm0.55^{D,a}$	$3.69\pm0.05^{C,a}$
28	$6.93\pm0.03^{B,a}$	$6.99\pm0.04^{A,ab}$	$3.60\pm0.56^{D,a}$	$3.70\pm0.04^{C,a}$
35	$6.93\pm0.04^{B,a}$	$7.01\pm0.05^{A,a}$	$3.61\pm0.04^{D,a}$	$3.71\pm0.62^{C,a}$

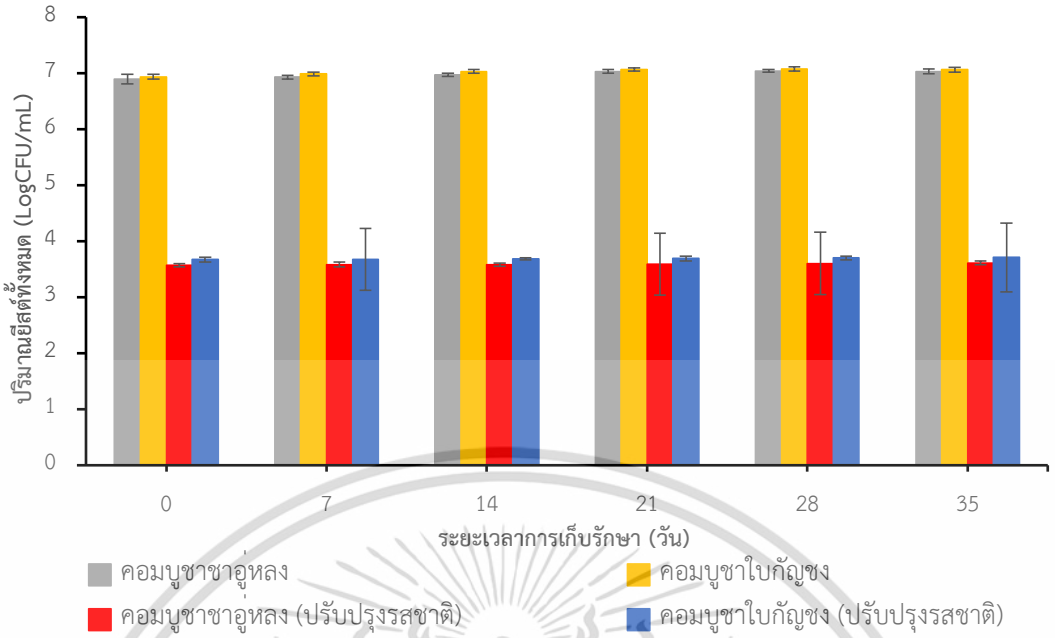
หมายเหตุ

- แสดงปริมาณยีสต์ทั้งหมดในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

- ^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

- ^{abc} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 การเปลี่ยนแปลงจำนวนยีสต์ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

4.2.2.2 ปริมาณแบคทีเรียอะซิติก

ระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน พบว่าปริมาณแบคทีเรียอะซิติกเพิ่มขึ้นเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง คอมบูชาจากชาอู่หลงหลังปรับปรุงรสชาติและคอมบูชาจากใบกัญชงหลังปรับปรุงรสชาติมีปริมาณแบคทีเรียอะซิติก 7.24±0.02 7.29±0.04 3.67±0.03 และ 3.73±0.02 LogCFU/mL ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.26 และรูปที่ 4.24

Hrnjez *et al*., (2014) ศึกษาการเก็บรักษาคอมบูชาที่อุณหภูมิห้อง (20±2 องศาเซลเซียส) มีจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากยังเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่มีในคอมบูชา ทำให้จุลินทรีย์ยังสามารถเพิ่มจำนวนได้ คอมบูชาที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจึงมีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ในขณะที่คอมบูชาที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นมีการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และเพิ่มปริมาณอย่างช้าๆ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

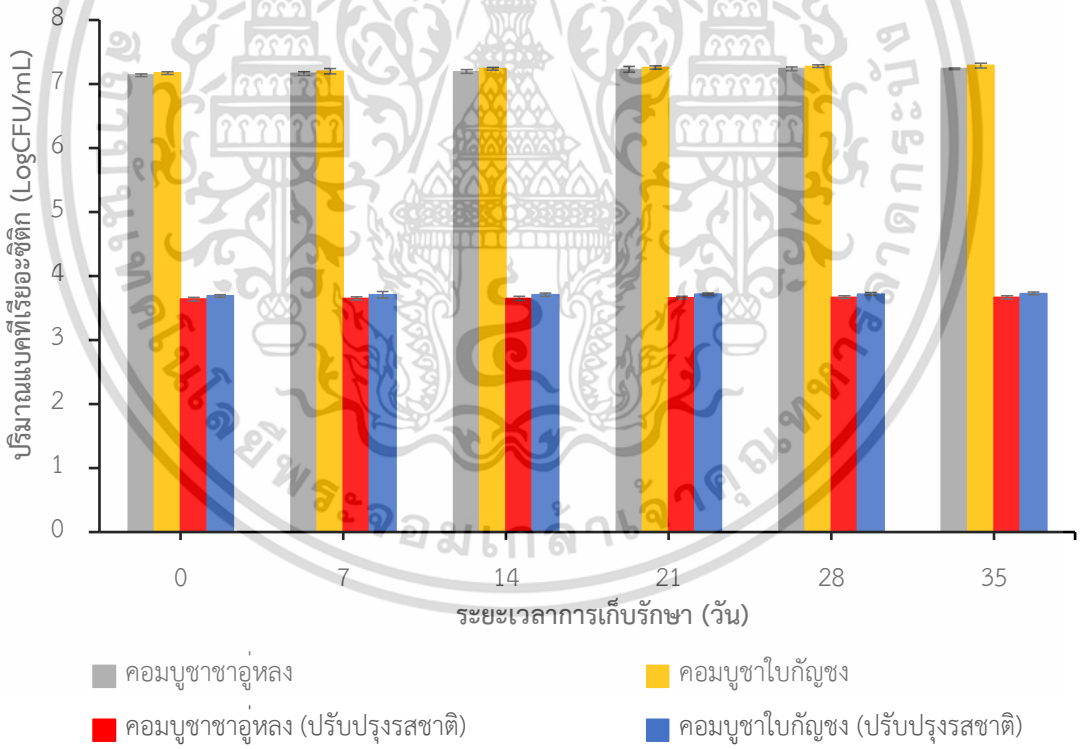
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.26 ปริมาณแบคทีเรียอะซิติกของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

เวลาการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณเชื้อแบคทีเรียอะซิติก (LogCFU/mL)			
	คอมบูชาชาอู่หลง	คอมบูชาใบกัญชง	คอมบูชาชาอู่หลงปรับปรุงรสชาติ	คอมบูชาใบกัญชงปรับปรุงรสชาติ
0	$7.14\pm0.02^{A,c}$	$7.18\pm0.02^{A,c}$	$3.64\pm0.03^{B,a}$	$3.69\pm0.02^{B,a}$
7	$7.17\pm0.03^{A,ab}$	$7.20\pm0.04^{A,bc}$	$3.65\pm0.03^{B,a}$	$3.71\pm0.05^{B,a}$
14	$7.20\pm0.03^{B,ab}$	$7.24\pm0.02^{A,ab}$	$3.65\pm0.03^{C,a}$	$3.71\pm0.03^{C,a}$
21	$7.23\pm0.05^{A,b}$	$7.26\pm0.03^{A,ab}$	$3.66\pm0.02^{B,a}$	$3.72\pm0.02^{B,a}$
28	$7.24\pm0.03^{A,b}$	$7.28\pm0.02^{A,a}$	$3.67\pm0.02^{B,a}$	$3.72\pm0.02^{B,a}$
35	$7.24\pm0.02^{A,b}$	$7.29\pm0.04^{A,a}$	$3.67\pm0.03^{B,a}$	$3.73\pm0.02^{B,a}$

หมายเหตุ

- แสดงปริมาณแบคทีเรียอะซิติกทั้งหมดในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{AB} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ^{abc} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.24 การเปลี่ยนแปลงจำนวนแบคทีเรียอะซิติกของคอมบูชาจากใบชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

4.2.3.1 ด้านความใส

เมื่อพิจารณาคะแนนด้านความใสพบว่าคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง คอมบูชาจากชาอู่หลงที่ปรับปรุงรสชาติ และคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นมีคะแนนด้านความใสเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากคะแนนด้านความใสเริ่มต้น 4.60 ถึง 6.93 วันที่ 35 มีคะแนนด้านความใสเท่ากับ 4.83 ถึง 7.10 แสดงดังตารางที่ 4.27

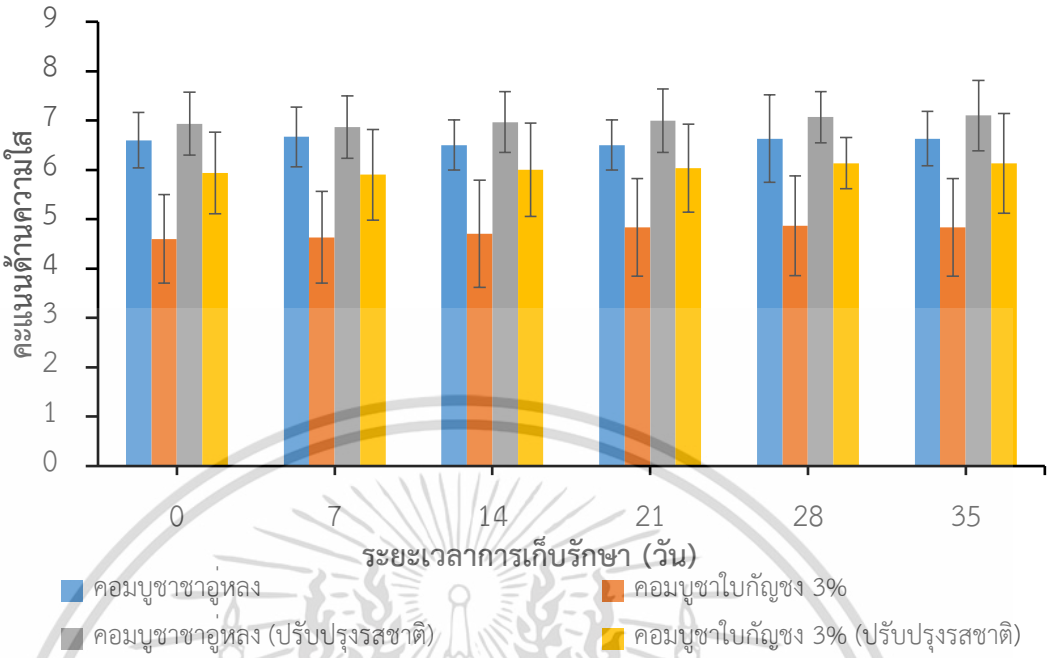
ตารางที่ 4.27 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใสของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

วันที่	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใส			
	คอมบูชาจากชาอู่หลง	คอมบูชาจากใบกัญชง	คอมบูชาจากชาอู่หลง (ปรับปรุงรสชาติ)	คอมบูชาจากใบกัญชง (ปรับปรุงรสชาติ)
0	$6.60\pm0.56^{A,a}$	$4.60\pm0.89^{C,a}$	$6.93\pm0.64^{A,a}$	$5.93\pm0.83^{B,a}$
7	$6.67\pm0.61^{A,a}$	$4.63\pm0.93^{C,b}$	$6.87\pm0.63^{A,a}$	$5.90\pm0.92^{B,a}$
14	$6.50\pm0.51^{B,a}$	$4.70\pm1.09^{D,b}$	$6.97\pm0.61^{A,a}$	$6.00\pm0.95^{C,a}$
21	$6.50\pm0.51^{B,a}$	$4.83\pm0.99^{D,b}$	$7.00\pm0.64^{A,a}$	$6.03\pm0.89^{C,a}$
28	$6.63\pm0.89^{B,a}$	$4.87\pm1.01^{C,b}$	$7.07\pm0.52^{A,a}$	$6.13\pm0.52^{A,a}$
35	$6.53\pm0.56^{B,a}$	$4.83\pm0.99^{D,b}$	$7.10\pm0.71^{A,a}$	$6.13\pm1.01^{C,a}$

หมายเหตุ

- แสดงคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านความใสในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABC} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ^{ab} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใสของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

4.2.3.2 ด้านสี

เมื่อพิจารณาคะแนนด้านสีพบว่าคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง คอมบูชาจากชาอู่หลงที่ปรับปรุงรสชาติ และคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นมีคะแนนด้านสีลดลงเล็กน้อยตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในวันที่ 35 ของการเก็บรักษาคอมบูชาจากใบกัญชงมีคะแนนด้านสีต่ำที่สุด เท่ากับ 4.27±0.74 และคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากชาอู่หลงที่ปรับปรุงรสชาติ คอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติ ได้คะแนนด้านสีในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาเท่ากับ 7.30±0.65, 7.97±0.81 และ 7.60±0.89 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.28

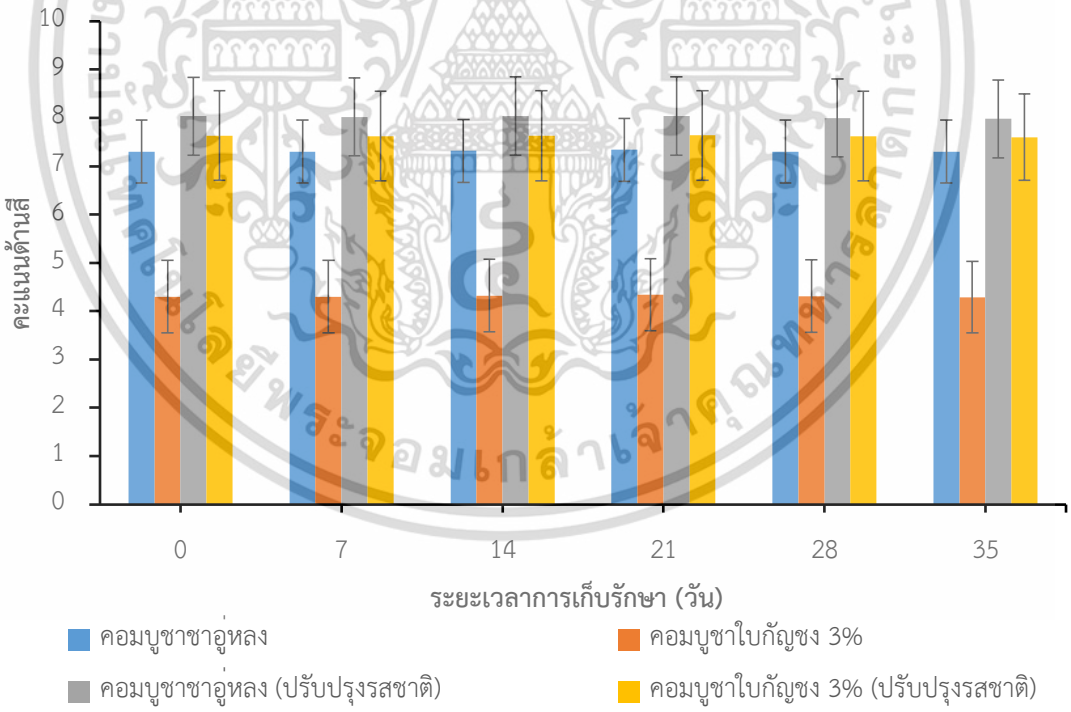
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.28 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

วันที่	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี			
	คอมบูชาจากชาอู่หลง	คอมบูชาจากใบกัญชง	คอมบูชาจากชาอู่หลง (ปรับปรุงรสชาติ)	คอมบูชาจากใบกัญชง (ปรับปรุงรสชาติ)
0	$7.30\pm0.65^{B,a}$	$4.30\pm0.75^{C,a}$	$8.03\pm0.81^{A,a}$	$7.63\pm0.93^{AB,a}$
7	$7.30\pm0.65^{B,a}$	$4.30\pm0.75^{C,a}$	$8.02\pm0.81^{A,a}$	$7.62\pm0.93^{AB,a}$
14	$7.32\pm0.65^{B,a}$	$4.32\pm0.75^{C,a}$	$8.04\pm0.81^{A,a}$	$7.63\pm0.93^{AB,a}$
21	$7.34\pm0.65^{B,a}$	$4.34\pm0.75^{C,a}$	$8.04\pm0.81^{A,a}$	$7.64\pm0.93^{AB,a}$
28	$7.30\pm0.65^{B,a}$	$4.31\pm0.75^{C,a}$	$8.00\pm0.81^{A,a}$	$7.62\pm0.93^{AB,a}$
35	$7.30\pm0.65^{B,a}$	$4.27\pm0.74^{C,a}$	$7.97\pm0.81^{A,a}$	$7.60\pm0.89^{AB,a}$

หมายเหตุ

- แสดงคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสีในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ^{abc} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.26 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.3 ด้านกลิ่น

เมื่อพิจารณาคะแนนด้านกลิ่นพบว่าคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง คอมบูชาจากชาอู่หลงที่ปรับปรุงรสชาติ และคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นมีคะแนนด้านกลิ่นลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในวันที่ 35 ของการเก็บรักษาคอมบูชาจากใบกัญชงมีคะแนนด้านกลิ่นต่ำที่สุดเท่ากับ 6.73±1.09 และคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากชาอู่หลงที่ปรับปรุงรสชาติ คอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติ ได้คะแนนด้านกลิ่นในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาเท่ากับ 7.40±0.81, 7.47±1.07 และ 7.33±1.35 ตามลำดับ เนื่องมาจากก่อนนำมาทำการเก็บรักษาคอมบูชาใบกัญชงมีกลิ่นหมัก เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นทำให้กลิ่นหมักยังมีอยู่ เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ยังมีความสามารถที่ทำให้คอมบูชาเกิดกระบวนการหมัก แสดงดังตารางที่ 4.29

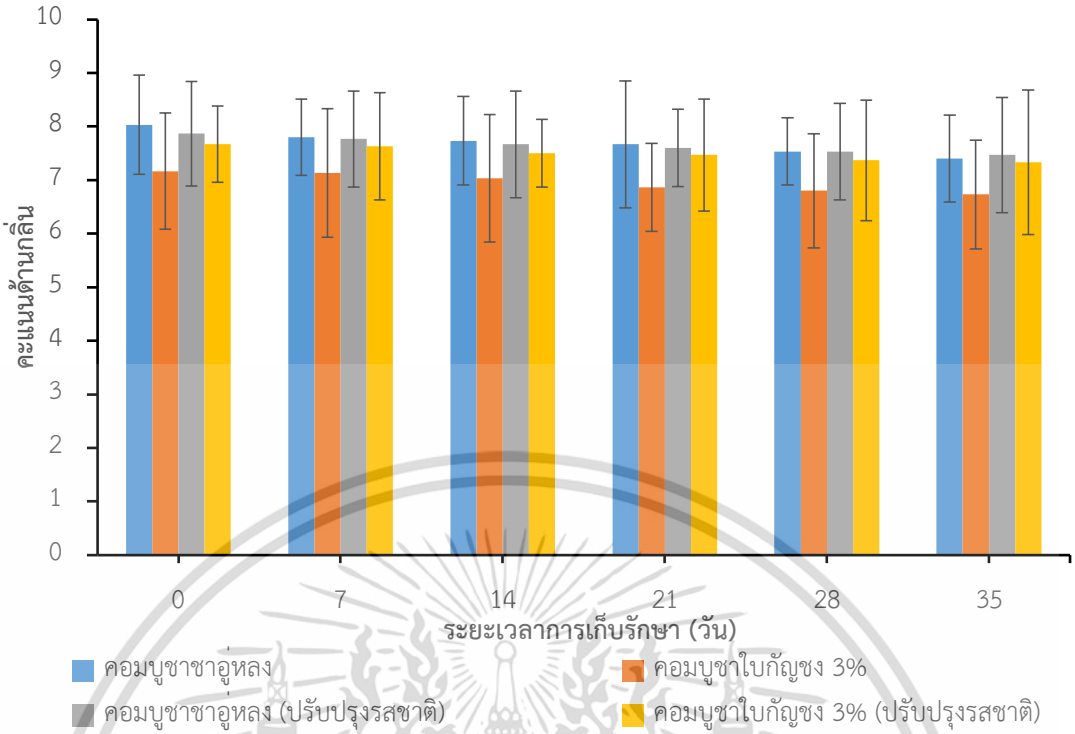
ตารางที่ 4.29 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

วันที่	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น			
	คอมบูชาจากชาอู่หลง	คอมบูชาจากใบกัญชง	คอมบูชาจากชาอู่หลง (ปรับปรุงรสชาติ)	คอมบูชาจากใบกัญชง (ปรับปรุงรสชาติ)
0	$8.03\pm0.93^{A,a}$	$7.17\pm1.09^{B,a}$	$7.87\pm0.97^{A,a}$	$7.67\pm0.71^{A,a}$
7	$7.80\pm0.71^{A,b}$	$7.13\pm1.20^{B,a}$	$7.77\pm0.90^{A,a}$	$7.63\pm1.00^{A,a}$
14	$7.73\pm0.83^{A,b}$	$7.03\pm0.99^{B,a}$	$7.67\pm0.99^{A,a}$	$7.50\pm0.63^{AB,a}$
21	$7.67\pm1.18^{A,ab}$	$6.87\pm0.72^{B,a}$	$7.60\pm0.72^{A,a}$	$7.47\pm1.04^{A,a}$
28	$7.53\pm0.63^{A,b}$	$6.80\pm0.90^{B,a}$	$7.53\pm0.90^{A,a}$	$7.37\pm1.13^{A,a}$
35	$7.40\pm0.81^{A,b}$	$6.73\pm1.07^{B,a}$	$7.47\pm1.07^{A,a}$	$7.33\pm1.35^{A,a}$

หมายเหตุ

- แสดงคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ^{abc} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.27 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

4.2.3.4 ด้านรสชาติ

เมื่อพิจารณาคะแนนด้านรสชาติพบว่าคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง คอมบูชาจากชาอู่หลงที่ปรับปรุงรสชาติ และคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นมีคะแนนด้านรสชาติลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในวันที่ 35 ของการเก็บรักษาคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงมีคะแนนด้านรสชาติต่ำที่สุดเท่ากับ 7.50±0.90 และ 7.53±1.50 ตามลำดับ และคอมบูชาจากชาอู่หลงที่ปรับปรุงรสชาติ คอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติ ได้คะแนนด้านรสชาติในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาเท่ากับ 8.50±0.94 และ 7.93±1.34 ตามลำดับ เนื่องมาจากในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นยังเกิดกระบวนการหมักเกิดขึ้น ทำให้รสชาติคอมบูชามีความเปรี้ยวขึ้นและมีกลิ่นหมัก แสดงดังตารางที่ 4.30

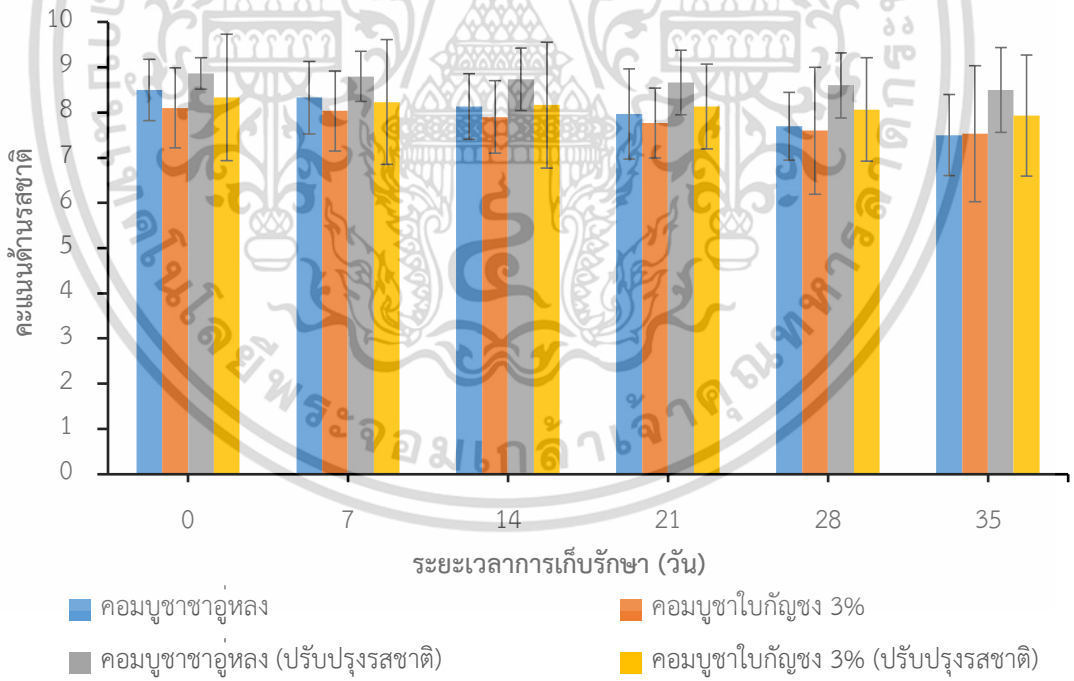
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.30 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

วันที่	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ			
	คอมบูชาจากชาอู่หลง	คอมบูชาจากใบกัญชง	คอมบูชาจากชาอู่หลง (ปรับปรุงรสชาติ)	คอมบูชาจากใบกัญชง (ปรับปรุงรสชาติ)
0	$8.50\pm0.68^{AB,a}$	$8.10\pm0.88^{B,a}$	$8.87\pm0.35^{A,a}$	$8.33\pm1.40^{C,a}$
7	$8.33\pm0.80^{AB,ab}$	$8.03\pm0.89^{B,a}$	$8.80\pm0.55^{A,a}$	$8.23\pm1.38^{B,a}$
14	$8.13\pm0.73^{B,abc}$	$7.90\pm0.80^{B,a}$	$8.73\pm0.69^{A,a}$	$8.17\pm1.39^{B,a}$
21	$7.97\pm1.00^{B,bc}$	$7.77\pm0.77^{B,a}$	$8.67\pm0.71^{A,a}$	$8.13\pm0.94^{B,a}$
28	$7.70\pm0.75^{B,c}$	$7.60\pm1.40^{B,a}$	$8.60\pm0.72^{A,a}$	$8.07\pm1.14^{AB,a}$
35	$7.50\pm0.90^{B,d}$	$7.53\pm1.50^{B,a}$	$8.50\pm0.94^{A,a}$	$7.93\pm1.34^{AB,a}$

หมายเหตุ

- แสดงคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ABC} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ^{abcd} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.28 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.5 ด้านความชอบโดยรวม

เมื่อพิจารณาคะแนนด้านความชอบโดยรวมพบว่าคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง คอมบูชาจากชาอู่หลงที่ปรับปรุงรสชาติ และคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นมีคะแนนด้านความชอบโดยรวมลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในวันที่ 35 ของการเก็บรักษาคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงมีคะแนนด้านความชอบโดยรวมต่ำที่สุดเท่ากับ 7.53±0.90 และ 7.30±1.04 ตามลำดับ และคอมบูชาจากชาอู่หลงที่ปรับปรุงรสชาติ คอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติ ได้คะแนนด้านความชอบโดยรวมในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาเท่ากับ 8.10±1.03 และ 7.83±1.34 ตามลำดับ เนื่องมาจากในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นยังเกิดกระบวนการหมักเกิดขึ้นทำให้คอมบูชามีคะแนนด้านความชอบโดยรวมลดลงซึ่งสัมพันธ์กับคะแนนด้านสี กลิ่น รสชาติ แสดงดังตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.31 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

วันที่	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม			
	คอมบูชาจากชาอู่หลง	คอมบูชาจากใบกัญชง	คอมบูชาจากชาอู่หลง (ปรับปรุงรสชาติ)	คอมบูชาจากใบกัญชง (ปรับปรุงรสชาติ)
0	$8.27\pm0.83^{A,a}$	$8.10\pm0.88^{A,a}$	$8.47\pm0.82^{A,a}$	$8.20\pm1.42^{A,a}$
7	$8.07\pm0.91^{A,ab}$	$8.03\pm0.89^{A,ab}$	$8.43\pm0.90^{A,a}$	$8.17\pm1.39^{A,a}$
14	$8.00\pm0.83^{A,abc}$	$7.83\pm0.83^{A,abc}$	$8.33\pm0.96^{A,a}$	$8.10\pm1.40^{A,a}$
21	$7.87\pm0.90^{AB,abc}$	$7.63\pm0.76^{B,abc}$	$8.27\pm0.94^{A,a}$	$8.03\pm0.96^{AB,a}$
28	$7.60\pm0.72^{B,bc}$	$7.43\pm1.30^{B,bc}$	$8.20\pm0.96^{A,a}$	$7.97\pm1.16^{AB,a}$
35	$7.53\pm0.90^{AB,c}$	$7.30\pm1.64^{B,c}$	$8.10\pm1.03^{A,a}$	$7.83\pm1.34^{AB,a}$

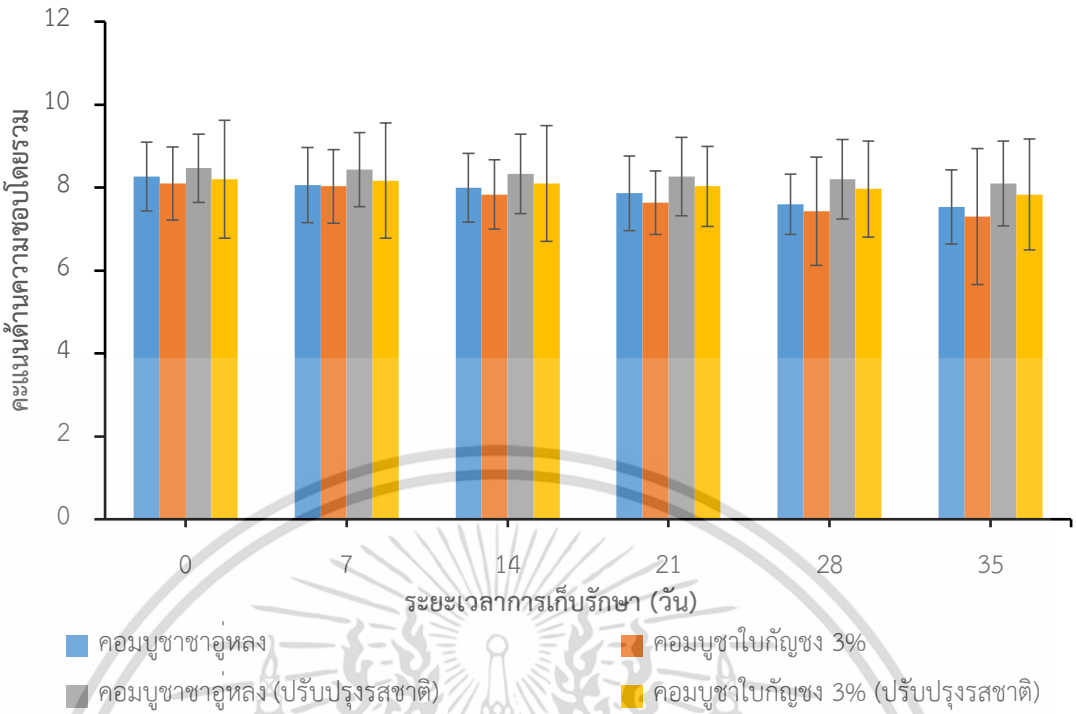
หมายเหตุ

- แสดงคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

- ^{ABCd} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

- ^{abc} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง คอมบูชาจากชาอู่หลงที่ปรับปรุงรสชาติและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติ เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน พบว่าการเก็บรักษาคอมบูชาที่อุณหภูมิตู้เย็นได้รับคะแนนด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมลดลงจนสิ้นสุดการเก็บรักษา โดยคอมบูชาจากชาอู่หลงที่ไม่ได้ทำการปรับปรุงรสชาติมีคะแนนด้านรสชาติ และความชอบโดยรวมลดลงในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา คอมบูชาจากใบกัญชงที่ไม่ได้ปรับปรุงรสชาติมีคะแนนด้านรสชาติ และความชอบโดยรวมลดลงในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา คอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติมีคะแนนด้านรสชาติ และความชอบโดยรวมลดลงอย่างช้าๆ จนสิ้นสุดกระบวนการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 ปริมาณ CBD และ THC ในผลิตภัณฑ์คอมบูชา

จากการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณ CBD และ THC ในผลิตภัณฑ์คอมบูชาด้วยเครื่องโครมาโตกราฟแบบของเหลวประสิทธิภาพสูงพบว่า ผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1 2 3 และ 4 ไม่พบปริมาณสาร CBD และ THC และผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3 ที่ทำการคัดเลือกมาเพื่อปรับปรุงรสชาติหลังปรับปรุงรสชาติและวิเคราะห์หาปริมาณสาร CBD และ THC พบว่าไม่พบปริมาณสาร CBD และ THC ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งตามมาตรฐานของการนำกัญชงหรือกัญชามาใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารหรือเครื่องดื่มตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 429 (วันที่ 27 ส.ค. 2564) ได้กำหนดว่า เครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของกัญชงหรือกัญชาจะต้องมี CBD ได้ไม่เกิน 75 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ppm) และสาร THC ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (กรกนก และคณะ, 2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการหมักคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงความเข้มข้นร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 น้ำหนักต่อปริมาตร หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน เก็บตัวอย่างวันที่ 0, 3, 7, 10 และ 14 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ทางจุลินทรีย์ และทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale พบว่าค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงทุกความเข้มข้นมีปริมาณลดลงตลอดระยะเวลาการหมัก ในวันสุดท้ายของการหมัก (14 วัน) คอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 4 มีค่าพีเอชต่ำที่สุดเท่ากับ 2.84±0.04 โดยค่าพีเอชที่ลดลงสอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ที่เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการหมัก ปริมาณกรดทั้งหมดสูงสุดในคอมบูชาจากใบกัญชงความเข้มข้นร้อยละ 4 เท่ากับร้อยละ 1.75±0.06 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในคอมบูชามีปริมาณลดลง โดยมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเริ่มต้นอยู่ในช่วง 102.04±0.01 ถึง 108.57±0.00 กรัมต่อลิตร เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเหลืออยู่ในช่วง 20.19±0.02 ถึง 80.93±0.03 กรัมต่อลิตร ซึ่งปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ลดลงสอดคล้องกับปริมาณเอทานอลที่เพิ่มสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทานอลในคอมบูชาทั้งสองชนิดมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นจากการหมักตั้งแต่วันแรกจนถึงวันสุดท้ายของกระบวนการหมัก คอมบูชาจากใบกัญชงความเข้มข้นร้อยละ 4 มีปริมาณเอทานอลสูงสุดในวันที่ 14 เท่ากับร้อยละ 6.28±0.23 การเปลี่ยนแปลงสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในคอมบูชาพบว่า สารประกอบฟีนอลิกมีปริมาณเพิ่มขึ้นในช่วง 7 วันแรก หลังจากนั้นจะคงที่และลดลงเล็กน้อย ซึ่งในวันที่ 7 คอมบูชาจากใบชาอู่หลงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุดเท่ากับ 625.74±0.06 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือคอมบูชาจากใบกัญชงความเข้มข้นร้อยละ 4 เท่ากับ 222.30±0.16 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร สำหรับค่าการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าค่าการดักจับอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นสูงมากที่สุดในวันที่ 7 ของกระบวนการหมัก ซึ่งคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชง มีค่าการดักจับอนุมูลอิสระใกล้เคียงกันอยู่ในช่วงร้อยละ 94.91-96.64 การตรวจนับปริมาณยีสต์ในคอมบูชาด้วยวิธี Spread Plate Technique พบว่าคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อย 1 2 3 และ 4 มีปริมาณเชื้อยีสต์เพิ่มขึ้นและสูงสุดในวันที่ 3 ของกระบวนการหมักอยู่ในช่วง 6.80-7.09 LogCFU/mL และค่อยๆลดลงจนสิ้นสุดกระบวนการหมัก ปริมาณเชื้อแบคทีเรียอะซิติกเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมักและสูงสุดในวันที่ 10 ของกระบวนการหมักอยู่ในช่วง 7.87-7.87 LogCFU/mL เมื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยเปรียบเทียบคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1 2 3 และ 4 พบว่าผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3 หมักเป็นระยะเวลา 7 วัน มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และมีคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุด จึงนำคอมบูชาจากใบชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3 มาทำการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รสชาติด้วยการผสมน้ำชาอู่หลงและน้ำกัญชง จากนั้นทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าการปรับปรุงรสชาติด้วยการใช้น้ำชาหรือน้ำกัญชง 1 ส่วนต่อคอมบูชาจากชาอู่หลงหรือคอมบูชาจากใบกัญชง 1 ส่วน โดยปริมาตร (อัตราส่วน 1:1) มีคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนด้านสี กลิ่น และรสชาติ จึงคัดเลือกคอมบูชาจากชาอู่หลงหรือคอมบูชาจากใบกัญชงปรับปรุงรสชาติอัตราส่วน 1:1 ศึกษาอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน ทำการเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ทุกๆ 7 วัน เปรียบเทียบกับคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ไม่ผ่านการปรับปรุงรสชาติ โดยคอมบูชาไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ พบว่าคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชง คอมบูชาจากชาอู่หลงที่ปรับปรุงรสชาติ และคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติมีการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยวันที่ 35 ของการเก็บรักษามีค่าพีเอชเท่ากับ 3.30, 2.87, 4.51 และ 3.92 ตามลำดับ ปริมาณกรดทั้งหมดมีปริมาณเพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยวันที่ 35 ของการเก็บรักษามีปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 0.65, 0.96, 0.35 และ 0.46 ตามลำดับ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติพบว่าในวันที่ 35 ของการเก็บรักษามีปริมาณน้ำตาลเหลือเท่ากับ 73.37, 65.59, 95.04 และ 83.93 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ปริมาณเอทานอลพบว่าในวันที่ 35 ของการเก็บรักษามีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.38, 3.64, 1.19 และ 1.89 ตามลำดับ สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติพบว่าในวันที่ 35 ของการเก็บรักษามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 525.10, 217.13, 277.71 และ 103.50 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH พบว่าในวันที่ 35 ของการเก็บรักษามีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยไม่แตกต่างกันทางสถิติเท่ากับร้อยละ 95.14, 95.35, 79.00 และ 70.11 ตามลำดับ รวมทั้งปริมาณยีสต์และแบคทีเรียอะซิติกในคอมบูชามีการเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาพบว่า ในวันที่ 35 ของการเก็บรักษาปริมาณยีสต์เท่ากับ 6.93, 7.01, 3.61 และ 3.71 LogCFU/mL และปริมาณแบคทีเรียอะซิติกมีปริมาณเท่ากับ 7.24, 7.29, 3.67 และ 3.73 LogCFU/mL การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ พบว่าเมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้นคะแนนความชอบด้านต่างๆลดลงระหว่างการเก็บรักษา โดยระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาคอมบูชาจากชาอู่หลงที่ไม่ผ่านการปรับปรุงรสชาติเก็บรักษาได้ไม่เกิน 21 วัน คอมบูชาจากใบกัญชงไม่ปรับปรุงรสชาติเก็บรักษาได้ไม่เกิน 14 วัน ขณะที่คอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติสามารถเก็บรักษาได้ถึง 35 วัน และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณสาร CBD และ THC ในผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากใบกัญชงไม่พบสาร CBD และ THC ในเครื่องดื่มคอมบูชาที่ผลิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1.ควรศึกษาอัตราส่วนของเชื้อยีสต์ *S. boulardii* และแบคทีเรียอะซิติก *A. pasteurianus* AJ605 ในอัตราส่วนต่างๆที่แตกต่างจากการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อให้เห็นความแตกต่างทางเคมี ฤทธิ์ทางชีวภาพ และการเก็บรักษาที่อุณภูมิตู้เย็นของคอมบูชาที่ได้

2.การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์คอมบูชา ควรเปรียบเทียบระหว่างคอมบูชาที่ผ่านการฆ่าเชื้อและไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

3.การผลิตคอมบูชาจากใบกัญชงควรมีการศึกษาวิธีการเตรียมคอมบูชาจากใบกัญชงวิธีอื่นด้วย เช่น การนำใบกัญชงไปบดละเอียดก่อนต้ม เพื่อศึกษาวิธีการผลิตคอมบูชาให้ได้สารที่สำคัญอื่นๆ เพิ่มมากขึ้น

4..ในขั้นตอนการพาสเจอร์ไรซ์คอมบูชาควรเปลี่ยนจากการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที เป็นการเติมโปตัสเซียมเมตาโบซัลไฟต์ (KMS) เพื่อไม่ให้สาร CBD ซึ่งเป็นสารที่มีประโยชน์ในใบกัญชงสลายไปเนื่องจากความร้อนและนำคอมบูชาที่ผลิตได้มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ทางจุลินทรีย์ และวิเคราะห์สาร CBD และ THC ในคอมบูชา

5.ผลิตภัณฑ์คอมบูชาที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นควรมีการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ก่อโรค เพื่อให้มีความปลอดภัยในการบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรกนก อิงคนินันท์. ปณัฐพงศ์ บุญนวล. สุดาพร วงศ์วาร. อรระวี คงสมบัติ. พรนรินทร์ เทพาวรา พฤกษ์. เนติ วรนุช. เพ็ญศรี เจริญสิทธิ์. วุฒิชัย วิสุทธิพรต. มนุพัศ โลหิตนาวี และ พีรศักดิ์ ฉายประสาท. 2563. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. “การวิจัยและพัฒนากัญชงเพื่อใช้ประโยชน์ทางการแพทย์.” 406.

ชัยเดช สังกรานนท์. 2560. **การเก็บรักษาอาหารและเครื่องดื่มในตู้เย็น**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ดุษณี ธนะบริพัฒน์. 2555. **จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : วี.เจ.พริ้นติ้ง.

ธีรพงษ์ เทพกรณ์. 2555. “ชา: กระบวนการผลิต และองค์ประกอบทางเคมีจากการหมัก.” *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*. 2: 189-196.

บุหรัน พันธุ์สวรรค์. ไมตรี สุทธจิตต์ และ สุพักตร์ พ่วงบางโพ. 2553. “ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกะทกรก ทองพันชั่ง ผักหวานป่าเพกา และมะระขี้นก ในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา.” รายงานวิจัย. มหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา. พะเยา. 34 น.

ปิยวรรณ วัชรอาภาไพบูรณ์ ธิปชัย วัฒนวิจารณ์ และ ดวงใจ โอชัยกุล. 2562. “การคัดแยกและคัดเลือกยีสต์และแบคทีเรียอะซิติกจากชาหมักคอมบูชา.” การประชุมวิชาการระดับชาติ “วิทยาศาสตร์วิจัย” ครั้งที่ 11, 23-24 พฤษภาคม 2562 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพมหานคร.

ปรียนันท์ บัวสด. 2549. “การตรวจสอบความสามารถในการเป็นสารแอนตี้ออกซิแดนท์ของเครื่องดื่มชา โดยวิธีไซคลิกโวลแทมเมตรี.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยศิลปากร. นครปฐม. 228 น.

พยุงศักดิ์ ตันติไพบูลย์วงศ์ และสุรศักดิ์ ใจเขียนดี. 2555. **การวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการทำลายอนุมูลดีพีพีเอชและการฟอกสีอนุมูลเอบีทีเอส**. คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา. บริษัท นพบุรีการพิมพ์ จำกัด. เชียงใหม่. 21-26 น.

พรชนก เจนศิริศักดิ์. 2564. “กัญชาและกัญชงในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง.” *วารสารการคุ้มครองผู้บริโภคด้านสุขภาพ*. 1(2): 7-10 น.

มณฑิตา ปิยะธาราธิเบศร์. 2564. “ปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์อาหารที่มีส่วนผสมของกัญชาของกลุ่มผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล.” สารนิพนธ์. มหาวิทยาลัยมหิดล. 121 น.

วชิระ เพ็งจันทร์. 2558. **แนะหลักเก็บของสดให้คุณค่าสูง**. กรุงเทพมหานคร : รัตนไตย.

สาวิตรี ลิ่มทอง. 2549. **ยีสต์ : ความหลากหลายและเทคโนโลยีชีวภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Amarasinghe, H., Nimsha, S., Weerakkod, S.N., and Waisundara, Y.V. 2018. "Evaluation of physicochemical properties and antioxidant activities of kombucha "Tea Fungus" during extended periods of fermentation." *Food Science and Nutrition*. 6: 659-665.

Atta, E.M., Mohamed, N.H., and Abdelgawa, A.A.M. 2017. "Antioxidants: an overview 1, on the natural and synthetic types." *European Chemical Bulletin*. 6(8): 365-375.

Asai, T. 1968. **Acetic acid bacteria classification and biochemical activities**. University of Tokyo Press, Tokyo.

Ayed, L., Abid, S.B., and Hamdi, M. 2016. "Development of a beverage from red grape juice fermented with the Kombucha consortium" *Ann Microbiol.* DOI 10.1007

Azevedo, R.S.A., Bianca, S.T., Sauthier, M.C.S., Santana, M.V.A., Santos, W.N.L., and Santana, D.A. 2019. "Multivariate analysis of the composition of bioactive in tea of the species *Camellia sinensis*." *Food Chemistry*. 273: 39-44.

Battikh, H., Chieb, K., Bakhrouf, A., and Ammar, E. 2012. "Antibacterial and antifungal activities of black and green kombucha teas." *Journal of Food Biochemistry*. 37: 231-236.

Bogdan, M., Justine, S., Filofteia, D.C., Petruta, C.C., Gabriela, L., Roxana, U.E., and Florentina, M. 2018. "Lactic acid bacteria strains isolated from Kombucha with potential probiotic effect." *Romanian Biotechnological Letters*. Vol. 23, No. 3

Brito, M.B., Diaz, J.P., Quezada, S.M., Llorente, C.G., GiL, A. 2012. "Probiotic mechanisms of action" *Annals of Nutrition & Metabolism*. 61: 160-174.

Cardoso, R.R., Neto, R.O., D'Almeid, C.T.S., Nascimento, T.P., Pressete, C.G., Azevedo, L., Martino, H.S.D., Cameron, L.C., Ferreira, M.S.L., and Barrosa, F.A.R. 2020. "Kombucha from green and black teas have a different phenolic profiles, which impacts their antioxidant capacities, antibacterial and antiproliferative activities." *Food Research International*. 128: 108782.

Chan, E.W.C., Lim, Y.Y., and Chew, Y.L. 2006. "Antioxidant activity of *Camellia sinensis* leaves and tea from a lowland plantation in Malaysia." *Food Chemistry*. 102(4): 1214-1222.

Chase, M. 1998. "An ordinal classification for the families of flowering plants." *Annals of the Missouri Botanical Garden.* 85:531–553.

Chen, C., and Liu, B.Y. 2000. "Changes in major components of tea fungus metabolites during prolonged fermentation." *Journal of Applied Microbiology*. 89: 834-839.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chen, Y.L., Duan, J., Jiang, Y.M., Shi, J., Peng, L., Xue, S., and Kakuda, Y. 2011. "Production, quality, and biological effects of oolong tea (*Camellia sinensis*)" *Food Reviews International*. 27: 1-15.

Cirillo, G., and lemma, F. 2012. **Antioxidant polymers synthesis, properties, and applications.** United State of America: *Scrivener Publishing* LLC.

Clarke, R.C., Merlin, M.D. 2013. **Cannabis: evolution and ethnobotany**. The University of California Press, Los Angeles, CA.

Coton, M., Pawtowski, A., Taminiau, B., Burgaud, G., Deniel, F., Coulloumme-Labarthe. L., Fall, A., Daube, G., and Coton, E. 2017. "Unraveling microbial ecology of industrial-scale kombucha fermentation by metabarcoding and culture-based methods." *FEMS Microbiology Ecology*. 93(5): 1-16.

Crombie, L., and Crombie, W.M.L. 1975. "Cannabinoid formation in *Cannabis sativa* grafted inter-racially, and with two *Humulus* species." *Phytochemistry*. 14(2): 409-412.

Czerucka, D., Piche, T., and Rampal, P. 2007. "Review article: yeast as probiotics-*Saccharomyces boulardii*." *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*. 26: 767-778.

Denisov, E.T., and Afanas'ev, I.B. 2006. **Oxidation and antioxidant in organic chemistry and blology.** Germany: *WILEY-VCH Verlog GmbH & Co. KGAA*.

Dinleyici, E.C., Eren, M., Ozen, M., Yargic, Z.A., and Vandenplas, Y. 2012. "Effectiveness and safety of *Saccharomyces boulardii* for acute infectious diarrhea." 12(4): 395-410.

Dufresne, C., and Farnworth, E. 2000. "Tea, Kombucha, and health: a review." *Food Research International*. 33(6): 409-421.

Dutt, D., Sing, V., Ray, A.K., Mukherjee, S. 2003. "Development of specialty papers in an Art: Electrical insulation paper from indigenous raw materials - Part IX." *Journal of Scientific and Industrial Research* 62:1145–1151.

Dutt, D., Tyagi, C.H., Malik, R.S. 2007. "Studies on effect of growth factor on morphological, chemical and pulp and papermaking characteristics and its impact on fluff generation." *Indian Journal of Chemical Technology*. 14:626–634.

Dutt, D., Upadhyaya, J.S., Ray, A.K., Upadhyaya, M.K. 2002. "Development of specialty papers is an art: Wax match tissue paper from indigenous raw materials - Part I." *Journal of Scientific and Industrial Research*. 61:1046–1050.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fernandez, P.L., Pablos, F., Martin, M.J., and Gonzales, A.G. 2002. "Study of catechin and xanthine tea profiles as geographical tracers." *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 1833-1839.

Frassinetti, S., Moccia, E., Caltavuturo, L., Gabriele, M., Longo, V., Bellani, L., Giorgi, G., Giorgetti, L. 2018. "Nutraceutical potential of hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds and sprouts." *Food Chem.* 262:56–66.

Fu, C., Yan, F., Cao, Z., Xie, F. and Lin, J. 2014. "Antioxidant activity of Kombucha prepared from three different substrates and changes in content of probiotics during storage." *Journal of Food Science and Technology.* 34(1): 123-126.

Greenwalt, C.J., Steinkraus, K.H., and Ledford, R.A. 2000. "Kombucha the fermented tea: Microbiology, composition, and claimed health effects." *Journal of Food Protection*. 63: 976-981.

Greuter, W., Brummitt, R.K., Farr, E., Kilian, N., Kirk, P.M., Silva, P.C. 1993. **Names in Current Use for Extant Plant Genera.** Konigstein: Koeltz Scientific Books.

Gupta, A., Singh, V. K., Qazi, G. N., and Kumar, A. 2001. "*Gluconobacter oxydans*: its biotechnological applications." *Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology*. 3: 445-456.

Ha, J.H., Nasrullah Shah, N., Ul-Islam, M., Khan, T., and Park, J.K. 2011. "Bacterial cellulose production from a single sugar **α**-linked glucuronic acid-based oligosaccharide." *Process Biochemistry*. 46: 1717-1723.

Halliwell, B. 1999. "Antioxidant defense mechanism: From the beginning to the end." *Society for Free Radical Research International*. 31: 261-272.

Hammel, R. 2016. "The effect of temperature and pH on the food safety of kombucha tea." *Environmental Health Journal*. 24: 205-207.

Harris, A.T., Riddlestone, S., Bell, Z., Hartwell, P.R. 2008. "Towards zero emission pulp and paper production: the BioRegional MiniMill." *Journal of Cleaner Production.* 16:1971–1979.

Hemila, H. and Herman, Z. 1995. "Vitamin C and the common cold: A retrospective analysis of Chalmers review." *Journal of the American College of Nutrition*. 14: 116-123

Hill, K.P. 2015. "Medical marijuana for treatment of chronic pain and other medical and psychiatric problems: a clinical review." *JAMA* 313: 2474–2483.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ingram, L.E., Gitsham, P., Burton, N., Warhurst, G., Clarke, I., Hoyle, I., Oliver, S.G., and Stateva, L. 2007. "Genotypic and physiological characterization of *Saccharomyces boulardii* the probiotic strain of *Saccharomyces cerevisiae*." *Applied and Environmental Microbiology*. 73: 2458-2467.

Iverson, F. 1995. "Phenolic antioxidants: health protection branch studies on butylated hydroxyanisole." *Cancer Letters*. 93(1): 49-54.

Jarrell, J., Cal, T. and Bennett, J.W., 2000. "The kombucha consortia of yeast and bacteria." *Microbiologist*. 14(4): 167-170.

Jayabalan, R., Subathradevi, P., Marimuthu, S., Sathishkumar, M., and Swaminathan, K. 2008. "Changes in free radical scavenging ability of kombucha tea during fermentation." *Food Chemistry*. 109: 227-234.

Jayabalan, R., Malbasá, R.V., Lončar E.S., Vitas, J.S., and Sathiskhumar, M. 2014. "A review on kombucha tea-microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus." *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 13: 538-550.

Jeyasingam, J.T. 1994. **Industrial experience in the manufacture of cigarette tissue using hemp**. TAPPI Nonwood Plant Fiber Progress Report. No 21:163–178.

John, K.M.M., Thiruvengadam, M., Enkhtaivan, G., and Kim, D.H. 2014. "Variation in major phenolic compounds and quality potential of black tea elicited by *Saccharomyces cerevisiae* and its correlation with antioxidant potential." *Industrial Crops and Products*. 55: 289-294.

Judd, W.S., Sanders, R.W., Donoghue, M.J. 1994. "Angiosperm family pairs: preliminary phylogenetic analyses." *Harvard Papers in Botany*. 5: 1–51.

Kaewkod, T., Bovonsombut, S., and Tragoolpua, Y. 2019. "Efficacy of kombucha obtained from green, oolong, and black teas on inhibition of pathogenic bacteria, antioxidation, and toxicity on colorectal cancer cell line." *Microorganisms*. 7: 700.

Kerster, D., Schumann, D., Friederike, K., Hebler, N., Hornung, M., Schmauder, H.P. and Marsch, S. 2006. "Nanocelluloses as innovative polymers in research and application." *Advanced Progress in Polymer Science*. 205: 49-96.

Kersters, K., Lisdiyanti, P., Kornagata, K., and Swings, J. 2006. **The family *Acetobacteraceae*: The genera *Acetobacter*, *Acidomonas*, *Asaia*, *Gluconacetobacter*, *Gluconobacter* and *Kozakia*. The Prokaryotes**: 3rd ed., Vol. 5, Springer, New York.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kolosov, C. 2009. “Evaluating the public interest: Regulation of industrial hemp under the controlled substances act.” *UCLA Law Review*: 57

Kurtzman, C.P., and Fell, J.W. 1996. **Yeast. In G.S. Hall (ed). Methods for the examination of organism diversity in soil and sediment. CAB International** Printed, UK.

Kurtzman, C.P., Robnett, C.J., and Basehoar, P.B., 2001. “*Zygosaccharomyces kombuchaensis*, a new ascosporogenous yeast from Kombucha tea*.” FEMS Yeast Research*. 1(2): 133-138

Li, H.L. 1974. “The origin and use of cannabis in Eastern Asia Linguistic-Cultural Implications.” *Economic Botany*. 28:293–301.

Liu C. H., Hsu W.H., Lee F.L., and Liao C.C., 1996. “The isolation and identification of microbes from a fermented tea beverage, Haipao, and their interactions during Haipao fermentation.” *Food Microbiology*. 13: 407-415.

Maekawa, T., Nakamura, J., Kitagawa, W., Shibata, H., Teramoto, T. and Tsuchida, T. 2011. "Effect of long-term intake of “KURO-Oolong tea OTPP” on body fat mass and metabolic syndrome risk in overweight volunteers.” *Japanese Pharmacology Therapeutics Journal*. 39(10): 889-900.

Malbasá, R.V., Loncar, E.S., Vitas, J.S., and Canadanovic-Brunet, J.M. 2011. “Influence of starter cultures on the antioxidant activity of kombucha beverage.” *Food Chemistry*. 127(4): 1727-1731.

Matinee, M. 2011. **Yeast and yeast technology**. Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University.

Marsh, A. A., Stoycos, S. A., Brethel-Haurwitz, K. M., Robinson, P., VanMeter, J. W., & Cardinale, E. M. 2014. “Neural and cognitive characteristics of extraordinary altruists.” *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 111(42): 15036-15041.

Miller, N.G. 1970. “The genera of the cannabaceae in the southeastern united states.” *Journal of the Arnold Arboretum*. 51(2): 185-203.

Nakamura, J., Abe, K., Ohta, H., and Kiso, Y. 2007. “Lowering effects of the OTPP (oolong tea polymerized polyphenols) enriched oolong tea (FOSHU “kuro-oolong tea OTPP) on visceral fat in overweight volunteers.” *Japanese Pharmacology Therapeutics Journal.* 35(6): 661—671.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2017. **The health effects of cannabis and cannabinoids: Current state of evidence and recommendations for research.** The National Academies Press, Washington, DC

Naveed, M., BiBi, J., Kamboh, AA., Suheryani, I., Kakar, L., Fazlani, S.A., FangFang, K., Ali kalhoro, S., Yunjuani, L.. Kakarj, M.U., Abd El-Hack, M.E., Noreldin, A.E., Shi Zhixiang, S., LiXi, C., and XiaoHui, Z. 2018. "Pharmacological values and therapeutic properties of black tea (*Camellia sinensis*): A comprehensive overview." *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 100: 521-531.

Nguyen, N.K., Nguyen, P.H., Nguyen, H.T., and Le, P.H. 2015. "Screening the optimal ratio of symbiosis between isolated yeast and acetic acid bacteria strain from traditional kombucha for high-level production of glucuronic acid." LWT-*Food Science and Technology*. 64: 1149-1155.

Nummer, B.A. 2013. "Kombucha brewing under the Food and Drug Administration model food code risk analysis and processing guidance." *Journal of Environmental Health*. 76(4): 8-11.

Oelschlaeger, T.A. 2010. "Mechanisms of probiotic actions" International *Journal of Medical Microbiology*. 57-62.

Pallach, M., Lorenzo, F.D., Facchini, F.A., Gully, D., Giraud, E., Francesco Peri, F., Duda, K.A., Molinaro, A., and Alba Silipo, A. 2018. "Structure and inflammatory activity of the LPS isolated from *Acetobacter pasteurianus* CIP103108." *International Journal of Biological Macromolecules.* 119: 1027-1035.

Pillay, M., and Kenney, S.T. 2006. "Structural organization of the nuclear ribosomal RNA genes in cannabis and humulus (Cannabaceae)." *Plant Systematics and Evolution*. 258(1–2): 97-105.

Ramachandran, S., Fontanille, P., Pandey, A., and Larroche, C. 2006. "Gluconic acid: Properties, applications, and microbial production." *Food Technology and Biotechnology*. 44(2): 185-195.

Rice, B. 2008. "Hemp as a feedstock for biomass-to-energy conversion." *Journal of Industrial Hemp*. 13:145–156.

Sainz, F., Navarro, D., Mateo, E., Torija, M.J., and Mas, A. 2016. "Comparison of D-gluconic acid production in selected strains of acetic acid bacteria." *International Journal of Food Microbiology*. 222: 40-47.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sengun, I.L., and Karabiyikli, S. 2011. "Importance of acetic acid bacteria in food industry." *Food Control*. 22: 647-656.

Sgriccia, N., Hawley, M.C., and Misra, M. 2008. "Characterization of natural fiber surfaces and natural fiber composites." *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing.* 39:1632–1637.

Sikora, V., Berenji, J., Latkovic, D. 2011 "Variability and interrelation of yield components of hemp for fiber." *Genetics and Breeding.* 48(1): 107-112.

Sytsma, K., Morawetz, J., Pires, J., Nepokroeff, M., Conti, E., Zjhra, M., Hall, J., Chase, M. 2002. "Urticalean rosids: Circumscription, rosid ancestry, and phylogenetics based on rbcL, trnL-F, and ndhF sequences." *American Journal of Botany*. 89(9):1531-1546.

Thorne, R.F. 1992. "Classification and geography of the flowering plants." *The Botanical Review*. 58: 225-348.

Torre, C.L., Fazio, A., Caputo, P., Plastina, P., Caroleo, M.C., Cannataro, R., and Cione, E. 2021. "Effects of long-term storage on radical scavenging properties and phenolic content of kombucha from black tea." *Molecules*. 26: 5474.

Villarreal-Soto, S.A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J.P., Renard, T., Ronan, S., and Taillandier, P. 2019. "Impact of fermentation conditions on the production of bioactive compounds with anticancer, anti-inflammatory and antioxidant properties in kombucha tea extracts." *Process Biochemistry*. 83: 44-54.

Watanawana, M., Nilakshi, J., Candy, C. and Viduranga, Y. W. 2015. "Application of the kombucha 'tea fungus' for the enhancement of antioxidant and starch hydrolase Inhibitory properties of ten herbal teas." *Food Chemistry*. 304-311.

Weerawatanakorn, M., Hung, W.L., Pan, M.H., Li, S., Li, D., Wan, X., and Ho, C.T. 2015. "Chemistry and health beneficial effects of oolong tea and theasinensins+." *Food Science and Human Wellness*. 133-146.

Xiao, 2016. "The taste of tea: Material embodied knowledge and environmental history in northern Fujian, China." *Journal of Material Culture*. 22: 3-18.

Yamada, Y., Yukphan, P., Lan Vu, H.T., Muramatsu, Y., Ochaikul, D., Tanasupawat, S., and Nakagawa, Y. 2012. "Description of Komagatoeibacter gen. nov., with proposals of new combinations (*Acetobacteraceae*)." *Journal of General and Applied Microbiology*. 58(5): 397-404.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yang, M.Q., Van Velzen, R., Bakker, F.T., Sattarian, A., Li, D.Z., Yi, T.S., 2013. “Molecular phylogenetics and character evolution of Cannabaceae.” *International Association for Plant Taxonomy*. 62(3): 473-485.

Zhang, H., Qi, R.L., and Mine, Y. 2019. “The impact of oolong and black tea polyphenols on human health.” *Food Bioscience*. 29: 55-61.

Zhao, D. and Shah, N.P. 2016. “Synergistic application of black tea extracts and lactic acid bacteria in protecting human colonocytes against oxidative damage.” *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 64(11): 2238-2246.

Zhu, Q.Y., Hackman, R.M., Ensunsa, J.L., Holt, R.R., and Keen, C.L. 2002. “Antioxidative activities of oolong tea.” *Journal of Agricultural and Food Chem*. 50: 6929-6934.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. อาหาร Acidified PDA (Acidified Potato Dextrose agar)

ส่วนประกอบ

อาหารสูตรสำเร็จ Potato Dextrose Broth	24	กรัม
ผงวุ้น	18	กรัม
กรดทาร์ทาริก (Tartaric) ร้อยละ 10	1.85	มิลลิลิตร/100 มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ละลายส่วนผสมให้เข้ากัน นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นระยะเวลา 15 นาที ด้วยหม้อนึ่งอัดแรงดัน

2. อาหาร Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar (DRBC agar)

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรสำเร็จ DRBC 31.6 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1000 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นระยะเวลา 15 นาที ด้วยหม้อนึ่งอัดแรงดัน

3. อาหาร Glucose Yeast extract Calcium carbonate Agar (GYC agar) (Wu *et al*., 2012)

ส่วนประกอบ

กลูโคส	50	กรัม
ยีสต์สกัด	10	กรัม
แคลเซียมคาร์บอเนต	20	กรัม
ผงวุ้น	10	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ละลายส่วนผสมให้เข้ากัน นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นระยะเวลา 15 นาที ด้วยหม้อนึ่งอัดแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อาหาร Yeast extract Malt extract (YM)

ส่วนประกอบ

เปปโตน	5	กรัม
กลูโคส	10	กรัม
ยีสต์สกัด	3	กรัม
มอล์ตสกัด	3	กรัม
ผงวุ้น	15	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ละลายส่วนผสมให้เข้ากัน ปรับพีเอชให้ได้ 7.0±0.2 นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นระยะเวลา 15 นาที ด้วยหม้อนึ่งอัดแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การแยกเชื้อจุลินทรีย์

1. เชื้อ *Saccharomyces boulardii*

การแยกเชื้อยีสต์ *Saccharomyces boulardii* แยกได้จากยาแก้ท้องร่วงที่มีชื่อทางการค้าว่า Bioflor โดยนำมาเพาะเลี้ยงในอาหาร YPD (Yeast extract Peptone Dextrose Broth) บ่มที่สภาวะเขย่าอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 วัน นำเชื้อยีสต์ที่ได้มาเพาะเลี้ยงลงบนอาหาร Acidified PDA ด้วยวิธีการ Cross streak เพื่อแยกเชื้อบริสุทธิ์ บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 วัน หลังจากนั้นเก็บโคโลนีเดี่ยวของยีสต์ลงในอาหารเอียง Acidified PDA บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 วัน และนำเชื้อยีสต์ที่ได้ไปทำการศึกษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การเตรียมสารเคมี

1. สารละลายเปปโตน (Peptone) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1

นำเปปโตน 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร และนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นระยะเวลา 15 นาที ด้วยหม้อนึ่งอัดแรงดัน

2.สาร 2,2-diphynyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (Blols, 1958)

เตรียมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ (มวลโมเลกุล 394.32 กรัมต่อโมล) แทนค่าในสูตร (1)

$$g = \frac{394.32 \times 0.2 \times 100}{1000}$$

$$= 7.886 \text{ มิลลิกรัม}$$

ซึ่งสาร DPPH 7.886 มิลลิกรัม ละลายในแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร เก็บในภาชนะทึบแสง

3.สารโฟลินซิโอคาลทิว (Folin-Ciocalteu Reagent) (ดัดแปลงมาจาก Chidambara *et al*., 2002)

เตรียมสารละลายเจือจาง Folin-Ciocalteu Reagent ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร โดยปิเปตสาร Folin-Ciocalted Reagent เติมลงในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เก็บรักษาในภาชนะทึบแสง

4.สารฟีนอล (Phenol)

เตรียมสารละลายฟีนอลความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร โดยชั่งสารฟีนอล 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยขวดปรับปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.สารฟีนอฟทาลีน (Phenolpthalein)

เตรียมสารละลายฟีนอฟทาลีนความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ทำการชั่งสารฟีนอฟทาลีน 1 กรัม ละลายด้วยแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 ปรับปริมาตรด้วยขวดปรับปริมาตรจนครบ 100 มิลลิลิตร เขย่าให้ผลึกสารฟีนอฟทาลีนละลายจนหมด เก็บรักษาในภาชนะทึบแสง

6.สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide : NaOH)

6.1 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์

ชั่งสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัม ละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรด้วยขวดปรับปริมาตรจนครบ 100 มิลลิลิตร

6.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมลาร์

ชั่งสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรด้วยขวดปรับปริมาตรจนครบ 100 มิลลิลิตร

7. สารโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต 0.1 โมลาร์

เตรียมสารโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต (KPH) และนำไปอบที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1-2 ชั่วโมง และนำใส่เดซิเคเตอร์ทิ้งไว้ให้เย็น

8.สารโพรพานอล (Propanol)

เตรียมสารละลายโพรพานอลความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร โดยปิเปตสารโพรพานอลลงในขวดปรับปริมาตร ปรับปริมาตรจนครบ 100 มิลลิลิตร เขย่าสารให้เป็นเนื้อเดียวกัน

9. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ($NaCO_3$) ความเข้มข้นร้อยละ 7.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

เตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 7.5 โดยชั่งสารโซเดียมคาร์บอเนต 7.5 กรัม ลงในขวดปรับปริมาตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร เขย่าสารให้เป็นเนื้อเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์ทางเคมีและการเตรียมสารมาตรฐาน

1. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดด้วยวิธีฟีนอล-ซัลฟูริก (Dubois *et al*., 1956)

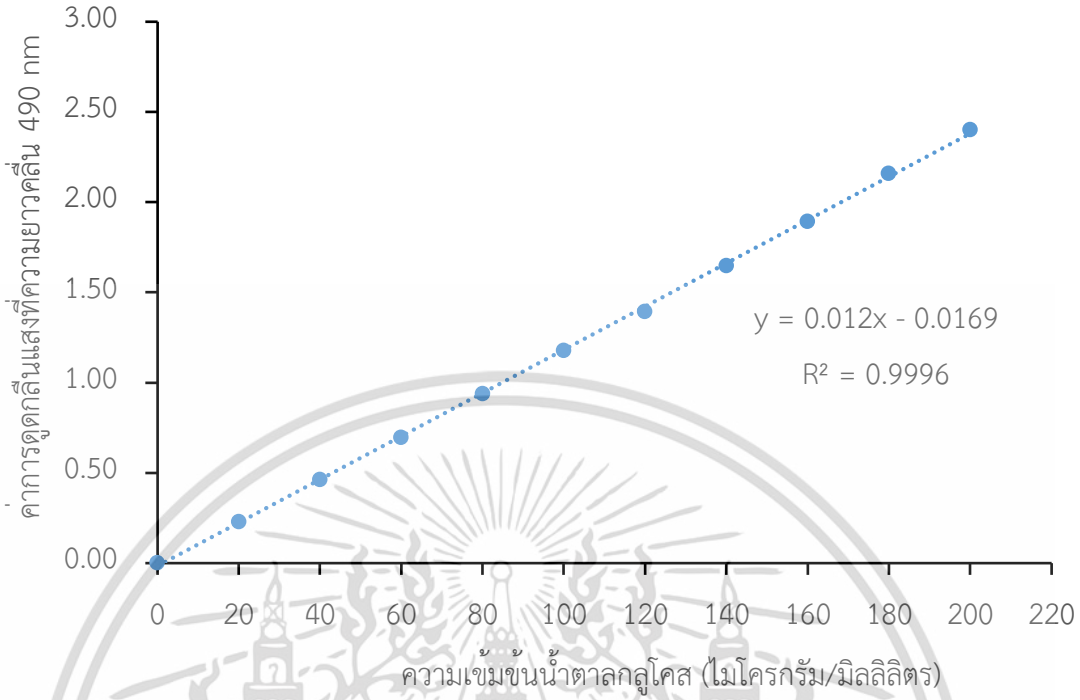
1.1 การเตรียมกราฟมาตรฐานกลูโคส

การเตรียมกราฟมาตรฐานกลูโคสโดยการนำสารมาตรฐานกลูโคสมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปใส่ในเดซิเคเตอร์และทิ้งไว้ให้สารมาตรฐานกลูโคสเย็นลง ชั่งสารมาตรฐานกลูโคส 0.04 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร จะได้สารละลายกลูโคสความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 และ 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปิเปตสารละลายกลูโคสแต่ละความเข้มข้นใส่ลงในหลอดทดลอง ความเข้มข้นละ 1 มิลลิลิตร ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ เติมสารละลายฟีนอลร้อยละ 5 โดยมวลต่อปริมาตร ลงไปหลอดละ 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน และเติมกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นร้อยละ 98 ลงไปในหลอดทดลอง 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ผสมให้เข้ากัน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 490 นาโนเมตร และใช้น้ำกลั่นเป็นแบลงค์แทนความเข้มข้นของสารละลายกลูโคส นำค่าที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐานกลูโคส

1.2 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในตัวอย่าง

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในตัวอย่าง โดยการนำตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 9000 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลา 20 นาที ปิเปตส่วนใสของคอมบูชาที่ได้มาปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายฟีนอลร้อยละ 5 โดยมวลต่อปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันและเติมกรดซัลฟิวริกร้อยละ 98 ลงไปในหลอดทดลอง 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ผสมให้เข้ากันและนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 490 นาโนเมตร และใช้น้ำกลั่นเป็นแบลงค์แทนความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ-1 กราฟมาตรฐานสารละลายน้ำตาลกลูโคส

2. การวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี

2.1 การเตรียมกราฟมาตรฐานเอทานอล

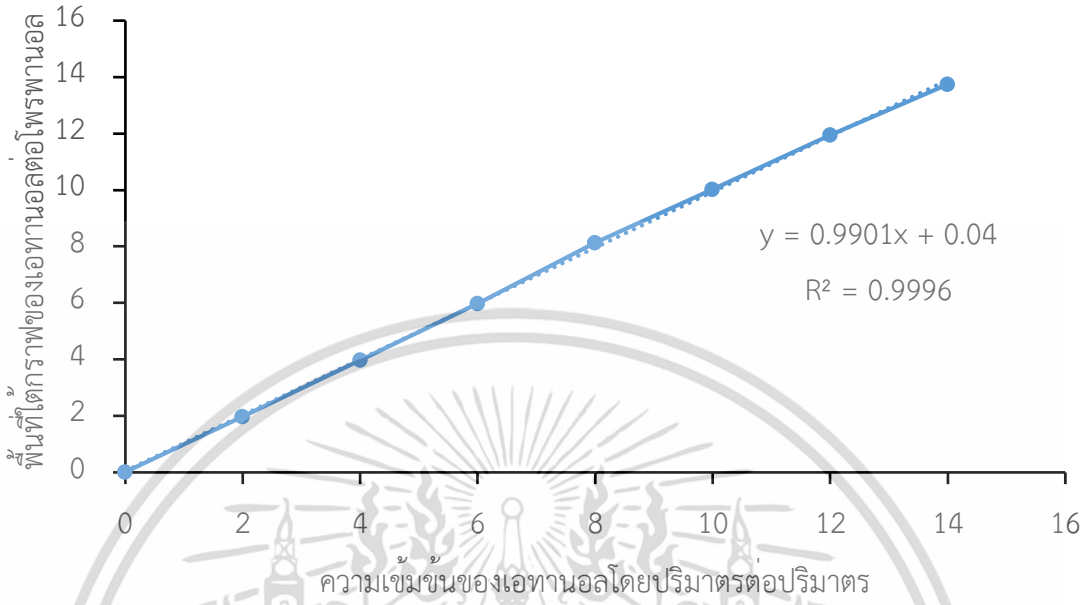
การเตรียมกราฟมาตรฐานเอทานอลโดยใช้เอทานอลบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 ใช้เฟสเคลื่อนที่เป็นแก๊สฮีเลียม เตรียมสารละลายมาตรฐานเอทานอลให้มีความเข้มข้นร้อยละ 2 4 6 8 และ 10 ผสมสารละลายเอทานอลแต่ละความเข้มข้นเข้ากับสารละลายมาตรฐานโพรพานอลที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร การวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลใช้เทคนิค แก๊สโครมาโตกราฟี (GC) โดยใช้เครื่องแก๊ส โครมาโตรกราฟี (GC-2014, Shimadzu) ต่อกับ Auto Injector (AOC-20i) ใช้คอลัมน์DB-1 (Agilent J&W GC Column) ความยาว 30 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร ความหนาของฟิล์ม 5 ไมครอน อุณหภูมิคอลัมน์ 60 องศาเซลเซียส ใช้ตัวตรวจวัด (Detector) ชนิด FID โดยปรับอุณหภูมิเท่ากับ 180 องศาเซลเซียส Sampling rate เท่ากับ 40 มิลลิลิตรต่อวินาที อุณหภูมิของตำแหน่งฉีดสาร (Injector) เท่ากับ 150 องศาเซลเซียส ใช้ก๊าซฮีเลียม เป็นก๊าซตัวพา เลือกโหมด Linear Velocity นำพื้นที่ใต้กราฟ (Peak Area) ของสารมาตรฐานแต่ละความเข้มข้นมาสร้างกราฟมาตรฐาน โดยคำนวณอัตราส่วนพื้นที่ใต้กราฟของเอทานอลต่อโพรพานอลในแต่ละความเข้มข้น

2.2 การวิเคราะห์เอทานอลในตัวอย่าง

ตัวอย่างคอมบูชาผสมกับสารละลายมาตรฐานโพรพานอลความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยปริมาตร (500 ไมโครลิตร ต่อ 500 ไมโครลิตร) นำตัวอย่างไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟฟี (Gas Chromatography) และบันทึกค่าที่ได้เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานเอทานอล



รูปที่ จ-2 กราฟมาตรฐานเอทานอล

3. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteua (Chidambara, 2002)

3.1 การเตรียมกราฟมาตรฐานแกลลิก

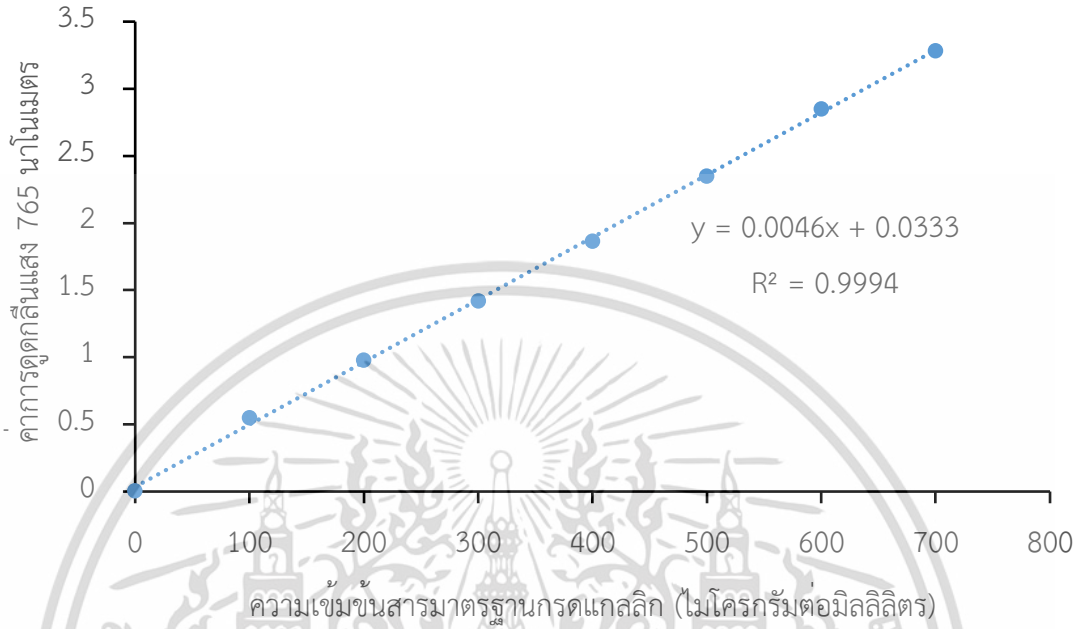
เตรียมสารมาตรฐานแกลลิกโดยเตรียมให้ได้ความเข้มข้น 100 200 300 400 500 600 และ 700 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร หยดสารละลายมาตรฐานแกลลิกแต่ละความเข้มข้นใส่ลงใน 96-well plates ปริมาตร 20 ไมโครลิตร เติมสารละลาย Folin - Ciocalteua phenol reagent ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาที จากนั้นเติมโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 7.5 ปริมาตร 80 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที สารประกอบฟีนอลิกจะทำปฏิกิริยากับสารละลายโฟลีนและเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงิน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร นำมาสร้างเป็นกราฟมาตรฐานสารละลายกรดแกลลิก

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่าง โดยการนำตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 9000 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลา 20 นาที ปิเปตส่วนใสของคอมบูชาที่ได้มาปริมาตร 20 ไมโครลิตร ใส่ลงใน 96-well plates เติมสารละลาย Folin - Ciocalteua phenol reagent ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาที เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 7.5 ปริมาตร 80 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตรียมแบลงค์ของตัวอย่างโดยการใช้ตัวอย่างหยดลงใน 96-well plates ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 180 ไมโครลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร

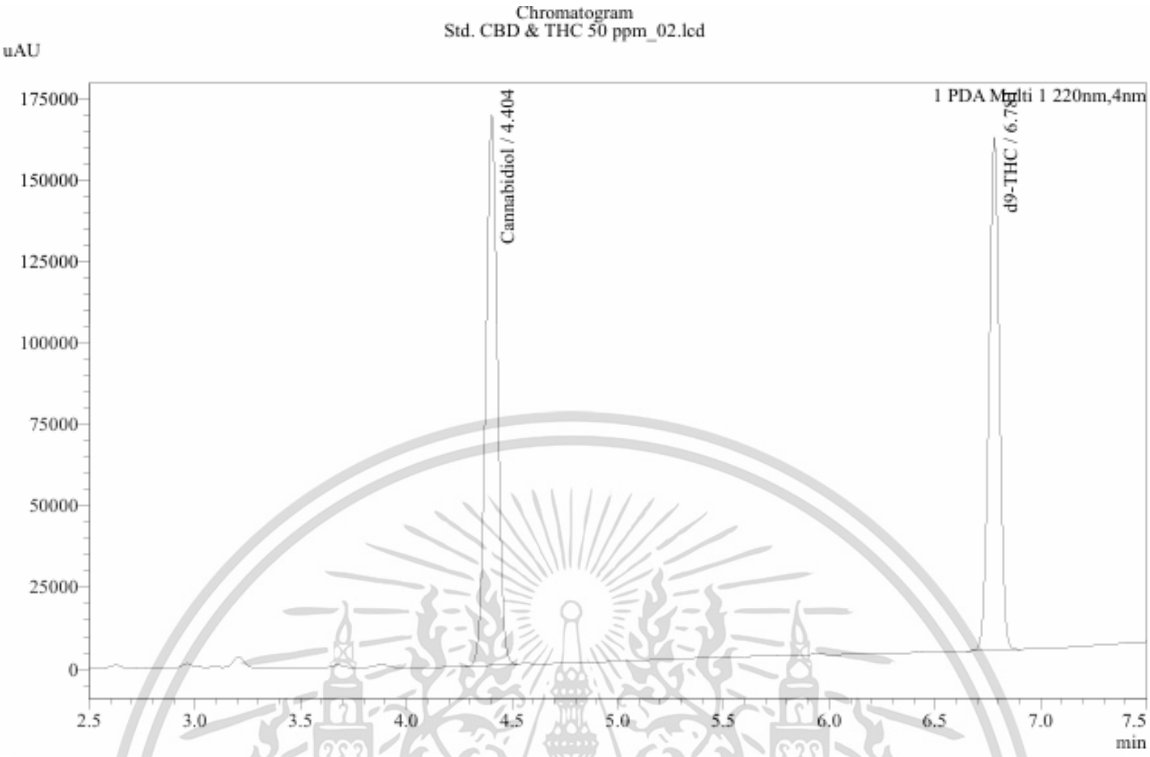


รูปที่ จ-3 กราฟมาตรฐานความเข้มข้นของสารมาตรฐานแกลลิก (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)

4. การวิเคราะห์ปริมาณสาร CBD และ THC

ตัวอย่างคอมบูชาที่ได้นำมากรองผ่านตัวกรองชนิด PTFE ที่มีขนาดรูพรุน 0.45 ไมครอน นำไปวิเคราะห์ปริมาณสาร CBD (cannabidiol) และ THC (Tetrahydrocannabinol) ด้วยเครื่องโครมาโตกราฟแบบของเหลวประสิทธิภาพสูง คอลัมน์ที่ใช้เป็นคอลัมน์ชนิด NexLeaf CBX Potency, 2.7 ไมโครเมตร ขนาด 4.6 x 150 มิลลิเมตร เฟสเคลื่อนที่ A ใช้เป็นสารละลายผสมระหว่างกรดฟอสฟอริกร้อยละ 0.085 ในน้ำ เฟสเคลื่อนที่ B ใช้เป็นสารละลายผสมระหว่างกรดฟอสฟอริกร้อยละ 0.085 ในอะซิโตไนไตรล์ อัตราส่วน 75:25 โดยปริมาตร ปริมาณตัวอย่างที่ฉีดเข้าเครื่องคือ 5 ไมโครลิตร ใช้วิธีการฉีดตัวอย่างแบบ auto sampler ตัวตรวจวัด (Detector) ที่ใช้คือ Photodiode array detector ที่ความยาวคลื่น 220 นาโนเมตร อัตราการไหล 1.6 มิลลิลิตรต่อนาที ทำการบันทึกโครมาโตแกรมและรายงานค่าเป็นร้อยละ นำข้อมูลที่ได้เปรียบเทียบพื้นที่ใต้กราฟกับสารมาตรฐาน CBD และ THC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Peak Table Std. CBD & THC 50 ppm_02.lcd

PDA Ch1 220nm

Peak#	Name	Ret. Time	Area
1	Cannabidiol	4.404	648552
2	d9-THC	6.781	539125
Total			1187677

รูปที่ จ-4 กราฟมาตรฐานปริมาณสาร CBD และ THC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ภาคผนวก จ-1 แบบประเมินทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1 2 3 และ 4 ทั้งหมด 5 ชุดการทดลอง โดยหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 10 และ 14 วัน ดังนี้

แบบประเมินทางประสาทสัมผัสของคอมบูชา
คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล.....วันที่.....

☐ เคยชิมคอมบูชา ☐ ไม่เคยชิมคอมบูชา

แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสคอมบูชาร่วมกับกัญชงเป็นเวลา 7 วัน

คำอธิบาย : ทดสอบตัวอย่างตามลำดับ จากนั้นให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์

โดยกำหนดให้

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

หมายเหตุ : กรุณาบ้วนปากด้วยน้ำเปล่าทุกครั้งก่อนเริ่มชิมแต่ละตัวอย่าง

ตัวอย่าง	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
253				
724				
591				
875				
902				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ-2 แบบประเมินทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1 2 3 และ 4 ทั้งหมด 5 ชุดการทดลอง โดยหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 10 และ 14 วัน ดังนี้

แบบประเมินทางประสาทสัมผัสของคอมบูชา
คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล.....วันที่.....

☐ เคยชิมคอมบูชา ☐ ไม่เคยชิมคอมบูชา

แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสคอมบูชาร่วมกับกัญชงเป็นเวลา 10 วัน

คำอธิบาย : ทดสอบตัวอย่างตามลำดับ จากนั้นให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์

โดยกำหนดให้

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

หมายเหตุ : กรุณาบ้วนปากด้วยน้ำเปล่าทุกครั้งก่อนเริ่มชิมแต่ละตัวอย่าง

ตัวอย่าง	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
253				
724				
591				
875				
902				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ-3 แบบประเมินทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 1 2 3 และ 4 ทั้งหมด 5 ชุดการทดลอง โดยหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 10 และ 14 วัน ดังนี้

แบบประเมินทางประสาทสัมผัสของคอมบูชา
คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล.....วันที่.....

☐ เคยชิมคอมบูชา ☐ ไม่เคยชิมคอมบูชา

แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสคอมบูชาร่วมกับกัญชงเป็นเวลา 14 วัน

คำอธิบาย : ทดสอบตัวอย่างตามลำดับ จากนั้นให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์

โดยกำหนดให้

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

หมายเหตุ : กรุณาบ้วนปากด้วยน้ำเปล่าทุกครั้งก่อนเริ่มชิมแต่ละตัวอย่าง

ตัวอย่าง	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
253				
724				
591				
875				
902				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ-4 แบบประเมินทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาจากชาอู่หลง คอมบูชาจากใบกัญชงร้อยละ 3 ที่ทำการปรับปรุงรสชาติทั้งหมด 6 ชุดการทดลอง โดยหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 วัน ดังนี้

แบบประเมินทางประสาทสัมผัสของคอมบูชา
คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล.....วันที่.....

☐ เคยชิมคอมบูชา ☐ ไม่เคยชิมคอมบูชา

คำอธิบาย : ทดสอบตัวอย่างตามลำดับ จากนั้นให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เพื่อนำความคิดเห็นและความพึงพอใจที่ได้ไปสรุปเพื่อ วิเคราะห์และพัฒนารสชาติของชาคอมบูชาให้มีความเหมาะสมและเป็นที่นิยมในกลุ่มผู้บริโภค
โดยกำหนดให้

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

หมายเหตุ : กรุณาบ้วนปากด้วยน้ำเปล่าทุกครั้งก่อนเริ่มชิมแต่ละตัวอย่าง

ตัวอย่าง	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
147				
352				
971				
647				
238				
713				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ ฉ-1 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day0	Between Groups	4.540	4	1.135	204.630	.000
	Within Groups	.055	10	.006		
	Total	4.596	14			
Day3	Between Groups	2.893	4	.723	559.183	.000
	Within Groups	.013	10	.001		
	Total	2.906	14			
Day7	Between Groups	.567	4	.142	236.206	.000
	Within Groups	.006	10	.001		
	Total	.573	14			
Day10	Between Groups	.293	4	.073	186.297	.000
	Within Groups	.004	10	.000		
	Total	.297	14			
Day14	Between Groups	.293	4	.073	140.814	.000
	Within Groups	.005	10	.001		
	Total	.298	14			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests (Duncan)

Day0

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาชาอู่หลง	3	4.2833		
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3		5.1800	
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3			5.6133
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3			5.7133
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3			5.7433
Sig.		1.000	1.000	.068

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day3

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาชาอู่หลง	3	3.4133		
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3		4.2733	
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3			4.5233
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3			4.5533
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3			4.5633
Sig.		1.000	1.000	.223

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day7

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาชาอู่หลง	3	2.9033			
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3		3.0800		
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3			3.3100	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3			3.3267	
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3				3.4433
Sig.		1.000	1.000	.424	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day10

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
คอมบูชาชาอู่หลง	3	2.8400				
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3		2.9600			
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3			3.0567		
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3				3.1400	
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3					3.2433
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day14

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
คอมบูชาชาอู่หลง	3	2.8367				
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3		2.9533			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง 2%	3			3.0500		
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3				3.1333	
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3					3.2400
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
Day	N	1	2	3
14	3	2.8367		
10	3	2.8400		
7	3	2.9033		
3	3		3.4133	
0	3			4.2833
Sig.		.180	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

คอมบูชาใบกัญชง 1%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
Day	N	1	2	3	4
14	3	2.9533			
10	3	2.9600			
7	3		3.0800		
3	3			4.2733	
0	3				5.1800
Sig.		.842	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง 2%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
Day	N	1	2	3	4
14	3	3.0500			
10	3	3.0567			
7	3		3.3100		
3	3			4.5233	
0	3				5.6133
Sig.		.856	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

คอมบูชาใบกัญชง 3%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
Day	N	1	2	3	4
14	3	3.1333			
10	3	3.1400			
7	3		3.3267		
3	3			4.5633	
0	3				5.7133
Sig.		.827	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง 4%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
14	3	3.2400			
10	3	3.2433			
7	3		3.4433		
3	3			4.5533	
0	3				5.7433
Sig.		.870	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ ฉ-2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day0	Between Groups	.002	4	.001	3.212	.061
	Within Groups	.002	10	.000		
	Total	.004	14			
Day3	Between Groups	.066	4	.016	23.639	<.001
	Within Groups	.007	10	.001		
	Total	.072	14			
Day7	Between Groups	.316	4	.079	49.983	<.001
	Within Groups	.016	10	.002		
	Total	.332	14			
Day10	Between Groups	2.008	4	.502	43.686	<.001
	Within Groups	.115	10	.011		
	Total	2.123	14			
Day14	Between Groups	1.856	4	.464	59.126	<.001
	Within Groups	.078	10	.008		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Total	1.934	14			

Post Hoc Tests (Duncan)

Day0

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3	.0300	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3	.0367	.0367
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3	.0433	.0433
คอมบูชาชาอู่หลง	3		.0600
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3		.0600
Sig.		.264	.070

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day3

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3	.3167		
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3	.3600		
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3		.4300	
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3		.4567	.4567
คอมบูชาชาอู่หลง	3			.5000
Sig.		.072	.243	.072

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day7

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3	.6000		
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3	.6533		
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3		.8467	
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3			.9267
คอมบูชาชาอู่หลง	3			.9600
Sig.		.131	1.000	.329

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day10

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3	.7633		
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		1.1467	
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3			1.5967
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3			1.6167
คอมบูชาชาอู่หลง	3			1.7433
Sig.		1.000	1.000	.140

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day14

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3	.8100		
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		1.1833	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง 2%	3			1.6067
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3			1.6367
คอมบูชาชาอู่หลง	3			1.7533
Sig.		1.000	1.000	.081

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
Day	N	1	2	3	4
0	3	.0600			
3	3		.5000		
7	3			.9600	
10	3				1.7433
14	3				1.7533
Sig.		1.000	1.000	1.000	.700

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

คอมบูชาใบกัญชง 1%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
Day	N	1	2	3	4
0	3	.0600			
3	3		.4567		
7	3			.9267	
10	3				1.6167
14	3				1.6367
Sig.		1.000	1.000	1.000	.801

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง 2%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0	3	.0433			
3	3		.4300		
7	3			.8467	
10	3				1.5967
14	3				1.6067
Sig.		1.000	1.000	1.000	.859

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

คอมบูชาใบกัญชง 3%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0	3	.0367			
3	3		.3600		
7	3			.6533	
10	3				1.1467
14	3				1.1833
Sig.		1.000	1.000	1.000	.468

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง 4%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0	3	.0300			
3	3		.3167		
7	3			.6000	
10	3				.7633
14	3				.8100
Sig.		1.000	1.000	1.000	.375

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ ฉ-3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day0	Between Groups	.001	4	.000	.233	.913
	Within Groups	.007	10	.001		
	Total	.007	14			
Day3	Between Groups	.006	4	.002	2.412	.118
	Within Groups	.006	10	.001		
	Total	.012	14			
Day7	Between Groups	.100	4	.025	9.049	.002
	Within Groups	.028	10	.003		
	Total	.128	14			
Day10	Between Groups	.186	4	.046	4.250	.029
	Within Groups	.109	10	.011		
	Total	.295	14			
Day14	Between Groups	.130	4	.032	6.998	.006
	Within Groups	.046	10	.005		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Total	.176	14			

Post Hoc Tests (Duncan)

Day0

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05
		1
คอมบูชาชาอู่หลง	3	.2280
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	.2300
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3	.2320
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3	.2423
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3	.2433
Sig.		.515

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day3

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3	.2373	
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3	.2443	
คอมบูชาชาอู่หลง	3	.2503	.2503
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	.2647	.2647
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3		.2943
Sig.		.243	.068

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day7

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3	.2893			
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3	.3143	.3143		
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		.4097	.4097	
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3			.4430	.4430
คอมบูชาชาอู่หลง	3				.5103
Sig.		.574	.051	.456	.149

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day10

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3	.2823	
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	.4230	.4230
คอมบูชาชาอู่หลง	3		.4833
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3		.5690
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		.5903
Sig.		.130	.097

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day14

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3	.2253	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		.3687
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3		.3970
คอมบูชาชาอู่หลง	3		.4687
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3		.4873
Sig.		1.000	.075

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ ฉ-4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทานอลของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day0	Between Groups	.012	4	.003	2.296	.131
	Within Groups	.014	10	.001		
	Total	.026	14			
Day3	Between Groups	2.709	4	.677	1.396	.304
	Within Groups	4.851	10	.485		
	Total	7.560	14			
Day7	Between Groups	5.374	4	1.344	11.736	<.001
	Within Groups	1.145	10	.114		
	Total	6.519	14			
Day10	Between Groups	9.295	4	2.324	172.895	<.001
	Within Groups	.134	10	.013		
	Total	9.429	14			
Day14	Between Groups	18.395	4	4.599	42.327	<.001
	Within Groups	1.086	10	.109		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Total	19.481	14			

Post Hoc Tests (Duncan)

Day0

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3	.1333	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3	.1533	.1533
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3	.1867	.1867
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	.1933	.1933
คอมบูชาชาอู่หลง	3		.2133
Sig.		.092	.092

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day3

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05
		1
คอมบูชาชาอู่หลง	3	1.4413
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	2.0457
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3	2.3167
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3	2.4743
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3	2.6640
Sig.		.076

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day7

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาชาอู่หลง	3	2.3400			
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	2.7853	2.7853		
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3		3.2357	3.2357	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3			3.6057	3.6057
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3				4.0450
Sig.		.138	.134	.210	.143

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day10

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาชาอู่หลง	3	2.8900		
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	3.0567		
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3		4.0900	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		4.2267	
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3			5.0110
Sig.		.109	.179	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
0	3	.2133				
3	3		1.4413			
7	3			2.3400		
10	3				2.8900	
14	3					3.2493
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day14

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาชาอูหลง	3	3.2493			
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3		3.9600		
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3			5.3993	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3			5.5007	
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3				6.2840
Sig.		1.000	1.000	.714	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง 4%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
0	3	.1867				
3	3		2.6640			
7	3			4.0450		
10	3				5.0110	
14	3					6.2840
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ ฉ-5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day0	Between Groups	2.921	4	.730	230.102	<.001
	Within Groups	.032	10	.003		
	Total	2.952	14			
Day3	Between Groups	10.567	4	2.642	46.933	<.001
	Within Groups	.563	10	.056		
	Total	11.130	14			
Day7	Between Groups	9.348	4	2.337	355.535	<.001
	Within Groups	.066	10	.007		
	Total	9.414	14			
Day10	Between Groups	9.622	4	2.405	92.491	<.001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Within Groups	.260	10	.026		
	Total	9.882	14			
Day14	Between Groups	7.872	4	1.968	393.095	<.001
	Within Groups	.050	10	.005		
	Total	7.922	14			

Post Hoc Tests (Duncan)

Day0

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	.5500		
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3	.6500		
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		.8633	
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3		.8800	
คอมบูชาชาอู่หลง	3			1.7933
Sig.		.055	.725	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day3

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	.5733		
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3	.8467	.8467	
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3	.8900	.8900	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		1.0533	
คอมบูชาชาอู่หลง	3			2.9033
Sig.		.149	.333	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day7

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	.6867		
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3		1.0567	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		1.0567	
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3		1.1033	
คอมบูชาชาอู่หลง	3			2.9133
Sig.		1.000	.516	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day10

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	.6833		
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3	.9733	.9733	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		1.0500	
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3		1.0533	
คอมบูชาชาอู่หลง	3			2.9133
Sig.		.052	.575	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day14

Duncan[a]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	.6633		
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3		.9633	
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3		1.0167	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		1.0200	
คอมบูชาชาอู่หลง	3			2.6967
Sig.		1.000	.371	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
Day	N	1	2
0	3	1.7933	
14	3		2.6967
3	3		2.9033
7	3		2.9133
10	3		2.9133
Sig.		1.000	.274

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

คอมบูชาใบกัญชง 1%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
Day	N	1	2	3
0	3	.5500		
3	3	.5733	.5733	
14	3		.6633	.6633
10	3			.6833
7	3			.6867
Sig.		.616	.074	.632

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง 2%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0	3	.6500		
3	3		.8467	
14	3		.9633	.9633
10	3		.9733	.9733
7	3			1.0567
Sig.		1.000	.165	.296

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

คอมบูชาใบกัญชง 3%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0	3	.8633	
14	3		1.0200
10	3		1.0500
3	3		1.0533
7	3		1.0567
Sig.		1.000	.580

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง 4%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05 1
0	3	.8800
3	3	.8900
14	3	1.0167
10	3	1.0533
7	3	1.1033
Sig.		.197

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ ฉ-6 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day0	Between Groups	5993.498	4	1498.375	47.619	<.001
	Within Groups	314.661	10	31.466		
	Total	6308.160	14			
Day3	Between Groups	3107.846	4	776.962	85.518	<.001
	Within Groups	90.854	10	9.085		
	Total	3198.700	14			
Day7	Between Groups	2032.949	4	508.237	3661.124	<.001
	Within Groups	1.388	10	.139		
	Total	2034.337	14			
Day10	Between Groups	2006.947	4	501.737	1362.304	<.001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Within Groups	3.683	10	.368		
	Total	2010.630	14			
Day14	Between Groups	1463.573	4	365.893	3826.803	<.001
	Within Groups	.956	10	.096		
	Total	1464.530	14			

Post Hoc Tests (Duncan)

Day0

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	32.3400	
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3	32.7767	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3	42.6000	
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3		72.2367
คอมบูชาชาอู่หลง	3		79.2767
Sig.		.058	.155

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day3

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	54.9200		
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3	59.1667	59.1667	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		62.4400	
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3		64.3100	
คอมบูชาชาอู่หลง	3			95.3000
Sig.		.115	.074	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day7

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	65.4633			
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3	66.0800	66.0800		
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		66.4433		
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3			76.1800	
คอมบูชาชาอู่หลง	3				95.9133
Sig.		.070	.260	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day10

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	66.6333			
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3		68.8800		
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		69.0767		
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3			75.7633	
คอมบูชาชาอู่หลง	3				97.9800
Sig.		1.000	.700	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day14

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	64.9133			
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3		75.4433		
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		75.7967	75.7967	
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3			76.3467	
คอมบูชาชาอู่หลง	3				95.4167
Sig.		1.000	.192	.054	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0	3	79.2767	
3	3		95.3000
14	3		95.4167
7	3		95.9133
10	3		97.9800
Sig.		1.000	.077

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง 1%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
Day	N	1	2	3
0	3	32.3400		
3	3		54.9200	
14	3			64.9133
7	3			65.4633
10	3			66.6333
Sig.		1.000	1.000	.677

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

คอมบูชาใบกัญชง 2%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
Day	N	1	2	3	4
0	3	32.7767			
3	3		59.1667		
7	3			66.0800	
10	3			68.8800	
14	3				76.3467
Sig.		1.000	1.000	.126	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง 3%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
Day	N	1	2	3	4
0	3	42.6000			
3	3		62.4400		
7	3		66.4433	66.4433	
10	3			69.0767	
14	3				75.7967
Sig.		1.000	.113	.280	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

คอมบูชาใบกัญชง 4%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
Day	N	1	2
3	3	64.3100	
0	3		72.2367
14	3		75.4433
10	3		75.7633
7	3		76.1800
Sig.		1.000	.062

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day0	Between Groups	.134	4	.034	9.256	.002
	Within Groups	.036	10	.004		
	Total	.171	14			
Day3	Between Groups	.105	4	.026	10.324	.001
	Within Groups	.025	10	.003		
	Total	.130	14			
Day7	Between Groups	.101	4	.025	5.674	.012
	Within Groups	.044	10	.004		
	Total	.145	14			
Day10	Between Groups	.064	4	.016	3.824	.039
	Within Groups	.042	10	.004		
	Total	.107	14			
Day14	Between Groups	.085	4	.021	6.317	.008
	Within Groups	.034	10	.003		
	Total	.119	14			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests (Duncan)

Day0

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	5.9833		
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3		6.1167	
คอมบูชาชากัญชง	3		6.1767	6.1767
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		6.1900	6.1900
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3			6.2667
Sig.		1.000	.185	.111

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day3

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	7.8233		
คอมบูชาชาอูหลง	3	7.8733	7.8733	
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3	7.8967	7.8967	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		7.9400	
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3			8.0700
Sig.		.119	.153	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day7

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3	6.7967	
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	6.8100	
คอมบูชาชาอู่หลง	3	6.8233	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3	6.8767	
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3		7.0200
Sig.		.200	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day10

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	5.7333		
คอมบูชาชาอู่หลง	3	5.7767	5.7767	
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3	5.8233	5.8233	5.8233
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3		5.8733	5.8733
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3			5.9167
Sig.		.136	.112	.123

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day14

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3	4.6067	
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	4.6367	
คอมบูชาชาอู่หลง	3	4.7167	4.7167
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		4.7700
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3		4.8033
Sig.		.051	.111

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncana

Day	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
14	3	4.7167				
10	3		5.7767			
0	3			6.1767		
7	3				6.8233	
3	3					7.8733
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง 1%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05				
Day	N	1	2	3	4	5
14	3	4.6367				
10	3		5.7333			
0	3			5.9833		
7	3				6.8100	
3	3					7.8233
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

คอมบูชาใบกัญชง 2%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05				
Day	N	1	2	3	4	5
14	3	4.6067				
10	3		5.8233			
0	3			6.2667		
7	3				6.7967	
3	3					7.8967
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง 3%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
14	3	4.7700				
10	3		5.9167			
0	3			6.1900		
7	3				6.8767	
3	3					7.9400
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

คอมบูชาใบกัญชง 4%

Duncana

Day	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
14	3	4.8033				
10	3		5.8733			
0	3			6.1167		
7	3				7.0200	
3	3					8.0700
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียอะซิติกของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day0	Between Groups	.125	4	.031	15.072	<.001
	Within Groups	.021	10	.002		
	Total	.146	14			
Day3	Between Groups	.018	4	.004	1.903	.187
	Within Groups	.023	10	.002		
	Total	.041	14			
Day7	Between Groups	.003	4	.001	.378	.819
	Within Groups	.022	10	.002		
	Total	.026	14			
Day10	Between Groups	.014	4	.004	5.710	.012
	Within Groups	.006	10	.001		
	Total	.020	14			
Day14	Between Groups	.006	4	.001	2.268	.134
	Within Groups	.006	10	.001		
	Total	.012	14			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests (Duncan)

Day0

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาชาอู่หลง	3	6.5100	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		6.7100
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3		6.7300
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3		6.7400
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3		6.7600
Sig.		1.000	.239

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day3

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3	7.0000	
คอมบูชาชาอู่หลง	3	7.0400	7.0400
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3	7.0500	7.0500
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3	7.0600	7.0600
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3		7.1067
Sig.		.186	.145

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day7

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05 1
คอมบูชาชาอู่หลง	3	7.1400
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	7.1600
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3	7.1600
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3	7.1800
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3	7.1800
Sig.		.360

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day10

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05 1	2
คอมบูชาชาอู่หลง	3	7.7800	
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3	7.8100	
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	7.8200	7.8200
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3		7.8600
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		7.8600
Sig.		.089	.089

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yeast14

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาชาอู่หลง	3	7.7533	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3	7.7600	
คอมบูชาใบกัญชง 1%	3	7.7800	7.7800
คอมบูชาใบกัญชง 4%	3	7.7800	7.7800
คอมบูชาใบกัญชง 2%	3		7.8100
Sig.		.258	.198

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0	3	6.5100			
3	3		7.0400		
7	3			7.1400	
14	3				7.7533
10	3				7.7800
Sig.		1.000	1.000	1.000	.411

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง 1%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
Day	N	1	2	3
0	3	6.7300		
3	3		7.1067	
7	3		7.1600	
14	3			7.7800
10	3			7.8100
Sig.		1.000	.114	.354

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

คอมบูชาใบกัญชง 2%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
Day	N	1	2	3	4
0	3	6.7600			
3	3		7.0000		
7	3			7.1600	
10	3				7.8100
14	3				7.8100
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง 3%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
0	3	6.7100				
3	3		7.0600			
7	3			7.1800		
14	3				7.7600	
10	3					7.8600
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

คอมบูชาใบกัญชง 4%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
0	3	6.7400				
3	3		7.0500			
7	3			7.1800		
14	3				7.7800	
10	3					7.8600
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-9 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใสของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 10 และ 14 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day7	Between Groups	242.760	4	60.690	89.705	<.001
	Within Groups	98.100	145	.677		
	Total	340.860	149			
Day10	Between Groups	247.960	4	61.990	116.684	<.001
	Within Groups	77.033	145	.531		
	Total	324.993	149			
Day14	Between Groups	317.040	4	79.260	161.339	<.001
	Within Groups	71.233	145	.491		
	Total	388.273	149			

Post Hoc Tests (Duncan)

Day7

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
C	N	1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 4%	30	3.7000		
คอมบูชาใบกัญชง 3%	30		4.8000	
คอมบูชาใบกัญชง 2%	30			6.5000
คอมบูชาใบกัญชง 1%	30			6.8000
คอมบูชาชาอู่หลง	30			6.9000
Sig.		1.000	1.000	.076

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day10

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 4%	30	4.0333			
คอมบูชาใบกัญชง 3%	30		4.9333		
คอมบูชาใบกัญชง 2%	30			6.7667	
คอมบูชาใบกัญชง 1%	30			7.0333	7.0333
คอมบูชาชาอู่หลง	30				7.2667
Sig.		1.000	1.000	.159	.217

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Day14

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 4%	30	4.1333			
คอมบูชาใบกัญชง 3%	30		5.1333		
คอมบูชาใบกัญชง 2%	30			7.1333	
คอมบูชาใบกัญชง 1%	30				7.6333
คอมบูชาชาอู่หลง	30				7.7333
Sig.		1.000	1.000	1.000	.581

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
7	30	6.9000		
10	30		7.2667	
14	30			7.7333
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาใบกัญชง 1%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
7	30	6.8000	
10	30	7.0333	
14	30		7.6333
Sig.		.201	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาใบกัญชง 2%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
7	30	6.5000	
10	30	6.7667	
14	30		7.1333
Sig.		.123	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง 3%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05
		1
7	30	4.8000
10	30	4.9333
14	30	5.1333
Sig.		.173

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาใบกัญชง 4%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05
		1
7	30	3.7000
10	30	4.0333
14	30	4.1333
Sig.		.051

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-10 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 10 และ 14 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day7	Between Groups	429.160	4	107.290	182.096	<.001
	Within Groups	85.433	145	.589		
	Total	514.593	149			
Day10	Between Groups	346.960	4	86.740	151.900	<.001
	Within Groups	82.800	145	.571		
	Total	429.760	149			
DAy14	Between Groups	413.133	4	103.283	233.272	<.001
	Within Groups	64.200	145	.443		
	Total	477.333	149			

Post Hocs Test (Duncan)

Day7

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
C	N	1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 4%	30	3.3000			
คอมบูชาใบกัญชง 3%	30		4.2333		
คอมบูชาใบกัญชง 2%	30			6.8000	
คอมบูชาใบกัญชง 1%	30				7.3000
คอมบูชาใบกัญชง	30				7.3333
Sig.		1.000	1.000	1.000	.867

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day10

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 4%	30	3.7000			
คอมบูชาใบกัญชง 3%	30		4.7667		
คอมบูชาใบกัญชง 2%	30			6.9667	
คอมบูชาชาอู่หลง	30				7.3667
คอมบูชาใบกัญชง 1%	30				7.4000
Sig.		1.000	1.000	1.000	.865

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Day14

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 4%	30	3.4667			
คอมบูชาใบกัญชง 3%	30		4.4333		
คอมบูชาใบกัญชง 2%	30			6.9000	
คอมบูชาชาอู่หลง	30				7.4000
คอมบูชาใบกัญชง 1%	30				7.4667
Sig.		1.000	1.000	1.000	.699

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05
		1
7	30	7.3333
10	30	7.3667
14	30	7.4000
Sig.		.665

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาใบกัญชง 1%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05
		1
7	30	7.3000
10	30	7.4000
14	30	7.4667
Sig.		.297

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาใบกัญชง 2%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05
		1
7	30	6.8000
14	30	6.9000
10	30	6.9667
Sig.		.504

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง 3%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
Day	N	1	2
7	30	4.2333	
14	30	4.4333	4.4333
10	30		4.7667
Sig.		.300	.086

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาใบกัญชง 4%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05
Day	N	1
7	30	3.3000
14	30	3.4667
10	30	3.7000
Sig.		.076

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-11 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 10 และ 14 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day7	Between Groups	37.560	4	9.390	10.889	<.001
	Within Groups	125.033	145	.862		
	Total	162.593	149			
Day10	Between Groups	43.907	4	10.977	11.437	<.001
	Within Groups	139.167	145	.960		
	Total	183.073	149			
Day14	Between Groups	121.227	4	30.307	30.976	<.001
	Within Groups	141.867	145	.978		
	Total	263.093	149			

Post Hocs Test (Duncan)

Day7

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
C	N	1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 1%	30	6.6333		
คอมบูชาใบกัญชง 2%	30	6.9667	6.9667	
คอมบูชาใบกัญชง 4%	30		7.1333	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	30		7.1667	
คอมบูชาชาอู่หลง	30			8.1333
Sig.		.167	.436	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day10

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง 1%	30	6.2333	
คอมบูชาใบกัญชง 4%	30	6.2667	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	30	6.3000	
คอมบูชาใบกัญชง 2%	30	6.3333	
คอมบูชาชาอู่หลง	30		7.6333
Sig.		.724	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Day14

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 4%	30	4.5000		
คอมบูชาใบกัญชง 3%	30	4.7667		
คอมบูชาใบกัญชง 2%	30		5.8333	
คอมบูชาใบกัญชง 1%	30		6.0667	
คอมบูชาชาอู่หลง	30			6.9667
Sig.		.298	.362	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
14	30	6.9667		
10	30		7.6333	
7	30			8.1333
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาใบกัญชง 1%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
14	30	6.0667	
10	30	6.2333	6.2333
7	30		6.6333
Sig.		.480	.093

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง 2%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
Day	N	1	2	3
14	30	5.8333		
10	30		6.3333	
7	30			6.9667
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาใบกัญชง 3%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
Day	N	1	2	3
14	30	4.7667		
10	30		6.3000	
7	30			7.1667
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาใบกัญชง 4%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
Day	N	1	2	3
14	30	4.5000		
10	30		6.2667	
7	30			7.1333
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-12 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 10 และ 14 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
taste7	Between Groups	3.760	4	.940	1.656	.163
	Within Groups	82.300	145	.568		
	Total	86.060	149			
taste10	Between Groups	332.627	4	83.157	93.447	<.001
	Within Groups	129.033	145	.890		
	Total	461.660	149			
taste14	Between Groups	341.973	4	85.493	91.510	<.001
	Within Groups	135.467	145	.934		
	Total	477.440	149			

Post Hocs Test (Duncan)

Day7

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง 4%	30	7.9000	
คอมบูชาชาอู่หลง	30	8.1333	8.1333
คอมบูชาใบกัญชง 2%	30	8.1333	8.1333
คอมบูชาใบกัญชง 3%	30	8.1333	8.1333
คอมบูชาใบกัญชง 1%	30		8.4000
Sig.		.281	.217

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day10

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 4%	30	3.7000			
คอมบูชาใบกัญชง 3%	30		5.8333		
คอมบูชาใบกัญชง 2%	30			7.0667	
คอมบูชาใบกัญชง 1%	30			7.1000	
คอมบูชาชาอู่หลง	30				8.0000
Sig.		1.000	1.000	.891	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Day14

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 4%	30	2.9667			
คอมบูชาใบกัญชง 3%	30		4.7000		
คอมบูชาใบกัญชง 2%	30			5.8333	
คอมบูชาใบกัญชง 1%	30				6.8333
คอมบูชาชาอู่หลง	30				7.0667
Sig.		1.000	1.000	1.000	.351

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
Day	N	1	2
14	30	7.0667	
10	30		8.0000
7	30		8.1333
Sig.		1.000	.612

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาใบกัญชง 1%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
Day	N	1	2
14	30	6.8333	
10	30	7.1000	
7	30		8.4000
Sig.		.112	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาใบกัญชง 2%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
Day	N	1	2	3
14	30	5.8333		
10	30		7.0667	
7	30			8.1333
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง 3%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
14	30	4.7000		
10	30		5.8333	
7	30			8.1333
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาใบกัญชง 4%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
14	30	2.9667		
10	30		3.7000	
7	30			7.9000
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-13 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ความเข้มข้นต่างๆ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 10 และ 14 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day7	Between Groups	9.507	4	2.377	4.119	.003
	Within Groups	83.667	145	.577		
	Total	93.173	149			
Day10	Between Groups	305.440	4	76.360	63.768	<.001
	Within Groups	173.633	145	1.197		
	Total	479.073	149			
Day14	Between Groups	514.307	4	128.577	104.759	<.001
	Within Groups	177.967	145	1.227		
	Total	692.273	149			

Post Hoc Tests (Duncan)

Day7

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 1%	30	7.8000		
คอมบูชาใบกัญชง 4%	30	8.1333	8.1333	
คอมบูชาใบกัญชง 2%	30		8.2333	8.2333
คอมบูชาใบกัญชง 3%	30		8.3333	8.3333
คอมบูชาชาอู่หลง	30			8.5667
Sig.		.091	.341	.111

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day10

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 4%	30	3.5000		
คอมบูชาใบกัญชง 3%	30		5.7000	
คอมบูชาใบกัญชง 2%	30			6.8333
คอมบูชาใบกัญชง 1%	30			7.2333
คอมบูชาชาอู่หลง	30			7.3000
Sig.		1.000	1.000	.121

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Day14

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 4%	30	2.8000			
คอมบูชาใบกัญชง 3%	30		3.3667		
คอมบูชาชาอู่หลง	30			6.3333	
คอมบูชาใบกัญชง 2%	30			6.8333	6.8333
คอมบูชาใบกัญชง 1%	30				7.2333
Sig.		1.000	1.000	.083	.164

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
Day	N	1	2	3
14	30	6.3333		
10	30		7.3000	
7	30			8.5667
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาใบกัญชง 1%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
Day	N	1	2
10	30	7.2333	
14	30	7.2333	
7	30		7.8000
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาใบกัญชง 2%

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
Day	N	1	2
10	30	6.8333	
14	30	6.8333	
7	30		8.2333
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง 3%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
14	30	3.3667		
10	30		5.7000	
7	30			8.3333
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาใบกัญชง 4%

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
14	30	2.8000		
10	30		3.5000	
7	30			8.1333
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางที่ ฉ-14 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใสของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
คอมบูชาชาอู่หลง	Between Groups	8.867	2	4.433	6.023	.004
	Within Groups	64.033	87	.736		
	Total	72.900	89			
คอมบูชาใบกัญชง	Between Groups	28.467	2	14.233	18.445	<.001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Within Groups	67.133	87	.772		
	Total	95.600	89			

Post Hoc Tests (Duncan)

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
อัตราส่วน	N	1	2
1:2	30	7.3000	
1:1	30	7.7333	7.7333
3:2	30		8.0667
Sig.		.054	.136

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาใบกัญชง

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
อัตราส่วน	N	1	2	3
1:2	30	5.6667		
1:1	30		6.5000	
3:2	30			7.0333
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-15 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
คอมบูชาชาอู่หลง	Between Groups	28.422	2	14.211	14.707	<.001
	Within Groups	84.067	87	.966		
	Total	112.489	89			
คอมบูชาใบกัญชง	Between Groups	35.467	2	17.733	15.579	<.001
	Within Groups	99.033	87	1.138		
	Total	134.500	89			

Post Hoc Tests (Duncan)

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncan[a]

อัตราส่วน	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1:2	30	6.7000	
3:2	30		7.8000
1:1	30		7.9667
Sig.		1.000	.513

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง

Duncan[a]

อัตราส่วน	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1:2	30	6.1000		
3:2	30		6.7667	
1:1	30			7.6333
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางที่ ฉ-16 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
คอมบูชาชาอู่หลง	Between Groups	72.089	2	36.044	43.736	<.001
	Within Groups	71.700	87	.824		
	Total	143.789	89			
คอมบูชาใบกัญชง	Between Groups	82.822	2	41.411	25.826	<.001
	Within Groups	139.500	87	1.603		
	Total	222.322	89			

Post Hoc Tests (Duncan)

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncan[a]

อัตราส่วน	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1:2	30	6.1667	
1:1	30		7.8333
3:2	30		8.2333
Sig.		1.000	.091

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาใบกัญชง

Duncan[a]

อัตราส่วน	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1:2	30	5.3667		
3:2	30		6.9333	
1:1	30			7.6667
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางที่ ฉ-17 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
คอมบูชาชาอู่หลง	Between Groups	18.156	2	9.078	13.695	<.001
	Within Groups	57.667	87	.663		
	Total	75.822	89			
คอมบูชาใบกัญชง	Between Groups	30.200	2	15.100	11.190	<.001
	Within Groups	117.400	87	1.349		
	Total	147.600	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests (Duncan)

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncan[a]

อัตราส่วน	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1:2	30	7.2333	
3:2	30		8.0000
1:1	30		8.3000
Sig.		1.000	.157

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาใบกัญชง

Duncan[a]

อัตราส่วน	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1:2	30	6.5000	
3:2	30		7.4000
1:1	30		7.9000
Sig.		1.000	.099

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางที่ ช-18 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงที่ปรับปรุงรสชาติอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
คอมบูชาชาอู่หลง	Between Groups	16.422	2	8.211	12.629	<.001
	Within Groups	56.567	87	.650		
	Total	72.989	89			
	Between Groups	95.489	2	47.744	34.673	<.001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชา ใบกัญชง	Within Groups	119.800	87	1.377		
	Total	215.289	89			

Post Hoc Tests (Duncan)

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
อัตราส่วน	N	1	2
1:2	30	7.2000	
3:2	30		7.9667
1:1	30		8.2000
Sig.		1.000	.265

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาใบกัญชง

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
อัตราส่วน	N	1	2
1:2	30	5.6333	
3:2	30		7.7667
1:1	30		7.8667
Sig.		1.000	.742

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-19 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day0	Between Groups	4.747	3	1.582	7031.951	<.001
	Within Groups	.002	8	.000		
	Total	4.748	11			
Day7	Between Groups	4.684	3	1.561	46837.583	<.001
	Within Groups	.000	8	.000		
	Total	4.684	11			
Day14	Between Groups	4.775	3	1.592	63662.556	<.001
	Within Groups	.000	8	.000		
	Total	4.775	11			
Day21	Between Groups	4.717	3	1.572	31445.500	<.001
	Within Groups	.000	8	.000		
	Total	4.717	11			
Day28	Between Groups	4.579	3	1.526	45788.250	<.001
	Within Groups	.000	8	.000		
	Total	4.579	11			
Day35	Between Groups	4.644	3	1.548	46443.000	<.001
	Within Groups	.000	8	.000		
	Total	4.645	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests (Duncan)

Day0

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3	2.8967			
คอมบูชาชาอู่หลง	3		3.3267		
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3			3.9433	
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3				4.5600
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day7

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3	2.8967			
คอมบูชาชาอู่หลง	3		3.3233		
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3			3.9433	
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3				4.5467
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day14

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3	2.8867			
คอมบูชาชาอู่หลง	3		3.3200		
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3			3.9333	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3				4.5567
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day21

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
c	N	1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3	2.8833			
คอมบูชาชาอู่หลง	3		3.3133		
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3			3.9333	
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3				4.5400
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day28

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
c	N	1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3	2.8933			
คอมบูชาชาอู่หลง	3		3.3233		
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3			3.9433	
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3				4.5233
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day35

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3	2.8733			
คอมบูชาชาอู่หลง	3		3.2967		
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3			3.9233	
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3				4.5133
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ ฉ-20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day0	Between Groups	.663	3	.221	449.463	<.001
	Within Groups	.004	8	.000		
	Total	.667	11			
Day7	Between Groups	.636	3	.212	273.706	<.001
	Within Groups	.006	8	.001		
	Total	.643	11			
Day14	Between Groups	.675	3	.225	66.715	<.001
	Within Groups	.027	8	.003		
	Total	.702	11			
Day21	Between Groups	.643	3	.214	778.990	<.001
	Within Groups	.002	8	.000		
	Total	.645	11			
Day28	Between Groups	.624	3	.208	64.361	<.001
	Within Groups	.026	8	.003		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Total	.650	11			
Day35	Between Groups	.643	3	.214	144.545	<.001
	Within Groups	.012	8	.001		
	Total	.655	11			

Post Hoc Tests (Duncan)

Day0

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
c	N	1	2	3	4
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	.3100			
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3		.4400		
คอมบูชาชาอู่หลง	3			.6167	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3				.9367
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000

Day7

Duncana

		Subset for alpha = 0.05			
c	N	1	2	3	4
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	.3233			
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3		.4367		
คอมบูชาชาอู่หลง	3			.6367	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3				.9300
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day14

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	.3067			
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3		.4433		
คอมบูชาชาอู่หลง	3			.6267	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3				.9400
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day21

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	.3333			
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3		.4533		
คอมบูชาชาอู่หลง	3			.6400	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3				.9467
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day28

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	.3433		
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	.4467		
คอมบูชาชาอู่หลง	3		.6333	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3			.9433
Sig.		.057	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day35

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	.3500			
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3		.4600		
คอมบูชาชาอู่หลง	3			.6533	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3				.9600
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-21 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day0	Between Groups	6.045	3	2.015	795.129	<.001
	Within Groups	.020	8	.003		
	Total	6.065	11			
Day7	Between Groups	6.019	3	2.006	3392.252	<.001
	Within Groups	.005	8	.001		
	Total	6.023	11			
Day14	Between Groups	6.030	3	2.010	1526.119	<.001
	Within Groups	.011	8	.001		
	Total	6.041	11			
Day21	Between Groups	5.991	3	1.997	2247.477	<.001
	Within Groups	.007	8	.001		
	Total	5.998	11			
Day28	Between Groups	6.062	3	2.021	15404.416	<.001
	Within Groups	.001	8	.000		
	Total	6.063	11			
Day35	Between Groups	6.042	3	2.014	267.706	<.001
	Within Groups	.060	8	.008		
	Total	6.102	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests (Duncan)

Day0

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	.5350			
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		1.0527		
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3			1.3800	
คอมบูชาชาอู่หลง	3				2.4733
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day7

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	.5333			
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		1.0540		
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3			1.3330	
คอมบูชาชาอู่หลง	3				2.4687
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day14

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	.5407			
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		1.0613		
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3			1.3387	
คอมบูชาชาอู่หลง	3				2.4777
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day21

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	.5437			
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		1.0553		
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3			1.3340	
คอมบูชาชาอู่หลง	3				2.4723
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day28

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	.5367			
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		1.0610		
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3			1.3370	
คอมบูชาชาอู่หลง	3				2.4793
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day35

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	.5407			
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		1.0633		
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3			1.3420	
คอมบูชาชาอู่หลง	3				2.4800
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-22 การเปลี่ยนแปลงค่าดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day0	Between Groups	1348.178	3	449.393	502.611	<.001
	Within Groups	7.153	8	.894		
	Total	1355.331	11			
Day7	Between Groups	1359.998	3	453.333	776.798	<.001
	Within Groups	4.669	8	.584		
	Total	1364.666	11			
Day14	Between Groups	1399.808	3	466.603	3638.228	<.001
	Within Groups	1.026	8	.128		
	Total	1400.834	11			
Day21	Between Groups	1368.203	3	456.068	808.010	<.001
	Within Groups	4.515	8	.564		
	Total	1372.718	11			
Day28	Between Groups	1365.910	3	455.303	1126.198	<.001
	Within Groups	3.234	8	.404		
	Total	1369.144	11			
Day35	Between Groups	1402.956	3	467.652	226.078	<.001
	Within Groups	16.548	8	2.069		
	Total	1419.505	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests (Duncan)

Day0

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	68.6000		
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3		76.4367	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3			92.4767
คอมบูชาชาอู่หลง	3			93.4600
Sig.		1.000	1.000	.239

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day7

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	68.8367		
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3		76.7400	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3			92.8300
คอมบูชาชาอู่หลง	3			93.8133
Sig.		1.000	1.000	.154

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day14

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	68.5767		
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3		77.1000	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3			93.4033
คอมบูชาชาอู่หลง	3			93.7567
Sig.		1.000	1.000	.261

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day21

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	69.2133		
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3		77.0633	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3			93.0967
คอมบูชาชาอู่หลง	3			94.3833
Sig.		1.000	1.000	.069

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day28

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	69.9033		
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3		78.1833	
คอมบูชาชาอู่หลง	3			94.4567
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3			94.6667
Sig.		1.000	1.000	.696

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day35

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	70.1133		
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3		79.0000	
คอมบูชาชาอู่หลง	3			95.1467
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3			95.3500
Sig.		1.000	1.000	.867

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-23 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทานอลของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day0	Between Groups	9.630	3	3.210	99.298	<.001
	Within Groups	.259	8	.032		
	Total	9.889	11			
Day7	Between Groups	9.616	3	3.205	113.069	<.001
	Within Groups	.227	8	.028		
	Total	9.843	11			
Day14	Between Groups	9.305	3	3.102	130.645	<.001
	Within Groups	.190	8	.024		
	Total	9.495	11			
Day21	Between Groups	9.481	3	3.160	266.722	<.001
	Within Groups	.095	8	.012		
	Total	9.576	11			
Day28	Between Groups	9.590	3	3.197	258.169	<.001
	Within Groups	.099	8	.012		
	Total	9.689	11			
Day35	Between Groups	9.543	3	3.181	194.369	<.001
	Within Groups	.131	8	.016		
	Total	9.673	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests (Duncan)

Day0

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	1.1563			
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3		1.8390		
คอมบูชาชาอู่หลง	3			2.3400	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3				3.6057
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day7

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	1.1553			
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3		1.8637		
คอมบูชาชาอู่หลง	3			2.3370	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3				3.6103
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day14

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	1.1803			
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3		1.8537		
คอมบูชาชาอู่หลง	3			2.3637	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3				3.5870
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day21

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	1.1897			
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3		1.8760		
คอมบูชาชาอู่หลง	3			2.3533	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3				3.6233
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day28

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	1.1983			
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3		1.8793		
คอมบูชาชาอู่หลง	3			2.3723	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3				3.6430
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day35

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	1.1933			
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3		1.8883		
คอมบูชาชาอู่หลง	3			2.3833	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3				3.6350
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-24 การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์ของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day0	Between Groups	2.356	3	.785	275.563	<.001
	Within Groups	.023	8	.003		
	Total	2.379	11			
Day7	Between Groups	1.850	3	.617	7.996	.009
	Within Groups	.617	8	.077		
	Total	2.467	11			
Day14	Between Groups	2.455	3	.818	991.758	<.001
	Within Groups	.007	8	.001		
	Total	2.461	11			
Day21	Between Groups	1.962	3	.654	8.481	.007
	Within Groups	.617	8	.077		
	Total	2.579	11			
Day28	Between Groups	2.065	3	.688	8.835	.006
	Within Groups	.623	8	.078		
	Total	2.689	11			
Day35	Between Groups	3.870	3	1.290	13.450	.002
	Within Groups	.767	8	.096		
	Total	4.637	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests (Duncan)

Day0

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	5.9633		
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	6.0500		
คอมบูชาชาอู่หลง	3		6.8267	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3			6.9467
Sig.		.082	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day7

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	6.0333	
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	6.3733	
คอมบูชาชาอู่หลง	3		6.9233
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		6.9767
Sig.		.172	.820

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day14

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	6.0500			
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3		6.1300		
คอมบูชาชาอู่หลง	3			6.9400	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3				7.0400
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day21

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	6.1433	
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	6.3633	
คอมบูชาชาอู่หลง	3		7.0300
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		7.0633
Sig.		.360	.887

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day28

Duncana

c	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	6.1267	
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	6.3700	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		7.0567
คอมบูชาชาอู่หลง	3		7.0633
Sig.		.317	.977

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day35

Duncana

c	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	5.7900	
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	6.0567	
คอมบูชาชาอู่หลง	3		7.0367
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		7.0500
Sig.		.322	.959

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-25 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียอะซิติกของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day0	Between Groups	2.285	3	.762	1427.891	<.001
	Within Groups	.004	8	.001		
	Total	2.289	11			
Day7	Between Groups	2.584	3	.861	875.808	<.001
	Within Groups	.008	8	.001		
	Total	2.592	11			
Day14	Between Groups	2.404	3	.801	1068.474	<.001
	Within Groups	.006	8	.001		
	Total	2.410	11			
Day21	Between Groups	2.397	3	.799	939.843	<.001
	Within Groups	.007	8	.001		
	Total	2.403	11			
Day28	Between Groups	2.460	3	.820	1513.574	<.001
	Within Groups	.004	8	.001		
	Total	2.464	11			
Day35	Between Groups	2.532	3	.844	1315.476	<.001
	Within Groups	.005	8	.001		
	Total	2.537	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests (Duncan)

Day0

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	6.2467	
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	6.2900	
คอมบูชาชาอู่หลง	3		7.1200
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		7.1600
Sig.		.051	.067

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day7

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	6.2367	
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	6.2867	
คอมบูชาชาอู่หลง	3		7.1633
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		7.2133
Sig.		.087	.087

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day14

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	6.2833		
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	6.3300		
คอมบูชาชาอู่หลง	3		7.1667	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3			7.2333
Sig.		.070	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day21

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	6.3233	
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	6.3633	
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		7.2333
คอมบูชาชาอู่หลง	3		7.2400
Sig.		.131	.787

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day28

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	6.3300	
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	6.3633	
คอมบูชาชาอู่หลง	3		7.2400
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		7.2633
Sig.		.117	.254

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Day35

Duncan[a]

c	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	3	6.3367	
คอมบูชาใบกัญชง 3% (ปรับปรุง)	3	6.3500	
คอมบูชาชาอู่หลง	3		7.2433
คอมบูชาใบกัญชง 3%	3		7.2800
Sig.		.537	.114

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-26 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใสของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day0	Between Groups	95.833	3	31.944	57.779	<.001
	Within Groups	64.133	116	.553		
	Total	159.967	119			
Day7	Between Groups	92.167	3	30.722	49.635	<.001
	Within Groups	71.800	116	.619		
	Total	163.967	119			
Day14	Between Groups	86.025	3	28.675	42.230	<.001
	Within Groups	78.767	116	.679		
	Total	164.792	119			
Day21	Between Groups	77.358	3	25.786	42.348	<.001
	Within Groups	70.633	116	.609		
	Total	147.992	119			
Day28	Between Groups	81.558	3	27.186	45.202	<.001
	Within Groups	69.767	116	.601		
	Total	151.325	119			
Day35	Between Groups	86.025	3	28.675	40.914	<.001
	Within Groups	81.300	116	.701		
	Total	167.325	119			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests (Duncan)

ความใส Day0

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง	30	4.6000		
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30		5.9333	
คอมบูชาชาอู่หลง	30			6.6000
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30			6.9333
Sig.		1.000	1.000	.085

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ความใส Day7

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง	30	4.6333		
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30		5.9000	
คอมบูชาชาอู่หลง	30			6.6667
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30			6.8667
Sig.		1.000	1.000	.327

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความใส Day14

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง	30	4.7000			
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30		6.0000		
คอมบูชาชาอู่หลง	30			6.5000	
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30				6.9667
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ความใส Day21

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง	30	4.8333			
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30		6.0333		
คอมบูชาชาอู่หลง	30			6.5000	
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30				7.0000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความใส Day28

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง	30	4.8667			
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30		6.1333		
คอมบูชาชาอู่หลง	30			6.6333	
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30				7.0667
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ความใส Day35

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
คอมบูชาใบกัญชง	30	4.8333			
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30		6.1333		
คอมบูชาชาอู่หลง	30			6.6333	
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30				7.1000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
คอมบูชาชาอู่หลง	Between Groups	.778	5	.156	.513	.766
	Within Groups	52.800	174	.303		
	Total	53.578	179			
คอมบูชาใบกัญชง	Between Groups	84.644	5	16.929	19.094	<.001
	Within Groups	154.267	174	.887		
	Total	238.911	179			
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	Between Groups	1.111	5	.222	.561	.729
	Within Groups	68.867	174	.396		
	Total	69.978	179			
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	Between Groups	1.444	5	.289	.343	.886
	Within Groups	146.467	174	.842		
	Total	147.911	179			

Post Hoc Tests (Duncan)

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05
Day	N	1
14	30	6.5000
21	30	6.5000
0	30	6.6000
28	30	6.6333
35	30	6.6333
7	30	6.6667
Sig.		.315

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
7	30	4.6333	
14	30	4.7000	
21	30	4.8333	
35	30	4.8333	
28	30	4.8667	
0	30		6.6000
Sig.		.403	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05
		1
7	30	6.8667
0	30	6.9333
14	30	6.9667
21	30	7.0000
28	30	7.0667
35	30	7.1000
Sig.		.216

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05 1
7	30	5.9000
0	30	5.9333
14	30	6.0000
21	30	6.0333
28	30	6.1333
35	30	6.1333
Sig.		.400

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางที่ ฉ-27 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day0	Between Groups	261.433	3	87.144	139.367	<.001
	Within Groups	72.533	116	.625		
	Total	333.967	119			
Day7	Between Groups	261.433	3	87.144	139.367	<.001
	Within Groups	72.533	116	.625		
	Total	333.967	119			
Day14	Between Groups	261.433	3	87.144	139.367	<.001
	Within Groups	72.533	116	.625		
	Total	333.967	119			
Day21	Between Groups	261.433	3	87.144	139.367	<.001
	Within Groups	72.533	116	.625		
	Total	333.967	119			
Day28	Between Groups	261.433	3	87.144	139.367	<.001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Within Groups	72.533	116	.625		
	Total	333.967	119			
Day35	Between Groups	260.033	3	86.678	142.957	<.001
	Within Groups	70.333	116	.606		
	Total	330.367	119			

Post Hoc Tests (Duncan)

สี Day0

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง	30	4.3000		
คอมบูชาชาอู่หลง	30		7.3000	
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30		7.6333	7.6333
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30			8.0333
Sig.		1.000	.105	.052

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

สี Day7

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง	30	4.3000		
คอมบูชาชาอู่หลง	30		7.3000	
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30		7.6333	7.6333
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30			8.0333
Sig.		1.000	.105	.052

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สี Day14

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง	30	4.3000		
คอมบูชาชาอู่หลง	30		7.3000	
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30		7.6333	7.6333
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30			8.0333
Sig.		1.000	.105	.052

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

สี Day21

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง	30	4.3000		
คอมบูชาชาอู่หลง	30		7.3000	
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30		7.6333	7.6333
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30			8.0333
Sig.		1.000	.105	.052

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สี Day28

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง	30	4.3000		
คอมบูชาชาอู่หลง	30		7.3000	
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30		7.6333	7.6333
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30			8.0333
Sig.		1.000	.105	.052

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

สี Day35

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
คอมบูชาใบกัญชง	30	4.2667		
คอมบูชาชาอู่หลง	30		7.3000	
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30		7.6000	7.6000
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30			7.9667
Sig.		1.000	.138	.071

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
คอมบูชาชาอู่หลง	Between Groups	.000	5	.000	.000	1.000
	Within Groups	73.800	174	.424		
	Total	73.800	179			
คอมบูชาใบกัญชง	Between Groups	.028	5	.006	.010	1.000
	Within Groups	97.367	174	.560		
	Total	97.394	179			
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	Between Groups	.111	5	.022	.034	.999
	Within Groups	113.800	174	.654		
	Total	113.911	179			
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	Between Groups	.028	5	.006	.007	1.000
	Within Groups	148.033	174	.851		
	Total	148.061	179			

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05
		1
0	30	7.3000
7	30	7.3000
14	30	7.3000
21	30	7.3000
28	30	7.3000
35	30	7.3000
Sig.		1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05
		1
35	30	4.2667
0	30	4.3000
7	30	4.3000
14	30	4.3000
21	30	4.3000
28	30	4.3000
Sig.		.883

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05
		1
35	30	7.9667
0	30	8.0333
7	30	8.0333
14	30	8.0333
21	30	8.0333
28	30	8.0333
Sig.		.786

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05 1
35	30	7.6000
0	30	7.6333
7	30	7.6333
14	30	7.6333
21	30	7.6333
28	30	7.6333
Sig.		.905

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางที่ ฉ-28 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day0	Between Groups	12.700	3	4.233	4.849	.003
	Within Groups	101.267	116	.873		
	Total	113.967	119			
Day7	Between Groups	8.567	3	2.856	3.050	.031
	Within Groups	108.600	116	.936		
	Total	117.167	119			
Day14	Between Groups	8.967	3	2.989	3.433	.019
	Within Groups	101.000	116	.871		
	Total	109.967	119			
Day21	Between Groups	12.000	3	4.000	4.345	.006
	Within Groups	106.800	116	.921		
	Total	118.800	119			
Day28	Between Groups	10.892	3	3.631	4.022	.009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Within Groups	104.700	116	.903		
	Total	115.592	119			
Day35	Between Groups	10.267	3	3.422	2.936	.036
	Within Groups	135.200	116	1.166		
	Total	145.467	119			

Post Hoc Tests (Duncan)

กลิ่น Day0

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
	N	1	2
คอมบูชาใบกัญชง	30	7.1667	
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30		7.6667
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30		7.8667
คอมบูชาชาอู่หลง	30		8.0333
Sig.		1.000	.155

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

กลิ่น Day7

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
	N	1	2
คอมบูชาใบกัญชง	30	7.1333	
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30		7.6333
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30		7.7667
คอมบูชาชาอู่หลง	30		7.8000
Sig.		1.000	.534

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลิ่น Day14

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง	30	7.0333	
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30	7.5000	7.5000
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30		7.6667
คอมบูชาชาอู่หลง	30		7.7333
Sig.		.055	.366

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

กลิ่น Day21

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง	30	6.8667	
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30		7.4667
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30		7.6000
คอมบูชาชาอู่หลง	30		7.6667
Sig.		1.000	.452

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลิ่น Day28

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง	30	6.8000	
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30		7.3667
คอมบูชาชาอู่หลง	30		7.5333
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30		7.5333
Sig.		1.000	.527

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

กลิ่น Day35

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง	30	6.7333	
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30		7.3333
คอมบูชาชาอู่หลง	30		7.4000
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30		7.4667
Sig.		1.000	.656

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
คอมบูชาชาอู่หลง	Between Groups	7.228	5	1.446	1.921	.093
	Within Groups	130.967	174	.753		
	Total	138.194	179			
คอมบูชาใบกัญชง	Between Groups	4.911	5	.982	.860	.509
	Within Groups	198.733	174	1.142		
	Total	203.644	179			
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	Between Groups	3.317	5	.663	.761	.579
	Within Groups	151.633	174	.871		
	Total	154.950	179			
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	Between Groups	2.761	5	.552	.545	.742
	Within Groups	176.233	174	1.013		
	Total	178.994	179			

Post Hoc Tests (Duncan)

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
Day	N	1	2
35	30	7.4000	
28	30	7.5333	
21	30	7.6667	7.6667
14	30	7.7333	7.7333
7	30	7.8000	7.8000
0	30		8.0333
Sig.		.115	.139

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05 1
35	30	6.7333
28	30	6.8000
21	30	6.8667
14	30	7.0333
7	30	7.1333
0	30	7.1667
Sig.		.176

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05 1
35	30	7.4667
28	30	7.5333
21	30	7.6000
14	30	7.6667
7	30	7.7667
0	30	7.8667
Sig.		.152

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05 1
35	30	7.3333
28	30	7.3667
21	30	7.4667
14	30	7.5000
7	30	7.6333
0	30	7.6667
Sig.		.271

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางที่ ฉ-29 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day0	Between Groups	9.367	3	3.122	3.760	.013
	Within Groups	96.333	116	.830		
	Total	105.700	119			
Day7	Between Groups	9.500	3	3.167	3.472	.018
	Within Groups	105.800	116	.912		
	Total	115.300	119			
Day14	Between Groups	11.267	3	3.756	4.181	.008
	Within Groups	104.200	116	.898		
	Total	115.467	119			
Day21	Between Groups	13.400	3	4.467	5.992	<.001
	Within Groups	86.467	116	.745		
	Total	99.867	119			
Day28	Between Groups	18.425	3	6.142	5.629	.001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Within Groups	126.567	116	1.091		
	Total	144.992	119			
Day35	Between Groups	19.533	3	6.511	4.541	.005
	Within Groups	166.333	116	1.434		
	Total	185.867	119			

Post Hoc Tests (Duncan)

รสชาติ Day0

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
	N	1	2
คอมบูชาใบกัญชง	30	8.1000	
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30	8.3333	
คอมบูชาชาอู่หลง	30	8.5000	8.5000
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30		8.8667
Sig.		.111	.122

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

รสชาติ Day7

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
	N	1	2
คอมบูชาใบกัญชง	30	8.0333	
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30	8.2333	
คอมบูชาชาอู่หลง	30	8.3333	8.3333
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30		8.8000
Sig.		.256	.061

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รสชาติ Day14

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง	30	7.9000	
คอมบูชาชาอู่หลง	30	8.1333	
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30	8.1667	
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30		8.7333
Sig.		.309	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

รสชาติ Day21

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง	30	7.7667	
คอมบูชาชาอู่หลง	30	7.9667	
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30	8.1333	
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30		8.6667
Sig.		.123	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รสชาติ Day28

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง	30	7.6000	
คอมบูชาชาอู่หลง	30	7.7000	
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30	8.0667	8.0667
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30		8.6000
Sig.		.105	.050

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

รสชาติ Day35

Duncan[a]

C	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง	30	7.5000	
คอมบูชาชาอู่หลง	30	7.5333	
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30	7.9333	7.9333
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30		8.5000
Sig.		.190	.069

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
คอมบูชาชาอู่หลง	Between Groups	21.511	5	4.302	6.431	<.001
	Within Groups	116.400	174	.669		
	Total	137.911	179			
คอมบูชาใบกัญชง	Between Groups	7.911	5	1.582	1.347	.247
	Within Groups	204.400	174	1.175		
	Total	212.311	179			
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	Between Groups	2.694	5	.539	1.151	.336
	Within Groups	81.500	174	.468		
	Total	84.194	179			
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	Between Groups	2.844	5	.569	.349	.882
	Within Groups	283.400	174	1.629		
	Total	286.244	179			

Post Hoc Tests (Duncan)

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
Day	N	1	2	3	4
35	30	7.5000			
28	30	7.7000	7.7000		
21	30		7.9667	7.9667	
14	30		8.1333	8.1333	8.1333
7	30			8.3333	8.3333
0	30				8.5000
Sig.		.345	.053	.103	.103

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05
		1
35	30	7.5333
28	30	7.6000
21	30	7.7667
14	30	7.9000
7	30	8.0333
0	30	8.1000
Sig.		.078

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05
		1
35	30	8.5000
28	30	8.6000
21	30	8.6667
14	30	8.7333
7	30	8.8000
0	30	8.8667
Sig.		.070

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05 1
35	30	7.9333
28	30	8.0667
21	30	8.1333
14	30	8.1667
7	30	8.2333
0	30	8.3333
Sig.		.298

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางที่ ฉ-30 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของคอมบูชาจากชาอู่หลงและคอมบูชาจากใบกัญชงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (8±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Day0	Between Groups	2.158	3	.719	.691	.560
	Within Groups	120.833	116	1.042		
	Total	122.992	119			
Day7	Between Groups	2.958	3	.986	.905	.441
	Within Groups	126.367	116	1.089		
	Total	129.325	119			
Day14	Between Groups	3.933	3	1.311	1.231	.302
	Within Groups	123.533	116	1.065		
	Total	127.467	119			
Day21	Between Groups	6.433	3	2.144	2.667	.051
	Within Groups	93.267	116	.804		
	Total	99.700	119			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day28	Between Groups	10.867	3	3.622	3.224	.025
	Within Groups	130.333	116	1.124		
	Total	141.200	119			
Day35	Between Groups	10.958	3	3.653	2.295	.081
	Within Groups	184.633	116	1.592		
	Total	195.592	119			

Post Hoc Tests (Duncan)

ความชอบโดยรวม Day0

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05
		1
คอมบูชาใบกัญชง	30	8.1000
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30	8.2000
คอมบูชาชาอู่หลง	30	8.2667
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30	8.4667
Sig.		.210

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ความชอบโดยรวม Day7

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05
		1
คอมบูชาใบกัญชง	30	8.0333
คอมบูชาชาอู่หลง	30	8.0667
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30	8.1667
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30	8.4333
Sig.		.181

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชอบโดยรวม Day14

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05
		1
คอมบูชาใบกัญชง	30	7.8333
คอมบูชาชาอู่หลง	30	8.0000
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30	8.1000
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30	8.3333
Sig.		.089

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ความชอบโดยรวม Day21

Duncan[a]

	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
คอมบูชาใบกัญชง	30	7.6333	
คอมบูชาชาอู่หลง	30	7.8667	7.8667
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30	8.0333	8.0333
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30		8.2667
Sig.		.105	.105

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชอบโดยรวม Day28

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
	N	1	2
คอมบูชาใบกัญชง	30	7.4333	
คอมบูชาชาอู่หลง	30	7.6000	
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30	7.9667	7.9667
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30		8.2000
Sig.		.067	.396

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ความชอบโดยรวม Day35

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
C	N	1	2
คอมบูชาใบกัญชง	30	7.3000	
คอมบูชาชาอู่หลง	30	7.5333	7.5333
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	30	7.8333	7.8333
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	30		8.1000
Sig.		.125	.103

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
คอมบูชาชาอู่หลง	Between Groups	11.911	5	2.382	3.293	.007
	Within Groups	125.867	174	.723		
	Total	137.778	179			
คอมบูชาใบกัญชง	Between Groups	15.644	5	3.129	2.587	.028
	Within Groups	210.467	174	1.210		
	Total	226.111	179			
คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)	Between Groups	2.933	5	.587	.668	.648
	Within Groups	152.867	174	.879		
	Total	155.800	179			
คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)	Between Groups	2.783	5	.557	.334	.892
	Within Groups	289.767	174	1.665		
	Total	292.550	179			

Post Hoc Tests (Duncan)

คอมบูชาชาอู่หลง

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
Day	N	1	2	3
35	30	7.5333		
28	30	7.6000	7.6000	
21	30	7.8667	7.8667	7.8667
14	30	8.0000	8.0000	8.0000
7	30		8.0667	8.0667
0	30			8.2667
Sig.		.052	.052	.098

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
35	30	7.3000		
28	30	7.4333	7.4333	
21	30	7.6333	7.6333	7.6333
14	30	7.8333	7.8333	7.8333
7	30		8.0333	8.0333
0	30			8.1000
Sig.		.088	.054	.137

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

คอมบูชาชาอู่หลง (ปรับปรุง)

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05
		1
35	30	8.1000
28	30	8.2000
21	30	8.2667
14	30	8.3333
7	30	8.4333
0	30	8.4667
Sig.		.192

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาใบกัญชง (ปรับปรุง)

Duncan[a]

Day	N	Subset for alpha = 0.05
		1
35	30	7.8333
28	30	7.9667
21	30	8.0333
14	30	8.1000
7	30	8.1667
0	30	8.2000
Sig.		.346

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวโสภิดา มั่นคง
วัน เดือน ปีเกิด	2 มกราคม 2541
ที่อยู่ปัจจุบัน	86/46 หมู่6 ตำบลเบิกไพร อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี 70110
ชื่อสถานศึกษา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานทางวิชาการ	Mankhong, S., Kingkaew, E. and Ochaikul, D. 2023 "Chemical Profile and Antioxidant Activity of The Probiotic Kombucha Beverage Derived from Hemp Leaves Using *Saccharomyces boulardii* and *Acetobacter pasteurianus* AJ605" In Proceeding of The 35th Annual of the Thai Society for Biotechnology and International Conference "Sustainable Development through Bio-Circular Green (BCG) Economy Model" 26-29 November 2023.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้