การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มคอมบูชาโพรไบโอติกโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์

DEVELOPMENT OF KOMBUCHA PROBIOTIC BEVERAGE USING PURE CULTURE

นางสาวอภิทิพย์ สุขใส
APITHIP SUKSAI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2567

KMITL-2024-SC-M-020-031

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF KOMBUCHA PROBIOTIC BEVERAGE USING PURE CULTURE.

APITHIP SUKSAI

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-020-031
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	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มคอมบูชาโพรไบโอติกโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์
ชื่อนักศึกษา	นางสาวอภิทิพย์ สุขใส
รหัสประจำตัว	62605109
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา	ชีววิทยา
พ.ศ.	2567
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ดวงใจ โอชัยกุล

บทคัดย่อ

คอมบูชาเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยม เกิดจากการนำน้ำชาผสมน้ำตาลหมักด้วยจุลินทรีย์กลุ่มแบคทีเรียและยีสต์ (SCOBY) เปลี่ยนน้ำตาลเป็นคอมบูชา งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจะปรับปรุงคุณภาพของคอมบูชาให้มีความคงที่สม่ำเสมอด้วยการใช้จุลินทรีย์ที่แยกได้และศึกษาผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารของคอมบูชาที่ผลิตได้ ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้เชื้อร่วมกันของยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* KMITL 001 (Y) และแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 (B) (ยีสต์:แบคทีเรีย เท่ากับ 8:2 6:4 และ 5:5 ปริมาตรต่อปริมาตร) และหัวเชื้อทางการค้า หมักคอมบูชาเป็นเวลา 14 วัน ผลการทดลอง พบว่าคอมบูชามีค่าพีเอชลดลง ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น การใช้เชื้อร่วมกันของ *S. boulardii* KMITL 001 และแบคทีเรีย *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วน 8:2 (ปริมาตรต่อปริมาตร) คอมบูชาที่ได้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ในการต้านอนุมูนอิสระสูงสุด ในวันที่ 14 เท่ากับ 521.10$\pm$1.56ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร และร้อยละ 96.32$\pm$0.05 ตามลำดับ ปริมาณยีสต์จะลดลง ขณะที่ปริมาณแบคทีเรียเพิ่มขึ้นในช่วง 7-10 วัน หลังจากนั้นจะลดลง การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า คอมบูชาหมักด้วยอัตราส่วน 8Y2B หมักเป็นเวลา 7 วัน ได้รับคะแนนการยอมรับสูง ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรคเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมัก คอมบูชาหมักด้วยอัตราส่วน 8Y2B และ 6Y4B มีฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคสูงกว่าคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า วันสุดท้ายของการหมัก (14 วัน) คอมบูชาด้วยอัตราส่วน 6Y4B และ 8Y2B สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *M. luteus, S. aureus, E. coli* และ *P. aeruginosa* โดยมีปริมาณยับยั้งเชื้ออยู่ในช่วง 17.56-17.65, 14.82-14.88, 17.62-17.96 และ 17.63-17.83 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังนั้นการใช้เชื้อร่วมกันของ *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 สามารถพัฒนาเป็นหัวเชื้อในกระบวนการหมักคอมบูชา ทำให้คอมบูชาที่ได้มีคุณภาพที่สม่ำเสมอตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสำคัญ : ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ, แบคทีเรียอะซิติก, การใช้เชื้อร่วมกัน, คอมบูชา, ยีสต์, การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Development of probiotic kombucha beverage products using pure cultures.
Student Name	Ms. Apithip Suksai
Student ID	62605109
Degree	Master of Science (Biotechnology)
Department	Biology
Year	2024
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Duangjai Ochaikul

Abstract

Kombucha is one of the most popular healthy beverages. It is produced from tea infused with sugar, and a symbiotic culture of bacteria and yeast (SCOBY) is used to ferment the sugar into kombucha. Our research aimed to improve the consistency of kombucha's qualities using isolated microorganisms and study the effect of inhibit the growth of pathogenic bacteria in the digestive system from fermented kombucha. The optimal ratio of co-culture of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* KMITL 001 (Y) and bacteria *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 (B) (Y:B 8:2, 6:4, 5:5 v/v) and commercial starter fermented kombucha tea for 14 days. The results showed that the pH of kombucha decreased, with increases in titratable acidity. The co-culture ratio of 8:2 (v/v) of S. *boulardii* KMITL 001 and A. *pasteurianus* AJ 605 had the highest total phenolic and antioxidant activities on 14 days of fermentation, with phenolic compounds and a DPPH value of 521.10±1.56 µgGAE/mL and 96.32±0.05%, respectively. The yeast cells decreased after 14 days, while the acetic acid bacteria increased after 7-10 days and then decreased. The sensory evaluation showed that kombucha fermented with a ratio of 8Y2B for 7 days had a high level of acceptance. The effect of inhibiting the growth of pathogenic bacteria increased with the fermentation time. The kombucha from the 8Y2B and 6Y4B ratios had a greater effect on inhibiting the growth of bacteria than the kombucha from commercial starter. The end of fermentation time (14 days), the kombucha from 6Y4B and 8Y2B inhibited the growth of *M. luteus, S. aureus, E. coli* and *P. aeruginosa*. The inhibition zone was 17.56-17.65, 14.82-14.88, 17.62-17.96 and 17.63-17.83 mm. respectively. So that the symbiotic cultures of S. *boulardii* KMITL 001 and A. *pasteurianus* AJ 605 can be

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ลงวันเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

developed as starters in kombucha fermentation to achieve the desired consistency and qualities of kombucha.

Key words: antioxidant activity, acetic bacteria, co-culture, kombucha, yeast, inhibiting the growth of pathogenic bacteria.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งและคำปรึกษาจาก รศ.ดวงใจ โอชัยกุล ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ต้นจนถึงปัจจุบัน ที่ได้สละเวลาอันมีค่าแก่คณะผู้วิจัย เพื่อให้คำปรึกษาและแนะนำตลอดจนตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ลุล่วงได้ด้วยดีผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ จากใจจริงและ รวมถึง รศ.ดร.อรไท สุขเจริญ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.สุทธิจิต ศรีวัชรกุล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้แนะแนวทางในการดำเนินงานวิจัยของข้าพเจ้าให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษา และข้อคิดต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ออกมาสมบูรณ์ที่สุด

นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์ของภาควิชาชีววิทยาที่คอยอำนวยความสะดวกในเบิกจ่ายสารเคมี และการใช้อุปกรณ์ และขอขอบพระคุณครอบครัวที่คอยให้กำลังใจช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ข้าพเจ้าในการดำเนินงาน และสนับสนุนค่าใช้จ่ายของข้าพเจ้าตลอดการทำวิจัย ขอขอบคุณ พี่ เพื่อน และน้อง จากห้องปฏิบัติการนักศึกษาปริญญาโททุกคน ที่คอยเป็นกำลังใจ และช่วยเหลือกันตลอดมา

สุดท้ายนี้ ขออุทิศความดีที่มีในการศึกษาวิจัยนี้ แด่บิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัยผู้ซึ่งสนับสนุนในทุกด้าน และกำลังใจจากมิตรแท้ทุกท่าน

นางสาวอภิทิพย์ สุขใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ก
บทคัดย่ภาษาอังกฤษ.....ค
กิตติกรรมประกาศ.....ง
สารบัญ.....จ
สารบัญตาราง.....ญ
สารบัญรูป.....ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4
2.1 คอมบูชา.....4
2.2 วัตถุดิบและวิธีการผลิตที่ใช้ในการหมักคอมบูชา.....5
2.3 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหมักคอมบูชา.....5
2.3.1 แบคทีเรียอะซิติก.....6
2.3.2 ยีสต์.....8
2.4 กระบวนการหมักของแบคทีเรียและยีสต์ในคอมบูชา.....9
2.5 สารประกอบที่สามารถตรวจวิเคราะห์ที่ได้จากคอมบูชา.....10
2.6 ประโยชน์ของคอมบูชา.....11
2.7 ข้อควรระวังของการบริโภคคอมบูชา.....14
2.8 เชื้อแบคทีเรียและยีสต์.....15
2.8.1 *Acetobacter pasteurianus*.....15
2.8.2 *Saccharomyces bourladii*.....17
2.8 ประวัติของชา.....18
2.8.1 ชาอู่หลง (Oolong tea) 20
2.8.1.1 องค์ประกอบทางเคมีในชาอู่หลง.....21
2.8.1.2 สรรพคุณและประโยชน์ของชาอู่หลง.....22
2.8.1.3 ข้อควรระวังในการดื่มชาอู่หลง.....23
2.9 เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค.....23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.9.1 จุลินทรีย์ก่อโรค..23
2.9.1.1 *Escherichia coli*...23
2.9.1.2 *Pseudomonas aeruginosa*..26
2.9.1.3 *Staphylococcus aureus* 27
2.9.1.4 *Micrococcous luteus*.................... 29
2.10 การวิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค................29
2.10.1 วิธีการ Agar diffusion Test...29
2.10.1.1 วิธีการ Agar well diffusion...29
2.10.1.2 วิธีการ Agar disc diffusion..30
2.10.2 วิธีการ Diffusion test..30
2.10.2.1 วิธีการ Broth diffusion method...30
2.10.2.2 วิธีการ Agar diffusion method...31
2.11 อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ..31
2.11.1 อนุมูลอิสระ...31
2.11.2 สารต้านอนุมูลอิสระ..32
2.12 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..35
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย...39
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี..39
3.1.1 เชื้อจุลินทรีย์...39
3.1.2 วัตถุดิบ...39
3.1.3 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง..39
3.1.4 ยาปฏิชีวนะ...40
3.1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง...40
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..41
3.2.1 การเตรียมหัวเชื้อคอมบูชาทางการค้า...41
3.2.2 การเตรียมหัวเชื้อคอมบูชาจาก
เชื้อยีสต์ *Saccharomyces boulardii*...42
3.2.3 การเตรียมหัวเชื้อคอมบูชาจากเชื้อ
แบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus*,..42
3.2.4 กระบวนการหมักคอมบูชาด้วยเชื้อบริสุทธิ์...43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.2.5 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของคอมบูชาในระหว่าง
กระบวนการหมัก..43
3.2.6 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ..46
3.2.7 การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา...47
3.2.8 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส...47
3.2.9 ทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค...48
3.2.10 การวิเคราะห์ทางสถิติ...48
บทที่ 4 ผลวิจัยและการอภิปรายผล..49
4.1 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเชื้อ *Saccharomyce boulardii* KMITL 001 และ *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 ในการหมักคอมบูชาจากชาอู่หลง...49
4.1.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 และ *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 ในระหว่างกระบวนการหมัก..49
4.1.2 ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชา...52
4.1.2.1 ค่าพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมด...52
4.1.2.2 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และปริมาณแอลกอฮอล์.......................56
4.1.3 ผลปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH..60
4.1.3.1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด...60
4.1.3.2 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH...62
4.1.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส...65
4.2 ผลการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคจากคอมบูชา...69
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ...78
5.1 สรุปผลการวิจัย...78
5.2 ข้อเสนอแนะ...79
เอกสารอ้างอิง..80
ภาคผนวก ก..93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ข..95

ภาคผนวก ค..96

ภาคผนวก ง..100

ภาคผนวก จ..103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 สารสำคัญชนิดต่างๆ ในชาอู่หลง....21
3.1 อัตราส่วนผสมของเชื้อแบคทีเรียอะซิติกและยีสต์ในกระบวนการหมักคอมบูชา....43
4.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 ระหว่างกระบวนการหมัก....50
4.2 การเปลี่ยนแปลงของยีสต์ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 ระหว่างกระบวนการหมัก....51
4.3 ค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้า....53
4.4 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้าหมัก....55
4.5 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า....57
4.6 ปริมาณแอลกอฮอล์ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า....59
4.7 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า....61
4.8 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้า....64
4.9 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชา....67
4.10 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชาหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อ 8Y2B หมักวันที่ 7, 10 และ 14....68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.11 เปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค
จากคอมบูชาระหว่างคอมบูชาหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อ 6Y4B
8Y2B และคอมบูชาทางการค้า..72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ **หน้า**

2.1 แสดงลักษณะของเชื้อแบคทีเรียอะซิติก (acetic acid bacteria)..7

2.2 เซลล์ของ *Saccharomyces cerevisiae*...8

2.3 ลักษณะรูปร่างของ *Acetobacter pasteurianus* 15

2.4 ลูกโซ่การหายใจของแบคทีเรียอะซิติกเมื่อเจริญในอาหาร
ที่มีเอทานอลเป็นแหล่งคาร์บอน...16

2.5 โครงสร้างของ Oolong Tea polymerized-polyphenols, OTPP
ที่พบในชาอู่หลง..22

2.6 แสดงลักษณะของเชื้อ *Escherichia coli*...25

2.7 แสดงลักษณะของเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa*...27

2.8 แสดงลักษณะชองเชื้อ *Staphylococcus aureus*...27

2.9 รูปร่าง *Micrococcus luteus* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์..29

2.10 แสดงการจัดลำดับขั้นของสารต้านอนุมูลอิสระตามลำดับ
ความแรงของสาร..34

2.11 กลไกการต้านอนุมูลอิสระแบบ Free radical scavenging...35

4.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus*
AJ 605 ระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชา..51

4.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์ *Saccharomyces boulardii*
KMITL 001 ระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชา...52

4.3 ค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii*
KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกัน
และคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า...54

4.4 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจาก
ชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า.............56

4.5 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย
S. boulardii KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อ
ที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า...58

4.6 ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละ) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมัก
ด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมัก...60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.7 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า....62
4.8 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* KMITL 001และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า....65
4.9 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชา ในวันที่ 7....68
4.10 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชา ในวันที่ 10....69
4.11 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชาในวันที่ 14....69
4.12 เปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค จากคอมบูชาอัตราส่วนเชื้อที่ระยะเวลาการหมัก 0 วัน....74
4.12 เปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค จากคอมบูชาอัตราส่วนเชื้อที่ระยะเวลาการหมัก 7 วัน....75
4.12 เปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค จากคอมบูชาอัตราส่วนเชื้อที่ระยะเวลาการหมัก 10 วัน....76
4.12 เปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค จากคอมบูชาอัตราส่วนเชื้อที่ระยะเวลาการหมัก 14 วัน....77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

ปัจจุบันนี้ผู้คนหันมาสนใจดูแลสุขภาพมากขึ้น มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพเป็นจำนวนมาก คอมบูชาเป็นเครื่องดื่มสุขภาพชนิดหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยมจากผู้บริโภคทั่วโลก สามารถเตรียมได้จากการนำน้ำชาผสมกับน้ำตาล ใช้ชื้อแบคทีเรียและยีสต์ที่เรียกว่า SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast) เป็นหัวเชื้อในการหมักคอมบูชา แบคทีเรียที่พบใน SCOBY ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียอะซิติก โดยเฉพาะจำพวก *Acetobacter* และ *Gluconobacter* และยีสต์ที่พบส่วนใหญ่ได้แก่ *Zygosaccharomyces, Candida, Kloeckera, Hanseniaspora, Torulaspora, Pichia, Brettanomyces, Dekkera, Saccharomyes, Lachancea, Saccharomycodes, Schizosaccharomyces* และ *Kluyveromyces* (Waisundara, 2018) คอมบูชามีประโยชน์ต่อสุขภาพมากมาย เช่น ลดความดันโลหิต สามารถต้านจุลชีพ ต้านเนื้องอก ป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วยป้องกันโรคเบาหวาน และโรคทางระบบประสาท (Kapp and Summer, 2019 ., Zubaidah *et al*., 2019)

การหมักคอมบูชาในปัจจุบันที่ผลิตเป็นการค้านิยมนำจุลินทรีย์ดั้งเดิมซึ่งไม่สามารถรู้สายพันธุ์และจำนวนที่แน่นอน ทำให้คุณภาพของคอมบูชาที่ได้ไม่มีความสม่ำเสมอ ขณะเดียวกันคอมบูชาที่ผลิตได้ไม่มีจุลินทรีย์ที่เป็นโพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์ ในงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจในการนำเชื้อบริสุทธิ์มาทำกระบวนการหมักโดยใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกมาใช้ในการหมัก

มีงานวิจัยต่างๆ ใช้เชื้อบริสุทธิ์ในการหมักคอมบูชา เช่น Wang *et al*., (2020) ได้ศึกษาผลของการใช้จุลินทรีย์หลายชนิดร่วมกันหมักคอมบูชาและมีการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าการใช้ *Acetobacter pasteurianus* ร่วมกับ *Gluconacetobacter xylinus* และ *Zygosaccharomyces bailii* ในการหมักคอมบูชา ทำให้คอมบูชาที่ได้มีปริมาณกรดกลูโคนิก (Gluconic acid) ในปริมาณสูงกว่าการใช้จุลินทรีย์สายพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่ง ทำให้คอมบูชามีรสชาติเปรี้ยว และแบคทีเรียอะซิติกจะออกซิไดซ์แอลกอฮอล์ที่ยีสต์ *Zygosaccharomyces bailii* สร้างขึ้น มีผลทำให้เครื่องดื่มคอมบูชามีปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าคอมบูชาที่ผลิตจากเชื้อเหล่านี้ร่วมกันมีรสชาติใกล้เคียงกับ คอมบูชาที่ใช้ SCOBY ในการหมัก และงานวิจัยของ Sreeramulu *et al*., (2000) ศึกษาผลของการหมักคอมบูชาจากชาดำที่มีฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร โดยมีเชื้อแบคทีเรียทดสอบได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Shigella sonnei*, *Escherichia coli*, *Aeromonas hydrophila*, *Yersinia enterolitica*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter cloacae*, *Staphylococcus epidermidis*, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhimurium*, *Bacillus cereus*, *Helicobacter pylori* และ *Listeria*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

monocytogenes ผลการทดลองพบว่า การปรับค่าพีเอชของตัวอย่างคอมบูชาให้เป็นกลาง และนำตัวอย่างคอมบูชามาผ่านความร้อนด้วยวิธีพาสเจอไรซ์ พบว่าคอมบูชายังสามารถยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli*, *Shigella sonnei*, *Salmonella Typhimurium*, *Salmonella enteritidis*, *Campylobacter jejuni* โดยฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์นั้นอาจเกิดจากกรดอะซิติก กรดอินทรีย์และโปรตีนขนาดใหญ่หรืออาจเกิดจากสารประกอบที่มีในคอมบูชาซึ่งมีผลต่อการยับยั้งจุลินทรีย์ จากผลการทดลองดังกล่าวคอมบูชาจากชาดำมีคุณสมบัติช่วยยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย

ดังนั้นในงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่จะนำเชื้อบริสุทธิ์ของ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 ซึ่งเป็นยีสต์ที่มีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอติก และเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 มาใช้เป็นกล้าเชื้อในการหมักคอมบูชา ศึกษาอัตราส่วนของจุลินทรีย์เหล่านี้ และคุณสมบัติทางเคมี ทางจุลินทรีย์ และทดสอบทางประสาทสัมผัส รวมทั้งฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารของคอมบูชาโพรไบโอติกซึ่งได้จากกระบวนการหมัก

มีงานวิจัยต่างๆ ใช้เชื้อบริสุทธิ์ในการหมักคอมบูชา เช่น Wang *et al*., (2020) ได้ศึกษาผลของการใช้จุลินทรีย์หลายชนิดร่วมกันหมักคอมบูชาและมีการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าในการใช้เชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* ร่วมกับ *Gluconacetobacter xylinus* และ *Zygosaccharomyces bailii* ในการหมักคอมบูชา ทำให้คอมบูชาที่ได้มีปริมาณกรดกลูโคนิก (Gluconic acid) ในปริมาณสูงกว่าการใช้จุลินทรีย์สายพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่ง ทำให้คอมบูชามีรสชาติเปรี้ยว และแบคทีเรียอะซิติกจะออกซิไดซ์แอลกอฮอล์ที่ยีสต์ *Zygosaccharomyces bailii* สร้างขึ้นมีผลทำให้เครื่องดื่มคอมบูชามีปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าคอมบูชาที่ผลิตจากเชื้อเหล่านี้ร่วมกันมีรสชาติใกล้เคียงกับ คอมบูชาที่ใช้ SCOBY ในการหมัก และงานวิจัยของ Sreeramulu *et al*., (2000) ศึกษาผลของการหมัก คอมบูชาจากชาดำที่มีฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร โดยมีเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Shigella sonnei*, *Escherichia coli*, *Aeromonas hydrophila*, *Yersinia enterolitica*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter cloacae*, *Staphylococcus epidermidis*, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhimurium*, *Bacillus cereus*, *Helicobacter pylori* และ *Listeria monocytogenes* ผลการทดลองพบว่าการปรับค่าพีเอชของตัวอย่างคอมบูชาให้เป็นกลาง และนำตัวอย่างคอมบูชามาผ่านความร้อนด้วยวิธีพาสเจอไรซ์ พบว่า คอมบูชายังมีสามารถยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli*, *Shigella sonnei*, *Salmonella Typhimurium*, *Salmonella enteritidis*, *Campylobacter jejuni* โดยฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์นั้นอาจเกิดจากกรดอะซิติก กรดอินทรีย์และโปรตีนขนาดใหญ่หรืออาจเกิดจากสารประกอบที่มีในคอมบูชาซึ่งมีผลต่อการยับยั้งจุลินทรีย์ จากผลการทดลองดังกล่าวคอมบูชาจากชาดำมีคุณสมบัติช่วยยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นในงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่จะนำเชื้อบริสุทธิ์ของ *Saccharomyces boulardii* ซึ่งเป็นยีสต์ที่มีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอติก และเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 มาใช้เป็นกล้าเชื้อในการหมักคอมบูชา ศึกษาอัตราส่วนของจุลินทรีย์เหล่านี้ และคุณสมบัติทางเคมี ทางจุลินทรีย์ และทดสอบทางประสาทสัมผัส รวมทั้งฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารของคอมบูชาโพรไบโอติกซึ่งได้จากกระบวนการหมัก

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างเชื้อยีสต์ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 และแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 ในการหมักคอมบูชาและศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ทางจุลินทรีย์ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาที่ผลิตได้
2) เพื่อศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารจากคอมบูชาที่หมักได้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

หมักชาอู่หลงด้วยเชื้อผสมของเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 ร่วมกับเชื้อยีสต์ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 ด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกัน โดยใช้หัวเชื้อร้อยละ 10 โดยปริมาตรของน้ำชา หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน นำขวดหมักบ่มที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) วิเคราะห์คุณภาพตัวอย่างคอมบูชาในวันที่ 0 7 10 และ 14 จากนั้นคัดเลือกอัตราส่วนเชื้อที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากปริมาณเชื้อโพรไบโอติกมีปริมาณสูง และการทดสอบทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับ จากนั้นศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารของคอมบูชาที่ผลิตได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถนำเชื้อยีสต์ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 และแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 มาเตรียมเป็นกล้าเชื้อในกระบวนการหมักคอมบูชาได้
2) คอมบูชาที่ผลิตได้มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งจะส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คอมบูชา

2.1.1 ที่มาและความสำคัญของคอมบูชา

คอมบูชา เป็นเครื่องดื่มหมักแบบดั้งเดิมที่ผลิตโดยเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ที่เรียกว่า Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast หรือเรียกว่า “SCOBY” เป็นหัวเชื้อในการหมักคอมบูชา (Jayabalan *et al*., 2014) เป็นเครื่องดื่มชาหมักที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพมีรสชาติหวานและเปรี้ยวเล็กน้อย (Nummer, 2013) เมื่อดื่มจะให้ความรู้สึกสดชื่น วัตถุดิบในการหมักที่จะใช้ชาและน้ำตาล การผลิตเครื่องดื่มคอมบูชาโดยทั่วไปทำจากใบชาชนิดต่างๆ เช่น ชาดำ ชาเขียว หรือชาอู่หลง โดยอาศัยกระบวนการหมักระหว่างเชื้อจุลินทรีย์สองชนิดประกอบด้วย แบคทีเรียอะซิติกและยีสต์ทำงานร่วมกัน (Dufresne and Farnworth, 2009) โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมในกระบวนการหมักจะมีอุณหภูมิระหว่าง 20-30 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะมีอากาศ เชื้อจุลินทรีย์ในการหมักคอมบูชาจะสามารถเปลี่ยนน้ำตาลและชาได้ในช่วง 7 ถึง 10 วัน ซึ่งประกอบด้วยกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ วิตามินและเอนไซม์ไฮโดรไลติก กรดอะมิโน 14 ชนิด (Kumar and Josh, 2016) คอมบูชามีกรดน้ำส้มหรือกรดอะซิติกเป็นส่วนประกอบหลักจึงมีคุณสมบัติช่วยกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย นอกจากนี้คอมบูชายังมีคุณสมบัติในการช่วยลดความเสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือด ลดความเสี่ยงโรคมะเร็ง ลดระดับน้ำตาลในเลือด เป็นต้น (Yang *et al*., 2009; Wang *et al*., 2009) เครื่องดื่มคอมบูชาจะมีกลิ่นหอมและรสชาติที่ดี รวมทั้งยังมีประโยชน์ต่อสุขภาพมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งฤทธิ์ต้านการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Kapp and Sumner, 2018)

2.1.2 ประวัติที่มาของคอมบูชา

คอมบูชาเป็นเครื่องดื่มที่นิยมดื่มกันทั่วโลก คอมบูชาถูกใช้ครั้งแรกเพื่อใช้ในการรักษาโรคในเอเชียตะวันออก มีต้นกำเนิดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของจีน (แมนจูเรีย) ซึ่งในสมัยราชวงศ์ซิน (หลิงจิ) ประมาณ 220 ปีก่อนคริสตกาล คอมบูชาถูกนำไปใช้ในการล้างพิษและให้พลังงาน ในปี ค.ศ. 414 นายแพทย์คอมบุได้นำคอมบูชาไปยังประเทศญี่ปุ่น เพื่อใช้รักษาโรคทางเดินอาหารของจักรพรรดิอินเกียว เมื่อเส้นทางการค้าขยายตัวมากขึ้น พบว่าคอมบูชา มีชื่อทางการค้าเดิมว่า Mo-Gu (โมกุ) ได้เข้ามาสู่รัสเซียเป็นครั้งแรก (เรียกว่า Cainiigrib, Cainii kvass, Japonskigrib, Kambucha, Jsakvasska) และต่อมาเผยแพร่เข้าสู่ส่วนอื่นๆของทวีปยุโรปตะวันออก ในประเทศเยอรมนี เรียกว่า Heldenpilz และ Kombuchaschwamm ในช่วงปี ค.ศ. 1950 คอมบูชาได้แพร่หลายมาถึงฝรั่งเศสและในแอฟริกาเหนือที่ครอบครองโดยฝรั่งเศสและได้รับความนิยมในอิตาลี (เรียกว่า “Funkochinese”) ค.ศ. 1960 นักวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ในสวิตเซอร์แลนด์ รายงานว่า ในการดื่มคอมบูชามีประโยชน์เช่นเดียวกันกับการบริโภคโยเกิร์ต และความนิยมของคอมบูชามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบันคอมบูชามีจำหน่ายทั่วโลกในร้านอาหารทั่วไปและมีหลากหลายรสชาติ รวมถึงมีขายในเว็บไซต์ช้อปปิ้งออนไลน์ต่างๆ (Dufresne and Farnworth 2000; Hartmann *et al*., 2000)

2.2 วัตถุดิบและวิธีการหมักคอมบูชา

การผลิตคอมบูชาสามารถผลิตโดยใส่หัวเชื้อคอมบูชา (tea fungus) ลงในน้ำชาผสมน้ำตาล เพื่อใช้ในการหมัก น้ำตาลซูโครสใช้เป็นแหล่งอาหารให้กับเชื้อจุลินทรีย์ ได้เครื่องดื่มคอมบูชาที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีสรรพคุณทางยา (Lonc˘ar *et al*., 2000) ความนิยมของคอมบูชาได้มีการขยายตัวไปอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีประโยชน์ต่อสุขภาพและสามารถทำการหมักในครอบครัว โดยใช้ปริมาณชา น้ำตาล และหัวเชื้อแตกต่างกัน

การหมักคอมบูชาทำโดยต้มน้ำสะอาดและเติมน้ำตาลซูโครส จากนั้นใส่ใบชา และทำการกรองใบชาออกหลังจากผ่านไป 5 นาที จากนั้นรอให้น้ำชาหวานเย็นตัวลงที่อุณหภูมิห้อง (20-25 องศาเซลเซียส) ต่อมาเติมหัวเชื้อคอมบูชาทั้งส่วนเซลลูโลสและส่วนน้ำ ซึ่งประกอบไปด้วยเชื้อยีสต์และแบคทีเรีย เทลงในภาชนะหมัก ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เพื่อให้เกิดการหมักและเมื่อเกิดการหมักจะทำให้ค่าความเป็นกรด-เบสลดลง สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการได้ ปิดฝาภาชนะด้วยกระดาษทิชชู่หรือผ้าขาวบางเพื่อกันแมลง โดยเฉพาะแมลงหวี่ อุณหภูมิที่เหมาะสมในกระบวนการหมักจะมีอุณหภูมิระหว่าง 18-26 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 2-3 วัน จะมีแผ่นเซลลูโลสที่สร้างขึ้นใหม่จะลอยตัวด้านบนผิวหน้าของน้ำชาหมัก ชาหมักจะเริ่มมีกลิ่นหมักเฉพาะและจะมีฟองก๊าซปรากฏขึ้นซึ่งเกิดจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการหมัก หลังจากผ่านไป 10-14 วัน จะแยกส่วนของแผ่นเซลลูโลสออกมาและส่วนของน้ำชาหมักเพื่อใช้ในการหมักในครั้งต่อไป และน้ำชาหมักส่วนที่เหลือจะถูกกรองและเก็บไว้ในขวดที่มีฝาปิด เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (Reiss, 1994) ใช้เวลาหมักที่เหมาะสมในการผลิตคอมบูชาเพื่อให้มีรสชาติที่ดี การหมักนานเกินไปจะทำให้มีปริมาณกรดในระดับสูง อาจก่อให้เกิดอันตรายสำหรับผู้บริโภค (Sreeramulu *et al*., 2000)

2.3 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหมักคอมบูชา

ในกระบวนการหมักคอมบูชามีเชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง โดยอยู่ร่วมกันในลักษณะเอื้อประโยชน์ต่อกัน (Stable symbiotic) ซึ่งจุลินทรีย์ในคอมบูชามี 2 กลุ่มหลัก คือ แบคทีเรียอะซิติก (acetic acid bacteria) และยีสต์ (yeast) โดยจุลินทรีย์ทั้งสองกลุ่มมีบทบาทในการหมักโดยในระยะเริ่มต้นยีสต์จะทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลซูโครสซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว คือ น้ำตาลกลูโคส และฟรุกโตส จากนั้นยีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวให้เป็นแอลกอฮอล์และกรดอินทรีย์บางชนิด สำหรับแบคทีเรียอะซิติกจะสามารถเจริญได้ดีพร้อมทั้งผลิตกรดอะซิติก โดยเฉพาะ *Acetobacter xylinum* แบคทีเรียชนิดนี้มีความสามารถผลิตกรดกลูโคนิค กรดอะซิติก และผลิตแผ่นเซลลูโลสเกิดขึ้น เมื่อปริมาณของแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้น จะช่วยกระตุ้นให้การเจริญเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของแบคทีเรียอะซิติกเพิ่มขึ้นเนื่องจากเป็นสภาวะที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกลุ่มแบคทีเรียอะซิติก โดยเชื้อแบคทีเรียอะซิติกจะออกซิไดซ์แอลกอฮอล์ไปเป็นอะซิทัลดีไฮด์ (acetaldehyde) กรดอะซิติก กรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ รวมทั้งสารที่ให้กลิ่นรส ทำให้คอมบูชามีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ทั่วไป ค่าความเป็นกรด-ด่างของเครื่องดื่มคอมบูชาลดลงเนื่องจาก กรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมัก กรดอะซิติก และแอลกอฮอล์ที่มีอยู่ในคอมบูชามีคุณสมบัติช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เช่น *Salmonella typhi*, *Shigella sonnei*, *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* (Dufresne and Farnmorth, 2000; Teoh, *et al*., 2004; Jayabalan *et al*., 2014)

2.3.1 จุลินทรีย์ที่พบในคอมบูชา

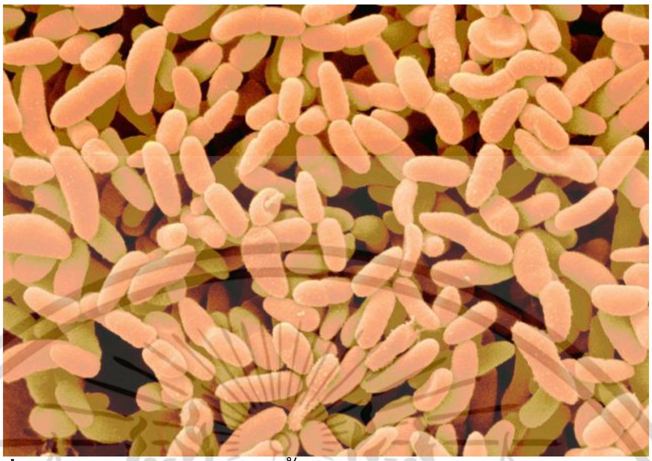
2.3.1.1 แบคทีเรียอะซิติก (acetic acid bacteria)

แบคทีเรียอะซิติก (acetic acid bacteria, AAB) เป็นแบคทีเรียแกรมลบ (gram-negative) เติบโตได้เฉพาะในสภาวะที่มีออกซิเจน (aerobic) ไม่สร้างสปอร์ (non-spore forming) มีรูปร่างเป็นท่อนจนถึงกลมรี (ellipsoidal to rod-shape cells) สามารถเคลื่อนที่ได้เนื่องจากมีแฟลกเจลลาทั้งแบบ peritrichous และ polar ขึ้นอยู่กับจีนัสนั้นๆ มีการเจริญเป็นแบบเซลล์เดี่ยวหรือติดกันเป็นคู่หรือเป็นสายเซลล์ มีความกว้างระหว่าง 0.4-1 ไมโครเมตร ยาวประมาณ 0.8-4.5 ไมโครเมตร ให้ผลการทดสอบคาทาเลสเป็นบวก (catalase positive) ออกซิเดสเป็นลบ (oxidase negative) เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่สามารถเจริญเติบโตอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความเป็นกรดสูงได้ (acidophile) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญ คือ 30 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจะเจริญเติบโตและผลิตกรดอะซิติกได้ช้าลงจนกระทั่งหยุดการเจริญที่อุณหภูมิไม่เกิน 34 องศาเซลเซียส

แบคทีเรียอะซิติก อยู่ในตระกูล Acetobacteraceae ซึ่งมีหลายสกุลและหลายสายพันธุ์ ปัจจุบันสามารถจำแนกได้เป็น 17 จำพวก ได้แก่ *Acetobacter*, *Acidomonas*, *Ameyamaea*, *Asaia*, *Bombella*, *Commensalibacter*, *Endobacter*, *Gluconacetobacter*, *Gluconobacter*, *Granulibacter*, *Komagataeibacter*, *Kozakia*, *Neoasaia*, *Neokomagataea*, *Nguyenibacter*, *Saccharibactersia* และ *Swaminathania* (Yamada and Yukphan, 2008; Yukphan *et al*., 2008; Yukphan *et al*., 2009; Yukphan *et al*., 2011; Yamada, 2014) สายพันธุ์หลักที่มักจะใช้ในกระบวนการผลิตน้ำส้มสายชู ได้แก่ *Acetobacter*, *Gluconacetobacter*, *Gluconobacter* และ *Komagataeibacter* เนื่องจากมีความสามารถในการออกซิไดซ์เอทานอลเป็นกรดอะซิติกสูงและมีความทนทานต่อกรดอะซิติกที่ปล่อยออกมาในอาหารหมัก (Dufresne *et al*., 2000; Jayabalan *et al*., 2014) นอกจากนี้ยังพบได้ในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เช่น ไวน์ สาโท ไซเดอร์ และเบียร์ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์เหล่านี้ เนื่องจากแบคทีเรียกลุ่มนี้จะเปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้ กลายเป็นกรดอะซิติกที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยวและกลิ่นฉุน (Bartowsky and Henschke, 2008; Sengun and Karabiyikli, 2011) ผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมักเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักด้วยแบคทีเรียอะซิติกโดยใช้สารตั้งต้นเป็น น้ำผลไม้หรือน้ำตาลต่างๆ นอกจากจะใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูแล้วแบคทีเรียอะซิติกยังสามารถใช้ในการผลิตอนุพันธ์ของน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ได้อีกมากมายหลายชนิด (Gupta *et al*., 2001)



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของเชื้อแบคทีเรียอะซิติก (acetic acid bacteria)
ที่มา : https://fineartamerica.com/featured/6-acetobacter-aceti-bacteria-scimat.html (13 ธันวาคม 2564)

แบคทีเรียอะซิติกมีความสามารถในการใช้น้ำตาล และแอลกอฮอล์เปลี่ยนเป็นกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดน้ำส้ม (Acetic acid) นอกจากนี้แบคทีเรียอะซิติก ยังสามารถออกซิไดซ์น้ำตาลแอลกอฮอล์ (alcohol sugar) เป็นน้ำตาลชนิดต่างๆ เช่น แมนนิทอล (mannitol) เป็นฟรุกโตส (fructose), ซอร์บิทอล(sorbitol) เป็นซอร์โบส (sorbose) และอิริทริทอล (erythritol) เป็นอิริทรูโลส (erythrulose) (Gonzales, 2005) สำหรับแบคทีเรียจีนัส *Gluconobacter* ยังสามารถผลิตแอล-ซอร์โบส (L-sorbose) จากดี-ซอร์บิทอล (D-sorbitol) และผลิตดี-กลูโคนิก (D-gluconic acid), 5-คีโต (5-keto) และ2-คีโต-ดี-กลูโคเนต (2-keto- D-gluconate) จากน้ำตาลกลูโคส (D-glucose) และ ไดไฮดรอกซีอะซีโตน (dihydroxyacetone) จากกลีเซอรอล (glycerol) (Gupta *et al*., 2001) ได้อีกด้วย แบคทีเรียอะซิติกมีความสำคัญในอุตสาหกรรมอาหารในปัจจุบัน เช่น อุตสาหกรรมการผลิตน้ำส้มสายชู และการผลิตเซลลูโลส รวมทั้งในการผลิตน้ำตาล ซอร์โบส (sorbose) จากแบคทีเรียกลุ่มดังกล่าวอีกด้วย

แบคทีเรียอะซิติกที่สามารถตรวจพบในคอมบูชาประกอบด้วยเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter xylinum, A. xylinoides, A. aceti, A. pasteurianus, Bacterium gluconicum, Gluconobacter oxydans* (Liu *et al*., 1996; Balentine, 1997; Teoh *et al*., 2004; Goh *et al*., 2012) และ *Gluconacetobacter* sp. A4 สามารถผลิต D-saccharic acid-1,4-lactone (DSL) ซึ่งสามารถลดระดับคอเรลเตอรอลในเส้นเลือดได้ (Yang *et al*., 2009) และสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ β-glucuronidase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่กระตุ้นให้เกิดมะเร็งลำไส้

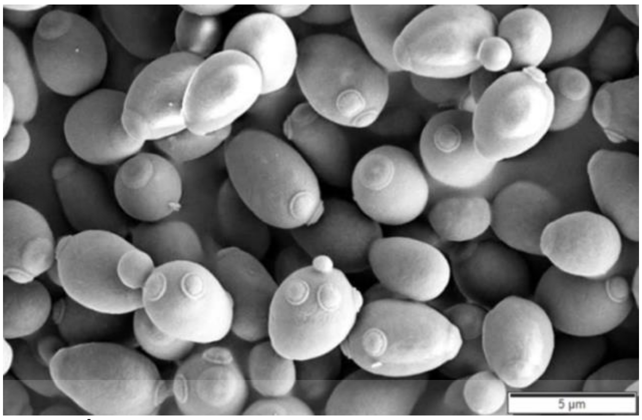
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.2 ยีสต์ (yeast)

ยีสต์เป็นจุลินทรีย์ ชนิดหนึ่งอยู่ในอาณาจักรเห็ดรา (fungi) ซึ่งเป็นอาณาจักรเดียวกับเชื้อรา (mold) มีโครงสร้างเซลล์แบบยูคาริโอต ยีสต์ชนิดแรกมีต้นกำเนิดเมื่อหลายร้อยล้านปีก่อน และปัจจุบันรู้จักอย่างน้อย 1,500 สปีชีส์ ยีสต์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กมาก มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ลักษณะเป็นเซลล์เดี่ยว (unicellular) มีทั้งที่เป็นประโยชน์และโทษต่ออาหาร มีการนำยีสต์มาใช้ประโยชน์นานมาแล้ว โดยเฉพาะการผลิตอาหารที่มีแอลกอฮอล์ จากคุณสมบัติที่มีขนาดเล็กมาก สามารถเพาะเลี้ยงได้ในเวลาอันรวดเร็ว และวิธีการไม่ยุ่งยาก (Kurtzman and Fell, 2006; Hoffman *et al*., 2015) มีรูปร่างหลายแบบ เช่น กลม (Round) รี (Oval) สามเหลี่ยม (Triangular) ยาวและปลายด้านหนึ่งแหลม (Ogivals หรือ Boat) ทรงกระบอก (Cylindrical) รูปมะนาวฝรั่ง (Apiculate) หรือเป็นสาย (Filamentous) เป็นต้น โครงสร้างของเซลล์ประกอบด้วยผนังเซลล์ (cell wall) ภายในเป็นของเหลว (cytoplasm) นิวเคลียส (nucleus) รูปทรงกลมขนาดใหญ่อยู่เกือบกลางเซลล์ และมีช่องว่าง (vacuole) ขนาดใหญ่อยู่ทางด้านท้ายของเซลล์ (Yong, 2012) ยีสต์บางชนิดสามารถแตกหน่อที่เชื่อมต่อกันที่เรียกว่า pseudohyphae หรือ false hyphae ขนาดของยีสต์อาจจะมีความแตกต่างกันซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดและสภาพแวดล้อมที่เจริญเติบโต โดยทั่วไปแล้วจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-4 ไมโครเมตร แม้ว่ายีสต์บางตัวอาจจะมีขนาดถึง 40 ไมโครเมตร (Walker *et al*., 2002) ยีสต์ส่วนใหญ่จะสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์แบบไมโทซีส (mitosis) และกระบวนการแตกหน่อ (budding) ยีสต์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหมักจะมีการสร้างแอสโคสปอร์ (ascospore) เช่น *Saccharomyces* sp., *Dekkera* spp. เป็นต้น ในกระบวนการหมักยีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้ยังสามารถผลิตกรดอินทรีย์ กรดอะซิติก กรดอะมิโน และกลีเซอรอล

ยีสต์ที่สามารถตรวจพบได้จากคอมบูชา เช่น *Saccharomyces*, *Saccharomycodes*, *Schizosaccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Brettanomyces*, *Dekkera*, *Candida*, *Torulospora*, *Koleckera*, *Pichia, Mycotorula* และ *Mycoderma* ได้มีการศึกษาเพื่อระบุชนิดและสายพันธุ์ของยีสต์ เช่น *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces bisporus*, *Saccharomycodes ludwigii*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Zygosaccharomyces* sp., *Zygosaccharomyces rouxii* และ *Zygosaccharomyces bailii* (Jayabalan *et al*., 2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 เซลล์ของ *Saccharomyces cerevisiae*

ที่มา : https://en.wikipedia.org/wiki/Saccharomyces_cerevisiae (13 ธันวาคม 2564)

2.4 กระบวนการหมักคอมบูชา

กระบวนการหมักคอมบูชาสามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน (Gunther, 1995)

ขั้นตอนที่ 1 กระบวนการหมักน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ ในช่วงระยะเริ่มต้นของกระบวนการหมักยีสต์จะทำหน้าที่ย่อยน้ำตาลซูโครสด้วยเอนไซม์ไฮโดรเลสให้กลายเป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตส (Balentineet *et al*., 1997; Dufresne and Farnworth, 2000) กลูโคสจะถูกย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน หรือเรียกว่ากระบวนการหมักแอลกอฮอล์ ซึ่งผลผลิตที่ได้ในช่วงระยะเริ่มแรกจะเป็นแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์ ดังสมการ

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

กลูโคส แอลกอฮอล์ คาร์บอนไดออกไซด์

ขั้นตอนที่ 2 กระบวนการเกิดกรดคาร์บอนิก ภายหลังจากกระบวนการหมักน้ำตาลของยีสต์จะเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ โดยไอน้ำและความชื้นภายในของคอมบูชาจะรวมตัวกันกับคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้เกิดเป็นกรดคาร์บอนิก ส่งผลทำให้น้ำหมักคอมบูชามีความเปรี้ยวซ่าและมีฟองก๊าซเล็กน้อย ดังสมการ

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$

คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ กรดคาร์บอนิก

ขั้นตอนที่ 3 กระบวนการออกซิไดซ์แอลกอฮอล์เป็นกรดอินทรีย์ต่างๆ ในสภาวะที่มีแอลกอฮอล์ที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียอะซิติก พร้อมทั้งยังสามารถออกซิไดซ์แอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอะซิติกและน้ำ นอกจากกรดอะซิติกแล้วน้ำหมักคอมบูชายังมีกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีย์ต่างๆเกิดขึ้น นอกจากนี้แบคทีเรียอะซิติกสามารถที่จะเปลี่ยนน้ำตาลและคาเฟอีน ที่เป็นส่วนประกอบของชาให้เป็นแผ่นวุ้น หรือเซลลูโลสบริเวณผิวหน้าของน้ำชาหมัก เมื่อเกิดกระบวนการออกซิไดซ์แอลกอฮอล์เกิดขึ้น จึงทำให้คอมบูชามีปริมาณแอลกอฮอล์น้อย ดังสมการ

$$C_2H_5OH \quad + \quad O_2 \longrightarrow CH_3COOH \quad + \quad H_2O$$

แอลกอฮอล์ ออกซิเจน กรดอะซิติก น้ำ

ขั้นตอนที่ 4 กระบวนการผลิตแผ่นวุ้นหรือแผ่นเซลลูโลส (cellulosic pellicle layer) แผ่นวุ้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากแบคทีเรียอะซิติก ด้วยวิถี Entner-Doudoroff pathway ในระยะเริ่มต้นของกระบวนการหมักหรือประมาณในวันที่ 3 ของการหมักคอมบูชา สามารถสังเกตเห็นแผ่นวุ้นหรือแผ่นเยื่อใสบางๆ (culture floats) เจริญปกคลุมบริเวณผิวหน้าชาหมัก น้ำชาหมักมีสารอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ เช่น แหล่งคาร์บอน ไนโตรเจน ออกซิเจน แร่ธาตุ เมื่อหมักคอมบูชาเป็นระยะเวลานานขึ้นจะสังเกตเห็นแผ่นวุ้นที่ผิวหน้าของคอมบูชาเพิ่มมากขึ้น ถ้าหากมีการเขย่า หรือเคลื่อนย้ายภาชนะหมัก หรืออุณหภูมิในการบ่มต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส แผ่นวุ้นอาจจะตกลงอยู่บริเวณก้นของภาชนะหมัก แบคทีเรียอะซิติก สามารถผลิตแผ่นวุ้นปกคลุมบริเวณผิวหน้าของน้ำชาหมักได้ใหม่อยู่เสมอ (Jayabalan *et al*., 2014)

2.5 สารประกอบในคอมบูชา (Jayabalan *et al*., 2014)

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของคอมบูชา สารประกอบส่วนใหญ่ที่พบเป็นกรดอินทรีย์ต่างๆ เช่น กรดอะซิติก กลูโคนิก กลูโคโรนิก ซิตริก แลคติก มาลิก ทาร์ทาริก มาโลนิก ออกซาลิก ซัคซินิก ไพรูวิก ยูสนิก และน้ำตาล เช่น ซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส วิตามิน B1, B2, B6, B12 และวิตามินซี กรดอะมิโน 14 ชนิด เอมีน พิวรีน สารสี ลิพิด โปรตีน เอนไซม์ไฮโดรไลติกบางชนิด เอทานอล สารออกฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ คาร์บอนไดออกไซด์ แร่ธาตุ DSL (D-saccharic acid-1,4-lactone) ตลอดจนโพลีฟีนอลบางชนิด ซึ่งสารประกอบเหล่านี้เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของแบคทีเรียอะซิติกและยีสต์ในกระบวนการหมักคอมบูชา สารประกอบที่ตรวจพบในคอมบูชามีดังต่อไปนี้

2.5.1 กรดอะซิติก

แบคทีเรียอะซิติกที่อยู่ในคอมบูชาผลิตกรดอะซิติกซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่สามารถพบได้มากที่สุด เมื่อใช้ซูโครสเป็นแหล่งคาร์บอน โดยแบคทีเรียสามารถออกซิไดซ์แอลกอฮอล์ให้เปลี่ยนเป็นกรดอะซิติก และน้ำ รายงานของ Chen และ Liu (2000) ได้ตรวจวิเคราะห์กรดอะซิติกใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำชาหมักคอมบูชาในวันที่ 30 ของการหมักมีปริมาณกรดอะซิติก 11 กรัมต่อลิตร โดยกรดอะซิติกจะมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการหมักที่นานขึ้น

2.5.2 กรดกลูโคโรนิกและกลูโคนิก

กรดกลูโคโรนิกและกลูโคนิกเป็นกรดอินทรีย์หลักที่ผลิตขึ้นจากกระบวนการหมักคอมบูชา Lonc˘ar และคณะ (2000) พบว่าปริมาณกรดกลูโคโรนิกของคอมบูชาจากชาดำ มีปริมาณสูงสุดหลังจาก 21 วัน (0.0034 กรัมต่อลิตร) Jayabalan และคณะ (2007) รายงานว่า ปริมาณของกรดกลูโคโรนิกสูงสุด 2.33 กรัมต่อลิตร หลังจากการหมัก 12 วัน Chen และ Liu (2000) รายงานว่ากรดกลูโคนิกไม่ได้ถูกผลิตขึ้นจนกว่าจะถึงวันที่ 6 ของการหมัก ความเข้มข้นสูงสุด 39 กรัมต่อลิตรหลังจากหมัก 60 วัน

2.5.3 กรดแอล-แลคติก

กรดแอล-แลคติกเป็นกรดอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ไม่สามารถตรวจพบได้จากการหมักคอมบูชาแบบดั้งเดิม แต่ Jayabalan และคณะ (2007) ได้ทำการศึกษาคอมบูชาที่เตรียมด้วยชาเขียวและชาดำเป็นวัตถุดิบในการหมัก พบว่า ความเข้มข้นของกรดแลคติกที่เตรียมจากชาเขียวสูงกว่าคอมบูชาที่เตรียมจากชาดำ โดยมีค่าสูงสุด 0.54 กรัมต่อลิตร ในวันที่ 3 Malba˘sa และคณะ (2008a, 2008b) วัดปริมาณของกรดแอล-แลคติก หลังจากการหมักคอมบูชาจากกากน้ำตาล พบว่าเป็นสารเมตาบอไลท์ที่มีปริมาณสูง จะสัมพันธ์กับปริมาณของแอลแลกติกของกากน้ำตาลเอง ได้จากการย่อยสลายน้ำตาลอินเวิร์ตในกากน้ำตาล นอกจากนี้กากน้ำตาลยังมีอะมิโนไนโตรเจนและไบโอติน ส่งผลต่อกระบวนการหมักคอมบูชา

2.5.4 กรดซิตริก

Malba˘sa และคณะ (2011) ทำการศึกษาการหมักคอมบูชา โดยใช้ชาดำ 1.5 กรัมต่อลิตร ผสมกับน้ำตาลซูโครสร้อยละ 7 สามารถตรวจสอบปริมาณกรดซิตริกได้สูง 25 กรัมต่อลิตร Jayabalan และคณะ (2007) หมักคอมบูชาจากชาเขียวและชาดำ พบว่าวันที่ 3 มีปริมาณกรดซิตริก 0.03 และ 0.11 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ

2.5.5 น้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโตส

Malba˘sa และคณะ (2002) ทำการศึกษาน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโตส ในคอมบูชาแบบดั้งเดิมพบว่าน้ำตาลกลูโคสมีค่าสูงสุดในวันที่ 14 ร้อยละ 19.60 และน้ำตาลฟรุกโตสมีค่าสูงสุดในวันที่ 10 ร้อยละ 10.25

Lonc˘ara และคณะ (2000) รายงานว่าน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตสไม่ได้ถูกใช้ทั้งหมดหลังจากการหมัก 21 วัน และผลการทดลองยืนยันว่าน้ำตาลฟรุกโตสถูกใช้ก่อนน้ำตาลกลูโคส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ประโยชน์ของเครื่องดื่มคอมบูชา

คอมบูชาเป็นเครื่องดื่มที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพและมีประโยชน์ทางด้านอื่น ในปัจจุบันมีการศึกษาและรายงานถึงประโยชน์ในด้านต่างๆของคอมบูชาไว้ ดังนี้

2.6.1 สารต้านอนุมูลอิสระ

Jayabalan และคณะ (2008) รายงานฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชาที่เตรียมจากชาเขียว ชาดำ และกากชา พบว่าสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH อนุมูลอิสระ ซูปเปอร์ออกไซต์ (superoxide radical) และกิจกรรมการยับยั้งอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล (hydroxyl) เพิ่มขึ้นตามเวลาในการหมัก

Malbaˇsa และคณะ (2011) ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างหัวเชื้อในการหมักคอมบูชา 3 แบบ ได้แก่

1) เชื้อแบคทีเรียอะซิติกและเชื้อยีสต์ *Zygosaccharomyces* sp.
2) เชื้อแบคทีเรียอะซิติกและเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*
3) หัวเชื้อทางการค้าทั่วไป

ทำการทดสอบหัวเชื้อที่ใช้หมักเครื่องดื่มคอมบูชาจากชาดำและชาเขียวที่มีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล ผลการทดลองพบว่า คอมบูชาจากชาดำที่ใช้เชื้อแบคทีเรียอะซิติกและเชื้อยีสต์ *Zygosaccharomyces* sp. เป็นหัวเชื้อ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดและคอมบูชาจากชาเขียวที่ใช้ หัวเชื้อทางการค้ามีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงเช่นกัน

คอมบูชามีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระซึ่งเกิดจากในชามีโพลีฟีนอล กรดแอสคอร์บิก และ DSL โดยจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อมีกระบวนการหมัก ทำให้คอมบูชามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าชาที่ไม่ผ่านการหมัก และอาจจะเกิดจากการผลิตสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำและดัดแปลงโครงสร้างของโพลีฟีนอลในชาโดยเอนไซม์ที่ผลิตโดยแบคทีเรียและยีสต์ในระหว่างการหมักของคอมบูชา ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการหมัก ขึ้นกับชนิดของชาที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการหมัก จำนวนและสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์ในหัวเชื้อคอมบูชา แต่ไม่ควรหมักนานเกินไปเนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของกรดอินทรีย์ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดอันตรายต่อการบริโภคโดยตรงได้ ดังนั้นเอนไซม์สำคัญที่มีหน้าที่ในการปรับเปลี่ยนโครงสร้างสารระหว่างการหมักคอมบูชาและสารเมแทบอไลต์ที่มีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระ การจัดการเมแทบอลิซึมของจุลินทรีย์อาจเป็นอีกหนึ่งในวิธีที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระและประสิทธิภาพการหมักของคอมบูชา เพื่อให้ได้คอมบูชาที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด (Jayabalan *et al*., 2014)

2.6.2 ฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

Greenwalt และคณะ (1998) รายงานว่า ชาหมักคอมบูชาที่มีปริมาณกรดทั้งหมด 33 กรัมต่อลิตร (กรดอะซิติก 7 กรัมต่อลิตร) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย *Agrobacterium tumefaciens*, *Bacillus cereus*, *Salmonella choleraesuis serotype*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typhimurium, *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* แต่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *Candida albicans* ได้

Talawat และคณะ (2006) รายงานว่าคอมบูชาที่เตรียมจากชนิดชาที่แตกต่างกัน เช่น ชามะลิ ชาหม่อน ชาเขียวญี่ปุ่น ชาอู่หลง และชาดำ เมื่อนำมาทดสอบกับแบคทีเรียก่อโรคที่พบในคนและกุ้ง พบว่าชาดำมีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคโดยเฉพาะ *Vibrio parahaemolytica* ได้มากที่สุด

Battikh และคณะ (2012) รายงานว่าคอมบูชาที่เตรียมจากทั้งชาดำและชาเขียวมีศักยภาพในการยับยั้งการเจริญจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในมนุษย์ ยกเว้นเชื้อ *Candida krusei* โดยคอมบูชาที่เตรียมจากชาเขียวมีศักยภาพสูงกว่าคอมบูชาจากชาดำ

Sreeramulu และคณะ (2000, 2001) รายงานว่า คอมบูชาสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ เชื้อก่อโรค ได้แก่ *Entamoeba cloacae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Aeromonas hydrophila*, *Salmonella Typhimurium*, *Salmonella enteritidis*, *Shigella sonnei*, *Staphylococcus epidermidis*, *Leuconostoc moninocytes*, *Leuconostoc monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Staphylococous aureus*, *Campylobacter jejuni*, *Helicobacter pylori* และ *Candida albicans*

การวิจัยเกี่ยวกับคอมบูชาได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการต้านและการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ โดยฤทธิ์ต้านจุลชีพของคอมบูชาส่วนใหญ่เกิดจากการมีกรดอินทรีย์ กรดอะซิติก โปรตีนขนาดใหญ่ และคาเทชิน ซึ่งกรดอะซิติกและคาเทชินมีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์แกรมบวกและแกรมลบ

2.6.3 ป้องกันการถูกทำลายของเซลล์ตับ

Bhattacharya และคณะ (2011) ศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์ที่เกิดจากเทอร์เทียรีบิวทิลไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (Tertiary butyl hydroperoxide, TBHP) โดยใช้เซลล์ตับของหนูทดสอบ พบว่าคอมบูชาจากชาดำสามารถป้องกันการตายของเซลล์ตับได้ โดยคอมบูชาทำให้สาร TBHP เปลี่ยนแปลงโครงสร้างแสดงให้เห็นว่าคอมบูชา มีประสิทธิภาพในการป้องกันการตายของเซลล์มากกว่าชาดำที่ไม่ผ่านการหมัก

งานวิจัยต่างๆที่นำคอมบูชามาศึกษาคุณสมบัติในการป้องกันการถูกทำลายของตับจากมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมต่างๆ โดยทำการศึกษาในเซลล์ของสัตว์ทดลองและเซลล์ที่เพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ พบว่า คอมบูชาสามารถป้องกันการทำลายเซลล์ตับที่เกิดจากมลภาวะต่างๆ ทางสิ่งแวดล้อมได้ เช่น มีงานวิจัยใช้ คอมบูชาจากชาดำมาทดสอบกับพาราเซตามอล (paracetamol) (Pauline, 2001) คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (carbontetrachloride) (Murugesan *et al*., 2009), อะฟลาท็อกซิน (aflatoxin B1) (Jayabalan *et al*., 2010), แคดเมียมคลอไรด์ (cadmium chloride) (Ibrahim, 2011), เตตระ-บิวทิล ไฮโดรเพอร์ออกไซด์ (TBHP) (Bhattacharya et al., 2011) และอะซิตามิโนเฟน (acetaminophen) (Abshenas *et al*., 2012; Wang *et al*., 2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่า คอมบูชามีความสามารถลดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสรีรวิทยาของเซลล์ตับที่เกิดจากสารพิษได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Pauline *et al*., 2001; Murugesan *et al*., 2009; Jayabalan *et al*., 2010; Ibrahim, 2011; Wang *et al*., 2014)

2.6.4 การต้านมะเร็ง

การป้องกันมะเร็งด้วยวิธีเคมีบำบัดโดยใช้สารพฤกษเคมีในอาหารร่วมกับกระบวนการต่างๆที่หลากหลายเป็นแนวทางที่ใช้ในการควบคุมมะเร็งประเภทต่างๆ และมีผลข้างเคียงน้อยลง คอมบูชามีคุณสมบัติในการต้านมะเร็ง โดยการศึกษาจากประชากรในรัสเซียโดยหน่วยวิจัยมะเร็งวิทยากลาง และสถาบันวิทยาศาสตร์รัสเซียในมอสโก เมื่อปี 1951 (Dufresne and Farnworth, 2000)

Cetojevic-Simin และคณะ (2008) ได้ตรวจสอบฤทธิ์ต้านการแพร่กระจายของมะเร็งของเครื่องดื่มคอมบูชาจากชาดำและชาซาเวอรี่ (winter savory tea, Satureja montana L.) ในเซลล์ HeLa (มะเร็ง ปากมดลูก), HT-29 (มะเร็งลำไส้ใหญ่) และ MCF-7 (มะเร็งเต้านม) โดยใช้วิธี sulforhodamine B colorimetric assay พบว่าฤทธิ์ต้านการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็งของคอมบูชาที่เตรียมจากชาซาเวอรี่มีฤทธิ์การต้านมะเร็งมากกว่าน้ำชาซาเวอรี่ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการหมัก

Jayabalan และคณะ (2011) รายงานว่าส่วนประกอบของเอทิลอะซิเตท (ethyl acetate) ของ คอมบูชาจากชาดำซึ่งมี dimethyl 2-(2-hydroxy-2-methoxypropylidene) malonate และ vitexin ที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ทำให้เกิดพิษต่อเซลล์ 786-O (มะเร็งไตของมนุษย์) และ U2OS (มะเร็งกระดูกของมนุษย์) ลดขนาดของเซลล์และการเคลื่อนที่ของเซลล์ A549 (มะเร็งปอดของมนุษย์), U2OS และ 786-O

Conney และคณะ (2002); Ioannides และ Yoxall, (2003); Park และ Dong, (2003) รายงานว่า มีความเป็นไปได้ว่ากลไกการต้านมะเร็งของคอมบูชามาจากสารโพลีฟีนอลของชา นักวิจัยพบว่า คอมบูชามีผลต่อ

(1) การยับยั้งการกลายพันธุ์ของยีน

(2) การยับยั้งการเพิ่มจำนวนของเซลล์มะเร็ง

(3) การชักนำให้เกิดการตายของเซลล์มะเร็ง

(4) หยุดการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็ง

โดยคุณสมบัติต้านมะเร็งของคอมบูชาอาจเกิดจากการมีโพลีฟีนอลในชาและผลิตภัณฑ์จากการย่อยสลายที่เกิดขึ้นระหว่างการหมัก

2.7 ข้อควรระวังของการบริโภคคอมบูชา

การดื่มชานั้นหากดื่มในปริมาณมาก อาจทำให้เกิดโทษได้ เช่น ผู้ที่ไตทำงานบกพร่องหรือมีอาการไตวาย ผู้ที่มีปัญหาเกี่ยวกับกระเพาะอาหารและลำไส้ กระเพาะเป็นแผล สตรีที่รับประทานยาคุมกำเนิด สตรีตั้งครรภ์ สตรีให้นมบุตร ผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ ผู้ที่มีไข้สูง ผู้ที่เป็นโรค

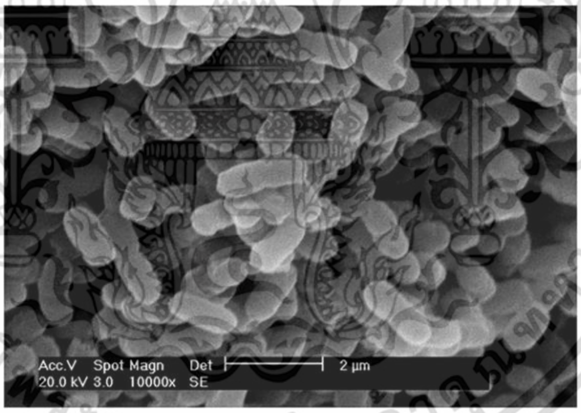
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอนไม่หลับ รวมไปถึงเด็กที่อายุต่ำกว่าสามขวบก็ไม่ควรดื่มชา เพราะคาเฟอีนที่มีอยู่ในชาจะมีฤทธิ์กระตุ้นประสาททำให้ไม่ง่วงนอน ผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจไม่ควรดื่มชา เพราะคาเฟอีนจะทำให้หัวใจเต้นเร็ว หลอดเลือดหดตัว ทำให้เลือดที่จะไปเลี้ยงสมองและหัวใจได้ไม่สม่ำเสมอ ทำให้ความดันโลหิตสูงขึ้น สำหรับสตรีที่รับประทานยาคุมกำเนิดไม่ควรดื่มชา โดยเฉพาะก่อนและหลังกินยาคุมสี่ชั่วโมง เพราะสารแทนนินจะทำให้สารต่างๆในยาคุมกำเนิดสลายตัวยากและดูดซึมได้น้อย สตรีตั้งครรภ์ไม่ควรดื่มชาเพราะอาจเป็นอันตรายต่อเด็กในครรภ์ได้และร่างกายไม่ควรได้รับคาเฟอีนเกินวันละ 200 มิลลิกรัม (ประมาณ 4-5 ถ้วย) (Nummer., 2013)

2.9 เชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus*

2.9.1 ลักษณะของเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus*

Acetobacter pasteurianus เป็นแบคทีเรียแกรมลบ แบคทีเรียกลุ่มนี้จะเปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้กลายเป็นกรดอะซิติกที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยวและกลิ่นฉุน (Sengun *et al.*, 2017) ซึ่งมักพบในพืชและผลิตภัณฑ์จากพืช และใช้กันอย่างแพร่หลายในการผลิตอาหารหมัก เช่น คีเฟอร์และน้ำส้มสายชู (Sensun, 2017; Yamada, 2008)ประกอบไปด้วยไลโปโพลีแซ็กคาไรด์ (Lipopolysaccharides, LPS) เป็นส่วนประกอบหลักบนเยื่อหุ้มผิวชั้นนอก (pallach *et al.*, 2018)



รูปที่ 2.3 ลักษณะรูปร่างของ *Acetobacter pasteurianus*

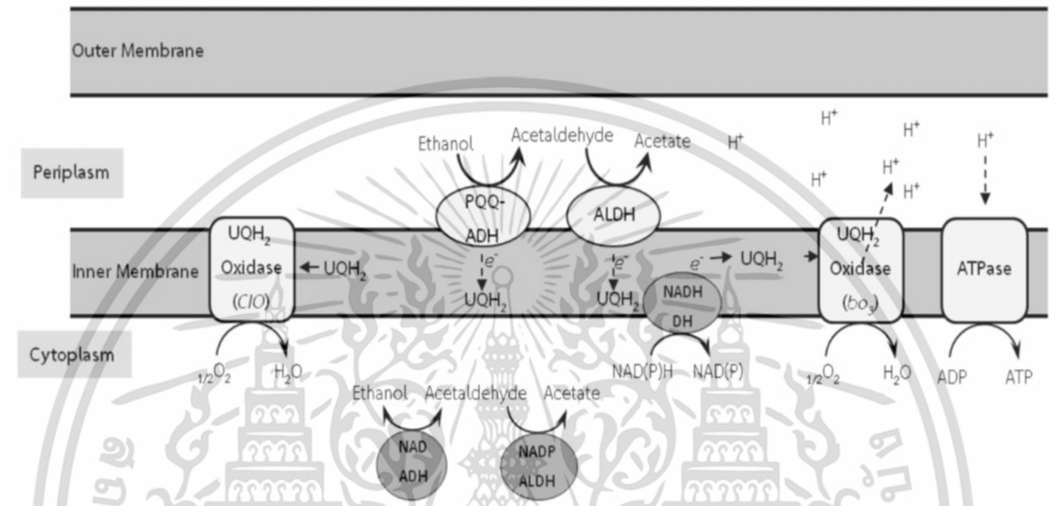
ที่มา : https://www.researchgate.net/figure/Morphology-of-A-pasteurianus- Ab3-taken-by-scanning-electron-microscopy_fig10_307969466 (13 ธันวาคม 2564)

การผลิตน้ำส้มสายชูในอุตสาหกรรมขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาการหมักแบบออกซิเดชัน ของแบคทีเรียเหล่านี้ ปัจจุบันแบคทีเรียอะซิติกถูกจำแนกออกเป็น 10 สายพันธุ์ โดยที่ *Acetobacter* และ *Gluconacetobacter* เป็นแบคทีเรียที่ผลิตกรดอะซิติกได้สูงสุดและมีความทนทานต่อกรดอะซิติกค่อนข้างสูงกว่าแบคทีเรียสายพันธุ์ทั่วไป (Sievers and Teuber, 1995) สายพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Acetobacter โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *Acetobacter pasteurianus* มักถูกนำมาใช้ผลิตน้ำส้มสายชูแบบดั้งเดิม เนื่องจากเป็นแบคทีเรียอะซิติกที่มีความสามารถในการผลิตกรดอะซิติก และกรดกลูโคนิกได้สูง มีคุณสมบัติในการทนกรดและเอทานอลได้ดี รวมทั้งสามารถทนอุณหภูมิได้สูงกว่าแบคทีเรียสายพันธุ์ทั่วไป (Jia, 2017)

2.10 การออกซิไดซ์แอลกอฮอล์และการผลิตกรดอะซิติกของแบคทีเรียอะซิติก



รูปที่ 2.4 ลูกโซ่การหายใจของแบคทีเรียอะซิติกเมื่อเจริญในอาหารที่มีเอทานอลเป็นแหล่งคาร์บอน

คำย่อ: PQQ-ADH: PQQ-alcohol dehydrogenase; ALDH: aldehyde dehydrogenase; NAD-ADH: NAD-alcohol dehydrogenase; NADP-ALDH: NADP-aldehyde dehydrogenase; NADH DH: NADH dehydrogenase

กระบวนการ oxidative fermentation คือกลไกการผลิตกรดอะซิติกของแบคทีเรียอะซิติก โดยเชื้อในสกุล *Acetobacter* และ *Komagataeibacter* จะมีความสามารถในการผลิตกรดอะซิติกได้ดีกว่าสกุลอื่นๆ กระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่ต้องการออกซิเจนอย่างมาก เมื่อปริมาณออกซิเจนลดต่ำลง จะมีผลทำให้การผลิตลดลง (Gullo *et al*., 2014; Schlepütz *et al*., 2013; Qi *et al*., 2013) ในการผลิตกรดอะซิติก หรือน้ำส้มสายชูนั้นจะใช้สารตั้งต้นเป็นเอทานอล โดยแบคทีเรียอะซิติกจะออกซิไดซ์เอทานอลให้กลายเป็นกรดอะซิติกด้วยเอนไซม์ที่จะอยู่ที่บริเวณผิวด้านนอกของเยื่อหุ้มเซลล์สองชนิด ได้แก่ เอนไซม์ alcohol dehydrogenase ซึ่งมีโคแฟกเตอร์เป็น pyrroloquinoline quinone (PQQ) หรือเรียกว่า PQQ-ADH และ acetaldehyde dehydrogenase (ALDH) (รูปที่ 2.5) กรดอะซิติกจะถูกขับออกมาสะสมอยู่ในอาหารเลี้ยงเชื้อจนกระทั่งเอทานอลถูกออกซิไดซ์จนหมด แบคทีเรียอะซิติกบางชนิดจะมีกระบวนการเกิด acetate overoxidation ในช่วงหลังจากที่เอทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกออกซิไดซ์จนหมด ซึ่งกรดอะซิติกจะถูกเซลล์นำไปใช้สำหรับ การเจริญเติบโต สามารถพบได้ในแบคทีเรียอะซิติกในบางสกุล เช่น *Acetobacter* และ *Komagataeibacter* ซึ่งผลิตกรดอะซิติกได้ปริมาณสูง

กระบวนการหมักคอมบูชาสภาวะที่มีเอทานอลจะกระตุ้นการเจริญของแบคทีเรียอะซิติกเปลี่ยนกลูโคสให้เป็นกรดกลูโคนิค และเปลี่ยนฟรุกโตสให้เป็นกรดอะซิติก เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักจะมีผลิตภัณฑ์สองส่วนประกอบด้วย เซลลูโลสซึ่งเป็นผลพลอยได้จากแบคทีเรียอะซิติกและส่วนน้ำชาหมักคอมบูชา นอกจากนี้สารประกอบที่สำคัญในชาหมักคอมบูชา พบว่าเป็นสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น กรดกลูโคนิก กรดกลูคูโรนิก กรดอะซิติก กรดซิตริก กรดโฟลิค และกรดอะมิโน (Yang *et al*., 2010; Radomir *et al*., 2011)

2.11 เชื้อยีสต์ *Saccharomyces bourladii*

2.11.1 ลักษณะเชื้อยีสต์ *Saccharomyces bourladii*

Saccharomyces bourladii เป็นยีสต์ ที่พบในเขตร้อนชื้น จัดเป็นเชื้อยีสต์ประจำถิ่น ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคือโคโลนีสีน้ำตาลติดผิวอาหาร ผิวเรียบ เปียกเยิ้ม วาวเมื่อโดนแสง ไม่สามารถย่อยไนเตรท แต่สามารถหมักคาร์โบไฮเดรตได้หลายชนิด ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของยีสต์สกุล *Saccharomyces* โดยเมื่อจัดจำแนกทางอนุกรมวิธาน พบว่ามีความแตกต่างกับ *Saccharomyces cerevisiae* ทั้งทางด้านทางพันธุกรรมและคุณสมบัติอื่นๆ *Saccharomyces bourladii* มีคุณสมบัติที่ค่อนข้างทนต่อความร้อน ซึ่งต่างกันกับโพรไบโอติกอื่นๆ (Elmer และ Mcfarland., 2001) จะสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และจะเจริญได้ดีเมื่ออยู่ในกระเพาะอาหารที่มีสภาพเป็นกรดต่ำ ทนต่อเกลือน้ำดี (bile salts) สามารถผลิตกรดแลคติก และวิตามินบีบางชนิดได้ ไม่ยับยั้งหรือกำจัดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ประจำถิ่น (normal flora) ภายในทางเดินอาหารและลำไส้ของคน สามารถบริโภคพร้อมกับโพรไบโอติกแบคทีเรียอื่นๆ โดยไม่ทำให้ประสิทธิภาพความเป็นโพรไบโอติกลดลง (Rajkowska *et al*., 2012; Toma *et al*., 2012; Soccol CR *et al*., 2010)

2.11.2 กลไกการทำงานของ *S. boulardii* ต่อร่างกาย (อรุณ, 2555)

S. boulardii เป็นยีสต์ที่มีคุณสมบัติโพรไบโอติก ซึ่งจะมีบทบาทส่งเสริมสุขภาพและการทำงานของลำไส้ ดังนี้

2.11.2.1 ผลต่อการต้านสารพิษ (Antitoxin)

Saccharomyces boulardii มีความสามารถในการสร้างและขับเอนไซม์โปรติเอส (protease) ออกสู่นอกเซลล์ จากการทดลองในหลอดทดลองพบว่าเอนไซม์โปรติเอส จากยีสต์ดังกล่าว สามารถลด toxins A และ B จากเชื้อ *Clostridium difficile* ได้ โดย protease จะไปทำลายบริเวณ receptor ของ toxins A และ B และยับยั้งการยึดเกาะของสารพิษบริเวณผนังลำไส้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงทำให้สามารถลดสารพิษและความเป็นพิษต่อเซลล์ที่เกิดจากเชื้อ *Clostridium difficile* ได้ นอกจากนี้ยังมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบบางชนิดได้อีกด้วย

2.11.2.2 ผลต่อภาวะโภชนาการของร่างกาย

การเสียน้ำและเกลือแร่ของร่างกายเป็นอันเนื่องมาจากการได้รับสารพิษ choleratoxin จากเชื้อ *Vibrio* sp. ถือว่าเป็นสภาวะที่อันตรายอย่างรุนแรงของร่างกาย สามารถลดพิษลงได้เมื่อรับประทานยีสต์ *Saccharomyces boulardii* เนื่องจากยีสต์ดังกล่าวผลิตเอนไซม์โปรติเอส ซึ่งจะไปดูดซับสารพิษบริเวณผิวลำไส้ใหญ่และลำไส้เล็ก รวมถึงการไปยับยั้งการกระตุ้นเอนไซม์ adenylate cyclase เพื่อลดการปล่อยเกลือออกนอกร่างกาย

2.11.2.3 เพิ่มระดับเอนไซม์ที่ใช้ย่อยน้ำตาลโมเลกุลคู่

ผลจากการทดสอบทางโภชนาการพบว่าการรับประทานยีสต์ *Saccharomyces boulardii* เป็นประจำจะไปเพิ่มเอนไซม์ที่ใช้เปลี่ยนน้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) เช่น เอนไซม์ lactase, sucrase, maltase, glucoamylase และ N-aminopeptidase ที่บริเวณผนังลำไส้ของมนุษย์และหนูไปเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ซึ่งร่างกายสามารถดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้ทันที ทำให้สามารถช่วยรักษาอาการท้องร่วงได้

2.11.2.4 ช่วยเพิ่มระดับสารภูมิคุ้มกันที่สำคัญ

ยีสต์ *Saccharomyces boulardii* มีส่วนช่วยเพิ่มสารภูมิคุ้มกันที่สำคัญ เช่น เพิ่มระดับอิมมูโนโกลบูลินเอ (Immunoglobulin A, IgA)

2.11.2.5 เพิ่มระดับของกรดไขมันสายสั้นที่เป็นประโยชน์ต่อลำไส้

2.12 ชา

2.13.1 ประวัติของชา

ชาเป็นเครื่องดื่มที่มีกลิ่นหอมที่เตรียมโดยการเทน้ำร้อนหรือน้ำเดือดบนใบชาที่บ่มหรือใบชาสด ชามีชื่อวิทยาศาสตร์ *Camellia sinensis* ซึ่งเป็นไม้พุ่มที่เขียวชอุ่มตลอดปี มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีนและประเทศอื่นๆ ในเอเชียตะวันออก (Martin *et al*., 2007) ชายังเป็นเครื่องดื่มที่มีผู้บริโภคมากที่สุดเป็นอันดับสองของโลก รองจากน้ำ (Macfarlane *et al*., 2004) ชามีหลายประเภท เช่น ชาจีนใบเขียวและชาดาร์จีลิ่ง มีรสเย็น ขมเล็กน้อย และฝาด (Ody, 2000) ในขณะที่บางชนิดมีรสชาติที่แตกต่างกันอย่างมากมาย ซึ่งรวมถึงกลิ่นหวาน กลิ่นหรือรสชาติที่ให้ความรู้สึกคล้ายถั่ว มีกลิ่นของดอกไม้จางๆ ชามีผลกระตุ้นเนื่องจากในใบชามีสารประกอบของคาเฟอีนเป็นหลัก (Cappelletti *et al*., 2015)

ต้นชามีต้นกำเนิดในภูมิภาคซึ่งครอบคลุมพื้นที่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของจีน ทิเบต พม่าตอนเหนือ และอินเดียตะวันออกเฉียงเหนือ ปัจจุบันถูกใช้เป็นเครื่องดื่มสมุนไพรโดยกลุ่มชาติพันธุ์ต่างๆ (Yamamoto *et al* ., 1997; Mary *et al*., 2007) มีบันทึกที่น่าเชื่อถือว่าการดื่มชาเกิดขึ้นในช่วงต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คริสต์ศตวรรษที่ 3 (Martin *et al*., 2007) เป็นเครื่องดื่มที่นิยมดื่มเพื่อการพักผ่อนในสมัยราชวงศ์ถังของจีน และการดื่มชาก็แพร่กระจายไปยังประเทศอื่นๆ ในเอเชียตะวันออก ต่อมานักบวชและพ่อค้าชาวโปรตุเกสได้นำชาเข้าประเทศในยุโรปในช่วงศตวรรษที่ 16 (Weinberg *et al*., 2001) ในช่วงศตวรรษที่ 17 การดื่มชากลายเป็นที่นิยมในหมู่ชาวอังกฤษ

2.13.2 การจัดประเภทและการแปรรูปของชา

ชาถูกจัดประเภทตามกระบวนการแปรรูป หลังจากการเก็บเกี่ยว ใบของต้นชาจะถูกทิ้งให้สลด และบ่ม โดยทำให้เอนไซม์ในใบชาเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นกับออกซิเจนในอากาศ ใบชาจะมีสีเข้มขึ้น คลอโรฟิลล์ในใบชาจะแตกตัว กลายเป็นสารแทนนินที่ให้รสฝาด ต่อจากนั้นหยุดการทำงานของเอนไซม์โดยใช้ความร้อนเพื่อให้หยุดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น โดยในชาดำกระบวนการนี้จะดำเนินคู่กันไปกับการทำให้แห้ง

หากไม่ระมัดระวังในการควบคุมความชื้นและอุณหภูมิระหว่างกระบวนการผลิต ใบชาอาจขึ้นรา และเกิดการสร้างสารพิษที่อาจเป็นสารก่อมะเร็งขึ้นได้ ทำให้รสชาติเสียไป และอันตรายต่อการบริโภค

2.13.2.1 ชาขาว

เป็นชาชนิดหนึ่ง ผลิตจากตูมและยอดอ่อนของต้นชา แหล่งเพาะปลูกชาขาวที่มีชื่อเสียงอยู่ที่มณฑล ฝูเจี้ยน ทางตอนใต้ของประเทศจีน กรรมวิธีผลิตชาขาวเริ่มจากการเลือกเก็บยอดอ่อนชาในช่วงฤดูใบไม้ผลิ จากนั้นนำยอดชาที่เก็บได้มาผ่านกระบวนการทำแห้งในระยะเวลาที่รวดเร็ว ด้วยวิธีธรรมชาติโดยอาศัย ลม แสงแดด หรือความร้อนซึ่งจะแตกต่างจากกรรมวิธีผลิตชาประเภทอื่น ๆ (ชาเขียว ชาดำ ชาแดง ชาอู่หลง) ที่ผ่านกระบวนการทำแห้งด้วยความร้อนหรือไอน้ำและผ่านกระบวนการหมักสำหรับชาบางประเภท ทำให้ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและคุณค่าทางโภชนาการของชาขาวยังคงไว้ได้มาก รวมทั้งกลิ่นและรสชาติของชาขาวที่ยังคงความสดชื่นและนุ่มนวล ชาขาวจึงเป็นเครื่องดื่มที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพสูง

2.13.2.2 ชาอู่หลง

เป็นชากึ่งหมัก ผ่านกระบวนการนวดเล็กน้อย ใช้เวลาไม่มากนัก มีกลิ่นหอม รสชาติชุ่มคอ ถ้าใช้น้ำร้อนจะเห็นสีเขียวของใบชาอยู่ รสชาติจะจืดกว่าชาเขียว น้ำชามีสีแดงเข้ม หมักใบสดระหว่างการผลิตบางส่วน มีคุณสมบัติเด่นๆ คือการช่วยดักจับไขมัน และควบคุมน้ำหนัก เนื่องจากชาอู่หลงมีสารชนิดพิเศษที่เรียกว่า OTTPS ซึ่งเป็นสารที่เกิดขึ้นจากการหมักใบชา มีส่วนช่วยลดการดูดซึมไขมันของร่างกาย

2.13.2.3 ชาเหลือง

ใบชาที่ไม่ได้ถูกทิ้งให้สลด และไม่ได้บ่ม แต่ทิ้งใบชาให้เป็นสีเหลือง เป็นชาที่มีเฉพาะที่เมืองจีนจึงไม่ค่อยได้รับความนิยม ชาเหลืองเหมาะกับการดื่มคู่กับอาหาร รสชาติดี สดชื่น หวานและฝาด ชาประเภทนี้มีความซับซ้อนมากกว่าชาชนิดอื่น โดยใบชาที่ใช้คือ ยอดอ่อนใบชาที่มีคุณภาพดี ในขั้นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรกของการเก็บเกี่ยว นำใบชามาผึ่ง จากนั้นนำใบชาไปให้ความร้อนเพื่อลดกระบวนการออกซิเดชั่น ในขั้นตอนที่สามจะม้วนใบชาเป็นกลุ่มๆ ใส่ในถุง และปล่อยให้แห้ง เพื่อให้ได้ชาคุณภาพดี ผู้เชี่ยวชาญจะต้องทำการตรวจสอบทุกขั้นตอนในการผลิต จะใช้ระยะเวลาอย่างน้อย 3 วัน

2.13.2.4 ชาเขียว

เป็นชาที่เก็บเกี่ยวจากพืช *Camellia sinensis* เช่นเดียวกับ ชาขาว ชาดำ และชาอู่หลง ชาที่ไม่ผ่านการหมัก ซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพและมีคุณสมบัติในการต้านทานโรคได้หลายชนิด จึงเป็นที่นิยมของคนส่วนใหญ่ น้ำชาจะเป็นสีเขียวหรือเหลืองอมเขียว กลิ่นหอมอ่อนกว่าชาอู่หลง ชาเขียวที่ราคาสูงที่สุด คือ ฉือเฟิ่งหลงจิ่ง ที่ชงจากใบ จะให้กลิ่นหอมอ่อน ๆ คล้ายถั่วเขียว รสฝาดน้อย เซนฉะที่ชงจากใบมีกลิ่นอ่อนๆ จนเข้มขึ้นกับการคั่ว บางครั้งมีรสอุมามิจนถึงรสหวานที่รับรู้ได้เฉพาะบางคนเท่านั้น น้ำมันในชาเขียวผ่านการกลั่นมีผลดีต่อร่างกาย

2.13.2.5 ชาดำ

เป็นชาที่ได้จากใบของชาเขียวที่ผ่านกระบวนการออกซิเดชั่นหรือการหมัก จนได้เป็นใบชาสีเข้ม เมื่อชงจะได้เครื่องดื่มสีน้ำตาลแดง เป็นชาประเภทหนึ่งมีกระบวนการหมักที่ยาวนานมากกว่าชาอู่หลง ชาเขียวและชาขาว ชาดำมีรสชาติที่เข้มข้นที่สุดจากชาทั้งหมด โดยส่วนมากผลิตจากชาสายพันธุ์อินเดีย (*Camellia sinensis* subsp. *assamica*)

2.14 ชาอู่หลง (Needham, 2000)

ชาอู่หลงคือชาดั้งเดิมของประเทศจีน ชาอู่หลงเป็นชาประเภทกึ่งหมักหรือชาที่ผ่านการหมักเพียงบางส่วน ทำให้มีสี กลิ่นหอม และ รสชาติ อยู่ระหว่าง ชาเขียว และ ชาดำ โดยชาอู่หลงผ่านกระบวนการผลิตที่เป็นเอกลักษณ์ ด้วยการนำใบชาผึ่งแห้งด้วยแสงอาทิตย์เพื่อให้ใบชาคายน้ำ หลังจากนั้นนำไปผึ่งในที่ร่มภายใต้การควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ขั้นตอนนี้ถือเป็นการหมักเพียงบางส่วน เพื่อที่จะทำให้เกิดปฏิกริยาที่เรียกว่า ออกซิเดชัน (Oxidation) ทำให้สารพอลิฟีนอล (Pholyphenols) ซึ่งเป็นกลุ่มของสารประกอบที่มีประโยชน์อย่างมากในใบชา เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้เกิดการรวมตัวของสารชนิดใหม่ที่เรียกว่า สารคาเทชิน (Catechin) อันเป็นสารที่สร้างเอกลักษณ์ให้ชาอู่หลง ไม่ว่าจะเป็น สีชาอู่หลง กลิ่นชาอู่หลง และรสชาติชาอู่หลง ซึ่งแตกต่างไปจากชาเขียว (Green Tea) และชาดำ (Black Tea) หลังจากกระบวนการหมักเสร็จสิ้น จึงนำใบชาอู่หลงไปคั่ว ตามด้วยการนวดใบชาอู่หลง เพื่อขึ้นรูปใบชาอู่หลงเป็นรูปลักษณะเม็ดกลม

ชาอู่หลง เช่นเดียวกับชาชนิดอื่นๆ คือผลิตมาจากต้นชา (*Camellia sinensis*) ซึ่งเป็นพืชตระกูลหนึ่งที่สามารถนำใบและยอดอ่อนไปผลิตเป็นชาได้ สำหรับชาอู่หลงนั้น มีหลากหลายชนิด และหลากหลายรสชาติ สี และกลิ่น ก็เนื่องมาจากการผลิตจากต้นชาหลากหลายสายพันธุ์ และยังขึ้นกับแหล่งเพาะปลูกอันมีภูมิอากาศตลอดจนภูมิประเทศเป็นตัวกำหนด นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาสายพันธุ์โดยเกษตรกรในแต่ละพื้นที่ กระบวนการผลิตและกรรมวิธีการหมักของชาอู่หลงยังส่งผลต่อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างของชาอู่หลงเช่นกัน ซึ่งกระบวนการหมักมีระดับออกซิเดชันตั้งแต่ร้อยละ 8-85 ขึ้นกับกรรมวิธีและลักษณะความนิยมของผู้บริโภค ทำให้เกิดความแตกต่างและความหลากหลายของรสชาติ สี และกลิ่น

2.14.1 องค์ประกอบทางเคมีในชาอู่หลง

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญและพบในชาอู่หลง ได้แก่ สารประกอบโพลีฟีนอล ซาโปนิน แอลคาลอยด์ พอลิแซคคาไรด์ และแทนนิน (Khan *et al*., 2007; Bukowski *et al*., 2008; Monobe *et al*., 2008) โดยคาเฟอีน และสารประกอบโพลีฟีนอลเป็นกลุ่มสารที่มีความสำคัญต่อฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในชาอู่หลง คาเฟอีนซึ่งพบประมาณร้อยละ 5-6 นั้นมีฤทธิ์ในการกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้เกิดการตื่นตัว นอกจากนี้ยังเพิ่มการเผาผลาญสารอาหารในร่างกายอีกด้วย

ตารางที่ 2.1 แสดงสารสำคัญชนิดต่างๆ ในชาอู่หลง

ชนิดของสารพฤกษเคมี	ปริมาณ (มก./100 มล.)
Oolong Tea Polymerized Polyphenols (OTPP)	33.65
Epigallocatechin gallate	25.73
Caffeine	23.51
Epigallocatechin	16.14
Gallocatechin	6.68
Epicatechin gallate	5.73
Epicatechin	5.08
Gallic acid	2.19
Allocatechin gallate	1.85
Catechin	1.65
Catechin gallate	0.60

ที่มา: Rong-rong *et al*., (2009)

สารที่พบในปริมาณมากในชาอู่หลง เกิดจากกรรมวิธีการแปรรูปใบชาที่เรียกว่า การบ่มแบบกึ่งหมัก (Semi-fermentation) จะก่อให้เกิดสาร “อู่หลงโพลีเมอไรซ์โพลีฟีนอล (Oolong Tea Polymerized Polyphenols; OTPP)” ซึ่งเป็นสารที่พบในชาอู่หลงเท่านั้น (Rong-rong *et al*., 2009)

จากการศึกษาวิจัยทางคลินิกแสดงให้เห็นคุณประโยชน์ของชาอู่หลงต่อสุขภาพในแง่ต่าง ๆ ได้แก่ มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Kuroda *et al*., 1999; Siddiqui *et al*., 2004) ลดระดับไขมันในเลือด (Rong-rong *et al*., 2009) ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (Hosoda *et al*., 2003) ลด

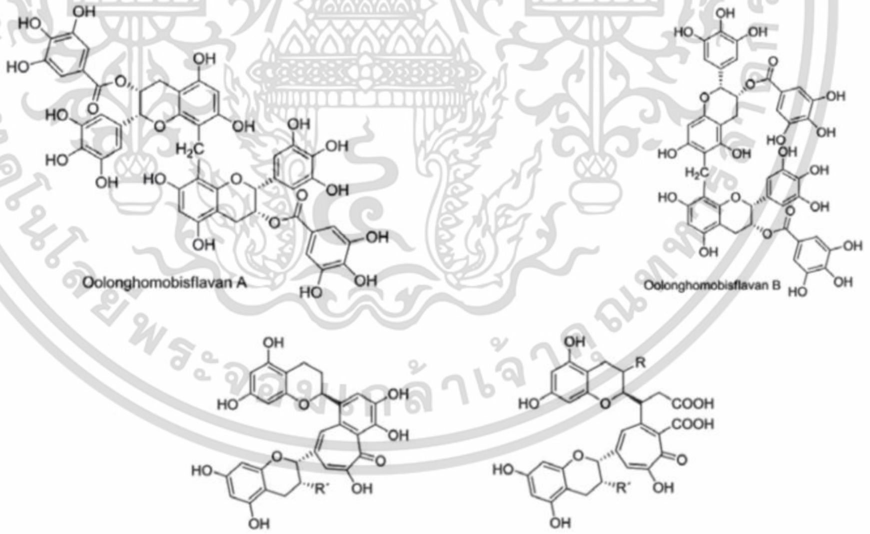
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความดันโลหิต (Yang and Koo, 2000) ป้องกันโรคอ้วน (Han *et al*., 1999; Rumpler *et al*., 2001; Komatsu *et al*., 2003) รวมทั้งลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (Yang and Koo, 1997)

2.14.2 สรรพคุณและประโยชน์ของชาอู่หลง

จากรายงานการศึกษาพบว่า สาร OTPP ซึ่งเป็นสารสำคัญในชาอู่หลงสามารถป้องกันหรือลดความอ้วนได้ (Han *et al*., 1999; Rumpler *et al*., 2001; Komatsu *et al*., 2003) โดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ Pancreatic lipase ทำให้การดูดซึมอาหารจำพวกไขมันลดลง การศึกษาของ Hara และคณะ (2004) พบว่า การดื่มชาอู่หลงที่อุดมไปด้วยสาร OTPP สามารถลดระดับไตรกลีเซอร์ในเลือด หลังการรับประทานอาหาร ไขมันสูงได้ประมาณร้อยละ 18 จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าชาอู่หลงสามารถลดการดูดซึมไขมันได้ ทำให้การสะสมไขมันในร่างกายลดลง จึงป้องกันโรคอ้วนได้ โครงสร้างทางเคมีของสาร OTPP ที่พบในชาอู่หลง แสดงดังรูปที่ 2.5

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่า การดื่มชาอู่หลงสามารถยับยั้งการดูดซึมไขมันส่งผลให้เพิ่มการขับไขมันออกทางอุจจาระ (Fecal lipid excretion) ได้ การศึกษาของ Hsu และคณะ (2006) พบว่า การดื่มชาอู่หลงปริมาณ 750 มิลลิลิตร ซึ่งมีสาร OTPP ประมาณ 200 มิลลิกรัม ช่วยเพิ่มการขับไขมันออกมาทาง อจุจาระได้



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของ Oolong Tea polymerized-polyphenols, OTPP ที่พบในชาอู่หลง

นอกจากชาอู่หลงจะช่วยยับยั้งการดูดซึมของไขมัน และมีการขับไขมันออกทางอุจจาระเพิ่มขึ้นแล้ว ชาอู่หลงยังช่วยกระตุ้นกระบวนการเมแทบอลิซึม และเพิ่มการเผาผลาญไขมัน ทำให้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้พลังงานภายในร่างกายเพิ่มขึ้น ส่งผลให้น้ำหนักตัวลดลงได้ (Han *et al.*,1999; Rumpler *et al.*, 2001; Komatsu *et al.*, 2003) จากการศึกษาของ Rumpler และคณะ (2001) พบว่าการดื่มชาอู่หลง ทำให้ร่างกายมีการสลายไขมัน (Fat oxidation) เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 12 สอดคล้องกับการศึกษาของ Komatsu และคณะ (2003) พบว่าการดื่มชาอู่หลง สามารถเพิ่มการใช้พลังงานภายในร่างกาย (Energy Expenditure) ได้มากขึ้นร้อยละ 10

2.14.3 ข้อควรระวังในการดื่มชาอู่หลง (บุญศิริ และคณะ, 2562)

1. เด็กควรบริโภคชาอู่หลงในปริมาณที่เหมาะสม
2. สตรีมีครรภ์และแม่ที่ต้องให้นมบุตร คนกลุ่มนี้ควรดื่มชาอู่หลงไม่เกินสองแก้วต่อวัน โดยมีปริมาณคาเฟอีนที่ได้ต่อแก้ว คือปริมาณ 200 มิลลิกรัม หากมากกว่านี้อาจไม่ปลอดภัย และมีความเสี่ยงในการแท้งบุตรหรือคลอดก่อนกำหนดได้
3. ภาวะวิตกกังวล โดยคาเฟอีนในชาอู่หลงอาจทำให้เกิดอาการวิตกกังวลมากขึ้น
4. ภาวะเลือดออกผิดปกติ เพราะคาเฟอีนในชาอู่หลงอาจชะลอการเกิดลิ่มเลือด
5. หากผู้บริโภคมีภาวะเกี่ยวกับโรคหัวใจ ควรบริโภคอย่างระมัดระวังเพราะคาเฟอีนในชาอู่หลงทำให้หัวใจเต้นผิดปกติ
6. เบาหวาน คาเฟอีนในชาอู่หลงอาจส่งผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดได้
7. ความดันโลหิต คาเฟอีนในชาอู่หลงอาจส่งผลต่อระดับความดันโลหิตได้
8. กลุ่มอาการลำไส้แปรปรวน (Irritable bowl syndrome (IBS)) ชาอู่หลงมีคาเฟอีน การบริโภคในปริมาณมากอาจทำให้เกิดอาการถ่ายท้อง

2.15 เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค

จุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) หมายถึงจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคในมนุษย์และสัตว์ จุลินทรีย์ก่อโรคที่สำคัญในอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษ (food poisoning) ที่เป็นอันตรายในอาหาร (food hazard) มีดังนี้

2.15.1 *Escherichia coli*

Escherichia coli เป็นแบคทีเรียประจำถิ่น (normal flora) ที่พบได้บ่อย อยู่ในลำไส้คนและสัตว์ (Schroeder et al, 2002) โดยเชื้อ *Escherichia coli* ส่วนใหญ่จะไม่ก่อโรคในคน แต่ก็มีเชื้อ *Escherichia coli* บางสายพันธุ์ที่ก่อให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารและระบบอื่นของร่างกายได้ทั้งในคนและสัตว์ โดยส่วนใหญ่พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อลงในอาหารและน้ำดื่ม

2.15.1.1 ลักษณะรูปร่างและสรีรวิทยา (Doyle, 1989)

Escherichia coli เป็นแบคทีเรียรูปแท่ง (rod shape) แกรมลบ (Gram negative bacteria) มีขนาดตั้งแต่ 1.1-1.5 x 2.0-6.0 ไมโครเมตร แสดงดังรูปที่ 2.6 สายพันธุ์ส่วนใหญ่เคลื่อนที่ได้ (motile)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยอาศัย แฟลกเจลล่าที่มีอยู่รอบตัว ไม่สร้างสปอร์ (non-spore forming) สามารถเจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจน (aerobe) และสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobe) ปกติสามารถเจริญบนอาหารธรรมดาที่ใช้ในห้องปฏิบัติการที่ช่วงอุณหภูมิ 7–46 องศาเซลเซียส pH ของอาหารตั้งแต่ 4.4-10 มี capsule บางๆหุ้มอยู่รอบตัวทำให้เชื้อทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆได้ดี เช่น มีชีวิตอยู่ตามเสื้อผ้าแห้งและในฝุ่นละอองได้หลายวัน อยู่ในน้ำได้นานหลายสัปดาห์ แต่ถูกทำลายเมื่อต้มที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

2.15.1.2 อนุกรมวิธานของเชื้อ (Classification) (Bertchinger and Fairbrother, 1999)

Escherichia coli จัดอยู่ใน Family Enterobacteriaceae, Tribe Escherichiea, Genus Escherichia, Species coli เชื้อในสกุลนี้มีหลาย serotype และหลาย biotype

2.15.1.3 โรคและอาการของโรคที่เกิดจาก *Escherichia coli* (อรอนงค์, 2541)

เชื้อ *Escherichia coli* ที่ก่อให้เกิดโรคอุจจาระร่วง (diarrhoeagenic E. *coli*) ในคนแบ่งได้เป็น 5 กลุ่มตามกลไกการก่อโรค ดังนี้

1. Enterotoxigenic *Escherichia coli* (ETEC) ก่อโรคอุจจาระร่วงในผู้ป่วยทุกกลุ่มอายุ แต่จะพบมากในเด็กที่อายุต่ำกว่า 5 ปี และผู้เดินทางไปยังประเทศที่กำลังพัฒนา ทำให้เกิดโรคอุจจาระร่วงที่เรียกว่า Traveller diarrhea เกิดโรคโดยการรับประทานอาหารหรือดื่มน้ำที่มีการปนเปื้อนของเชื้อ ปัจจัยที่ทำให้สามารถก่อโรคของเชื้อคือเชื้อจะมี colonization factor antigen (CFA) ที่อยู่บนผิวของ fimbriae ทำให้เกาะ (colonize) ที่ผิวของเซลล์เยื่อบุลำไส้เล็ก และสร้างสารพิษ (enterotoxin) ออกมาทำลายเซลล์เยื่อบุลำไส้

2. Enteroinvasive *Escherichia coli* (EIEC) ก่อโรคอุจจาระร่วงในผู้ป่วยทุกกลุ่มอายุ โดยการรับประทานอาหารที่ปนเปื้อนเชื้อ

3. Enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC) เป็นสาเหตุสำคัญของโรคอุจจาระร่วงในเด็กแรกเกิดอายุต่ำกว่า 18 เดือน (infantile diarrhea) มักพบการระบาดของเชื้อ EPEC ในห้องเลี้ยงเด็กในโรงพยาบาลและสถานรับเลี้ยงเด็ก

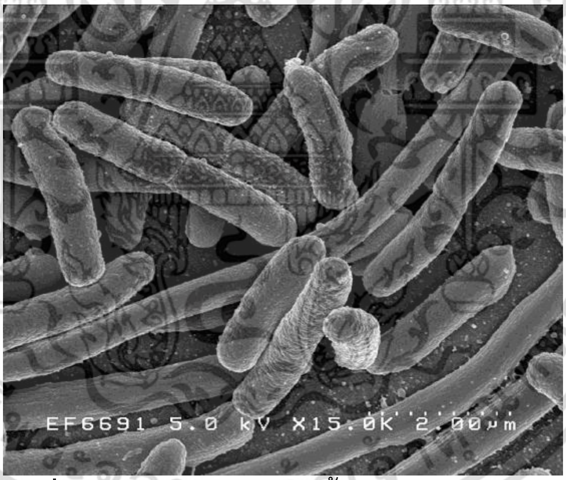
4. Enteroaggregative *Escherichia coli* (EaggEC) เป็นสาเหตุของโรคอุจจาระร่วงและก่อปัญหาในเด็กเล็ก โดยเฉพาะอายุต่ำกว่า 1 ปี เด็กมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ถ่ายเหลวเป็นน้ำ คุณสมบัติพิเศษของเชื้อคือ สามารถเข้าเกาะกับเนื้อเยื่อเพาะเลี้ยง Hep-2 cell หรือ HeLa cell ด้วยรูปแบบ aggregative (AA)

5. Enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC) ทำให้เกิดโรคอุจจาระร่วงที่เรียกว่า hemorhagic colitis นอกจากนั้นยังก่อให้เกิดโรคแทรกซ้อนคือ hemolytic uremic syndrome (HUS) เชื้อ *E. coli* O157:H7 เป็นเชื้อที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากมีการระบาดของเชื้อนี้อยู่เสมอในทวีปอเมริกา ทวีปยุโรป และในประเทศญี่ปุ่น เชื้อ EHEC จะใช้ fimbriae เข้าเกาะกับเยื่อบุผนังลำไส้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรงส่วน caecum และ colon แล้วสร้างสารพิษ (cytotoxin) ที่มีคุณสมบัติคล้าย Shiga toxin ที่สร้างจาก Shigella dysenteriae type1 จึงเรียกสารพิษนี้ว่า Shiga-like toxin (Griffin, 1995) เมื่อนำสารดังกล่าวมาทดสอบกับเนื้อเยื่อเพาะเลี้ยงชนิด Vero cell (American monkey kidney cell) พบว่าสารพิษสามารถทำลายเซลล์จึงเรียกสารพิษอีกอย่างหนึ่งว่า Verotoxin (VT)

การเกิดโรคของเชื้อ EHEC เกิดได้ในทุกช่วงอายุแต่ในเด็กเล็กและผู้สูงอายุมีความเสี่ยงก่อให้เกิดโรคและอาการรุนแรงมากกว่า เชื้อปริมาณ 10 เซลล์สามารถทำให้เกิดโรคได้ ระยะฟักตัวของเชื้อประมาณ 3-9 วัน ผู้ที่ติดเชื้ออาจมีหรือไม่มีอาการ และอาการตั้งแต่น้อยไปจนถึงรุนแรงและทำให้เสียชีวิตได้ การรักษาโดยการให้น้ำหรือเกลือแร่ทดแทนสิ่งที่ร่างกายสูญเสียและรักษาตามอาการ การให้ยาปฏิชีวนะไม่ได้ช่วยให้อาการดีขึ้นเร็ว ส่วนใหญ่ผู้ป่วยจะมีอาการดีขึ้นภายใน 2 สัปดาห์และหายเองในที่สุด ยกเว้นผู้ป่วยเด็กและผู้สูงอายุที่เกิดอาการไตวาย อาการรุนแรงและถึงตายได้ แหล่งแพร่กระจายของเชื้อส่วนใหญ่พบในสัตว์เท้ากีบ เช่น วัว ควาย แพะ และ แกะ นอกจากนี้ยังพบในหมูและไก่งวง ตรวจพบเชื้อทั้งในสัตว์ที่มีสุขภาพแข็งแรงดีและสัตว์ที่มีอาการของอุจจาระร่วง การติดเชื้อมาสู่คนโดยการรับประทานอาหารที่ประกอบจากเนื้อสัตว์ที่ปนเปื้อนเชื้อ (van den Bogaard *et al*., 2001)



รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะของเชื้อ *Escherichia coli*

ที่มา : https://th.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli (13 ธันวาคม 2564)

2.15.2 *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa เป็นแบคทีเรียที่ย้อมติดสีแกรมลบ (Gram-negative bacteria) รูปร่างเป็นท่อน (rod shape) เจริญได้ในสภาวะที่มีออกซิเจนเท่านั้น (aerobic bacteria) การเสื่อมเสียที่มี Pseudomonas เป็นสาเหตุ มักเกิดที่ผิวซึ่งสัมผัสกับอากาศ ไม่สร้างสปอร์ (non-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

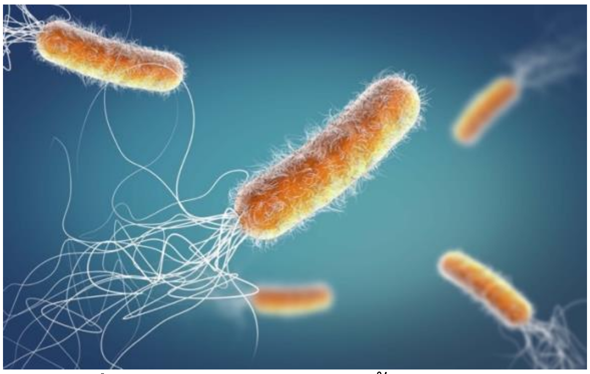
spore forming bacteria) เคลื่อนที่ไม่ได้ เจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ (psychrophilic bacteria) ทำให้อาหารที่เก็บรักษาด้วยการแช่เย็น (cold storage) เสื่อมเสียได้ สามารถสร้างรงควัตถุที่เรียกว่า Pyocyanin pigment โคโลนีแบคทีเรียจะสร้างกลิ่น คล้ายองุ่น (Grape-like odor) จัดเป็นพวกแซฟโพไฟท์ (saprophyte) พบได้ตามพื้นดิน แหล่งน้ำ จัดอยู่ในกลุ่มเชื้อฉวยโอกาส แบคทีเรียชนิดนี้สามารถเจริญและแพร่กระจายไปยังอวัยวะของผู้ป่วยในส่วนต่างๆ พร้อมทั้งมีการทำลายเนื้อเยื่อของผู้ป่วย โดยสร้างสารพิษและเอนไซม์ต่างๆ (Virulence factors) (Dunne, 2002; Strateva *et al*., 2011) ลักษณะเชื้อแสดงได้ดังรูปที่ 2.7

2.15.3.1 อาการของโรคติดเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa*

สามารถติดเชื้อได้หลายระบบในร่างกาย เนื่องจากมีหลากหลายปัจจัยในการก่อให้เกิดโรค เช่น ความสามารถในการเกาะติดกับเยื่อบุผิว ต้านยาปฏิชีวนะ ได้แก่

1. การติดเชื้อในกระแสเลือด อาการที่พบ เช่น มีไข้ หนาวสั่น ปวดเมื่อยตัว มึนศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน ชีพจรเต้นเร็วและหายใจเร็ว ท้องเสีย ปัสสาวะน้อย จะเกิดกับผู้ป่วยที่เป็นโรคมะเร็งเม็ดเลือดและผู้ที่ติดเชื้อในบริเวณอื่นของร่างกาย *Pseudomonas aeruginosa* จะมีการติดเชื้อที่ลิ้นหัวใจของผู้ติดยาที่ฉีดยาเข้าเส้นเลือดดำ หรือผู้ที่ใช้ลิ้นหัวใจเทียม กระดูกและข้อต่อ
2. ระบบประสาทส่วนกลาง จะทำให้เกิดเยื่อหุ้มสมองอักเสบซึ่งอาจเกิดจากที่สมองได้รับการผ่าตัด
3. ตาและหู อาการที่พบ เช่น ปวดหู การได้ยินลดลง มึนศีรษะ เป็นต้น จะก่อให้เกิดการติดเชื้อที่หูส่วน นอกที่เรียกว่า swimmer ear ส่วนการเชื้อที่ตามมา มักเกิดจากตาได้รับบาดเจ็บ ทำให้เกิดรอยแผลเป็นที่กระจกตาซึ่งทำให้ตาบอดในที่สุด
4. ทางเดินปัสสาวะ อาการที่พบ เช่น ปวดปัสสาวะบ่อย มีกลิ่นเหม็น มีสีขุ่น หรืออาจมีเลือดปน รู้สึกแสบเวลาปัสสาวะซึ่งติดเชื้อได้จากเครื่องมือทางการแพทย์หรือการผ่าตัด
5. ปอด อาการที่พบ เช่น ไข้หนาวสั่น หายใจลำบาก ไอ มีเสมหะสีเหลือง เขียว หรือเป็นมูกสีเหลืองปัจจัยที่มีผลในการทำให้เกิดความเสี่ยงในการติดเชื้อที่ปอด ได้แก่ โรคปอดเรื้อรัง ภูมิคุ้มกันต่ำ และผู้ป่วยหัวใจล้มเหลว
6. ผิวหนังและเนื้อเยื่ออ่อน คนสุขภาพดีก็สามารถติดเชื้อได้ จากการอาบน้ำหรือเล่นน้ำในสระว่ายน้ำ ที่มีเชื้อปนอยู่ ซึ่งโรคติดเชื้อ *Pseudomonas* ที่ผิวหนังนี้ มักเกิดการสับสนกับโรคอีสุกอีใสและเกิดอาการรุนแรงได้กับผู้ที่ติดเชื้อในกระแสเลือดร่วมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะของเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa*
ที่มา: https://www.biomerieux-industry.com/en-us/node/771
(13ธันวาคม 2564)

2.15.3 เชื้อ *Staphylococcus aureus* (อิสรา จันทร์วิทยานุชิต และคณะ, 2548)

2.15.5.1 ลักษณะและคุณสมบัติของเชื้อ *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus จัดอยู่ใน Family Micrococcaceae เป็นแบคทีเรียแกรมบวกรูปกลมมีการเรียงตัวเป็นกลุ่มแสดงรูปที่ 2.8 (gram positive cocci in cluster) มักพบเป็นคู่ เกาะกันด้วยสายสั้นๆ เป็นกิ่ง หรือเป็นลักษณะคล้ายพวงองุ่น สามารถเจริญได้ในสภาวะที่ไม่มีอากาศและมีอากาศ (facultative anaerobes) อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญ 15–45 องศาเซลเซียส และเจริญได้ในระดับความเข้มข้นของเกลือสูงถึง 15 เปอร์เซ็นต์ เป็นสาเหตุของการเกิดโรคต่างๆ เช่น การติดเชื้อบริเวณเนื้อเยื่อ และโรคอาหารเป็นพิษ (Todar, 2005) มีการสร้างเม็ดสีเหลืองในโคโลนี (Rosenbach, 1884)

รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะชองเชื้อ *Staphylococcus aureus*
ที่มา : https://th.wikipedia.org/wiki/Staphylococcus_aureus
(13 ธันวาคม 2564)

Staphylococcus aureus มีความสามารถสร้างเอนไซม์คาตาเลส (catalase) ใช้กลูโคสได้ทั้งในสภาพที่มีอากาศและไร้อากาศ เซลล์เรียงตัวเป็นกลุ่มทำให้ดูเหมือนพวงองุ่น บางครั้งอยู่เป็นคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือเป็นสาย โคโลนีมีสีเหลืองทอง แต่บางครั้ง อาจพบเป็นสีครีมได้ โดยเฉพาะเมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อหลายๆ ครั้ง สีเกิดจากสารประกอบ พวกคาโรตีนอยด์ (carotenoid) แต่การเกิดสีบนโคโลนีมีความแตกต่างกันสูงมากในเชื้อแต่ละสายพันธุ์ ส่วนใหญ่จำแนกเชื้อ *Staphylococcus aureus* จากเชื้อชนิดอื่นๆ ของ Staphylococcus โดยใช้ความสามารถในการทำให้พลาสมาแข็งตัวเนื่องจากการสร้างเอนไซม์โคแอคกูเลส (coagulase) (Tong *et al*., 2015)

Staphylococcus aureus เป็นกลุ่ม coagulase-positive Staphylococci แยกได้จากคนและสัตว์ เป็นเชื้อที่มีความสำคัญทางการแพทย์มากที่สุดในสกุลนี้ โดยจะพบที่บริเวณผิวหนัง (skin flora) และในรูจมูก (nasal carrier) ร้อยละ 20-40 ของคนปกติ

2.15.5.2 โรคติดเชื้อที่มีสาเหตุจาก *Staphylococcus aureus*

1) การติดเชื้อบริเวณผิวหนัง และบาดแผล (skin and wound infection)

1.1) ฝี (boil, furuncle, impetigo) เกิดการติดเชื้อที่บริเวณรูขน (hair follicle) ทำให้มีอาการอักเสบ บวมแดง และเป็นหนอง

1.2) ฝีฝักบัว (carbuncle) มีการติดเชื้อที่รูขน ต่อมไขมัน (sebaceous gland) ต่อมเหงื่อ (sweat gland) ทำให้เกิดการอุดตันบริเวณท่อต่อมเหงื่อ ท่อต่อมไขมัน เกิดเป็นลักษณะฝีหลายอันมารวมกันมองดูลักษณะคล้ายฝักบัว ผู้ป่วยจะมีอาการเจ็บปวดรุนแรงกว่าฝีธรรมดา

1.3) กุ้งยิง (sty; stye) เป็นการติดเชื้อที่บริเวณหนังขอบตา ทำให้หนังขอบตาเกิดการอักเสบ บวมแดง และมีหนอง

1.4) การติดเชื้อบริเวณแผลผ่าตัด (wound infection) เป็นสาเหตุหนึ่งที่สำคัญของโรคติดเชื้อในโรงพยาบาล (nosocomial infection; hospital acquired infection) พบในผู้ป่วยที่เข้ารับการผ่าตัดแล้วมีการติดเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่อาศัยบริเวณผิวหนังของผู้ป่วย หรือจากบุคลากรทางการแพทย์ หรือจากสิ่งแวดล้อม ทำให้แผลบริเวณผ่าตัดเกิดการอักเสบ บวมแดง และเป็นหนอง

2) โรคอาหารเป็นพิษ (food poisoning) เนื่องจากได้มีการรับประทานอาหารที่ปนเปื้อน Staphylococcal enterotoxin โดยเฉพาะ A และ E type เข้าไปในร่างกาย ทำให้มีอาการคลื่นไส้อาเจียน อาหารที่พบบ่อยว่าเป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษ ได้แก่ อาหารสดที่ไม่ผ่านความร้อน อาหารที่มีการหยิบจับสัมผัสด้วยมือ เช่น กะทิสด ขนมจีน มายองเนส เป็นต้น

3) กลุ่มอาการผิวหนังกำพร้าหลุดลอกที่เกิดจาก *Staphylococcus aureus* (Staphylococcal scalded skin syndrome, SSSS) หรือ Ritter’s disease พบได้ในเด็กแรกเกิดและเด็กเล็ก มีสาเหตุจาก exfoliative toxin ของเชื้อ *Staphylococcus aureus*

4) กลุ่มอาการช็อกที่เกิดจากสารพิษ (toxic shock syndrome) เกิดจากร่างกายดูดซึมสารพิษ toxic shock syndrome toxin-1 (TSST-1) เข้าไปในร่างกาย มักพบในผู้หญิงที่ใช้ผ้าอนามัยแบบสอดที่มีการดูดซับเลือดประจำเดือนสูงซึ่งจะกระตุ้นให้เชื้อ *Staphylococcus aureus* หลั่ง

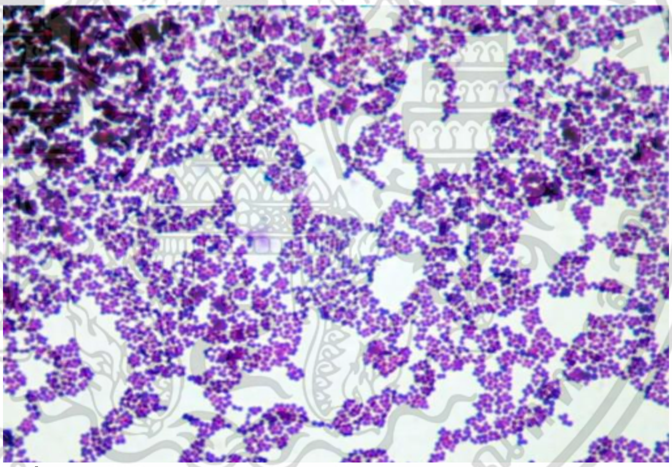
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารพิษนี้ออกมา เมื่อมีการดูดซึมสารพิษนี้เข้าไปในร่างกาย ทำให้ผู้ป่วยมีอาการไข้สูง มีผื่น เจ็บคอ มีภาวะขาดน้ำ คลื่นไส้ อาเจียน ช็อก ตับและไตวาย

5) การติดเชื้ออื่นๆ เช่น โรคปอดบวม (staphylococcal pneumonia) โรคติดเชื้อในกระแสโลหิต ภาวะไขกระดูกอักเสบ และไขข้ออักเสบ

2.15.4 เชื้อ *Micrococcus luteus* (นันทนา อรุณฤกษ์, 2539)

Micrococcus luteus เป็นแบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive bacteria) พบทั่วไปในดิน ฝุ่น น้ำ และบนผิวหนังของคนและสัตว์ ซากสัตว์ ลักษณะของเซลล์รูปร่างกลมนูน ผิวหน้า และขอบไม่เรียบ มีสีเหลืองอ่อนถึงเหลืองเข้ม (ภาพที่2.9) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5-3.5 ไมโครเมตรเรียงตัวเป็นกลุ่มหรือ 4 เซลล์เกาะติดกัน ไม่เคลื่อนที่ ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต อุณหภูมิที่เหมาะต่อการเจริญเติบโต 25-35 องศาเซลเซียส สามารถทนเกลือสูงถึงร้อยละ 5 สร้างสารสีเหลืองเมื่อเติบโตบนอาหารทำให้ผิวหน้าอาหารเปลี่ยนสีไป เป็นแบคทีเรียที่ไม่ก่อให้เกิดโรค แต่เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้อาหารเน่าเสีย (microbial spoilage) ของอาหารหลายประเภท เช่น การเสื่อมเสียของนม การเสื่อมเสียของไข่ การเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์ สัตว์ปีก อาหารกึ่งแห้ง อาหารทะเล ปลา หอย รวมทั้งผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ เช่น ไส้กรอก แฮม



รูปที่ 2.9 รูปร่าง *Micrococcus luteus* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ที่มา : Greenblatt, C.L., et al. (2004)

2.16 การวิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค (ประสาทพร และคณะ, 2551)

2.16.1 Agar diffusion test

2.16.1.1 วิธีการทำ Agar well diffusion

เพาะเชื้อแบคทีเรียที่ต้องการลงในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด Nutrient agar (NA) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหลังจากนั้นนำโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียที่ได้มาปรับความขุ่นของเชื้อในน้ำเกลือ (Nacl) ให้เท่ากับ 0.5 McFarland standard (มีจำนวนแขวนลอย 1.5 x 10^7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลล์ต่อมิลลิลิตร) จุ่มไม้พันสำลีปราศจากเชื้อแล้วกวาดเชื้อ (swab) ให้ทั่วผิวหน้าอาหาร Mueller Hinton agar รอจนผิวหน้าของอาหารแห้ง จากนั้นใช้แท่งโลหะกลวง (cork borer) ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 6 มิลลิเมตร เจาะอาหารแล้วหยดสารละลายตัวอย่างลงไปประมาณ 30 ไมโครลิตรต่อหลุมใส่จุลินทรีย์ที่ทดสอบ บ่มเชื้อนาน 24 ชั่วโมง จากนั้นวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อโดยเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นยาปฏิชีวนะที่ทราบปริมาณยาที่แน่นอน

2.16.1.2 วิธีการทำ Agar disc diffusion

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด Nutrient agar (NA) ในจานเพาะเลี้ยง ใช้ไม้พันสำลีที่ปราศจากเชื้อจุ่มแบคทีเรียที่ปรับความขุ่นของเชื้อในน้ำเกลือ (NaCl) เท่ากับ 0.5 McFarland standard (มีปริมาณเชื้อประมาณ 10^5-10^7 เซลล์ต่อมิลลิตร) ทำการกวาดเชื้อ (swab) บนผิวอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar จากนั้นวางแผ่น paper disc ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิลิตร ลงบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar หยดสารตัวอย่างที่จะทดสอบลงบนแผ่น paper disc โดยหยดสารสกัดตำแหน่งละ 10 ไมโครลิตร รวมทั้งหยดตัวทำละลายนั้นๆเป็นตัวควบคุม จากนั้นนำจานเพาะเชื้อนี้ไปบ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้วนำมาวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง (inhibition zone) โดยวัดหน่วยเป็นมิลลิลิตร

2.16.2 Dilution test

วิธีนี้เป็นการทดสอบในเชิงปริมาณสามารถทราบค่าความเข้มข้นของยาที่ทำลายเชื้อได้นิยมใช้ทดสอบกับเชื้อที่เจริญได้ช้าและใช้ทดสอบความไวของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้อากาศในการเจริญ (anaerobe) วิธีการทดสอบคือ นำเชื้อจุลินทรีย์มาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีสารทดสอบเจือจางในปริมาณต่างๆ วิธีนี้สามารถบอกค่าความเข้มข้นของสารที่ยับยั้งและทำลายเชื้อได้ การทดสอบวิธีนี้แบ่งออกเป็น Broth dilution method และ Agar dilution method

2.16.2.1 Broth dilution method

เป็นการทดสอบหาความไวของเชื้อต่อยาปฏิชีวนะโดยวิธีนี้เป็นวิธีที่ละเอียดวิธีหนึ่ง การทดสอบนี้จะทำให้ทราบทั้ง MIC (Minimum Inhibitory Concentration) และ MBC (Minimum Bactericidal Concentration) ของยาปฏิชีวนะนั้นๆกับเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำการทดสอบ วิธีการทดสอบคือ เลี้ยงเชื้อที่ต้องการทดสอบในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวที่มียาปฏิชีวนะในปริมาณต่างๆกันผสมอยู่และสังเกตการเจริญเติบโตของเชื้อในอาหารที่เลี้ยงเชื้อที่มียาปฏิชีวนะในปริมาณต่างๆกัน การทดสอบหาความไวของเชื้อจุลินทรีย์ต่อยาปฏิชีวนะโดยวิธี Broth dilution method นี้สามารถทำได้ทั้ง macro broth dilution method และ micro broth dilution method ตรวจผลโดยการเจริญของเชื้อ ค่าความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะที่เชื้อไม่เจริญถือว่าเป็นค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เรียกว่า MIC (Minimum Inhibitory Concentration) การหาค่า MBC (Minimum Bactericidal Concentration) ทำได้โดยนำ broth จากหลอดที่ดูแล้วไม่มีการเจริญของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อจุลินทรีย์มาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงชนิดแข็ง ตรวจผลโดยการดูการเจริญเติบโตของเชื้อ ความเข้มข้นที่น้อยที่สุดของยาปฏิชีวนะที่สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ให้ลดลงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 99.9 ถือว่าเป็นค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ (MBC)

2.16.2.2 Agar dilution method

เป็นวิธีมาตรฐานในการทดสอบความไวของเชื้อแบบปริมาณ วิเคราะห์โดยมีหลักการทดสอบคล้ายคลึงกันกับ Broth dilution method ต่างกันเพียงชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อเท่านั้น การทดสอบโดยการเจือจางสารทดสอบในอาหารวุ้น และถ่ายเชื้อลงบนผิวของอาหารเป็นวิธีที่เหมาะสมกับการทดลองเชื้อจำนวนมาก ข้อดีของวิธีนี้คือสามารถทำการทดสอบเชื้อหลายชนิดลงบนจานเดียวกันได้ วิธีนี้สามารถหาค่า MIC (Minimum Inhibitory Concentration) แต่ไม่สามารถหาค่า MBC (Minimum Bactericidal Concentration) ได้ ตรวจผลโดยการดูการเจริญของเชื้อ ค่าความเข้มข้นของสารที่เชื้อไม่เจริญถือว่าเป็นค่าความเข้มข้นต่ำสุด ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ MIC (Minimum Inhibitory Concentration)

2.17 อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ

2.17.1 อนุมูลอิสระ (free radicals)

อนุมูลอิสระ (free radicals) เป็นอะตอม หรือโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนโดดเดี่ยว (unpaired electron) ซึ่งทำให้ไม่เสถียร (unstable) และ ว่องไวในการทำปฏิกิริยา ตัวอย่างอนุมูลอิสระ เช่น superoxide anion, hydroxyl radical, singlet oxygen, peroxynitrite สามารถจับกับโมเลกุลหลายชนิดที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์ เช่น ลิพิด โปรตีน และดีเอ็นเอ (DNA, deoxyribonucleic acid) เพื่อให้มีความเสถียรอนุมูลอิสระเกิดขึ้นตลอดเวลาในสิ่งมีชีวิตที่ใช้ออกซิเจนผ่านกระบวนการเมแทบอลิซึม เช่น การหายใจระดับเซลล์เพื่อสร้างพลังงานซึ่งเกิดในไมโตคอนเดรีย นอกจากนี้เกิดจากการที่เซลล์เกิดการบาดเจ็บและการอักเสบจากผลการทำงานของเซลล์เม็ดเลือดขาวในระบบภูมิคุ้มกันเพื่อทำลายสิ่งแปลกปลอม เป็นต้น อย่างไรก็ตามการสร้างอนุมูลอิสระหรือการกระตุ้นให้เกิดการสร้างอนุมูลอิสระทั้งจากอนุมูลอิสระและสารที่ไม่ใช่อนุมูลอิสระ (non-radicals) ของ reactive oxygen species (ROS) และ reactive nitrogen species (RNS) (Halliwell, 2001) ส่งผลให้เกิดอนุมูลอิสระจำนวนมากซึ่งไม่สมดุลกับสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants) ที่ถูกสร้างขึ้นในการกำจัดทำให้เกิดภาวะที่เรียกว่า oxidative stress ซึ่งเป็นสาเหตุของโรค ได้แก่ โรคมะเร็ง โรคหัวใจขาดเลือด โรคความจำเสื่อม โรคที่เกิดจากความผิดปกติของระบบประสาท โรคภูมิแพ้ โรคความผิดปกติเกี่ยวกับสายตา รวมถึงการแก่ชรา (Dhawan, 2014; Sarms *et al*., 2010) การทำลายอนุมูลอิสระอาศัยสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งพบในผัก ผลไม้ และร่างกายสร้างได้เองตามธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.17.2 สารต้านอนุมูลอิสระ (Mason, 2016)

สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) คือสารที่สามารถป้องกันหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น เนื่องจาก ROS เกิดขึ้นมาจากกระบวนการต่างๆในการดำรงชีวิต ดังนั้นร่างกายจึงต้องสร้างสารต้านอนุมูลอิสระขึ้นมาเพื่อที่จะทำหน้าที่กำจัดและลดความรุนแรงของ ROS ที่เกิดขึ้นด้วย เช่น co-enzyme Q10 และ alpha-lipoic acid เป็นต้น โดยปกติแล้วการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายนั้นมีอย่างเพียงพอต่อการเกิดอนุมูลอิสระขึ้นภายในร่างกาย แต่หากมีสภาวะผิดปกติในร่างกาย เช่น ความเครียด การนอนดึกติดต่อกันนานๆ การรับประทานยาที่มีผลลดสารต้านอนุมูลอิสระ หรือสภาวะโรคต่างๆ ก็อาจจะทำให้การสร้างอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นจนเสียสมดุลระหว่างต้านอนุมูลอิสระ และอนุมูลอิสระเกิดเป็นภาวะเครียดออกซิเดทีฟ (oxidative stress) อนุมูลอิสระที่ไม่ได้ถูกกำจัดจะไปทำลายเซลล์และเนื้อเยื่อทำให้เป็นต้นเหตุของการเกิดโรคต่างๆได้ เช่น เป็นต้นเหตุของภาวะหลอดเลือดอุดตัน มะเร็ง โรคพาคินสัน รวมถึงอาการอักเสบต่างๆ สารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายนั้นมีความสำคัญในการป้องกันการเกิดโรคและความเสื่อมของร่างกายเป็นอย่างมาก นอกจากการไปจับกับอนุมูลอิสระแล้วสารต้านอนุมูลอิสระควรจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ร่วมด้วย

1. ป้องกันการเกิดขึ้นของ ROS ได้
2. สามารถจับกับ ROS ที่เกิดขึ้น ก่อนที่ ROS นั้นจะไปทำอันตรายเนื้อเยื่อต่างๆ
3. ต้องไม่เพิ่มความแรงของอนุมูลอิสระหรือไม่เปลี่ยน ROS ที่มีความแรงต่ำไปเป็น ROS ที่มี

ความแรงสูง เช่น ไม่เปลี่ยนจาก super oxide ไปเป็น hydroxyl radical เป็นต้น

4. ทำให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมต่อการทำงานของ antioxidant enzyme หรือสารต้านอนุมูลอิสระตัวอื่นๆ
5. เพิ่มการแสดงออกของยีนที่ใช้สร้าง antioxidant enzyme และช่วยในการฟื้นฟูความเสียหายของเซลล์หรือเนื้อเยื่อจากการถูกทำลายด้วยอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระภายในร่างกายได้เป็น 4 ประเภทดังนี้

1. Intracellular antioxidants (antioxidant enzyme) ได้แก่ เอนไซม์ต่างๆที่ใช้ในการต้าน

อนุมูลอิสระ เช่น catalase, glutathione, peroxidase, superoxide dismutase

2. Extracellular antioxidants ได้แก่ Vitamin C สารที่มีกลุ่ม sulfhydryl groups
3. Membrane antioxidants ได้แก่ Carotenoids, Ubiquinone, Vitamin E
4. สารที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์เอนไซม์ที่ใช้ต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ Copper, Manganese, Selenium Zinc

ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่มีขายในปัจจุบันนี้มากกว่าร้อยละ 90 จัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ส่วนการนำไปใช้เพื่อหวังผลด้านสุขภาพนั้นขึ้นกับการศึกษาทั้งทางด้าน *in vitro, in vivo* และ clinical research โดยทั่วไปแล้วผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมักจะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์กับระบบต่างๆ เช่น ระบบหัวใจและหลอดเลือด ช่วยในการมองเห็น เสริมสุขภาพ ความงามของผิวและผม ป้องกันโรคมะเร็ง และโรคจากความเสื่อมของระบบต่างๆ สารต้านอนุมูลอิสระที่พบได้ในอาหารและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติส่วนใหญ่ เช่น vitamin E และ vitamin C สารในกลุ่ม flavonoids สารกลุ่ม carotenoids และสารกลุ่ม phenolics

2.17.2.1 ฟลาโวนอยด์ (Nimse, 2015; Mason, 2016)

เป็นสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง โดยเฉพาะการดักจับอนุมูลอิสระ สารในกลุ่มนี้มักพบในผัก และผลไม้ มีรายงานถึงความสามารถในการปกป้อง DNA จาก hydroxyl radical ได้ นอกจากมีคุณสมบัติดักจับอนุมูลอิสระ แล้วสารกลุ่มนี้ ยังมีกลไกที่สำคัญอีกอย่างคือการจับกับโลหะหนัก โดยเฉพาะ Fe และ Cu ซึ่งจะช่วยป้องกันการเกิด fenton reaction ซึ่งจะก่อให้เกิด hydroxyl radical อีกด้วย อย่างไรก็ตามสารในกลุ่มนี้ยังเคยมีรายงานว่าเหนี่ยวนำให้เกิดมะเร็งได้เช่นกัน เนื่องจาก complex ระหว่างฟลาโวนอยด์กับโลหะหนัก quercetin ซึ่งเป็นสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงในสภาวะที่ร่างกายมี Cu^{2+} ในความเข้มข้นต่ำ (น้อยกว่า 25 mM) แต่หากอยู่ในสภาวะที่มี Cu^{2+} มากกว่า 25 mM quercetin จะไปมีผลทำลาย DNA เสียเอง ทั้งนี้เกิดจากการเกิดเป็น complex ของสารกับโลหะหนักซึ่งจะไปจับกับ DNA และเมื่อเกิดปฏิกิริยา hydrolysis ขึ้นก็จะทำให้ DNA ได้รับความเสียหาย ดังนั้นจึงควรระวังการใช้ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเหล่านี้ร่วมกับผลิตภัณฑ์วิตามินที่มีการเสริมธาตุเหล็กและทองแดงเข้าไปในปริมาณสูง หรือผู้ป่วยที่มีภาวะความผิดปกติของธาตุเหล่านี้ด้วย เช่น ผู้ป่วย Wilson’s disease และผู้ที่มีภาวะ hemochromatosis

2.17.2.2 คาร์โรทีนอยด์

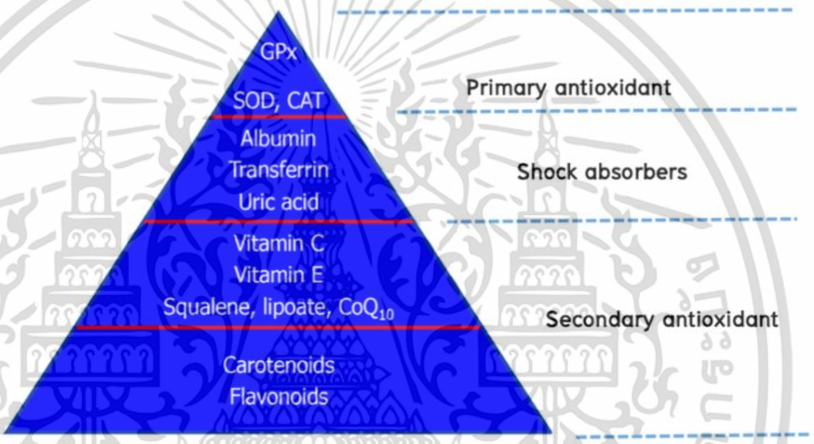
เป็นรงควัตถุที่ละลายได้ดีในน้ำมัน สามารถพบได้ในผักและผลไม้ที่มีสีสัน ได้แก่ แครอท มะเขือเทศ เป็นต้น สารในกลุ่มนี้ ที่มักจะพบในธรรมชาติมีกว่า 600 ชนิด โดยคาร์โรทีนอยด์ที่พบมากได้แก่ ไลโคพีน (lycopene) และ เบต้าเคโรทีน (β-carotene) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดี สารในกลุ่มนี้มีความสามารถในการจับ อนุมูลอิสระประเภท peroxyl radical ได้ดีกว่า ROS ชนิดอื่น เพราะสามารถละลายในน้ำมันได้ดี ซึ่ง peroxyl radical นั้นเกิดจากกระบวนการ lipid peroxidation ที่บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ ดังนั้นคาร์โรทีนอยด์จึงมีส่วนสำคัญในการปกป้องเยื่อหุ้มเซลล์จากการทำลายของ ROS เมื่อคาร์โรทีนอยด์จับกับอนุมูลอิสระแล้วจะสามารถเคลื่อนย้ายอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นได้ผ่านทาง conjugated double bond สายยาวและทำให้โมเลกุลนั้นมีความเสถียรขึ้น สารในกลุ่มคาร์โรทีนอยด์นั้นมักจะนำไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์บำรุงผิว และสายตา ทั้งในผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและเครื่องสำอาง (Silvia, 2004)

2.17.3 การแบ่งประเภทของสารต้านอนุมูลอิสระ (Cornelli, 2009)

สารต้านอนุมูลอิสระแต่ละชนิดจะมีความแรงที่แตกต่างกัน โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบฤทธิ์ในหลอดทดลอง แล้วพบว่าสารต้านอนุมูลอิสระที่มีความแรงสูงที่สุดคือสารในกลุ่ม endogenous

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

antioxidant ซึ่งนอกจากจะมีศักยภาพสูงแล้วยังสามารถนำไปใช้เพื่อการเปลี่ยนแปลงสารให้เป็นไปตามที่ร่างกายต้องการได้อีกด้วย เช่น catalases, glutathione และ peroxidases หรือเรียกอีกอย่างว่า primary antioxidant สารต้านอนุมูลอิสระอีก ประเภทหนึ่งที่ถือเป็น shock absorbers มีความแรงรองลงมาจาก endogenous antioxidants โดยสารเหล่านี้จะพบได้ในเนื้อเยื่อต่างๆ เช่น albumin, transferrin เป็นต้น อย่างไรก็ตามสารเหล่านี้ไม่สามารถสร้างขึ้นได้หากในร่างกายเกิดภาวะ oxidative stress ไปแล้ว กลุ่มต่อมาจัดเป็นสารในกลุ่มวิตามิน กรดอะมิโนบางชนิด และ co-enzyme Q10 และกลุ่มสุดท้ายซึ่งมีมากที่สุดประกอบไปด้วยสาร ทุติยภูมิที่มีรายงานการต้านอนุมูลอิสระ เช่น flavonoids, polyphenols และ carotenoids เป็นต้น โดย 2 กลุ่มสุดท้ายจะเรียกว่า secondary antioxidant ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงการจัดลำดับชั้นของสารต้านอนุมูลอิสระตามลำดับความแรงของสาร

ที่มา : Cornelli (2019)

2.17.4 กลไกการต้านอนุมูลอิสระ (Silvia *et al*., 2004)

2.17.4.1 Free radical scavenging

สารต้านอนุมูลอิสระจะให้ไฮโดรเจนหรืออิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระ และทำให้อนุมูลอิสระมีความเสถียรมากขึ้น เมื่อสารต้านอนุมูลอิสระได้ให้ไฮโดรเจนหรืออิเล็กตรอนไปแล้วก็จะเกิดเป็นอนุมูลอิสระตัวใหม่ซึ่งมีความรุนแรงน้อยกว่าอนุมูลอิสระเดิม อาจจะไปรวมตัวกันกับอนุมูลอิสระอีกโมเลกุลหนึ่งเกิดผลิตภัณฑ์ที่เสถียร หรือมีสารต้านอนุมูลอิสระตัวอื่นๆมาให้อิเล็กตรอนหรือไฮโดรเจนเพื่อเกิด ผลิตภัณฑ์ที่เสถียรต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 2.11 สารที่มีกลไกการออกฤทธิผ่านกลไกนี้ เช่น Butylated hydroxyl anisole (BHA), Vitamin E (alphatocopherol) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$R\cdot + AH \rightarrow RH + A\cdot$$
$$RO\cdot + AH \rightarrow ROH + A\cdot$$
$$ROO\cdot + AH \rightarrow ROOH + A\cdot$$
$$R\cdot + A\cdot \rightarrow RA$$
$$RO\cdot + A\cdot \rightarrow ROA$$
$$ROO\cdot + A\cdot \rightarrow ROOA$$
$$\text{Antioxidant} + O2 \rightarrow \text{Oxidized Antioxidant}$$

รูปที่ 2.11 กลไกการต้านอนุมูลอิสระแบบ Free radical scavenging
ที่มา : Silvia *et al.*, (2004)

2.17.4.2 Singlet oxygen quenching ($^1O_2^{\cdot}$)

ออกฤทธิ์โดยไปยับยั้งการทำงานของ singlet oxygen โดยการเปลี่ยน singlet oxygen ($^1O_2\cdot$) ให้อยู่ในรูป triplet oxygen ($^3O_2$) และปล่อยพลังงานที่ได้รับออกไปในรูปความร้อน สารที่ออกฤทธิ์ผ่านกลไกนี้ เช่น carotenoids โดย carotenoids 1 โมเลกุล สามารถทำปฏิกิริยากับ singlet oxygen ได้ 1,000 โมเลกุล

2.17.4.3 Metal chelating

โลหะหนัก เช่น Fe^{2+}/Fe^{3+} และ Cu^{2+} มีผลเร่งให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในร่างกาย ซึ่งโลหะหนักดังกล่าวจะไปเร่งการเกิดอนุมูลอิสระหลายประเภทเช่น peroxyl radical, hydroxyl radical และ alkyl radical รวมถึง singlet oxygen ดังนั้นการที่มีสารไปจับกับโลหะหนักเหล่านี้จะช่วยชะลอการเกิดอนุมูลอิสระในร่างกายได้ สารที่ออกฤทธิ์ผ่านกลไกนี้ได้แก่ flavonoids, phosphoric acid, citric acid และ ascorbic acid เป็นต้น

2.17.4.4 ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระ (enzyme inhibitor)

สารประกอบ phenolics บางชนิด เช่น flavonoids, phenolic acid และ gallates สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ lipoxygenase โดยสามารถเข้าจับกับไอออนของเหล็กซึ่งเป็น cofactor ส่งผลให้เอนไซม์ดังกล่าวไม่สามารถทำงานได้

2.18 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Sreeramulu และคณะ (2000) พบว่าคอมบูชาสามารถยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค *Staphylococcus aureus*, *Shigella sonnei*, *Escherichia coli*, *Aeromonas hydrophila*, *Yersinia enterolitica*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter cloacae*, *Staphylococcus epidermidis*, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella enteritidis*,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Salmonella Typhimurium, *Bacillus cereus*, *Helicobacter pylori* และ *Listeria monocytogenes*

Kaewkod และคณะ (2019) ศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคของคอมบูชาจากชาเขียว ชาอู่หลง และชาดำ โดยทำการหมักชาเป็นเวลาทั้งหมด 15 วัน จากนั้นนำคอมบูชาทั้งหมด 3 ชนิด มาปรับค่าพีเอชให้มีค่าเป็นกลาง ให้ความร้อนโดยการต้ม (ที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที) และคอมบูชาที่ผ่านการให้ความร้อนโดยใช้เครื่อง autoclave (ที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที) วิเคราะห์ฤทธิ์ทางชีวภาพโดยทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคในคอมบูชา ใช้เชื้อทดสอบเป็นแบคทีเรียก่อโรค ได้แก่ *Escherichia coli*, E.coli O157 : H7 DMST 12743, *Shigella dysenteriae* DMST 1511, *Salmonella Typhi* DMST 22842 และ *Vibrio cholera* พบว่าคอมบูชาจากชาเขียว ชาอู่หลง และชาดำที่ปรับค่าพีเอชเป็นกลางไม่มีฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรคทั้ง 5 ชนิด และคอมบูชาจาก ชาเขียว ชาอู่หลง และชาดำที่ผ่านการให้ความร้อนโดยการต้ม มีปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ 10.93, 11.61 และ 15.67 กรัมต่อลิตร และเมื่อให้ความร้อนด้วยเครื่อง autoclave พบว่าปริมาณกรดทั้งหมดลดลง โดยมีค่าเท่ากับ 8.12, 9.16 และ 12.16 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งพบว่า คอมบูชาที่ให้ความร้อนด้วยการต้มมีปริมาณกรดทั้งหมดสูงกว่าคอมบูชาที่ผ่านการ autoclave และเมื่อนำไปทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค คอมบูชาที่ผ่านการให้ความร้อนโดยการต้มมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคมากกว่าคอมบูชาที่ผ่านการให้ความร้อนโดยใช้เครื่อง autoclave

Al-Mohammadi และคณะ (2021) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคในคอมบูชา ทำการเตรียมคอมบูชาทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ เครื่องดื่มหมักคอมบูชา คอมบูชาที่ปรับค่าพีเอชเป็นกลาง คอมบูชาที่ผ่านการให้ความร้อนโดยการต้ม และชาไม่ผ่านการหมัก ทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคในคอมบูชา โดยใช้วิธี agar well diffusion จากการศึกษาพบว่าเครื่องดื่มหมักคอมบูชามีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรค ได้แก่เชื้อ *Staphylococcus aureus* ATCC6538 (*S. aureus*) และ *Escherichia coli* ATCC11229 (*E. coli*) มากกว่าคอมบูชาที่ปรับค่าพีเอชเป็นกลาง และคอมบูชาที่ผ่านการให้ความร้อนโดยการต้ม และเครื่องดื่มคอมบูชายังสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* และ *E. coli* ในเครื่องดื่มน้ำผลไม้ของอียิปต์ ได้แก่ น้ำแอปเปิ้ล น้ำฝรั่ง น้ำสตรอเบอร์รี่ และน้ำมะเขือเทศ โดยข้อมูลเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าคอมบูชามีแนวโน้มจะเป็นทางเลือกที่ดีในการใช้ป้องกันแบคทีเรียก่อโรค

Monia และคณะ (2013) ศึกษาฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งและฤทธิ์ต้านการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคของคอมบูชา จากการศึกษาพบว่า จากการนำคอมบูชามาทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งโดยทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์โดยวิธี MTT โดยใช้เซลล์มะเร็งในมนุษย์ 2 สายพันธุ์ ได้แก่ A549 (มะเร็งปอด) และ Hep-2 (มะเร็งผิวหนังชั้นนอก) แสดงให้เห็นว่าฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งขึ้นกับปริมาณความเข้มข้นของคอมบูชา นอกจากนี้คอมบูชายังมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้แก่ *Escherichia coli*, *Salmonella enterica serovar typhimurium*, *Micrococcus luteus* และ *Staphylococcus epidermidis* แต่จำเป็นต้องมีการตรวจสอบเพิ่มเติมเพื่อระบุสารประกอบของคอมบูชาที่มีความเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติในฤทธิ์การยับยั้งเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคของคอมบูชา

Sreeramulu และคณะ (2001) ศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในระบบทางเดินอาหารในเครื่องดื่มคอมบูชา จากการศึกษารายงานว่า คอมบูชาสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Shigella sonnei*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* และ *Salmonella Typhimurium* โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างคอมบูชาและสารประกอบในคอมบูชาเป็นเวลาทุกๆ 2 วัน ในระหว่างการหมักคอมบูชาเป็นเวลาทั้งหมด 14 วัน พบว่าระดับกรดอะซิติกและกรดกลูโคนิกมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมัก แต่ไม่สามารถตรวจพบกรดแลคติกและเอทานอล ฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในคอมบูชาจะเกี่ยวข้องกับสารประกอบ รวมทั้งสารแทนนินที่พบอยู่ในคอมบูชามีฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ในคอมบูชามากกว่ากรดอินทรีย์หรือเอนไซม์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการหมักคอมบูชา

จุฑามาศ และคณะ (2563) ศึกษาฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชาจากชาดำที่ระยะเวลาการหมักเป็นเวลา 14 วัน โดยใช้เชื้อทดสอบดังนี้คือ *Bacillus subtilis*, *B. cereus*, *Salmonella* sp., *Stayphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ด้วยวิธี Agar well diffusion พบว่า วันเริ่มต้นของการหมักคอมบูชามีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *B. subtilis*, *B. cereus* โดยมีค่าดัชนีการยับยั้งแบคทีเรีย (Antibacterial index, AI) เท่ากับ 0.16±0.19 และ 0.83±0.33 ตามลำดับ และไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *Salmonella* sp., *S. aureus* และ *E. coli* ฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียของตัวอย่างคอมบูชาจากระยะเวลาการหมักในวันที่ 14 ของการหมักพบว่า คอมบูชามีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการหมักนานขึ้น โดยตัวอย่างคอมบูชาในวันที่ 14 ของการหมักมีฤทธิ์ยับยั้งได้มากที่สุด มีค่าดัชนีการยับยั้งแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* 0.73±0.18, *B. cereus* มีค่าเท่ากับ 1.30±0.24, *Salmonella* sp. มีค่าเท่ากับ 1.20±0.53 และ *Stayphylococcus aureus* มีค่าเท่ากับ 1.91±0.28 แต่คอมบูชาในวันที่ 14 ไม่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Escherichia coli* ทั้งนี้เนื่องจากคอมบูชามีกรดอินทรีย์โดยเฉพาะกรดอะซิติกที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคได้

Al-Mohammadi และคณะ (2021) ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี (กรดอินทรีย์ ได้แก่ อะซิติก, ทาร์ทาริก, ซิตริก; น้ำตาล ได้แก่ ซูโครส, กลูโคส, ฟรุกโตส; ความเป็นกรดทั้งหมด, ปริมาณแอลกอฮอล์, pH และสารประกอบต่างๆ) ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค และทดสอบทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชาจากชาดำ พบว่าปริมาณโพลีฟีนอลและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มคอมบูชามีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชาดำที่ไม่ผ่านการหมัก และมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคของเครื่องดื่มคอมบูชา ได้แก่ เชื้อ *Candida krusei* CCM 8271, *Candida glabrata* CCM 8270, *Candida albicans* CCM 8186,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Candida tropicalis CCM 8223, *Haemophilus influenzae* CCM 4454 และ *Escherichia coli* CCM 3954

Hsieh และคณะ (2021) ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มคอมบูชาที่ได้จากชาเขียว ชาดำ และชาผู่เอ๋อร์ รายงานว่าคอมบูชาเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพใช้เวลาหมัก 2 สัปดาห์ นอกจากคอมบูชาจะมีประโยชน์โดยการเป็นเครื่องดื่มที่มีโปรไบโอติก น้ำตาลต่ำ มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง และได้ประโยชน์จากชาที่ใช้ในการเตรียม ศึกษาคอมบูชาโดยใช้ชาทั้งหมด 3 ประเภท ได้แก่ ชาเขียว ชาผู่เอ๋อร์ และชาดำ และทำการวิเคราะห์ตัวอย่างคอมบูชา ด้ายสารประกอบทางเคมีในคอมบูชา และกิจกรรมด้านการต้านอนุมูลอิสระในระหว่างกระบวนการหมัก โดยกำหนดระยะเวลาการหมักสูงสุดที่จะนำมาศึกษาคือ 20 วัน พบว่าชาแต่ละชนิดมีอิทธิพลต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ กระบวนการหมักทำให้ปริมาณโพลีฟีนอลและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น เมื่อเวลาผ่านไปปริมาณปริมาณโพลีฟีนอลและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ

Malbaša และคณะ (2011) ศึกษาอัตราส่วนของหัวเชื้อคอมบูชาต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มคอมบูชา โดยใช้เชื้อที่สามารถคัดแยกได้จากคอมบูชา 3 ตัวอย่าง ได้แก่ (1) เชื้อผสมระหว่างแบคทีเรียอะซิติกและ *Zygosaccharomyces* sp. (SC1) (2) เชื้อผสมระหว่างแบคทีเรียอะซิติกและ *Saccharomyces cerevisiae* (SC2) (3) คอมบูชาแบบดั้งเดิม หมักในชาดำและชาเขียวที่มีน้ำตาลซูโครสความเข้มข้นร้อยละ 7 หมักที่อุณหภูมิ 28 °C เป็นเวลา 10 วัน ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าเครื่องดื่มคอมบูชาที่เตรียมจากชาดำมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดเมื่อหมักโดยใช้หัวเชื้อผสมระหว่างแบคทีเรียอะซิติกและ *Zygosaccharomyces* sp. (SC1) แต่คอมบูชาที่เตรียมจากชาเขียวมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดเมื่อหมักกับคอมบูชาแบบดั้งเดิม ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันอาจจะเกิดจากองค์ประกอบที่แตกต่างกันของชนิดชา ทำให้การผลิตวิตามินซีและกรดอินทรีย์ทั้งหมดแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 เชื้อจุลินทรีย์

3.1.1. *Saccharomyces boulardii* KMITL 001

3.1.2. *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 แยกได้จากกระบวนการหมักคอมบูชา (ปิยะวรรณ และคณะ, 2019)

3.1.3. *Escherichia coli* ATCC 25922

3.1.4. *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27859

3.1.5. *Micrococcus luteus* TISTR 1918

3.1.6. *Staphylococcus aureus* TISTR 118

3.2 วัตถุดิบ

3.2.1 ชาอู่หลง (ตราสามม้า เบอร์ 1)

3.2.2 น้ำตาลซูโครส (น้ำตาลอ้อย ตรามิตรผล)

3.3 อุปกรณ์และสารเคมี

3.3.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ

3.3.1.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ GYC agar (Glucose Yeast extract Calcium carbonate Agar)

3.3.1.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ Acidified PDA (Acidified Potato Dextrose Agar)

3.3.1.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar (NA)

3.3.1.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ Mueller Hinton Agar (MHA)

3.3.1.5 อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count Agar (PCA)

3.3.2 สารเคมี

3.3.2.1 เอบีทีเอส (ABTS; 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6- sulfonic acid) diammonium salt

3.3.2.2 ดีพีพีเอช (DPPH; 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)

3.3.2.3 เอทิลแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ ความเข้มข้นร้อยละ 99.5 (Ethyl Alcohol Absolute)

3.3.2.4 เอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นร้อยละ 70 (70% Ethyl Alcohol)

3.3.2.5 อะลูมิเนียมไตรคลอไรด์ (Aluminium trichloride)

3.3.2.6 โฟลิน-ซิโอแคลทู รีเอเจนต์ (Folin-Ciocalteu reagent)

3.3.2.7 กรดแกลลิก (Gallic acid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.8 กลูโคส (Glucose)

3.3.2.9 เปปโทน (Peptone)

3.3.2.10 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (0.1 M Sodium hydroxide)

3.3.2.11 ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein)

3.3.2.12 กรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid)

3.3.2.13 กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid)

3.3.2.14 โพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต (Potassium persulfate)

3.3.2.15 โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate)

3.3.2.16 โซเดียมไนไตรท์ (Sodium nitrite)

3.3.2.17 กรดอะซิติก (Acetic acid)

3.3.2.18 เควอซิติน (Quercetin)

3.3.2.19 ฟีนอล (Phenol)

3.3.2.20 เมทานอล (Methanol (HPLC grade))

3.3.2.21 น้ำบริสุทธิ์ (Ultrapure Water)

3.3.3 ยาปฏิชีวนะ

3.3.3.1 Clindamycin

3.3.3.2 Gentamycin

3.3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.3.4.1 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร

3.3.4.2 ไมโครปิเปตทิป (Micropipette Tip) ขนาด 200 และ 1000 ไมโครลิตร

3.3.4.3 ขวดพลาสติกฝาเกลียว ขนาด 60 มิลลิลิตร

3.3.4.4 โหลแก้วขนาด 250 500 1000 มิลลิลิตร

3.3.4.5 ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 10 25 100 500 1000 มิลลิลิตร

3.3.4.6 กรวยกรองบุชเนอร์ (Buchner Funnel) ขนาด 47 และ 90 มิลลิเมตร

3.3.4.7 บิวเรต (Burette)

3.3.4.8 ปิเปต (Pipette)

3.3.4.9 คิวเวต (Cuvette-Cuvette)

3.3.4.10 ผ้าขาวบาง

3.3.4.11 ไมโครเพลท 96 หลุม (96-well plate)

3.3.4.12 กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 และ 4 (Filter papers)

3.3.4.13 ไมโครปิเปต (Micro pipette) ขนาด 10-100 20-200 และ 100-1000 ไมโครลิตร

3.3.4.14 เครื่องชั่งน้ำหนักสี่ตำแหน่ง (Sartorius TE214S, Germany)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4.15 ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar air flow) (Telstar Bio two advance, Spain)

3.3.4.16 เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate reader) (Mettler Toledo FLUO Star Omega, United States)

3.3.4.17 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) (Memmert INB500, Germany)

3.3.4.18 เครื่อง Vortex (SI Genie 2, United States)

3.3.4.19 เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) (Hermle Z 383 K, United States)

3.3.4.20 เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (pH meter) (Clean PH200 &PH500, Japan)

3.3.4.21 หม้อนึ่งอัดไอน้ำ (Autoclave) (Tomy High-Pressure Stream Sterilizer ES-315, Japan)

3.3.4.22 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) (Shimadzu UV-1601, Japan)

3.3.4.23 เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ (Gas chromatography) (Shimadzu GC- 2014, Japan)

3.3.4.27 เครื่องตีป่น (Paddle Blender-Stomacher)

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การเตรียมหัวเชื้อคอมบูชาทางการค้า

นำน้ำสะอาดต้มจนเดือด เติมชาอู่หลงตราสามม้า ร้อยละ 1 โดยมวลต่อปริมาตร ในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำถุงชาออก เติมน้ำตาลร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตรและผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน นำน้ำชาที่ได้บรรจุลงในขวดโหลที่ผ่านการฆ่าเชื้อ จากนั้นเติมแผ่นเซลลูโลสจากหัวเชื้อทางการค้าร้อยละ 3 โดยมวลต่อปริมาตร เติมน้ำหมักจากหัวเชื้อทางการค้าร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร ปิดโหลด้วยผ้าขาวบางที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 วัน ใช้เป็นหัวเชื้อคอมบูชาทางการค้า

3.4.2 การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ในหัวเชื้อคอมบูชาทางการค้า

หัวเชื้อคอมบูชาจากชาอู่หลงที่ผ่านการหมักครบ 10 วัน ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ในส่วนของเซลลูโลสของหัวเชื้อคอมบูชา โดยนำเซลลูโลส 25 กรัม ตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ เติมสารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ใส่ลงในถุงตีป่น (ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว) และนำเข้าเครื่องตีป่น (Paddle Blender-Stomacher) จากนั้นเจือจางด้วยสารละลาย เปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ตามระดับความเจือจางตั้งแต่ 10^{-1} ถึง 10^{-7} สำหรับส่วนน้ำของหัวเชื้อคอมบูชาทำการเจือจางด้วยสารละลาย เปบโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ตามระดับความเจือจางตั้งแต่ 10^{-1} ถึง 10^{-7} ตรวจนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วยเทคนิค Spread plate โดยนำตัวอย่างที่ผ่านการเจือจางหยดลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อและกระจายตัวอย่างให้ทั่วผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Acidified PDA (Acidified Potato Dextrose Agar) สำหรับการตรวจนับยีสต์ อาหารเลี้ยงเชื้อ GYC agar (Glucose Yeast extract Calcium Carbonate Agar) สำหรับการตรวจนับแบคทีเรียอะซิติก นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ตรวจนับจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตของจุลินทรีย์ โดยผลที่ได้จะแสดงในหน่วยของ Log CFU/mL

3.4.3 การเตรียมหัวเชื้อยีสต์ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001

นำเชื้อ *S. boulardii* ซึ่งอยู่ในรูปแบบผงของยา Bioflor 0.25 กรัม ละลายในอาหารเหลว YPD (Yeast extract Peptone Dextrose) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปริมาณ 100 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปแยกเชื้อยีสต์ให้ได้โคโลนีเดี่ยวบนอาหารแข็ง Acidified PDA โดยใช้เทคนิค Spread plate นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จนได้โคโลนีเดี่ยว นำโคโลนีเดี่ยวเก็บลงในอาหารเอียง YPD agar จากนั้นนำเชื้อยีสต์ลงในอาหารน้ำชาที่มีความเข้มข้นซูโครสร้อยละ 10 น้ำหนักต่อปริมาตร ปริมาตร 150 มิลลิลิตร บ่มในสภาวะเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ให้มีค่าเท่ากับ 1.0 (1.0±0.02) จากนั้นตรวจนับปริมาณเชื้อยีสต์ด้วยเทคนิค Spread plate โดยนำตัวอย่าง 0.1 มิลลิลิตร ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Acidified PDA และกระจายตัวอย่างให้ทั่วผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน ตรวจนับจำนวนยีสต์แสดงในหน่วยของ Log CFU/mL

3.4.5 การเตรียมหัวเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ 605

นำเชื้อ *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 เพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ GYC agar บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน ถ่ายลงในอาหารน้ำชาที่มีความเข้มข้นซูโครสร้อยละ 10 น้ำหนักต่อปริมาตร ปริมาตร 150 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง วัดค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ให้มีค่า 1.0 (1.0±0.02) นำมาใช้เป็นหัวเชื้อในการหมักคอมบูชา จากนั้นตรวจนับปริมาณเชื้อแบคทีเรียด้วยเทคนิค Spread plate โดยนำตัวอย่าง 0.1 มิลลิลิตร ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ GYC agar และกระจายตัวอย่างให้ทั่วผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน ตรวจนับจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตของแบคทีเรียแสดงในหน่วยของ Log CFU/mL

3.4.6 กระบวนการหมักคอมบูชาด้วยเชื้อผสมของ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 และ *Acetobacter pasteurianus* AJ 605

3.4.6.1 การเตรียมอาหารสำหรับหมักคอมบูชา

นำน้ำสะอาดต้มจนเดือด เติมชาอู่หลง ร้อยละ 1 โดยมวลต่อปริมาตร ในน้ำเดือด เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำถุงชาออก เติมน้ำตาลร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตรและผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน(พาสเจอร์ไรซ์) นำน้ำชาหวานที่ได้ บรรจุลงในขวดโหลที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ ก่อนจะนำไปถ่ายหัวเชื้อบริสุทธิ์ด้วยอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6.2 กระบวนการหมักคอมบูชาด้วยเชื้อผสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

หมักชาอู่หลงที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วด้วยอัตราส่วนเชื้อ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 ต่อ *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 เท่ากับ 8:2 6:4 5:5 โดยใช้หัวเชื้อผสมร้อยละ 10 โดยปริมาตรของน้ำชา หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน เก็บตัวอย่างวิเคราะห์ในวันที่ 0 7 10 และ 14 โดยจะวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางจุลินทรีย์ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และกิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ

การดำเนินการทั้งหมดจะใช้เทคนิคปลอดเชื้อเพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการถ่ายหัวเชื้อ ปิดฝาขวดโหลด้วยผ้าขาวบางที่ผ่านการฆ่าเชื้อให้สนิท นำขวดหมักบ่มที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส)

อัตราส่วนหัวเชื้อระหว่างยีสต์ และแบคทีเรียอะซิติก ในการหมักคอมบูชาแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนผสมของเชื้อแบคทีเรียอะซิติกและยีสต์ (ร้อยละโดย ปริมาตร) ในกระบวนการหมักคอมบูชา หมักที่อุณหภูมิห้อง

ชุดการทดลอง	อัตราส่วนผสมของเชื้อยีสต์และเชื้อแบคทีเรียอะซิติก	
	ร้อยละของ *Saccharomyces Boulardii* KMITL 001	ร้อยละของ *Acetobacter pasteurianus* AJ 605
ชุดการทดลองที่ 1	8	2
ชุดการทดลองที่ 2	6	4
ชุดการทดลองที่ 3	5	5
ชุดควบคุม	หัวเชื้อคอมบูชาทางการค้า (SCOBY) ใส่แผ่นเซลลูโลส 3%, น้ำหมัก 10%	

3.4.7 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของคอมบูชาในระหว่างกระบวนการหมัก

เก็บตัวอย่างในวันที่ 0 7 10 และ 14 ปริมาณ 40 มิลลิลิตร จากนั้นปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 9,000 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นำเฉพาะส่วนใส (supernatant) วิเคราะห์คุณภาพ ดังต่อไปนี้

3.4.7.1 ตรวจสอบความเป็นกรด-ด่างโดยใช้ pH-meter

โดยใช้เครื่อง Benchtop pH meter (Mettler-Toledo)

3.4.7.2 วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) (AOAC ,2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.7.2.1 ขั้นตอนการทำ standardize สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

อบแห้งสารมาตรฐานโปตัสเซียมพาทาเลต ($KHC_8H_8O_4$, Mw = 204.229 g/mol) โดยอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น นำสารมาตรฐานโปตัสเซียมพาทาเลต 0.1500 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร หยดฟีนอฟทาลีนร้อยละ 1 โดยมวลต่อปริมาตรลงไปในสารมาตรฐานโปตัสเซียมพาทาเลต 2 หยด จากนั้นไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH , Mw = 40 g/mol) 0.1 M จนเกิดการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลายจากสีใสเป็นสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ เพื่อนำไปคำนวณหาความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์} = \frac{\text{กรัมของ } KHC_8H_8O_4 \times 1000}{\text{ปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรต} \times \text{มวลโมเลกุล } KHC_8H_8O_4}$$

3.4.7.2.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก)

นำตัวอย่างคอมบูชา 10 มิลลิลิตรผสมกับน้ำปลอดคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 90 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ 250 มิลลิลิตร และหยดสารละลายฟีนอฟทาลีน 3 หยด ไทเทรตด้วยสารละลาย 0.1 M NaOH จนได้สีชมพูอ่อน บันทึกปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติก ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติก (ร้อยละ)} = \frac{C \times V \times M.W \times 100}{1000 \times \text{ปริมาตรของสารตัวอย่าง}}$$

โดยที่ C = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน NaOH (โมลต่อลิตร)

V = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต (มิลลิลิตร)

M.W. = มวลโมเลกุลของกรดอะซิติก มีค่าเท่ากับ 60.05 กรัม

3.4.7.3 วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดด้วยวิธี Phenol sulfuric

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

3.4.7.3.1 ขั้นตอนการเตรียมกราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส

อบน้ำตาลกลูโคสในตู้อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นจนน้ำตาลกลูโคสเย็นลง เตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคสความเข้มข้น 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยชั่งสาร 0.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร นำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 0 20 40 60 80 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปิเปตสารละลายกลูโคสแต่ละความเข้มข้นใส่หลอดทดลอง โดยใช้ความเข้มข้นละ 1 มิลลิลิตร เติมสารละลายฟีนอลร้อยละ 5 โดยมวลต่อปริมาตรหลอดละ 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน จากนั้นเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดซัลฟูริกความเข้มข้นร้อยละ 98 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที ผสมให้สารละลายให้เข้ากัน ทำ blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนความเข้มข้นของสารละลายกลูโคส ก่อนทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐาน

3.4.7.3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในคอมบูชา

วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของตัวอย่างคอมบูชา โดยดูดตัวอย่างคอมบูชา 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายฟีนอลร้อยละ 5 โดยมวลต่อปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้าด้วยกัน จากนั้นเติมกรดซัลฟูริกความเข้มข้นร้อยละ 98 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที ผสมสารละลายให้เข้ากัน ทำ blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่างคอมบูชา ก่อนทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร บันทึกค่าที่ได้ คำนวณค่าโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส เพื่อหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

3.4.7.4 วิเคราะห์ปริมาณเอทานอลด้วยเครื่อง Gas Chromatography (GC)

3.4.7.4.1 สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ของตัวอย่างคอมบูชา

1.1 Inlet

1.1.1 Inlet mode: Split

1.1.2 Inlet Temperature: 150 °C

1.1.3 Pressure: 87.1 kPa

1.1.4 Split ratio: 100 : 1

1.1.5 Split flow: 3 mL/min

1.1.6 Total flow: 244.1 mL/min

1.1.7 Carrier gas: Helium gas

1.2 Column: Capillary column (DB-1) 5 μm, 30.0 m × 0.32 mm.ID

1.2.1 Oven temperature: 60 °C

1.2.2 Column mode: Constant flow

1.2.3 Initial flow: 0.5 mL/min

1.3 Detector

1.3.1 Detector temperature: 180 °C

1.3.2 Hydrogen flow: 30.0 mL/min

1.3.3 Air flow: 350.0 mL/min

1.3.4 Make up gas: Nitrogen gas

1.3.5 Make up flow: 35.0 mL/min

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.7.4.2 ขั้นตอนการเตรียมกราฟมาตรฐานเอทานอล

โดยใช้เอทานอลบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 เจือจางให้มีความเข้มข้นร้อยละ 2 4 6 8 และ 10 ผสมสารละลายเอทานอลแต่ละความเข้มข้นกับสารละลายมาตรฐานโพรพานอลที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร (500 ไมโครลิตร ต่อ 500 ไมโครลิตร) ใส่ลงในขวด vial ขนาดเล็ก นำไปวิเคราะห์โดยเครื่อง Gas chromatography บันทึกค่าที่ได้มาสร้างเป็นกราฟมาตรฐานเอทานอล

3.4.7.4.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณเอทานอล

ผสมตัวอย่างคอมบูชากับสารละลายมาตรฐานโพรพานอลความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร (500 ไมโครลิตร ต่อ 500 ไมโครลิตร) ใส่ลงในขวด vial ขนาดเล็ก นำไปวิเคราะห์โดยเครื่อง Gas chromatography บันทึกค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานเอทานอลเพื่อหาปริมาณเอทานอลในตัวอย่าง

3.4.7.5 การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกโดยวิธี Folin-Ciocalteua

3.4.7.5.1 ขั้นตอนการเตรียมกราฟมาตรฐานละลายกรดแกลลิก

นำกรดแกลลิกมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 50 100 150 200 250 300 350 400 450 และ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร หยดสารละลายมาตรฐานแกลลิกแต่ละความเข้มข้นลงในไมโครเพลต 20 ไมโครลิตร เติมสารละลาย Folin-Ciocalteua phenol reagent ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเติมโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 7.5 ปริมาตร 80 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร ด้วยเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate reader) บันทึกค่าที่ได้มาสร้างเป็นกราฟมาตรฐานสารละลายกรดแกลลิก

3.4.7.5.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

หยดตัวอย่างคอมบูชาลงในไมโครเพลต 20 ไมโครลิตร เติมสารละลาย Folin-Ciocalteaua phenol reagent ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ตั้งไว้ที่มืดเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเติมโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 7.5 ปริมาตร 80 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที เตรียม blank ของตัวอย่างโดยการใช้ตัวอย่างหยดลงในไมโครเพลต 20 ไมโครลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 180 ไมโครลิตร นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร โดยเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate reader) บันทึกค่าที่ได้ และนำมาคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานสารละลายกรดแกลลิก

3.4.8 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

โดยวัดในรูปกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ด้วยใช้วิธี DPPH radical scavenging activity (ดัดแปลงจาก Blosis, 1958) โดยผสมตัวอย่างคอมบูชาปริมาตร 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครลิตรกับ DPPH ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ที่ละลายในเอทานอลปริมาตร 100 ไมโครลิตร บ่มในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที และวัดการลดลงของอนุมูลอิสระ DPPH ด้วยเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate reader) ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร วัดการเปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสง คำนวณค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระตามสมการ ดังต่อไปนี้

กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ (ร้อยละ) = [(A control – A sample)/A control] x 100

โดยที่ A sample = ค่าดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่เติมสารละลาย DPPH

A Blank = ค่าดูดกลืนแสงของตัวอย่างและน้ำกรอง

A control = ค่าดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH ที่ละลายในเอทานอล

3.4.9 การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

ปิเปตตัวอย่างของคอมบูชาที่อัตราส่วนต่างๆและคอมบูชาทางการค้า ในวันที่ 0 7 10 และ 14 ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ จากนั้นทำการเจือจางโดยใช้สารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 เจือจางตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-1} ถึง 10^{-7} ปิเปตตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นมา 0.1 มิลลิลิตร ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ กระจายตัวอย่างให้ทั่วบนผิวหน้าอาหาร โดยใช้เทคนิค Spread plate บนอาหาร Acidified PDA สำหรับตรวจนับจำนวนเชื้อยีสต์และอาหาร GYC สำหรับตรวจนับจำนวนแบคทีเรียอะซิติก จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

3.4.10 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาที่ทำการหมักด้วยเชื้อผสมอัตราส่วนต่างๆ ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาที่มีอายุระหว่าง 18-23 ปี ทดสอบโดยการให้คะแนนทางประสาทสัมผัสในด้านความใส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale มีคะแนนอยู่ที่ 1-9

โดย 1 = ไม่ชอบเลย

2 = ไม่ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

5 = เฉยๆ

6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

9 = ชอบมากที่สุด

จากการทดสอบคุณภาพทางเคมี ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่เหลือรอดรวมทั้งการทดสอบทางประสาทสัมผัสในคอมบูชาที่ได้จากการหมัก คัดเลือกอัตราส่วนเชื้อที่ทำให้คอมบูชาที่ได้มีปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติกเหลือรอดสูง และผู้บริโภคยอมรับในรสชาติ มาใช้ในการศึกษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.11 ทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคด้วยวิธี Agar well diffusion

3.4.11.1 การเตรียมแบคทีเรียที่ใช้ในการทดสอบ

ถ่ายเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ ได้แก่ *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Micrococcus luteus* ลงในอาหาร Nutrient Broth (NB) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำเชื้อแบคทีเรียที่เจริญในอาหาร Nutrient Broth มา streak ลงบนอาหาร Nutrient agar บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียที่เจริญบนอาหาร Nutrient agar มาใส่ลงในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้นร้อยละ 0.85 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เพื่อปรับค่าความขุ่นของสารละลายแบคทีเรียให้มีค่าเท่ากับค่า McFarland 0.5 (มีจำนวนเซลล์แขวนลอย 1.5×10^7 เซลล์ต่อมิลลิลิตร)

3.4.11.2 การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคในคอมบูชาโดยวิธีการทำ Agar well diffusion

เตรียมอาหาร Mueller Hinton agar (MHA) ในจานเพาะเชื้อ จากนั้นใช้ไม้พันสำลีที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วจุ่มลงในสารละลายของเชื้อแบคทีเรียที่เตรียมไว้จากข้อ 3.4.11.1 ทา (swab) ให้ทั่วบนผิวหน้าอาหาร Mueller Hinton agar ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ จากนั้นใช้แท่งโลหะกลวง (cork borer) ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 6 มิลลิเมตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเจาะลงบนอาหาร Mueller Hinton agar จำนวน 4 หลุมต่อ 1 จาน หยดตัวอย่างจำนวน 3 ตัวอย่าง คือ คอมบูชาจากที่คัดเลือกได้จากการศึกษาขั้นต้น คอมบูชาจากการใช้หัวเชื้อทางการค้า และน้ำชาที่ไม่ผ่านการหมัก โดยใช้ยาปฏิชีวะ Vancomycin (0.05 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) เป็นตัวควบคุมเชิงบวก (positive control) สำหรับทดสอบแบคทีเรียแกรมบวก หยดลงในหลุมที่เจาะไว้บนจานเพาะเชื้อ และใช้ยาปฏิชีวะ Gentamycin (0.05 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) เป็นตัวควบคุมเชิงบวก (positive control) สำหรับทดสอบแบคทีเรียแกรมลบ โดยตัวอย่างที่นำมาใช้ทดสอบจะต้องนำไปกรองผ่านกระดาษกรองที่มีรูพรุน 0.45 ไมโครเมตร ก่อนหยดลงในหลุมปริมาตร 30 ไมโครลิตร นำไปบ่มเพาะเชื้อแบคทีเรียที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการทดลองเชื้อละ 5 ซ้ำ จากนั้นทำการตรวจผลโดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโซนใสของการยับยั้ง (inhibition zone) ด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier Caliper)

3.4.12 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์; (Completely Randomized Design, CRD) มีจำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) ของชุดการทดลองและวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองด้วย Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเชื้อ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 และ *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 ในการหมักคอมบูชาจากชาอู่หลง

4.1.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 และ *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 ในระหว่างกระบวนการหมัก

ผลการศึกษาปริมาณของเชื้อยีสต์และแบคทีเรียอะซิติกทั้งหมดในหัวเชื้อคอมบูชาทางการค้าซึ่งหมักจากชาอู่หลงที่หมักเป็นระยะเวลา 10 วัน พบว่าในหัวเชื้อคอมบูชาทางการค้ามีปริมาณเชื้อแบคทีเรียมากกว่าเชื้อยีสต์ โดยมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียอะซิติกเฉลี่ยเท่ากับ 6.46 LogCFU/mL และมีเชื้อยีสต์เฉลี่ยเท่ากับ 6.13 LogCFU/mL ซึ่งสอดคล้องกันกับงานวิจัยของ Zhao *et al*., (2018) รายงานว่าคอมบูชาจากชาผู่เออร์ (Pu-erh) มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียอะซิติกมากกว่าเชื้อยีสต์ตลอดระยะเวลาการหมัก

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชา โดยการเตรียมเชื้อยีสต์ *S. boulardii* KMITL 001 และเชื้อแบคทีเรีย *A. pasteurianus* AJ 605 เลี้ยงในน้ำชาอู่หลงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และปรับความเข้มข้นของเซลล์ให้มีค่าการดูดกลืนแสง (OD) เท่ากับ 1.0 ซึ่งจะมีปริมาณเชื้อยีสต์เท่ากับ 8.47 LogCFU/mL และเชื้อแบคทีเรียเท่ากับ 7.38 LogCFU/mL เติมเชื้อยีสต์และแบคทีเรียลงในน้ำชาหวานในอัตราส่วนต่างๆ ได้แก่อัตราส่วนเชื้อ 8Y2B 6Y4B และ 5Y5B หมักเป็นเวลา 14 วัน การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรียและยีสต์แสดงดังรูปที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ

อัตราส่วนผสมที่เติมเชื้อยีสต์ *S. boulardii* KMITL 001 และเชื้อแบคทีเรีย *A. pasteurianus* AJ 605 ในอัตราส่วน 8Y2B 6Y4B และ 5Y5B เมื่อทำการหมักเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดร่วมกันในชาอู่หลง พบว่าเชื้อแบคทีเรียมีการเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีปริมาณสูงสุดในวันที่ 10 มีปริมาณเชื้อเฉลี่ยเท่ากับ 7.39-7.70 LogCFU/mL หลังจากนั้นปริมาณของเชื้อแบคทีเรียอะซิติกจะค่อยๆลดลง แสดงดังตารางที่ 4.1 ขณะที่คอมบูชาทางการค้ามีปริมาณของเชื้อแบคทีเรียอะซิติกเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาในการหมัก ซึ่งงานวิจัยของ Zhao *et al*. (2019) พบว่า ปริมาณเชื้อแบคทีเรียอะซิติกและยีสต์เพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 5-7 จากนั้นปริมาณเชื้อแบคทีเรียอะซิติกและยีสต์จะเริ่มลดลง สำหรับปริมาณยีสต์ในอัตราส่วนเชื้อผสมที่แตกต่างกันจะมีปริมาณค่อยๆลดลงตามระยะเวลาในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมัก โดยในวันที่ 14 มีปริมาณเชื้ออยู่ในช่วง 3.39-3.77 LogCFU/mL แสดงดังตารางที่ 4.2 เนื่องจากการเจริญของแบคทีเรียอะซิติกที่เพิ่มขึ้น แบคทีเรียอะซิติกจะใช้เอทานอลนำมาผลิตกรดอะซิติก ส่งผลให้ค่าพีเอชลดลงมากประกอบกับการลดลงของปริมาณน้ำตาล ทำให้ในสภาวะดังกล่าวไม่เหมาะสมกับการเจริญของยีสต์ (นิสา, 2021)

ตารางที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 ระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชา หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

อัตราส่วนเชื้อยีสต์ต่อเชื้อแบคทีเรีย	ปริมาณแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 (B) (LogCFU/mL)			
	ระยะเวลาการหมัก (วัน)			
	0	7	10	14
8Y2B	$7.11\pm0.03^{A,b}$	$7.22\pm0.12^{A,b}$	$7.39\pm0.03^{B,a}$	$6.29\pm0.12^{C,c}$
6Y4B	$7.06\pm0.04^{A,b}$	$7.05\pm0.06^{A,b}$	$7.57\pm0.10^{AB,a}$	$6.53\pm0.05^{B,c}$
5Y5Y	$7.01\pm0.09^{A,b}$	$7.12\pm0.11^{A,b}$	$7.70\pm0.06^{A,a}$	$6.59\pm0.03^{AB,c}$
หัวเชื้อทางการค้า	$4.71\pm0.06^{B,c}$	$5.68\pm0.14^{B,b}$	$6.51\pm0.17^{C,a}$	$6.59\pm0.03^{A,a}$

หมายเหตุ

- แสดงปริมาณแบคทีเรีย ในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

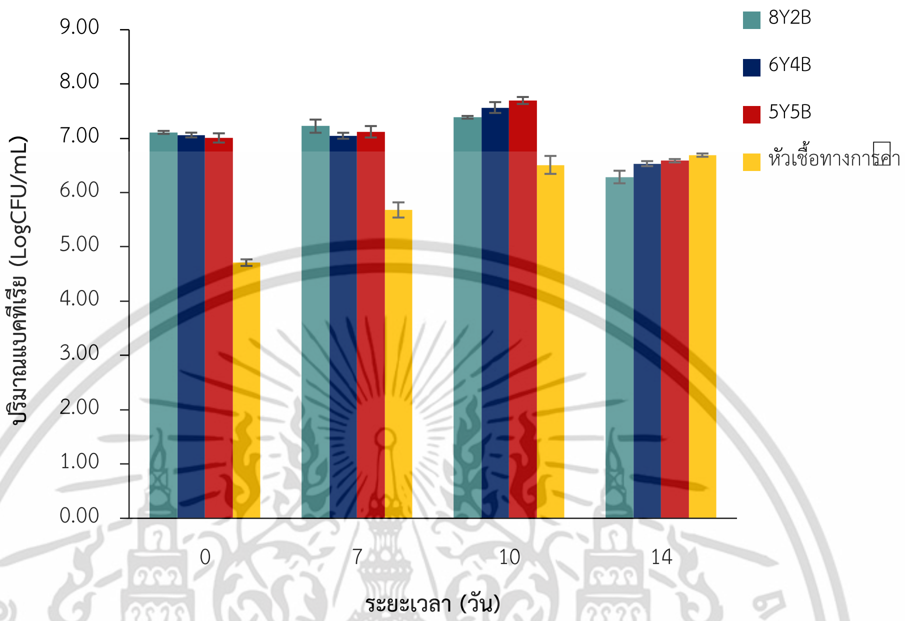
- ^{abcd} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

-^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เมื่อค่าพีเอชของคอมบูชาต่ำ (มีค่าพีเอช 2.96-3.09) ทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อยีสต์ *S. boulardii* ซึ่ง อรุณชาญชัย. (2555) รายงานว่า ค่าพีเอชที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของเชื้อยีสต์ *S. boulardii* เท่ากับ 4.5-6.5 ในขณะที่คอมบูชาทางการค้ามีปริมาณของเชื้อยีสต์เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาในการหมักเช่นเดียวกันกับเชื้อแบคทีเรียอะซิติก เนื่องจากการดำเนินของกิจกรรมการหมักของเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ จะเป็นแบบพึ่งพาอาศัยกัน ในลักษณะเอื้อประโยชน์ต่อกันหรือเรียกว่า stable symbiosis กิจกรรมการหมักในระยะแรกยีสต์จะทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซูโครสให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวคือ กลูโคสและฟรุกโตส จากนั้นจะเปลี่ยนน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวให้เป็นแอลกอฮอล์ ทำให้สภาวะดังกล่าวมีความเหมาะสมในการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียอะซิติก (พรรัตน์ ., 2007)



รูปที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 ระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชา หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

ตารางที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงของยีสต์ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 และคอมบูชาทางการค้าจากชาอู่หลง หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

อัตราส่วนเชื้อยีสต์ต่อเชื้อแบคทีเรีย	การเปลี่ยนแปลงของเชื้อยีสต์ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 (Y) (LogCFU/mL)			
	ระยะเวลาการหมัก (วัน)			
	0	7	10	14
8Y2B	5.85 ±0.06^{B,d}	5.25 ±0.10^{A,c}	4.42±0.18^{B,b}	3.77±0.10^{B,a}
6Y4B	5.59 ±0.08^{C,d}	5.25±0.13^{A,c}	4.40±0.05^{B,b}	3.45±0.04^{C,a}
5Y5B	6.03 ±0.08^{A,d}	5.08±0.06^{B,c}	4.20±0.03^{C,b}	3.39±0.11^{C,a}
หัวเชื้อทางการค้า	5.16 ±0.02^{D,d}	5.49±0.16^{C,c}	6.12±0.08^{A,b}	6.44±0.07^{A,a}

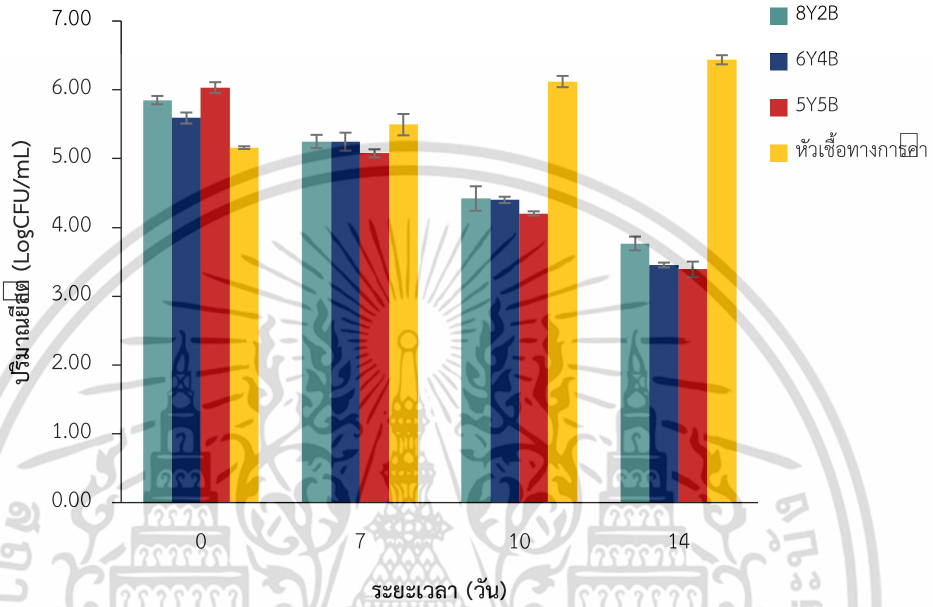
หมายเหตุ

- แสดงปริมาณยีสต์ ในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [abcd] : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

-[ABCD] : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 ระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชา หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

4.1.2 ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชาด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกัน

4.1.2.1 ค่าพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก)

จากการหมักคอมบูชาจากชาอู่หลงด้วยใช้เชื้อยีสต์ S. *boulardii* KMITL 001 และเชื้อแบคทีเรีย *A. pasteurianus* AJ 605 ด้วยอัตราส่วน 8Y2B 6Y4B และ 5Y5Y รวมทั้งหัวเชื้อคอมบูชาทางการค้า พบว่า คอมบูชาทุกอัตราส่วนมีค่าพีเอชลดลงตามระยะเวลาในการหมัก ค่าพีเอชเริ่มต้นของคอมบูชาที่หมักด้วยเชื้อบริสุทธิ์อัตราส่วนต่างๆ มีค่าอยู่ในช่วง 6.29-6.45 ขณะที่คอมบูชาที่หมักด้วยหัวเชื้อทางการค้ามีพีเอชเริ่มต้น 3.58±0.03 ซึ่งต่ำกว่าการหมักด้วยเชื้อบริสุทธิ์ อาจจะเนื่องมาจากการเตรียมหัวเชื้อคอมบูชาทางการค้าจะหมักนาน 10 วัน ทำให้หัวเชื้อคอมบูชาทางการค้ามีปริมาณกรดทั้งหมดสูง และมีค่าพีเอชต่ำ (3.58±0.03) กว่าหัวเชื้อบริสุทธิ์ เมื่อระยะเวลาในการหมักคอมบูชาเพิ่มขึ้น ค่าพีเอชของคอมบูชาที่หมักด้วยเชื้อบริสุทธิ์อัตราส่วนต่างๆจะลดลง ในวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุดท้ายของการหมัก (14 วัน) มีพีเอชอยู่ในช่วง 2.96-2.99 ใกล้เคียงกับพีเอชของคอมบูชาที่หมักด้วยหัวเชื้อคอมบูชาทางการค้า เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ในวันที่ 14 คอมบูชาที่หมักด้วยอัตราส่วนเชื้อ 8Y2B มีค่าพีเอชต่ำที่สุด2.96±0.00 ซึ่งแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) กับคอมบูชาที่หมักด้วยอัตราส่วน 6Y4B 5Y5Y และคอมบูชาทางการค้า แสดงดังตารางที่ 4.3 คอมบูชามีพีเอชลดลง และปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นเนื่องจากระหว่างกระบวนการหมัก ยีสต์และแบคทีเรียทำงานร่วมกัน จะสามารถผลิตกรดอินทรีย์ได้หลากหลายชนิด ได้แก่ กรดกลูโคโรนิก กรดอะซิติก เป็นต้น ปริมาณกรดอินทรีย์มีค่าสูงขึ้นตลอดระยะเวลาของการหมัก จะส่งผลให้ค่าพีเอชของคอมบูชาลดลง (Chen and Liu, 2000)

ตารางที่ 4.3 ค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

อัตราส่วนเชื้อยีสต์ต่อเชื้อแบคทีเรีย	ค่าพีเอช			
	ระยะเวลาการหมัก (วัน)			
	0	7	10	14
8Y2B	$6.29\pm0.05^{B,a}$	$3.06\pm0.02^{B,b}$	$3.00\pm0.01^{B,c}$	$2.96\pm0.00^{B,c}$
6Y4B	$6.290\pm.03^{B,a}$	$3.02\pm0.02^{C,a}$	$2.99\pm0.01^{B,ab}$	$2.98\pm0.01^{A,c}$
5Y5Y	$6.45\pm0.04^{A,a}$	$3.02\pm0.01^{C,b}$	$3.00\pm0.00^{B,b}$	$2.99\pm0.01^{A,b}$
หัวเชื้อทางการค้า	$3.58\pm0.03^{C,a}$	$3.20\pm0.01^{A,b}$	$3.08\pm0.01^{A,c}$	$2.99\pm0.01^{A,d}$

หมายเหตุ

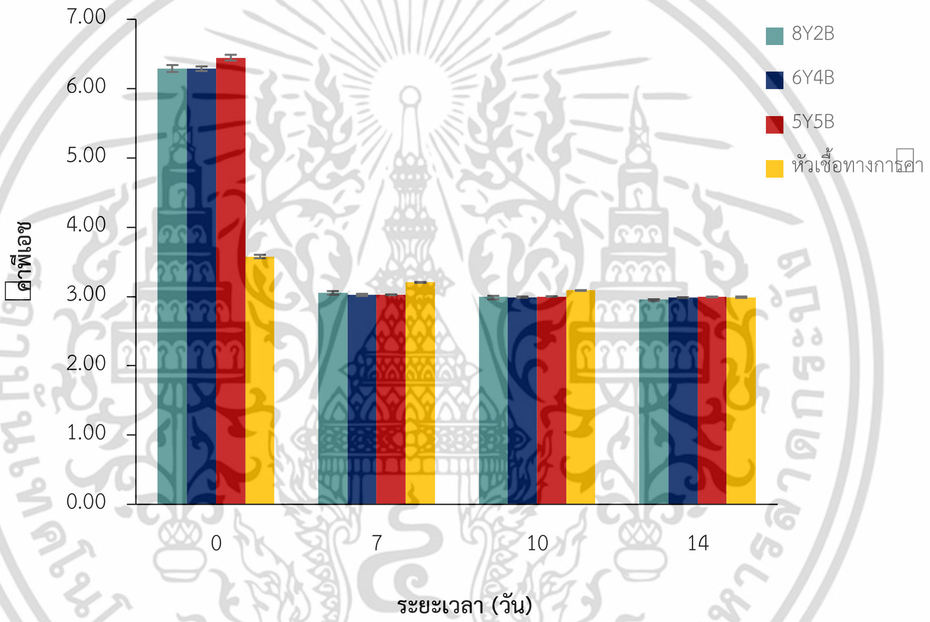
- แสดงค่าพีเอช ในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

- ^{abcd} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

-^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดอะซิติก) ในคอมบูชาหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้ามีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการหมัก สอดคล้องกันกับค่าพีเอชที่ลดลง โดยในวันสุดท้ายของการหมัก คอมบูชาหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อ 8Y2B 6Y4B และ 5Y5B มีปริมาณกรดร้อยละ 1.06±0.03 1.05±0.03 และ 1.05±0.02 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า มีปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.64±0.01 แสดงดังตารางที่ 4.4 ซึ่งปริมาณกรดทั้งหมดเกิดจากความสามารถในการผลิตกรดของแบคทีเรีย *A. pasteurianus* ได้สูง (ปิยะวรรณ, 2562) สอดคล้องกันกับการทดลองของ Gomes *et al*., (2018) ได้ศึกษาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดอะซิติกของคอมบูชาจากชาอู่หลง พบว่า เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น ค่าพีเอชของคอมบูชาจะลดลงและแปรผกผันกับปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ที่เพิ่มขึ้น



รูปที่ 4.3 ค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย S. *boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

จากผลการศึกษาพบว่า ค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดอะซิติก) ระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชาด้วยเชื้อผสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน รวมทั้งคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า พบว่า มีค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดอะซิติก) เป็นไปทิศทางเดียวกันคือ ค่าพีเอชจะมีค่าลดลง ขณะเดียวกันปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดอะซิติก) จะเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาในการหมัก 14 วัน สอดคล้องกับ Dickman *et al*., (2017) รายงานว่า คอมบูชาเป็นเครื่องดื่มที่มีรสชาติเปรี้ยว ซึ่งรสชาติเปรี้ยวจะเกิดขึ้นจากกระบวนการหมักระหว่างเชื้อยีสต์และเชื้อแบคทีเรียอะซิติกที่เรียกว่า SCOBY (Symbiotic Community of Bacteria and Yeast) โดยกรดอะซิติกเป็นกรดอินทรีย์หลักที่พบในคอมบูชา ซึ่งแบคทีเรียที่สร้างกรดอะซิติก ได้แก่ *Acetobacter*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวนเวลาหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

aceti, A. xylinum และ *A. pasteurianus* มีผลทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติกเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการหมัก (Skocinska *et al.,* 2017)

จากงานวิจัยของ Vina *et al*., (2013) พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการหมักคอมบูชา เช่น ระยะเวลาการหมัก อุณหภูมิ และความเข้มข้นของซูโครส จะเป็นตัวกำหนดความเข้มข้นสุดท้ายของกรดอินทรีย์ที่พบในคอมบูชา กรดอินทรีย์ที่ผลิตขึ้นในระหว่างกระบวนการหมักนี้ทำให้ค่าพีเอชของคอมบูชาลดลง ซึ่งมีผลทำให้ลดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคต่างๆได้ ส่งผลให้คอมบูชาเป็นเครื่องดื่มที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภค (Watawana et al., 2015)

ตารางที่ 4.4 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้าหมัก ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

อัตราส่วนเชื้อยีสต์ต่อเชื้อแบคทีเรีย	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดอะซิติก)			
	ระยะเวลาการหมัก (วัน)			
	0	7	10	14
8Y2B	0.01±0.00^{B,d}	0.63±0.07^{C,c}	0.95±0.07^{B,b}	1.06±0.00^{A,a}
6Y4B	0.01±0.00 ^{B,c}	0.80±0.04^{A,b}	1.03±0.01^{A,a}	1.05±0.03^{A,a}
5Y5Y	0.02±0.00^{B,d}	0.88±0.01^{A,c}	0.99±0.01^{AB,b}	1.05±0.02^{A,a}
หัวเชื้อทางการค้า	0.04±0.01^{A,d}	0.16±0.05^{B,c}	0.412±0.02 ^{C,b}	0.64±0.01^{B,a}

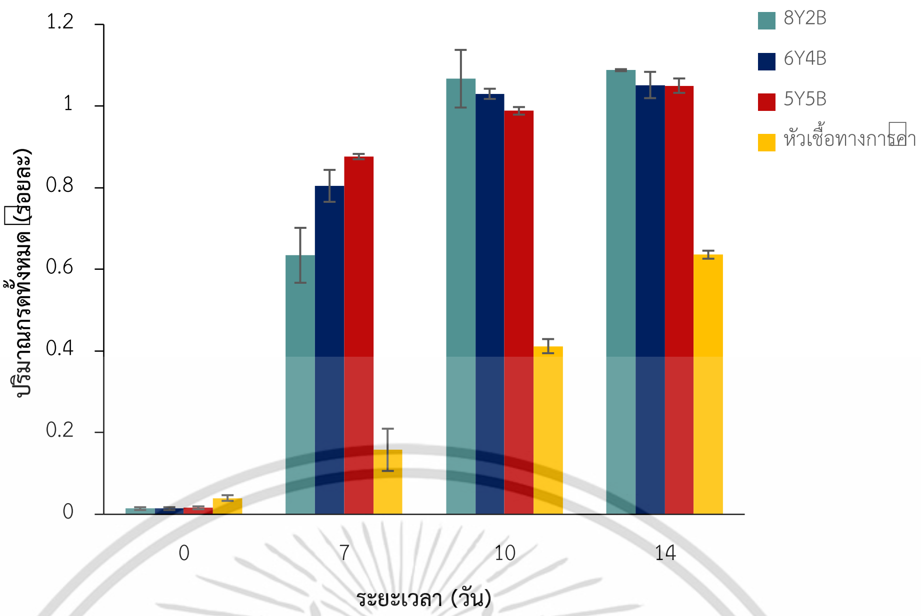
หมายเหตุ

- แสดงปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

- ^{abcd} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

- ^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

4.1.2.2 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และปริมาณแอลกอฮอล์

จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาหมักด้วยเชื้อ *S. boulardii* KMITL 001 จากงานวิจัยของ Vīna *et al.*, (2013) พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการหมักคอมบูชา เช่น ระยะเวลาการหมัก อุณหภูมิ และความเข้มข้นของซูโครส จะเป็นตัวกำหนดความเข้มข้นสุดท้ายของกรดอินทรีย์ที่พบในคอมบูชา กรดอินทรีย์ที่ผลิตขึ้นในระหว่างกระบวนการหมักนี้ทำให้ค่าพีเอชของคอมบูชาลดลง ซึ่งมีผลทำให้ลดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคต่างๆได้ ส่งผลให้คอมบูชาเป็นเครื่องดื่มที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภค (Watawana et al., 2015) และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า พบว่า ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในวันแรกอยู่ในช่วง 98.28-101.24 กรัมต่อลิตร การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในกระบวนการหมักในทุกอัตราส่วนเชื้อจะลดลงตลอดระยะเวลาจนถึงวันสุดท้ายของการหมัก แสดงดังรูปที่ 4.5 สอดคล้องกับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น โดยปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่เหลือในวันสุดท้าย (วันที่ 14) ของคอมบูชาหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อ 8Y2B 6Y4B 5Y5Y และคอมบูชา หมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าคอมบูชา หมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเหลือสูงกว่าคอมบูชาหมักด้วยเชื้อบริสุทธิ์ และแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) ขณะที่คอมบูชาหมักด้วยอัตราส่วนเฉลี่ยเชื้อ 8Y2B 6Y4B และ 5Y5Y มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ใกล้เคียงกันและไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.5 มีค่าเท่ากับ 62.11±1.35 61.83±1.04 62.11±0.49 และ 71.00±1.57 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chakravorty *et al.*, (2016) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดระหว่างระยะเวลาการหมักของคอมบูชาจากชาดำ พบว่า ปริมาณน้ำตาลลดลงตลอดระยะเวลาการหมักจนถึงวันสุดท้ายของการหมัก (21 วัน) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลง เนื่องจากจุลินทรีย์กลุ่มยีสต์ใช้น้ำตาลซูโครสเป็นแหล่งคาร์บอนเปลี่ยนเป็นพลังงานและนำไปสร้างแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Kerster *et al.*, 2006)

ตารางที่ 4.5 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

อัตราส่วนเชื้อยีสต์ต่อเชื้อแบคทีเรีย	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)			
	ระยะเวลาการหมัก (วัน)			
	0	7	10	14
8Y2B	$99.16 \pm 1.01^{A,a}$	$80.08 \pm 5.48^{B,b}$	$74.47 \pm 1.85^{B,b}$	$61.22 \pm 1.35^{B,c}$
6Y4B	$98.28 \pm 1.18^{A,a}$	$84.09 \pm 0.27^{B,b}$	$77.80 \pm 2.48^{B,c}$	$61.83 \pm 1.04^{B,d}$
5Y5Y	$100.70 \pm 5.70^{A,a}$	$84.43 \pm 0.41^{B,b}$	$76.63 \pm 0.79^{B,c}$	$62.11 \pm 0.49^{B,d}$
หัวเชื้อทางการค้า	$101.24 \pm 1.87^{A,a}$	$90.87 \pm 1.01^{A,b}$	$84.58 \pm 1.50^{A,c}$	$71.00 \pm 1.57^{A,d}$

หมายเหตุ

- แสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

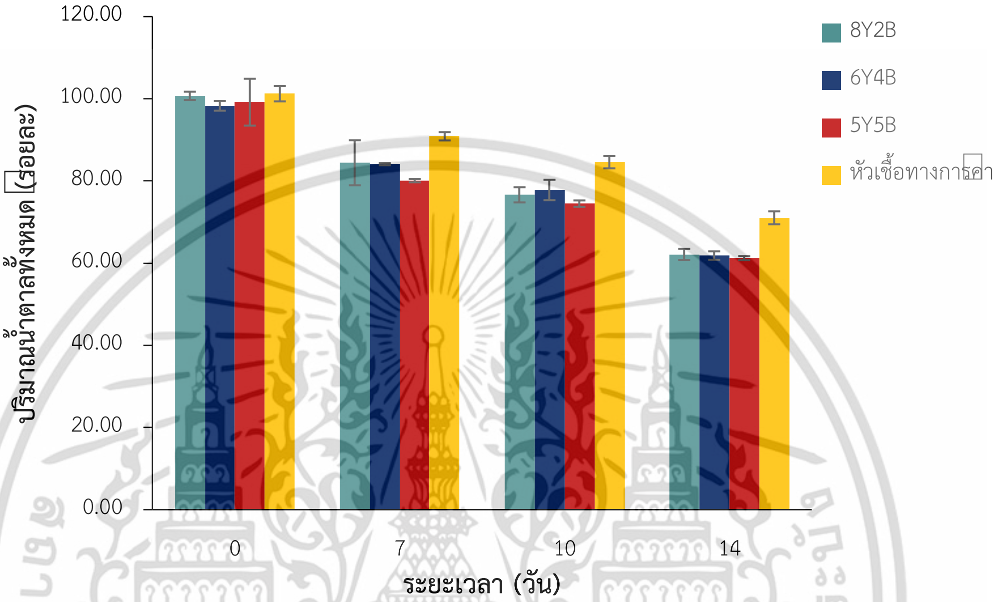
- ^{abcd} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

- ^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สำหรับปริมาณแอลกอฮอล์ในกระบวนการหมักมีค่าเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการหมัก (รูปที่ 4.6) สอดคล้องกันกับปริมาณของน้ำตาลทั้งหมดที่ลดลง เนื่องจากน้ำตาลซูโครสในส่วนประกอบของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชายีสต์และแบคทีเรีย ใช้เป็นแหล่งคาร์บอนสำหรับการเจริญเติบโตจะถูกไฮโดรไลซ์โดยเอนไซม์อินเวอร์เทสจากยีสต์ ได้น้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตสหลังจากนั้นยีสต์จะใช้น้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตสผลิตเอทานอล (Reiss., 1994) ในสภาวะที่มีเอทานอล จะกระตุ้นการเจริญของแบคทีเรียอะซิติกโดยจะเปลี่ยนกลูโคสให้เป็นกรดกลูโคนิค และเปลี่ยนฟรุกโตสให้เป็นกรดอะซิติก ทำให้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลง



รูปที่ 4.5 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

สำหรับปริมาณแอลกอฮอล์ในกระบวนการหมักมีค่าเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการหมัก (รูปที่ 4.6) สอดคล้องกันกับปริมาณของน้ำตาลทั้งหมดที่ลดลง เนื่องจากน้ำตาลซูโครสในส่วนประกอบของคอมบูชายีสต์และแบคทีเรีย ใช้เป็นแหล่งคาร์บอนสำหรับการเจริญเติบโตจะถูกไฮโดรไลซ์โดยเอนไซม์อินเวอร์เทสจากยีสต์ ได้น้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตสหลังจากนั้นยีสต์จะใช้น้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตสผลิตเอทานอล (Reiss., 1994) ในสภาวะที่มีเอทานอล จะกระตุ้นการเจริญของแบคทีเรียอะซิติกโดยจะเปลี่ยนกลูโคสให้เป็นกรดกลูโคนิค และเปลี่ยนฟรุกโตสให้เป็นกรดอะซิติก ทำให้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลง

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า ยีสต์มีการใช้น้ำตาล ซึ่งน้ำตาลนั้นเป็นแหล่งคาร์บอนเพื่อสร้างแอลกอฮอล์ในกระบวนการหมัก ในวันสุดท้ายของการหมัก (14 วัน) คอมบูชาหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อ 8Y2B 6Y4B 5Y5Y และคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า มีปริมาณเอทานอลเท่ากับร้อยละ 1.39±0.11 0.79±0.06 0.63±0.02 และ 0.54±0.01 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.6 การใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราส่วนเชื้อยีสต์และแบคทีเรีย 8 ต่อ 2 (8Y2B) จะส่งผลให้คอมบูชาที่ได้มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงกว่าอัตราส่วน 6Y4B 5Y5Y รวมทั้งหัวเชื้อทางการค้าและมีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.6 จะส่งผลให้อัตราส่วนเชื้อผสมที่เติมปริมาณยีสต์ลงไปมาก (8Y2B) มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุดและมีปริมาณสูงในวันสุดท้ายของการหมัก

ตารางที่ 4.6 ปริมาณแอลกอฮอล์ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย S. *boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

อัตราส่วนเชื้อยีสต์ต่อเชื้อแบคทีเรีย	**ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละ)**			
	ระยะเวลาการหมัก (วัน)			
	0	7	10	14
8Y2B	$0.16\pm0.16^{A,d}$	$0.52\pm0.02^{A,c}$	$1.08\pm0.06^{A,b}$	$1.39\pm0.11^{A,a}$
6Y4B	$0.11\pm0.11^{A,d}$	$0.42\pm0.01^{B,c}$	$0.64\pm0.01^{B,b}$	$0.79\pm0.06^{B,a}$
5Y5Y	$0.13\pm0.13^{A,d}$	$0.36\pm0.01^{C,c}$	$0.51\pm0.03^{C,b}$	$0.63\pm0.02^{C,a}$
หัวเชื้อทางการค้า	$0.14\pm0.14^{A,d}$	$0.35\pm0.01^{C,c}$	$0.43\pm0.01^{D,b}$	$0.54\pm0.01^{C,a}$

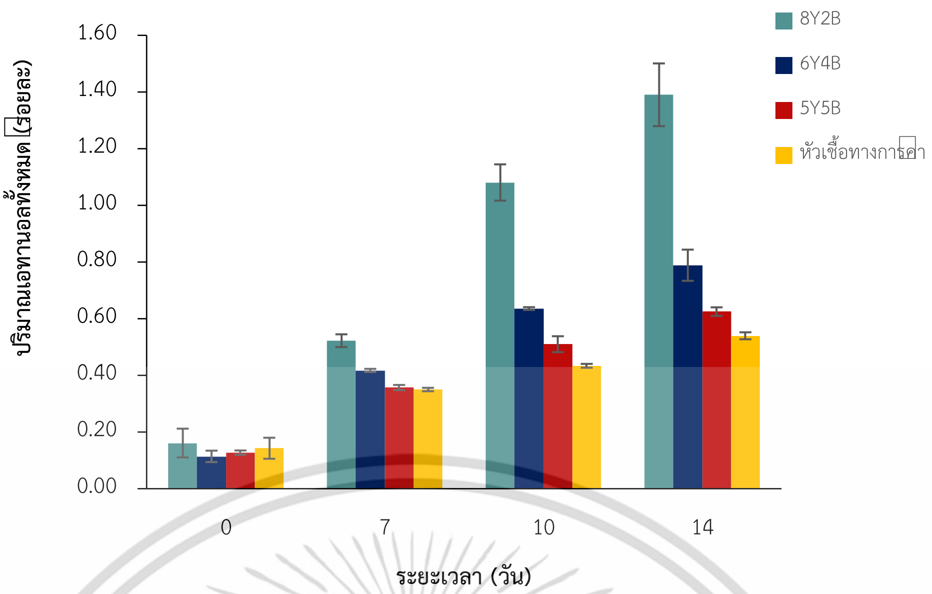
หมายเหตุ

- แสดงปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละ) ในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

- ^{abcd} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

- ^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละ) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

4.1.3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาในระหว่างกระบวนการหมัก

4.1.3.1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า พบว่า คอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทุกอัตราส่วนเชื้อผสมและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้ามีการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดตามระยะเวลาการหมัก แสดงดังตารางที่ 4.7 ซึ่งในวันสุดท้ายของการหมัก (14 วัน) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในคอมบูชาอัตราส่วนเชื้อ 8Y2B มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด เท่ากับ 521.10±1.56 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือ คอมบูชาในอัตราส่วนเชื้อ 6Y4B มีปริมาณฟีนอลิก เท่ากับ 518.83±2.39 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร คอมบูชาในอัตราส่วนเชื้อ 5Y5B มีปริมาณฟีนอลิก เท่ากับ 517.57±4.31 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร และคอมบูชาทางการค้ามีปริมาณ ฟีนอลิก เท่ากับ 516.54±0.63 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.7 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jakubczyk และคณะ (2020) และงานวิจัยของ Chakravorty และคณะ (2016) รายงานว่า การเพิ่มขึ้นของสารประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟีนอลิกทั้งหมด เกิดขึ้นมาจากเชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการหมัก โดยเชื้อจุลินทรีย์จะมีการสร้างเอนไซม์ รวมไปถึงการสร้างกรดอินทรีย์ออกมาภายนอกเซลล์ ทำให้เกิดการสลายหรือทำลายโครงสร้างสารประกอบ ฟีนอลิกขนาดใหญ่ให้มันเล็กลง ส่งผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการหมัก (Chakravorty *et al*., 2016)

ตารางที่ 4.7 ปริมาณของฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

อัตราส่วนเชื้อยีสต์ต่อเชื้อแบคทีเรีย	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร)			
	ระยะเวลาการหมัก (วัน)			
	0	7	10	14
8Y2B	$455.49\pm5.97^{A,d}$	$494.91\pm7.79^{A,c}$	$508.08\pm2.24^{A,b}$	$521.10\pm1.56^{A,a}$
6Y4B	$441.93\pm3.32^{B,d}$	$492.16\pm7.36^{A,c}$	$505.88\pm4.86^{A,b}$	$518.83\pm2.39^{A,a}$
5Y5Y	$449.19\pm4.27^{AB,d}$	$490.36\pm5.80^{A,c}$	$508.11\pm2.44^{A,b}$	$517.57\pm4.31^{A,a}$
หัวเชื้อทางการค้า	$440.61\pm5.06^{B,d}$	$488.42\pm0.64^{A,c}$	$507.01\pm3.33^{A,b}$	$516.54\pm0.63^{A,a}$

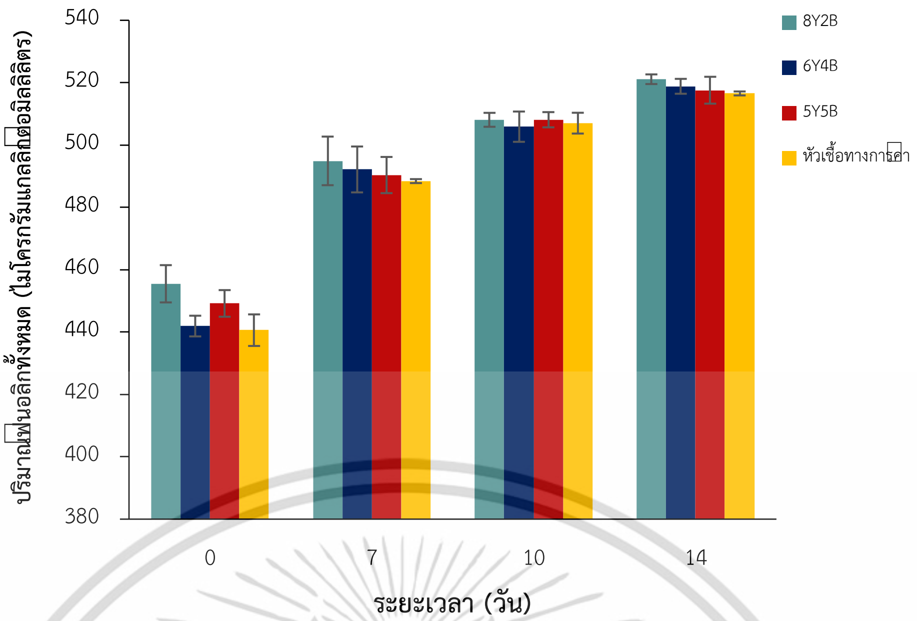
หมายเหตุ

- แสดงปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

- ^{abcd} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

- ^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ปริมาณของฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

จากงานวิจัยของ Kaewkod *et al.*, (2019) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชาจากชาสามชนิด คือ ชาดำ ชาเขียวและชาอู่หลง ระยะเวลาการหมัก 15 วัน พบว่าในวันที่ 3 ของการหมัก คอมบูชาทั้งสามชนิดมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดต่างกัน โดยคอมบูชาจากชาอู่หลงมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มสูงสุด เท่ากับ 1.248 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือ คอมบูชาจากชาเขียวมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 1.011 มิลลิกรัมแกลลิกต่อมิลลิลิตร และคอมบูชาจากชาดำเท่ากับ 0.455 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร เนื่องมาจากในชาอู่หลงมีสารสำคัญคือสาร Oolong Tea polymerized- polyphenols (OTPPs) ซึ่งเป็นสารที่พบในชาอู่หลงเท่านั้น เป็นกลุ่มสารโพลีฟีนอลที่เกิดการเปลี่ยนแปลงจากสารกลุ่มคาเทชิน สารทีเอรูบิจิน สารไดเมอร์ริกคาเทชิน สารอู่หลงโฮโมบิสฟลาวิน เอ และบี สารกลุ่มทีเอฟลาวิน นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยพบว่าสาร OTPPs สามารถควบคุมระดับไขมันในร่างกาย ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไลเปสในการดูดซึมไขมันที่ลำไส้เล็ก สามารถผลิตสารกระตุ้นการเผาผลาญพลังงาน ซึ่งชาอู่หลงสามารถเพิ่มอัตราการเผาผลาญพลังงานได้ดีกว่าชาเขียวถึงสองเท่า (He *et al.*, 2009)

4.1.3.2 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH

เมื่อนำตัวอย่างคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. boulardii* KMITL 001 และเชื้อแบคทีเรีย *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน วิเคราะห์ค่าการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่า เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มมากขึ้น ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ก็จะเพิ่มขึ้นเช่นกัน แสดงดังตารางที่ 4.8 ในวันสุดท้ายของการหมัก (วันที่ 14) ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของอัตราส่วนเชื้อผสม 8Y2B มีค่าสูงสุด เท่ากับร้อยละ 96.32±0.05 รองมาเป็นอัตราส่วน 6Y4B มีค่าเท่ากับร้อยละ 95.51±0.22 และคอมบูชาทางการค้า มีค่าเท่ากับร้อยละ 95.51±0.24 จะเห็นได้ว่าเมื่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูง ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชาก็จะสูงเช่นกัน เนื่องจากสารประกอบฟีนอลิกเป็นกลุ่มสารที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ (Yang *et al*., 2009) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Amarasinghe และคณะ (2018) พบว่า ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชาจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมัก เนื่องจากการเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ในคอมบูชา ทำให้สารต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างคอมบูชาเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และการเปลี่ยนแปลงของปริมาณจุลินทรีย์หลักในคอมบูชาจากยีสต์เป็นแบคทีเรียอะซิติกที่เพิ่มขึ้นภายหลังจากวันที่ 7 ของกระบวนการหมักส่งผลให้สารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น (Chakravorty, 2016)

สารต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มคอมบูชาประกอบด้วยสารโพลีฟีนอลในชา กรดแอสคอบิก และสาร D-saccharic acid-1,4-lactone (DSL) โดยปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในคอมบูชา (ชาที่ผ่านการหมัก) จะมีปริมาณมากกว่าชาที่ไม่ผ่านการหมัก เนื่องจากในระหว่างการหมักเชื้อแบคทีเรียอะซิติกและยีสต์จะมีการผลิตเอนไซม์ย่อยโมเลกุลของสารโพลีฟีนอลในชา ให้มีขนาดที่เล็กลงและเกิดโครงสร้างใหม่ (Jayabalan *et al*., 2008) ส่งผลทำให้มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น และ Essawet และคณะ (2015) พบว่าสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในคอมบูชาคือ สารโพลีฟีนอล และสารเมตาบอไลท์ที่ผลิตโดยจุลินทรีย์ในคอมบูชา เช่น วิตามิน และกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ (Ivanišová ., 2020) และจากกระบวนการหมักทำให้สารประกอบฟีนอล มีปริมาณเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เพิ่มการออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Vargar., 2021)

จากผลการทดลองพบว่า คอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยยีสต์ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 และแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนต่างๆ จะให้ปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกทั้งหมดและค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่าคอมบูชาทางการค้า โดยในวันสุดท้ายของการหมัก (วันที่ 14) คอมบูชาอัตราส่วนเชื้อ 8Y2B มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH สูงสุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) กับการใช้อัตราส่วนอื่นๆ และหัวเชื้อคอมบูชาทางการค้า แสดงดังรูปที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

อัตราส่วนเชื้อยีสต์ต่อเชื้อแบคทีเรีย	ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH (ร้อยละ)			
	ระยะเวลาการหมัก (วัน)			
	0	7	10	14
8Y2B	$89.014 \pm 0.81^{A,d}$	$90.82 \pm 0.79^{B,c}$	$94.53 \pm 0.51^{A,b}$	$96.32 \pm 0.05^{A,a}$
6Y4B	$89.64 \pm 0.51^{A,d}$	$92.68 \pm 0.31^{A,c}$	$93.55 \pm 0.45^{B,b}$	$95.51 \pm 0.22^{A,a}$
5Y5Y	$89.88 \pm 0.57^{A,d}$	$90.93 \pm 0.22^{B,c}$	$94.09 \pm 0.55^{AB,b}$	$95.37 \pm 0.28^{A,a}$
หัวเชื้อทางการค้า	$89.51 \pm 0.81^{A,d}$	$90.56 \pm 0.22^{B,c}$	$93.4 \pm 0.25^{B,b}$	$95.51 \pm 0.24^{A,a}$

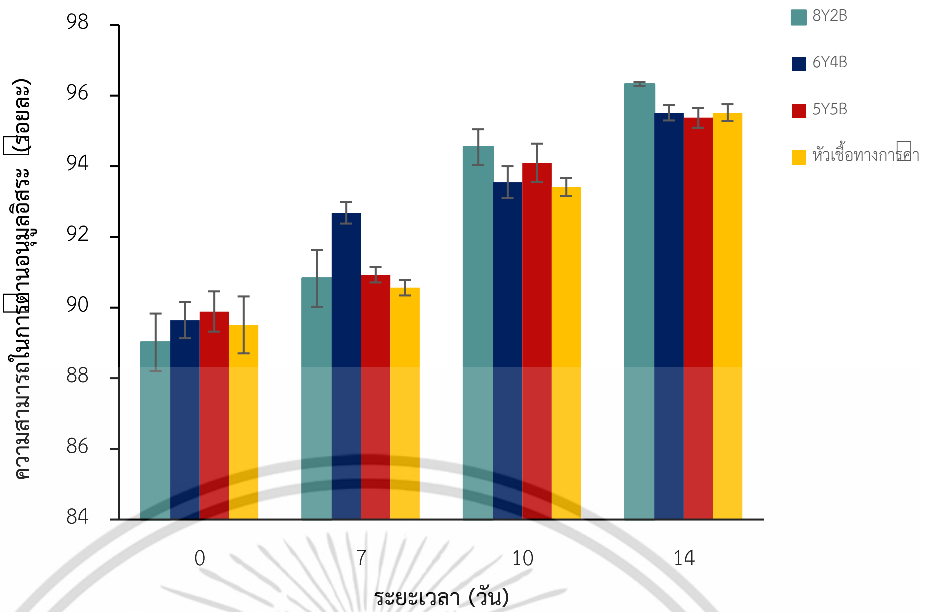
หมายเหตุ

- แสดงปริมาณค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

- ^{abcd} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

- ^{ABCD} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

4.1.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากการนำคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักในอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และความพึงพอใจด้วยวิธี 9-Point Hedonic scale ในด้าน ความใส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนน 1 - 9 (ไม่ชอบมากที่สุด–ชอบมากที่สุด) ทำการประเมินในกลุ่มนักศึกษาอายุระหว่าง 19 – 25 ปี ที่มีความสนใจในเครื่องดื่มสุขภาพ จำนวน 30 คน ซึ่งผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแสดงดังรูปที่ 4.9 พบว่า

4.1.4.1 ด้านสี

จากการประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์คอมบูชา พบว่า คอมบูชาจากชาอู่หลงหมักในอัตราส่วนที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าได้รับคะแนนด้านสี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในวันที่ 7 และ 10 คะแนนด้านสีของอัตราส่วน 8Y2B มีคะแนนด้านสีมากที่สุดได้รับคะแนนเท่ากับ 7.57±1.04 6.33±1.42 และในวันที่ 14 อัตราส่วน 5Y5B มีคะแนนด้านสีมากที่สุดได้รับคะแนนเท่ากับ 6.37±0.96 แสดงดังตารางที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4.2 ด้านกลิ่น

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์คอมบูชา พบว่า คอมบูชาจากชาอู่หลงหมักในอัตราส่วนที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าได้รับคะแนนด้านกลิ่นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในวันที่ 7 คะแนนด้านกลิ่นของอัตราส่วน 8Y2B มีคะแนนด้านกลิ่นมากที่สุดได้รับคะแนนเท่ากับ 6.53±1.11 วันที่ 10 คะแนนด้านกลิ่นของคอมบูชาทางการค้ามีคะแนนด้านกลิ่นมากที่สุดได้รับคะแนนเท่ากับ 5.83±1.12 และในวันที่ 14 คอมบูชาทางการค้า มีคะแนนด้านกลิ่นมากที่สุดเท่ากับ 5.47±0.90 แสดงดังตารางที่ 4.9

4.1.4.3 ด้านรสชาติ

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์คอมบูชา พบว่า คอมบูชาจากชาอู่หลงหมักในอัตราส่วนที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าได้รับคะแนนด้านรสชาติไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในวันที่ 7 10 คะแนนด้านสรสชาติของอัตราส่วน 8Y2B มีคะแนนด้านรสชาติมากที่สุดได้รับคะแนนเท่ากับ 6.83±0.91 และ 5.77±1.55 ตามลำดับ และในวันที่ 14 ชาหมักคอมบูชาทางการค้ามีคะแนนด้านรสชาติมากที่สุดเท่ากับ 5.50±1.93 แสดงดังตารางที่ 4.9

4.1.4.4 ความชอบโดยรวม

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์คอมบูชา พบว่า คอมบูชาจากชาอู่หลงหมักในอัตราส่วนที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าได้รับคะแนนด้านความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในวันที่ 7 คะแนนด้านความชอบโดยรวมของอัตราส่วน 8Y2B มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดได้รับคะแนนเท่ากับ 7.73±0.74 วันที่ 10 14 คะแนนด้านความชอบโดยรวมของคอมบูชาทางการค้ามีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดได้รับคะแนนเท่ากับ 5.87±1.36 5.70±1.58 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชา

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	อัตราส่วนเชื้อยีสต์ต่อเชื้อแบคทีเรีย	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
7	8Y2B	7.57 ± 1.04^{a}	6.53 ± 1.11^{a}	6.83 ± 0.91^{a}	7.73 ± 0.74^{a}
	6Y4B	7.47 ± 1.11^{a}	6.50 ± 1.01^{a}	6.73 ± 1.08^{a}	7.37 ± 0.56^{ab}
	5Y5B	7.47 ± 0.63^{a}	6.50 ± 1.89^{a}	6.67 ± 1.42^{a}	7.27 ± 0.94^{b}
	ทางการค้า	7.47 ± 0.57^{a}	6.50 ± 1.07^{a}	6.77 ± 0.90^{a}	7.53 ± 0.63^{ab}
10	8Y2B	6.33 ± 1.42^{a}	5.80 ± 1.63^{a}	5.77 ± 1.55^{a}	5.80 ± 1.83^{a}
	6Y4B	6.30 ± 1.47^{a}	5.70 ± 1.62^{a}	5.57 ± 1.43^{a}	5.77 ± 1.19^{a}
	5Y5B	6.30 ± 1.32^{a}	5.73 ± 1.05^{a}	5.53 ± 1.41^{a}	5.60 ± 1.25^{a}
	ทางการค้า	6.33 ± 1.27^{a}	5.83 ± 1.12^{a}	5.57 ± 2.18^{a}	5.87 ± 1.36^{a}
14	8Y2B	6.30 ± 0.53^{a}	5.43 ± 0.90^{a}	5.47 ± 1.48^{a}	5.63 ± 1.65^{a}
	6Y4B	6.31 ± 1.14^{a}	5.45 ± 1.06^{a}	5.38 ± 1.32^{a}	5.59 ± 1.72^{a}
	5Y5B	6.37 ± 0.96^{a}	5.47 ± 0.90^{a}	5.33 ± 1.09^{a}	5.50 ± 1.59^{a}
	ทางการค้า	6.27 ± 0.94^{a}	5.47 ± 1.96^{a}	5.50 ± 1.93^{a}	5.70 ± 1.58^{a}

หมายเหตุ

- แสดงผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ^{abcd} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อพิจารณาในแต่ละวันของการหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

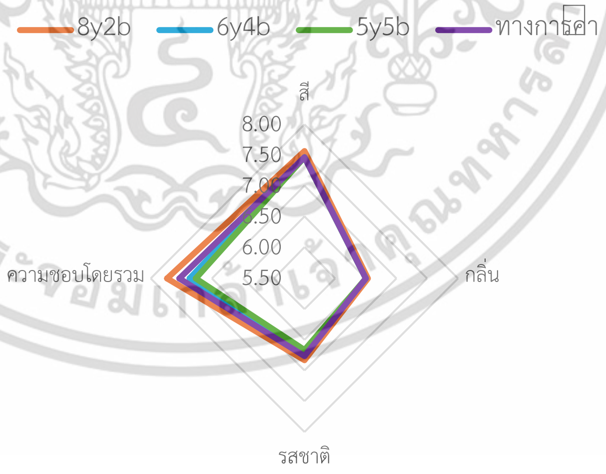
ตารางที่ 4.10 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชาหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อ 8Y2B หมักวันที่ 7, 10 และ 14

อัตราส่วนเชื้อยีสต์ต่อเชื้อแบคทีเรีย	ระยะเวลาการหมัก (วัน)	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
8Y2B	7	7.63±1.10[a]	6.50±1.55[a]	6.93±1.34[a]	7.83±0.95[a]
	10	6.27±1.34[b]	5.73±1.57[b]	5.70±1.21[b]	5.77±1.63[b]
	14	6.50±0.97[b]	5.53±0.94[b]	5.43±1.19[b]	5.70±1.34[b]

หมายเหตุ

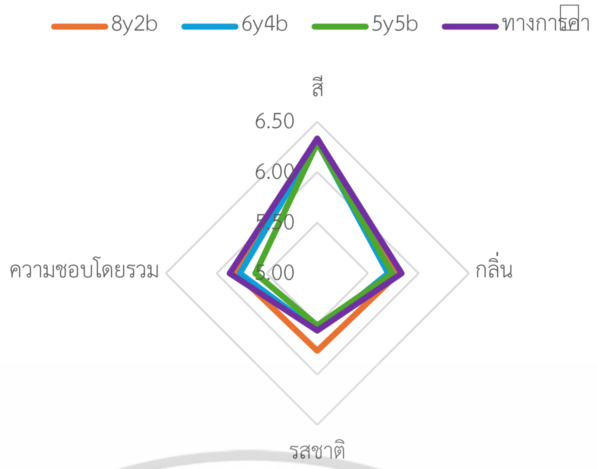
- แสดงผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 30 ซ้ำ

- [abcd] : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

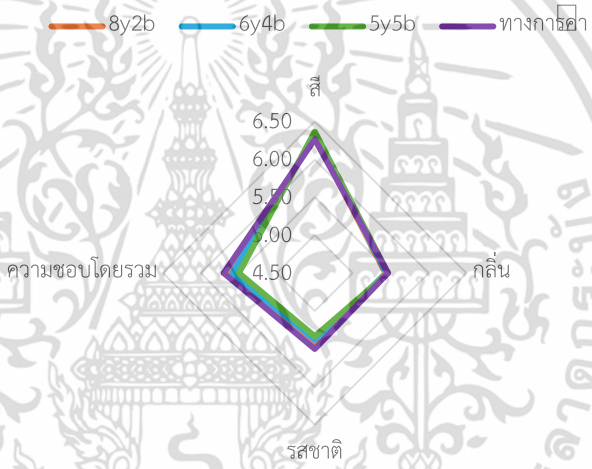


รูปที่ 4.9 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชา วันที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชา วันที่ 10



รูปที่ 4.11 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชา วันที่ 14

4.2 ผลการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคจากคอมบูชา

จากการศึกษาคุณภาพทางเคมีของคอมบูชาที่หมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. boulardii* KMITL 001 และเชื้อแบคทีเรีย *A. pasteurianus* AJ 605 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน พบว่าคอมบูชาหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อ 8Y2B มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH สูงสุด รองลงมาเป็นคอมบูชาหมักด้วยอัตราส่วนเชื่อ 6Y4B และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าคอมบูชาหมักด้วย 8Y2B มีคะแนนด้านรสชาติ และความชอบโดยรวมสูงสุด รองลงมาเป็นคอมบูชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมักด้วย 6Y4B ดังนั้นจึงได้คัดเลือกคอมบูชาหมักด้วยอัตราส่วน 8Y2B และ 6Y4B ศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค

จากการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคจากคอมบูชาหมักด้วยเชื้อ *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* อัตราส่วน 8:2 (8Y2B) และ 6:4 (6Y4B) เปรียบเทียบกับคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้าและน้ำชาที่ไม่ผ่านการหมัก พบว่า น้ำชาที่ไม่ผ่านการหมักสามารถยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* และ *Pseudomonas aeruginosa* ได้โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อ 10.78±0.14 10.93±0.33 10.71±0.16และ 10.93±0.43มิลลิเมตร ในวันที่ 14 ของการหมัก แสดงดังตารางที่ 4.10 อาจเนื่องมาจากชามีสารประกอบพอลิฟีนอล ซึ่งเป็นสารในกลุ่มสารประกอบฟีนอลิก มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย สารเหล่านี้มีผลทำให้ เยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรียถูกทำลาย (Wu *et al*., 2007) พนมและคณะ (2554) ได้ศึกษาการสกัดกรดแทนนิกในชาอู่หลง พบว่า กรดแทนนิกมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้

คอมบูชาหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อ 8Y2B และ 6Y4B รวมทั้งคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้าสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคที่นำมาทดสอบได้ เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้นความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตจะสูงขึ้นตามระยะเวลาการหมัก วันที่ 14 คอมบูชาหมักด้วยอัตราส่วน 8Y2B และ 6Y4B มีบริเวณยับยั้งเชื้อสูง โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งเชื้อ *M. luteus* อยู่ในช่วง 17.56-17.65 มิลลิเมตร *S. aureus* อยู่ในช่วง 14.82-14.88 มิลลิเมตร *E. coli* อยู่ในช่วง 17.62-17.96 มิลลิเมตร และ *P. aeruginosa* อยู่ในช่วง 17.63-17.83 มิลลิเมตร รองลงมาเป็นคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า และน้ำชาที่ไม่ผ่านการหมัก ตามลำดับ ในระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชา แบคทีเรียอะซิติกจะใช้น้ำตาลและเอทานอลที่ยีสต์ผลิตได้ สร้างกรดอะซิติก และกรดกลูโคนิก รวมทั้งกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ มีผลทำให้พีเอชของคอมบูชาลดลงอยู่ในช่วง 2.5–3.0 ซึ่งค่าพีเอชต่ำระดับนี้จะทำให้คอมบูชามีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรคได้ (Tran *et al*., 2000) ขณะเดียวกันสารชีวภาพที่พบในใบชาทำให้คอมบูชามีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค (Sreeramulu *et al*., 2008)

จากผลการทดลองนี้ พบว่าคอมบูชามีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบใกล้เคียงกัน แสดงดังตารางที่ 4.10 ขณะที่ Liu และคณะ (2022) ศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคของชา 4 สายพันธุ์ ได้แก่ ชาเขียว ชาอู่หลง ชาดำ และชาฝูจาน พบว่า สารสกัดจากชาทั้งหมดมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคทั้งแบคทีเรียแกรมบวก *Enterococcus faezalis* และ *Staphylococcus aureus* และแบคทีเรียแกรมลบคือ *Escherichia coli* และ *Salmonella* Typhimurium โดยมีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวิจัยของ Sreeramulu และคณะ (2000) พบว่าคอมบูชาสามารถยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Shigella sonnei*, *Escherichia coli*, *Aeromonas hydrophila*, Yersinia *enterolitica*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter cloacae*, *Staphylococcus epidermidis*, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella* Typhimurium, *Bacillus cereus*, *Helicobacter pylori*, และ *Listeria monocytogenes* สำหรับสารออกฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียก่อโรคของคอมบูชา ส่วนใหญ่จะเป็นกรดอะซิติก โปรตีน และสารเคทาชินที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมัก โดยกรดอะซิติกและคาเทชินมีความสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคทั้งแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบได้ และสามารถป้องกันการปนเปื้อนของเครื่องดื่มชาหมักจากแบคทีเรียก่อโรคอื่นๆในกระบวนการหมักอีกด้วย (Watawana *et al*., 2015)

งานวิจัยของ Kaewkod และคณะ (2019) พบว่า คอมบูชาสามารถยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค ได้แก่ *Escherichia coli*, *E.coli* O157:H7 DMST 12743, *Shigella dysenteriae* DMST 1511, *Salmonella Typhi* DMST 22842 และ *Vibrio cholera* ได้

งานวิจัยของ Shruthi และคณะ (2022) รายงานว่า *Saccharomyces boulardii* มีคุณสมบัติในการรักษาโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร โดยสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิปกติของร่างกายมนุษย์ สามารถทนร้อนได้สูง โดยมีอัตราการรอดชีวิตได้สูงร้อยละ 65 เมื่ออยู่ในอุณหภูมิ 52 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สามารถทนต่อเกลือน้ำดี เอนไซม์เปปซิน และน้ำย่อยในกระเพาะอาหารซึ่งเป็นกรดไฮโดรคลอริกได้ นอกจากนี้ *Saccharomyces boulardii* มีฤทธิ์ในการ ต้านจุลชีพก่อโรคเช่น *Clostridium difficile* ซึ่งก่อให้เกิดอาการท้องเสียและลำไส้ใหญ่อักเสบที่ร้ายแรงถึงขั้นชีวิต สามารถใช้รักษาโรคลำไส้อักเสบเรื้อรัง โรคเชื้อราแคนนิดา โรคท้องร่วง นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมระบบภูมิต้านทาน สามารถยับยั้งสารสื่อสารการอักเสบต่างๆ เช่น IL-8, MAP kinases และ NF-kB จากการติดเชื้อ *Salmonella* typhimurium, *E. coli, Candida. difficle, C. albicans* ได้

งานวิจัยของ Emiljanowicz และคณะ (2020) กล่าวว่า ความสัมพันธ์ระหว่างยีสต์และแบคทีเรียในคอมบูชา มีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน โดยสารชีวภาพที่ผลิตโดยจุลินทรีย์เหล่านี้อาจมีผลกระตุ้น หรือยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆที่อาศัยอยู่ร่วมกัน ซึ่งปฏิสัมพันธ์ระหว่างจุลชีพที่อาศัยอยู่ร่วมกันเหล่านี้ยังต้องมีการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคจากคอมบูชา ระหว่างคอมบูชาหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อ 6Y4B 8Y2B และคอมบูชาทางการค้า ที่ระยะเวลาการหมัก 14 วัน

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ	เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค (มิลลิเมตร)			
		แบคทีเรียแกรมบวก		แบคทีเรียแกรมลบ	
		M.luteus	*S.aureus*	*E.coli*	*P.aeruginosa*
0	6Y4B	10.33 ± 0.18^{d}	11.01 ± 0.09^{b}	10.57 ± 0.07^{c}	11.15 ± 0.25^{ab}
	8Y2B	10.20 ± 0.18^{e}	10.93 ± 0.19^{b}	10.59 ± 0.24^{c}	10.94 ± 0.17^{c}
	หัวเชื้อทางการค้า	10.81 ± 0.12^{b}	11.06 ± 0.56^{b}	10.79 ± 0.18^{b}	11.31 ± 0.06^{b}
	น้ำชา (ไม่ผ่านการหมัก)	10.61 ± 0.07^{c}	10.61 ± 0.10^{c}	10.64 ± 0.14^{c}	10.4 ± 0.36^{d}
	ยาปฏิชีวนะ	22.52 ± 0.11^{a}	26.56 ± 0.14^{a}	27.08 ± 0.15^{a}	21.22 ± 0.29^{a}
7	6Y4B	13.35 ± 0.28^{b}	13.60 ± 0.14^{b}	13.59 ± 0.13^{b}	12.76 ± 0.33^{b}
	8Y2B	12.82 ± 0.31^{c}	12.72 ± 0.61^{c}	12.02 ± 0.45^{c}	12.53 ± 0.09^{c}
	หัวเชื้อทางการค้า	11.22 ± 0.32^{d}	11.35 ± 0.26^{d}	11.56 ± 0.31^{d}	11.61 ± 0.10^{d}
	น้ำชา (ไม่ผ่านการหมัก)	15.53 ± 0.06^{e}	10.64 ± 0.08^{e}	10.51 ± 0.11^{e}	10.31 ± 0.09^{e}
	ยาปฏิชีวนะ	22.85 ± 0.11^{a}	21.12 ± 0.45^{a}	26.63 ± 0.25^{a}	22.31 ± 0.29^{a}
10	6Y4B	15.18 ± 0.69^{b}	14.32 ± 0.60^{b}	15.93 ± 0.40^{b}	14.84 ± 0.58^{b}
	8Y2B	15.65 ± 0.18^{c}	13.57 ± 0.27^{c}	14.97 ± 0.54^{c}	14.98 ± 0.73^{b}
	หัวเชื้อทางการค้า	12.44 ± 0.17^{d}	12.36 ± 0.63^{d}	12.96 ± 0.26^{d}	12.62 ± 0.31^{c}
	น้ำชา (ไม่ผ่านการหมัก)	10.78 ± 0.21^{e}	9.48 ± 0.29^{e}	10.38 ± 0.21^{e}	9.24 ± 0.32^{d}
	ยาปฏิชีวนะ	22.72 ± 0.49^{a}	19.03 ± 0.53^{a}	26.00 ± 0.66^{a}	25.15 ± 0.38^{a}
14	6Y4B	17.65 ± 0.85^{b}	14.88 ± 0.44^{b}	17.96 ± 0.54^{b}	17.63 ± 0.35^{b}
	8Y2B	17.56 ± 1.01^{b}	14.82 ± 0.49^{b}	17.62 ± 0.69^{b}	17.83 ± 0.43^{b}
	หัวเชื้อทางการค้า	13.88 ± 0.38^{c}	13.72 ± 0.56^{c}	13.69 ± 0.98^{c}	12.41 ± 0.61^{c}
	น้ำชา (ไม่ผ่านการหมัก)	10.78 ± 0.14^{d}	10.93 ± 0.33^{d}	10.71 ± 0.16^{d}	10.93 ± 0.43^{d}
	ยาปฏิชีวนะ	23.96 ± 0.81^{a}	20.87 ± 0.29^{a}	26.85 ± 1.25^{a}	24.63 ± 0.19^{a}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

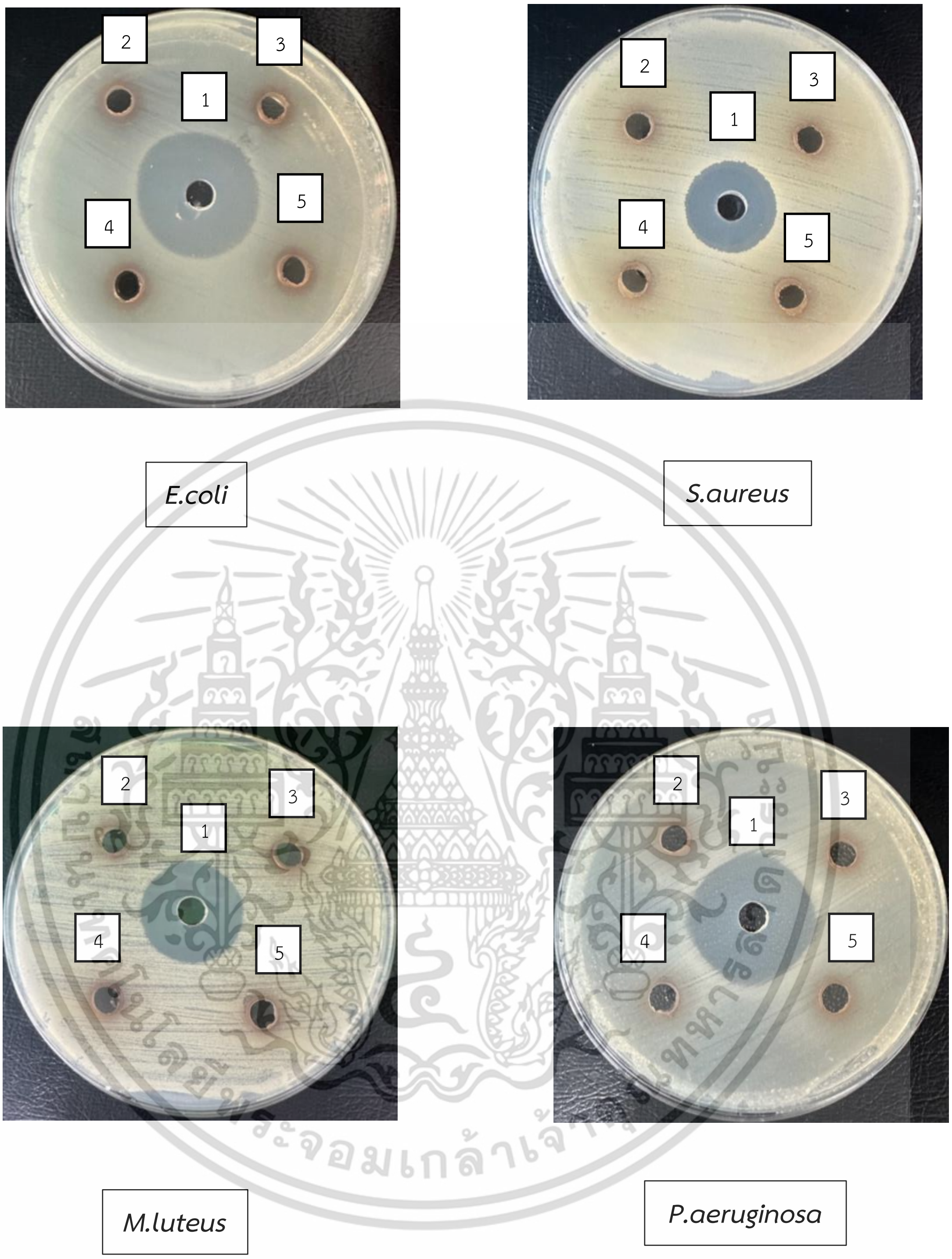
หมายเหตุ

- แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อ ในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

- เส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมที่เจาะ 6 มิลลิเมตร

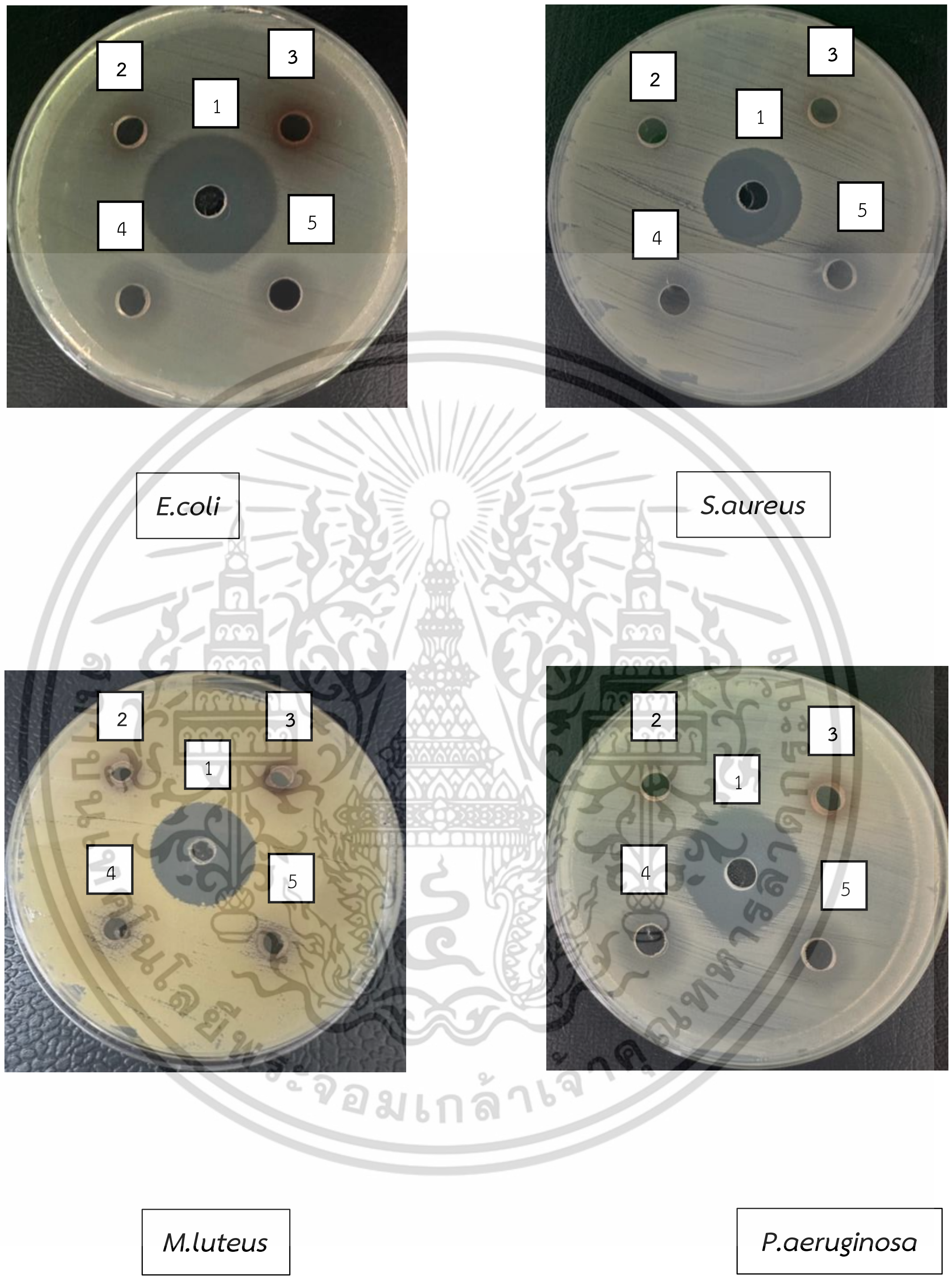
- ^{abcd} : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละวัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



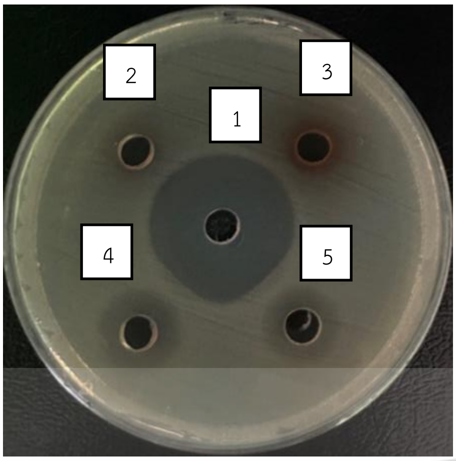
รูปที่ 4.12 เปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคจากคอมบูชาหมักด้วยเชื้อบริสุทธิ์ที่ระยะเวลาการหมัก 0 วัน กับคอมบูชาทางการค้า ชาที่ไม่ผ่านการหมัก และยาปฏิชีวนะ (1: ยาปฏิชีวนะ 2: ชาที่ไม่ผ่านการหมัก 3: คอมบูชาทางการค้า 4: คอมบูชาอัตราส่วนเชื้อ 6Y4B 5: คอมบูชาอัตราส่วนเชื้อ 8Y2B)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

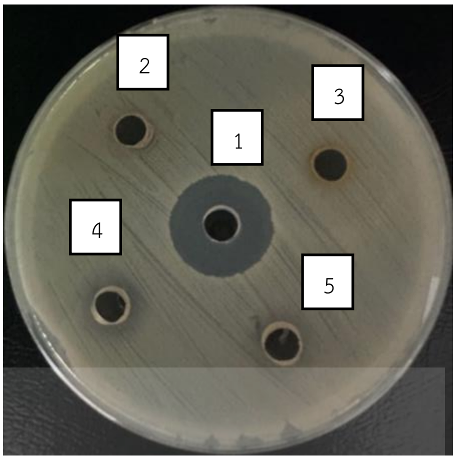


รูปที่ 4.13 เปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคจากคอมบูชาหมักด้วยเชื้อบริสุทธิ์ที่ระยะเวลาการหมัก 7 วัน กับคอมบูชาทางการค้า ชาที่ไม่ผ่านการหมัก และยาปฏิชีวนะ (1: ยาปฏิชีวนะ 2: ชาที่ไม่ผ่านการหมัก 3: คอมบูชาทางการค้า 4: คอมบูชาอัตราส่วนเชื้อ 6Y4B 5: คอมบูชาอัตราส่วนเชื้อ 8Y2B)

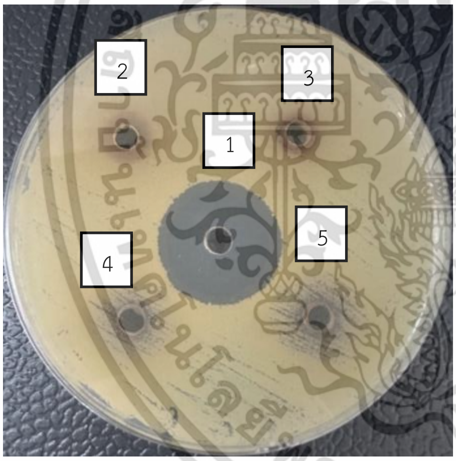
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



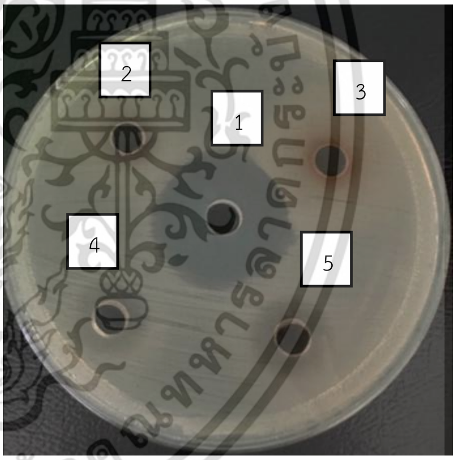
E.coli



S.aureus



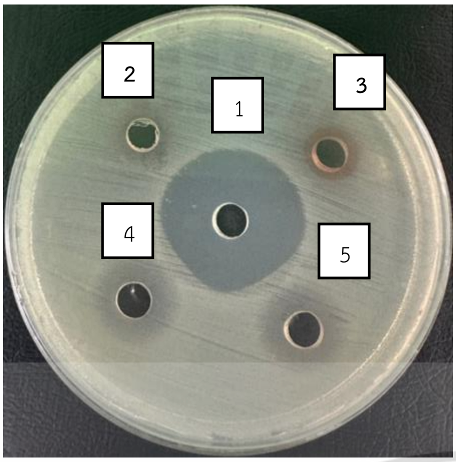
M.luteus



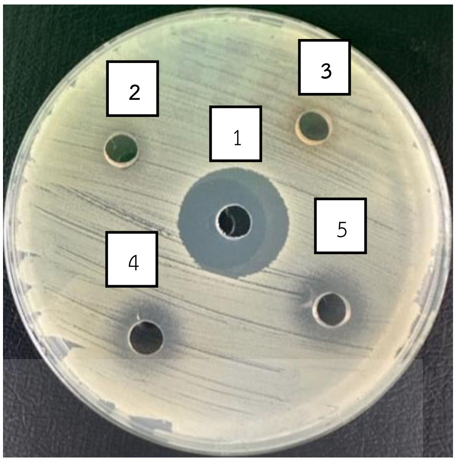
P.aeruginosa

รูปที่ 4.14 เปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคจากคอมบูชาหมักด้วยเชื้อบริสุทธิ์ที่ระยะเวลาการหมัก 10 วัน กับคอมบูชาทางการค้า ชาที่ไม่ผ่านการหมัก และยาปฏิชีวนะ (1: ยาปฏิชีวนะ 2: ชาที่ไม่ผ่านการหมัก 3: คอมบูชาทางการค้า 4: คอมบูชาอัตราส่วนเชื้อ 6Y4B 5: คอมบูชาอัตราส่วนเชื้อ 8Y2B)

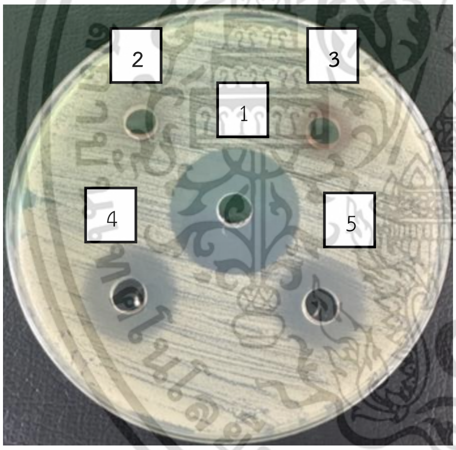
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



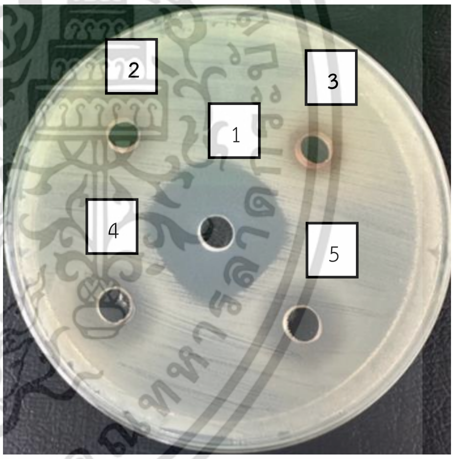
E.coli



S.aureus



M.luteus



P.aeruginosa

รูปที่ 4.15 เปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคจากคอมบูชาหมักด้วยเชื้อบริสุทธิ์ที่ระยะเวลาการหมัก 14 วัน กับคอมบูชาทางการค้า ชาที่ไม่ผ่านการหมัก และยาปฏิชีวนะ (1: ยาปฏิชีวนะ 2: ชาที่ไม่ผ่านการหมัก 3: คอมบูชาทางการค้า 4: คอมบูชาอัตราส่วนเชื้อ 6Y4B 5: คอมบูชาอัตราส่วนเชื้อ 8Y2B)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของจุลินทรีย์ที่นำมาใช้ในการหมักคอมบูชา ด้วยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 และแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 หมักในอาหารชาอู่หลงเป็นเวลาทั้งหมด 14 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เก็บตัวอย่างวันที่ 0 7 10 14 โดยใช้ยีสต์ต่อแบคทีเรียอะซิติก 3 อัตราส่วนได้แก่ 8Y2B 6Y4B 5Y5B และหัวเชื้อคอมบูชาทางการค้า พบว่าเชื้อยีสต์ *S. boulardii* KMITL 001 มีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการหมัก เนื่องจากมีค่าพีเอชของ คอมบูชาต่ำ (มีค่าพีเอช 2.96-3.09) ทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อยีสต์ ในขณะที่เชื้อแบคทีเรีย *A. pasteurianus* AJ 605 มีปริมาณเพิ่มจำนวนขึ้น และเชื้อแบคทีเรียจะมีปริมาณลดลงในวันที่ 10 ของกระบวนการหมัก การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีพบว่า พีเอชของคอมบูชาหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันทุกอัตราส่วนมีปริมาณลดลงระหว่างการหมัก 14 วัน อัตราส่วนเชื้อ 8Y2B มีค่าพีเอชต่ำที่สุดเท่ากับ 2.96±0.00 รองลงมาคืออัตราส่วนเชื้อ 6Y4B เท่ากับ 2.98±0.01 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ในทุกอัตราส่วนเชื้อมีปริมาณกรดเพิ่มขึ้นทุกอัตราส่วนตลอดระยะเวลาการหมักสัมพันธ์กับค่าพีเอชที่ลดลง การเปลี่ยนแปลงการใช้น้ำตาลทั้งหมดลดลงมีความสัมพันธ์กับปริมาณเอทานอลที่เพิ่มขึ้น ปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการหมัก เช่นเดียวกันกับค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH โดยวันสุดท้ายของการหมัก (14 วัน) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในคอมบูชาอัตราส่วนเชื้อ 8Y2B มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 521.10±1.56 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือ คอมบูชาในอัตราส่วนเชื้อ 6Y4B มีปริมาณฟีนอลิก เท่ากับ 518.83±2.39 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของอัตราส่วนเชื้อผสม 8Y2B มีค่าสูงสุด เท่ากับร้อยละ 96.32±0.05 รองมาเป็นอัตราส่วน 6Y4B มีค่าเท่ากับร้อยละ 95.51±0.22 และไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาจากชาอู่หลงจากอัตราส่วนต่างๆด้วย วิธี 9 Point Hedonic Scale ในวันที่ 7 10 และ 14 พบว่า ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ ให้คะแนนความชอบและความพึงพอใจในคอมบูชาอัตราส่วนเชื้อ 8Y2B โดยได้รับคะแนนสูงทั้งในด้าน ความใส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม รองลงมาเป็นอัตราส่วนเชื้อ 6Y4B เนื่องจากคอมบูชาอัตราส่วนเชื้อ 8Y2B และ 6Y4B มีรสชาติหวาน เปรี้ยวเล็กน้อย ดื่มง่าย จึงคัดเลือกมาศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคจากคอมบูชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารของคอมบูชาจากชาอู่หลงอัตราส่วน 8Y2B 6Y4B ที่นำมาทดสอบพบว่าฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการหมัก วันที่ 14 คอมบูชาหมักด้วยอัตราส่วน 6Y4B มีบริเวณยับยั้งเชื้อสูงสุด โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งเชื้อ *M. Luteus S.aureus E. coli* และ *P.aeruginosa* เท่ากับ 17.65±0.85 14.88±0.44 17.96±0.54 และ 17.63±0.35 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองมาเป็นคอมบูชาหมักด้วยอัตราส่วน 8Y2B และคอมบูชาหัวเชื้อทางการค้า ตามลำดับ ฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคของคอมบูชาด้วยอัตราส่วน 8Y2B และ 6Y4B ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของคอมบูชาจากชาอู่หลงระหว่างกระบวนการหมักและการทดสอบทางประสาทสัมผัส ในการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดรวมทั้งสารที่ผลิตจาก เชื้อจุลินทรีย์ อาจจะทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมด้วยวิธี High-performance liquid chromatography (HPLC) เพื่อนำไปสู่การศึกษาชนิดของสารสำคัญและคุณสมบัติที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพอื่นๆของตัวอย่างคอมบูชา รวมทั้งชนิดของสารที่มีฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค
2. นำสมุนไพรหมักร่วมกับชาอู่หลงหรือชาชนิดอื่น เนื่องจากการหมักร่วมกันกันสมุนไพรอาจจะมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคมากขึ้น อาจทำให้ได้ผลิตภัณฑ์คอมบูชาที่มีรสชาติที่แปลกใหม่ดื่มง่ายและหลากหลายมากขึ้น
3. ควรศึกษาการใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอติก เพื่อใช้ในการเพิ่มประโยชน์ของคอมบูชานอกเหนือจากความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคและสามารถพัฒนาเครื่องดื่มคอมบูชาให้ มีประโยชน์ต่อสุขภาพเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จุฑามาศ พรสันเทียะ ทิพย์วรินทร์ ริมลำดวน กุณฑิกา เวชกลาง นิสา ร่มส้มซ่า. 2563. “ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชาในกระบวนการหมัก.” *วารสารนเรศวรพะเยา*. 14(1): 75-87.

นันทนา อรุณฤกษ์. 2539. “การจำแนกแบคทีเรียกลุ่มแอโรปส์ (พิมพ์ครั้งที่ 4).” กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียสโตร์.

บุญศิริ คณะภักดิ์ และ ภณิตา พงษ์เดช. 2562. “คำเตือนและข้อควรระวังเป็นพิเศษในการดื่มชาอู่หลง.” รายงานการวิจัย แพทย์แผนไทยประยุกต์บัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหิดล.

ประสาทพร บริสุทธิ์เพ็ชร พิทัย กาญบุตร และสาธร พรตระกูลพิพัฒน์. 2551. “การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อของสมุนไพรในห้องปฏิบัติการ.” *วารสารวิชาการสัตวแพทย์ศาสตร์* คณะสัตวแพทย์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 9(1) : 91-101.

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

พนม วิญญายอง, สายลม สัมพันธ์เวชโสภา, พัชรา ปัญญามูลวงศา. 2554. “การศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของชา.” รายงายการวิจัย. มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.

อรอนงค์ ลำยอง พาณี ศิริอาด สุรพล นธการกิจกุล และฉัตรฉัย กิติพรชัย. 2561. “ดูแลตับด้วยชาหมักหรือคอมบูชา (kombucha).” รายงานการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิยาลัยเชียงใหม่.

อรุณชาญชัย ชาญชัยวิวัฒน์. 2555. “โพรไบโอติก (Probiotics).” *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*. 3(1) : 66-73.

อิสรา จันทร์วิทยานุชิต. 2548. “ระบาดวิทยาของเชื้อ methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* โดยวิธี coagulase gene polymorphism.” *National Research Council of Thailand.*

Al-Mohammadi, A.R., Ahmed, A.I., Rehab, A.I., Ahmed, H.M., Azza, A.Z.,and Enan, G. 2021. “Chemical constitution and antimicrobial activity of kombucha fermented beverage.” *Journal of Food Science and Technology*. 57 : 1840–1846.

Balentine, D.A. 1997. “Special issue: tea and health.” *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 8 : 691–692.

Bartowsky, E.J., and Henschke, P.A. 2008. “Acetic acid bacteria spoilage of bottled red wine-A review.” *International Journal of Food Microbiology*. 125 : 60-70.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Battikh, H., Chaieb, K., Bakhrouf, A., and Ammar, E. 2012. “Antibacterial and antifungal activities of black and green kombucha teas.” *Journal of Food Biochemistry.* 37 : 231–236.

Bertschinger, H.U., and Fairbrother, J.M., 1999. “***Escherichia coli*** **infections, In**: Straw, B.E., D'Allaire, S., Mengeling, W.L., Taylor, D.J. (Eds.) Diseases of swine.” *Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA*. 431-468.

Bhattacharya, S., Gachhui, R., and Sil, P.C. 2011b. “Hepatoprotective properties of kombucha tea against TBHP-induced oxidative stress via suppression of mitochondria-dependent apoptosis.” *Pathophysiology*. 18 : 221–234.

Bhattacharya, S., Manna, P., Gachhui, R., and Sil, P.C. 2011a. “Protective effect of Kampuchea tea against tertiary butylhydroperoxide-induced cytotoxicity and cell death in murine hepatocytes.” *Indian Journal of Experimental Biology.* 49 : 511–524.

Bukowski, J.F., and Percival, S.S. 2008. “L-theanine intervention enhances human $\gamma\delta$ T lymphocyte function.” *Emerging Science.* 66(2) : 96–102.

Cappelletti, S., Piacentino, D., Daria, P., Sani, G., and Aromatario, M. 2015. “Caffeine: cognitive and physical performance enhancer or psychoactive drug?.” *Current Neuropharmacology*. 13(1) : 71–88.

Cetojevic´-Simin, D.D., Bogdanovic, G.M., Cvetkovic, D.D., and Velicanski, A.S. 2008. “Antiproliferative and antimicrobial activity of traditional kombucha and *Satureja montana* L. Kombucha.” *journal of the Balkan Union of Oncology.* 133 : 395–401.

Chakravorty, S., Sarkar, s., and Gachhui, R. 2016. “Identification of new conserved and variable regions in the 16S rRNA gene of acetic acid bacteria and acetobacteraceae family.” *Molecular Biology*. 49(5) : 668-677.

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.

Conney, A.H., Lu, Y.P., Lou, Y.R., and Huang, M.T. 2002. “Inhibitory effects of tea and caffeine on UV-induced carcinogenesis: relationship to enhanced apoptosis and decreased tissue fat.” *European Journal of cancer prevention.* 2 : 28–36.

Cornelli, U. 2009. “Antioxidant Use in Nutraceuticals.” *Clinics in Dermatology*. 27(2) : 175-194.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dhawan, V. 2014. **Chapter 2 Reactive Oxygen and Nitrogen Species**. *General Considerations*. 27-47.

Dickmann, M., Schneider, R., Armando, S., Seehusen, K., Hage, Patrick., Strauss, M. J. and Mann, F.M. 2017. "Analysis of the role of acidity and tea substrate on the inhibition of α-amylase by Kombucha." *Journal of Nutrition Food Research and Technology*. 0(0) : 1–5.

Doyle, M.P., and Junkins, A.D. 1989. "Comparison of adherence properties of *Escherichia coli* O157:H7 and a 60-megadalton plasmid-cured derivative." *Current Microbiology*. 19 : 21-27.

Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., and Smith, F. 1956. "Colorimetric method for determination of sugars and related substances." *Analytical Chemistry*. 28(3) : 350-356.

Dufresne, C., and Farnworth, E. 2000. "Tea, kombucha, and health: A review." *Food Research International.* 33 : 409–421.

Dunne, W.M. Jr. 2002. "Bacterial adhesion : Seen any good bio films lately?." *Clinical Microbiology Reviews*. 15(2) : 155-166.

Emiljanowicz, K. E., and Malinowska-Pańczyk, E. 2019. "Kombucha from alternative raw materials–The review." *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 60(19) : 3185-3194.

Essawet, N. A., Cvetkovic, D., Velicanski, A., Brunet, C., Vulic, J., Maksimovic, V., and Sinisa, M. 2015. Polyphenol and antioxidant activities of Kombucha beverage enriched with coffee berry extract." *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*. 21(3) : 399-409.

Goh, W.N., Rosma, A., Kaur, B., Fazilah, A., Karim, A.A., and Rajeev, B. 2012. "Fermentation of black tea broth (Kombucha): I. Effects of sucrose concentration and fermentation time on the yield of microbial cellulose." *International Food Research Journal.* 19(1) : 109–117.

Gomes, R.J., Borges, M.F., Freitas, M.R., Castro-Gómez, J.H. and Aparecida, W.S. 2018. "Acetic acid bacteria in the food industry: systematics, characteristics and applications." *Journal of Food Technology Biotechnology*. 56(2): 139–151.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Greenblatt, C.L., Klein, Y.K. 2004. "*Micrococcus luteus* - Survival in Amber." *Microbial Ecology*. 48(1) : 120-7.

Greenwalt, C.J., Ledford, R.A., and Steinkraus, K.H. 1998. "Determination and characterization of the antimicrobial activity of the fermented tea kombucha." *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie Food Science and Technology*. 31 : 291–296.

Griffin, G.F., Swerdlow L.D., Boyce T.G. 1995. "*Escherichia coli* O157:H7 and the hemolytic-

Gullo, M., Verzelloni, E., and Canonico, M. 2014. "Aerobic submerged fermentation by acetic acid bacteria for vinegar production: process and biotechnological aspects." *Process Biochemistry*. 49 : 1571-9.

Gunther, W.F. 1995. **Kombucha: Healthy Beverage and Natural Remedy from the Far East, Its Correct Preparation and Use**. Steyr: *Pub. House W. Ennsthaler*.

Gupta, A., Singh, V.K., Qazi, G.N., and Kumar, A. 2001. "Gluconobacter oxydans: Its biotechnological applications." *International Journal of Food Microbiology*. 3 : 445-56.

Halliwell, B. 2001. "Free radicals and other reactive species in disease." *Encyclopedia of Life Sciences*. 1-7.

Han, L.K., Takaku, T., Li, J., Kimura, Y., and Okuda, H. 1999. "Anti-obesity action of oolong tea." *International journal of obesity and related metabolic disorders.* 23 : 98-105.

Hartmann, A.M., Burleson, L.E., Holmes, A.K., and Geist, C.R. 2000. "Effects of chronic kombucha ingestion on open-field behaviors, longevity, appetitive behaviors, and organs in C57-BL/6 mice: a pilot study." *Nutrition*. 16 : 755–761.

He, R.R., Chen, L., Lin, B.H., Matsui, Y., Yao, X.S. and Kurihara, H. 2009. "Beneficial effects of oolong tea consumption on diet-induced overweight and obese subjects." *Chinese Journal of Integrative Medicine*. 15 : 34–41.

Hoffman, C.S., Wood, V., and Fantes, P.A. 2015. "An ancient yeast for young geneticists: A primer on the *Schizosaccharomyces pombe* model system." *Genetics*. 201(2) : 403–23.

Hosoda, K., Wang M.F., Liao, M.L., Chuang, C.K., Iha, M., Clevidence, B. 2003. "Antihyperglycemic effect of oolong tea in type 2 diabetes." *Diabetes Care*. 26(6) : 1714-8.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hsieh, Y., Chiu, M.C., and Chou, J.Y. 2021. “Efficacy of the Kombucha beverage derived from green, black, and Pu’er Teas on chemical profile and antioxidant activity.” *Journal of Food Quality*. 2021(3) : 1-9.

Hsu, T.F., Kusumoto, A., Abe, K., Hosoda, K., Kiso, Y., Wang, M.F., and Yamamoto, S. 2006. “Polyphenol-enriched oolong tea increases fecal lipid excretion.” *European Journal of Clinical Nutrition*. 60(11) : 1330-1336.

Ibrahim, NK. 2011. “Possible protective effect of kombucha tea ferment on cadmium chloride-induced liver and kidney damage in irradiated rats.” *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 55 : 1097–102.

Ivanišová, E., Meňhartová, K., Terentjeva, M., Harangozo, L., Kántor, A., and Kačániová, M. 2020. “The evaluation of chemical, antioxidant, antimicrobial and sensory properties of kombucha tea beverage.” *Journal of Food Science and Technology*. 57(5) : 1840-1846.

Jakubczyk, K., Kałduńska, J., Kochman, J., and Janda, K. 2020. “Chemical characteristics and antioxidant activity of kombucha beverages obtained from white, green, black, and red tea.” *Antioxidants*. 9(5) : 447.

Jayabalan, R., Baskaran, S., Marimuthu, S., Swaminathan, K., and Yun S.E. 2010a. “Effect of kombucha tea on aflatoxin B1-induced acute hepatotoxicity in albino rats—prophylactic and curative studies.” *Journal of Applied Biological Chemistry*. 53 : 407–416.

Jayabalan, R., Chen, P.N., Hsieh, Y.S., Prabhakaran, K., Pitchai, P., Marimuthu, S., Thangaraj, P., Swaminathan, K., and Yun, SE. 2011. “Effect of solvent fractions of kombucha tea on viability and invasiveness of cancer cells—characterization of dimethyl 2-(2-hydroxy-2-methoxypropylidine) malonate and vitexin.” *Indian Journal of Biotechnology*. 10 : 75–82.

Jayabalan, R., Malbaˇsa, R.V., Lonˇcar, E.S., Vitas, J.S., and Sathishkumar, M. 2014. “A review on kombucha tea—Microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus.” *Food Science Food Safety*. 13 : 539-550.

Jayabalan, R., Malini, K., Sathishkumar, M., Swaminathan, K., and Yun, S.E. 2010b. “Biochemical characteristics of tea fungus produced during kombucha fermentation.” *Food Sci Biotechnology*. 19 : 843–847.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Jayabalan, R., Marimuthu, S., and Swaminathan, K. 2007. "Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation." *Food Chemistry*. 102 : 392–398.

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 : 227–34.

Jia, B., Chun, B.H., Cho, G.Y., Kim, K.H., Moon, J.Y., Yeo, S.W., and Jeon, O.K. 2017. "Complete genome sequences of two acetic acid-producing *acetobacter pasteurianus* strains (Subsp. *ascendens* LMG 1590^{T} and Subsp. *paradoxus* LMG 1591^{T})." *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology.* 5(33).

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(12) : 1-18.

Kapp, J.M., and Sumner, W. 2019. "Kombucha: A systematic review of the empirical evidence of human health benefit." *Annals of Epidemiology*. 30 : 66-70.

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.

Khan, N., and Mukhtar, H. 2007. "Tea polyphenols for health promotion." *Life Science*. 81 : 519-533.

Komatsu, T., Nakamori, M., Komatsu, K., Hosoda, K., Okamura, M., Toyama, K., Ishikura, Y., Sakai, T., Kunii, D., and Yamamoto, S. 2003. "Oolong tea increases energy metabolism in Japanese females." *The Journal of Medical Investigation*. 50 : 170-175.

Kumar, V., and Josh, V.K. 2016. "Kombucha: Technology, microbiology, production, composition and therapeutic value." *International Journal of Food and Fermentation Technolog*. 6(1) : 13-24.

Kuroda, Y., Hara, Y. 1999. "Antimutagenic and anticarcinogenic activity of tea polyphenols." *Mutation Research*. 436 : 69-97.

Kurtzman, C.P., and Fell, J.W. 2006. **Yeast systematics and phylogeny—Implications of molecular identification methods for studies in ecology**. *Biodiversity and Ecophysiology of Yeasts, The Yeast Handbook.* Springer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

Liu, S., Zhang, Q.,Li, H., Qiu, Z., and Yu, Y. 2022 “Comparative evaluation of the antibacterial efficacy and mechanism of different tea extracts.” *Foods.* 11(4) : 620.

Lončar, E.S., Petrović, S.E., Malbaša, R.V., and Verac. R.M. 2000. “Biosynthesis of glucuronic acid by means of tea fungus.” *Nahrung*. 44 : 138–139.

Macfarlane, A., and Macfarlane, I. 2004. **The Empire of Tea**. *The Overlook Press*. p.32.

Malbaša, R., Lončar, E., and Djurić, M. 2008a. “Comparison of the products of Kombucha fermentation on sucrose and molasses.” *Food Chemistry.* 106 : 1039–1045.

Malbaša, R., Lončar, E., Djurić, M, and Došenović I. 2008b. “Effect of sucrose concentration on the products of kombucha fermentation on molasses.” *Food Chemistry.* 108 : 926–932.

Malbaša, R.V., Lončar, E.S., and Kolarov, L.J.A. 2002a. “Sucrose and inulin balance during tea fungus fermentation.” *Romanian Biotechnological Letters.* 7 : 573–576.

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

Martin, L.C. 2007. **Tea: The Drink that Changed the World**. *Tuttle Publishing*.

Mary, L.H., Robert, J.H. 2007. **The Story of Tea: A Cultural History and Drinking Guide. *Camellia sinensis* originated in southeast Asia, specifically around the intersection of 29th parallel and 98th meridian, the point of confluence of the lands of southwest China and Tibet**. *north Burma, and northeast India, citing Mondal.* p. 519

Mason, P.2011. **Dietary supplements. Fourth ed. London**. *Pharmaceutical Press*.

Monia, D., Jihene, C., Houda, B., Kawther, A. and Amina, B. 2013. “Antiproliferative and antimicrobial activities of kombucha tea.” *Academic journals*. 7(27) : 3466-3470.

Monobe, M., Ema, K., Kato, F., and Maeda-Yamamoto, M. 2008. “Immunostimulating activity of a crude polysaccharide derived from green tea (*Camellia sinensis*) extract. J. Agric.” *Food Chemistry*. 56 : 1423-1427.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Murugesan, G.S., Sathishkumar, M., Jayabalan, R., Binupriya, A.R., Swaminathan, K., and Yun, S.E. 2009. “Hepatoprotective and curative properties of kombucha tea against carbon tetrachloride-induced toxicity.” *Journal of Microbiology and Biotechnology*. 19 : 397–402.

Needham, J. 2000. “Origin and processing of oolong tea.” *Science and Civilization in China*. 6 : 535–550.

Nimse, S.B., and Pal, D. 2015. “Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms.” *The Royal Society of Chemistry Advances*. 5 (35) : 27986-28006.

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.

Ody, P. 2000. **Complete Guide to Medicinal Herbs**. *New York: Dorling Kindersley*. p.48.

Pallach, M., Marchetti, R., Lorenzo, F.I., Fabozzi, A., Giraud, E., Gully D., Paduano, L., Molinaro, A., Errico, G., Silipo G. 2018. “*Zymomonas mobilis* exopolysaccharide structure and role in high ethanol tolerance.” *Carbohydrate Polymers*. 1(201) : 293-299.

Park, A.M., and Dong, Z. 2003. “Signal transduction pathways: targets for green and black tea polyphenols.” *Journal of Biochemistry and Molecular Biology*. 6 : 66–77.

Pauline, T., Dipti, P., Anju, B., Kavimani, S., Sharma, S.K., Kain, A.K., Sarada, S.K., Sairam, M., Ilavazhagan, G., Devendra, K., and Selvamurthy, W. 2001. “Studies on toxicity, anti-stress and hepato-protective properties of kombucha tea.” *Biomedical and Environmental Sciences*. 14 : 207–13.

Qi, Z., Yang, H., Xia, X., Xin, Y., Zhang L., Wang, W., et al. 2013. “A protocol for optimization vinegar fermentation according to the ratio of oxygen consumption versus acid yield.” *Journal of Food Engineering*. 116 : 304-9.

Radomir, V., Malbaša, E.S., Lončar, J., VitasJasna, S., and Čanadanović-Brunet, M. 2011. “Influence of starter cultures on the antioxidant activity of kombucha beverage.” *Food Chemistry*. 127 : 1727–1731.

Rajkowska, K., and Kunicka-Styczyńska, A. 2012. “Probiotic activity of *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* against human pathogens.” *Food Technology and Biotechnology*. 50 : 230–236.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reiss, J. 1994. “Influence of different sugars on the metabolism of the tea fungus.” *European Food Research and Technology*. 198(3) : 258–261.

Rong-rong, H., Ling, C., Bing-hui, L., Yokichi, M., Xin-sheng, Y., Hiroshi, K. 2009. “Beneficial effects of oolong tea consumption on diet-induced overweight and obese subjects.” *Chinese Journal of Integrative Medicine*. 15(1) : 34-41.

Rosenbach F.J., 1884. *“Staphylococcus aureus.” International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 30 : 365.

Rumpler, W., Seale, J., Clevidence, B., Judd, J., Wiley, E., Yamamoto, S., Komatsu, T., Sawaki, T., Ishikura, Y., and Hosoda, K. 2001. “Oolong tea increases metabolic rate and fat oxidation in men.” *Journal of Nutrition*. 131 : 2848–2852.

Sarms, A. D., Mallick, A. R., and Ghosh, A.K. 2010. “Free radicals and their role in different clinical conditions: An overview.” *International Journal of Pharma Sciences and Research (IJPSR)*. 1(3) : 185-192.

Schleputz, T., Gerhards, J.P., and Buchs, J. 2013. “Ensuring constant oxygen supply during inoculation is essential to obtain reproducible results with obligatory aerobic acetic acid bacteria in vinegar production.” *Process Biochem*. 48 : 398-405.

Schroeder, C.M., Zhao, C., DebRoy, C., Torcolini, J., Zhao, J., White, D.G., Wagner, D.D., et al. 2002. “Antimicrobial resistance of *Escherichia coli* O157 isolated from humans, cattle, swine, and food.” *Applied and Environmental Microbiology*. 68(2) : 576–581.

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

Shruthi, B., Deepa, N., Somashekaraiah, R., Adithi, G., Divyashree, S., and Sreenivasa, M.Y. 2022. “Exploring biotechnological and functional characteristics of probiotic yeasts: A review.” *Biotechnology Reports*. 34 : e00716.

Siddiqui, I.A., Afaq, F., Adhami, V.M., Ahmad, N., Mukhtar, H. 2004. “Antioxidants of the beverage tea in promotion of human health.” *Antioxid Redox Signal*. 6 : 571-582.

Sievers, M., Teuber, M., 1995. “The microbiology and taxonomy of *Acetobacter europaeus* in commercial vinegar production.” *Journal of Applied Bacteriology - Symposium Supplement*. 79 : 84–95.

Silvia, V., Angela, A., and Stefano, M. 2004. “The antioxidants and pro-antioxidants network: An overview.” *Current Pharmaceutical Design*. 10(14) : 1677-1694.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Skocinska, K., Sionek, B., Scibisz, I. and Kolozyn-Krajewsk, D. 2017. “Acid contents and the effect of fermentation condition of Kombucha tea beverages on physicochemical, microbiological and sensory properties.” *Journal of Food*. 15(4) : 601-607.

Soccol, C.R., Vandenberghe, L.P., Spier, M.R., Medeiros, A.B., Yamaguishi, C.T., Lindner, J.D., Pandey, A., and Thomaz-Soccol, V. 2010. “The potential of probiotics: A review.” *Food Technology and Biotechnology*. 48 : 413–434.

Sreeramulu, G., Zhu, Y., and Knol, W. 2000. “Kombucha fermentation and its antimicrobial activity. J. Agric.” *Food Chemistry*. 48(6) : 2589–2594.

Sreeramulu, G., Zhu, Y., and Knol, W. 2001. “Characterization of antimicrobial activity in kombucha fermentation.” *Acta Biotechnologica*. 21(1) : 49-56.

Strateva, T., and Mitov, I. 2011. “Contribution of an arsenal of virulence factors to pathogenesis of *Pseudomonas aeruginosa* infections.” *Annals of Microbiology*. 61(4) : 717-732.

Talawat, S., Ahantharik, P., Laohwiwattanakul, S., Premsuk, A., and Ratanano, S. 2006. “Efficacy of fermented teas in antibacterial activity. *Kasetsart Journal Natural Science*. 40 : 925–933.

Teoh, A.L., Heard, G., and Cox, J. 2004. “Yeast ecology of kombucha fermentation.” *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 95 : 119–126.

Todar, K. 2005. **Todar’s Online Textbook of Bacteriology: the genus *Bacilllus***. University of Wisconsin- Madison, *Department of bacteriology*.

Toma, M.M., Raipulis, J., Kalnina, I., and Rutkis, R. 2005. “Effect of probiotic yeast on genotoxicity.” *Food Technology and Biotechnology*. 43 : 301–305.

Tong, S.Y.C., Davis, J.S., Eichenberger, E., Holland, T.L., and Fowler, V.J.Jr. 2015. “*Staphylococcus aureus* infections: Epidemiology, pathophysiology, clinical manifestations, and management.” *Clinical Microbiology Reviews*. 28(3) : 603–661.

Tran, T., Grandvalet, C., Verdier, F., Martin, A., Alexandre, H., and Tourdot-Maréchal R. 2020. “Microbiological and technological parameters impacting the chemical composition and sensory quality of kombucha.” *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 19 : 2050–2070.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thomas, G. Boyce, M.D., David, L., Swerdlow, M.D., Patricia, M., and Griffin, M.D. 1995. "*Escherichia coli* O157:H7 and the hemolytic–uremic syndrome." *The New England Journal of Medicine*. 333(6) : 364-8.

Van den Bogaard, A.E., London N., Driessen C., Stobberingh E.E. 2001. "Antibiotic resistance of faecal Escherichia coli in poultry, poultry farmers and poultry slaughterers." *Journal of Antimicrobial Chemotherapy.* 47(6) : 763-71.

Vargas, B., Fabricio, F.M., and Záchia Ayub, M.A. 2021. "Health effects and probiotic and prebiotic potential of Kombucha: A bibliometric and systematic review." *Food Bioscience*. 44(9) : 101332.

Vīna, I., Linde, R., Patetko, A., and Semjonovs, P. 2013. "Glucuronic acid from fermented beverages: Biochemical functions in humans and its role in health protection." *International Journal of Recent Research and Applied Studies.* 14 : 17–25.

Walker, K., Skelton, H., and Smith, K. 2002. "Cutaneous lesions showing giant yeast forms of *Blastomyces dermatitidis*." *Journal of Cutaneous Pathology*. 29(10) : 616–618.

Wang, K., Gan, X., Tang, X., Wang, S., and Tan, H. 2010. "Determination of DSaccharic acid -1, 4 –lactone from brewed kombucha broth by high performance capillary electrophoresis." *Journal of Chromatography A*. 878 : 371-374.

Wang, S., Zhang, L., Qi L. 2020. "Effect of synthetic microbial community on nutraceutical and sensory qualities of kombucha." *International Journal of Food Science and Technology.* 55:3327–3333.

Wang, Y., Ji, B., Wu, W., Wang, R., Yang, Z., Zhang, D, and Tian, W. 2014. "Hepatoprotective effects of kombucha tea: identification of functional strains and quantification of functional components." *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 94 : 265–72.

Watawana, M. I., Jayawardena, N., Gunawardhana, C. B., and Waisundara, V.Y. 2015. "Health, wellness, and safety aspects of the consumption of kombucha." *Journal of Chemistry*. 2015(11) : 1-11.

Watawana, M., Jayawardena, N., Gunawardhana, C., and Viduranga, Y. 2015. "Health, fitness and safety of consuming kombucha." *Journal of Chemistry*. 2015(11) : 1-11.

Weinberg, B.A., and Bealer, B.K. 2001. **The World of Caffeine: The Science and Culture of the World's Most Popular Drug**. *Routledge*. p.28.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wu, J.H., Gao, H.Y., Zhao, L., Liao, X.J., Chen, F., Wang, Z.F., and Hu, X.S.. 2007. “Chemical compositional characterization of some apple cultivars.” *Food Chem*. 103(1) : 88–93.

Yamada, Y. 2014. “Transfer of *Gluconacetobacter kakiaceti*, *Gluconacetobacter medellinensis* and *Gluconacetobacter maltaceti* to the genus *Komagataeibacter* as *Komagataeibacter kakiaceti* comb. nov., *Komagataeibacter medellinensis* comb. nov. and *Komagataeibacter maltaceti* comb. nov.” *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology.* 64 : 1670-1672.

Yamada, Y., and Yukphan, P. 2008. “Genera and species in acetic acid bacteria.” *International Journal of Food Microbiology*. 125 : 15-24.

Yamamoto, T., Kim, M., and Juneja, L.R. 1997. **Chemistry and Applications of Green Tea**. *CRC Press*. p.4.

Yang, T.T., and Koo, M.W. 2000. “Chinese green tea lowers cholesterol level through an increase in fecal lipid excretion.” *Life Sci*. 66 : 411-423.

Yang, Z., Ji, B., Zhou, F., Li, B., Luo, Y., and Yang, L. 2009. “Hypocholesterolaemic and antioxidant effects of kombucha tea in high-cholesterol fed mice.” *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 89(1) : 150-156.

Yang, Z., Zhou, F., Ji, B., Li, B., Luo, Y., Yang, L., and Li, T. 2010. “Symbiosis between microorganisms from kombucha and kefir: Potential significance to the enhancement of kombucha function.” *Applied Biochemistry and Biotechnology.* 160 : 446–455.

Yong, E. 2012. “Yeast suggests speedy start for multicellular life.” *Nature*. 2012 : 16-21.

Zhao, C.N., Tang, G.Y., Cao, S.Y., Xu, X.Y., Gan, R.Y., Liu, Q., Mao, Q.Q., Shang, A. and Li, H.B. 2019. “Phenolic profiles and antioxidant activities of 30 tea infusions from green, black, oolong, white, yellow and dark teas.” *Antioxidants*. 8:215.

Zhao, Z.J., Sui, Y.C., Wu, H.W., Zhou, C.B., Hu, X.C., and Jian Zhang, J. 2018. “Flavour chemical dynamics during fermentation of kombucha tea.” *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 30(9) : 732-741.

Zubaidah, E., Ifadah A.R. 2019. “Changes in chemichal characteristics of kombucha from various cultivars of snake fruit during fermentation.” *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 230(1) : 012098.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. **อาหารเลี้ยงเชื้อ Glucose yeast extract calcium carbonate medium (GYC agar)**

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ GYC agar ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ทำได้โดยเตรียมองค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ ข-1 องค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ GYC agar ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

องค์ประกอบของอาหาร	**กรัม**
Yeast extract	10.00
Dextrose (Glucose)	50.00
Calcium carbonate	5.00
Agar	18.00

เติมส่วนประกอบของอาหารที่เตรียมไว้ละลายน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ทำให้อาหารเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้ความร้อน และนำไปทำให้ปลอดเชื้อด้วย Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาทีก่อนนำอาหารไปใช้งาน

2. **อาหารเลี้ยงเชื้อ Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar (DRBC agar)**

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ DRBC ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ทำได้โดยเตรียมองค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ ข-2 องค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ DRBC ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

องค์ประกอบของอาหาร	**กรัม**
อาหารเลี้ยงเชื้อ DRBC สำเร็จรูป	31.60

เติมส่วนประกอบของอาหารที่เตรียมไว้ละลายน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ทำให้อาหารเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้ความร้อน และนำไปทำให้ปลอดเชื้อด้วย Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ก่อนนำอาหารไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar (NA)

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar (NA) ทำได้โดยเตรียมองค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ ข-3 องค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar (NA) ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

องค์ประกอบของอาหาร	กรัม
Beef extract	3.00
Peptone	5.00
Agar	15.00

เติมส่วนประกอบของอาหารที่เตรียมไว้ละลายน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ทำให้อาหารเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้ความร้อน และนำไปทำให้ปลอดเชื้อด้วย Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ก่อนนำอาหารไปใช้งาน

4. อาหารเลี้ยงเชื้อ Mueller hinton agar (MHA)

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Mueller hinton agar (MHA) ทำได้โดยเตรียมองค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ ข-4 องค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ Mueller Hinton Agar (MHA) ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

องค์ประกอบของอาหาร	กรัม
Beef Extract	2.00
Acid hydrolysate of casein	17.50
Starch	1.50
Agar	15.00

เติมส่วนประกอบของอาหารที่เตรียมไว้ละลายน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ทำให้อาหารเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้ความร้อน และนำไปทำให้ปลอดเชื้อด้วย Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ก่อนนำอาหารไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

1. การตรวจจำนวนแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ605

1.1 เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

เตรียมอาหาร Glucose Yeast Calcium carbonate agar (GYC agar) เพื่อใช้สำหรับเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์

1.2 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

1) นำตัวอย่างที่ต้องการทดสอบเจือจางแบบ 10-fold dilution ด้วยสารละลาย เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่ระดับความเจือจาง 10^{-1} – 10^{-6}

2) ปิเปตสารละลายเจือจางในแต่ละระดับความเข้มข้นปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงบนผิวหน้าอาหาร GYC agar

3) ทำการ spread plate สารละลายเจือจางให้ทั่วผิวหน้าอาหาร นำจานอาหารไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 ± 2 เป็นเวลา 3 วัน

4) นับจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญบนผิวหน้าอาหาร และเกิดบริเวณใส (Clear zone) รอบโคโลนี คำนวณและอ่านค่าในหน่วย Log CFU/mL

2. การตรวจนับจำนวนยีสต์ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001

2.1 เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

เตรียมอาหารสูตรสำเร็จ DRBC

2.2 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

1) นำตัวอย่างที่ต้องการทดสอบเจือจางแบบ 10-fold dilution ด้วยสารละลาย เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่ระดับความเจือจาง 10^{-1} – 10^{-6}

2) ปิเปตสารละลายเจือจางในแต่ละระดับความเข้มข้นปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงบนผิวหน้าอาหาร

3) ทำการ spread plate สารละลายเจือจางให้ทั่วผิวหน้าอาหาร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 ± 2 เป็นเวลา 5 วัน

4) นับจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญบนผิวหน้าอาหาร คำนวณและรายงานในหน่วย Log CFU/mL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์ทางเคมีและการเตรียมสารมาตรฐาน

1. การหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar) โดยวิธีฟีนอล-ซัลฟิวริก

1.1 สารเคมี

1) สารฟีนอล

2) กรดซัลฟิวริก

1.2 การเตรียมสารเคมี

1) เตรียมสารละลายฟีนอล ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ชั่งฟีนอล 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และปรับปริมาณจนครบ 100 มิลลิลิตรด้วยขวดปรับปริมาตร

2) นำกลูโคสมาตรฐานอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้นออก หลังจากนั้นนำมาใส่ในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3) ชั่งกลูโคสจากการอบแห้ง 0.1 กรัม นำมาละลายในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยขวดปรับปริมาตร จะได้ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายกลูโคส 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

1.3 การทำกราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส

1) ทำการเจือจางสารละลายกลูโคสมาตรฐานเป็นความเข้มข้น 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, และ 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

2) ปิเปตสารละลายเจือจางกลูโคสในความเข้มข้นต่างๆ และน้ำกลั่นเป็นค่า blank ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายฟีนอล ความเข้มข้นร้อยละ 5 ปริมาณ 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

3) เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที

4) เขย่าสารในหลอดทดลองด้วยเครื่อง Vortex mixer ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที

5) วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร นำค่าที่วัดได้สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคส (x) กับ ค่าการดูดกลืนแสง (y) แสดงดังรูปที่ ค-1

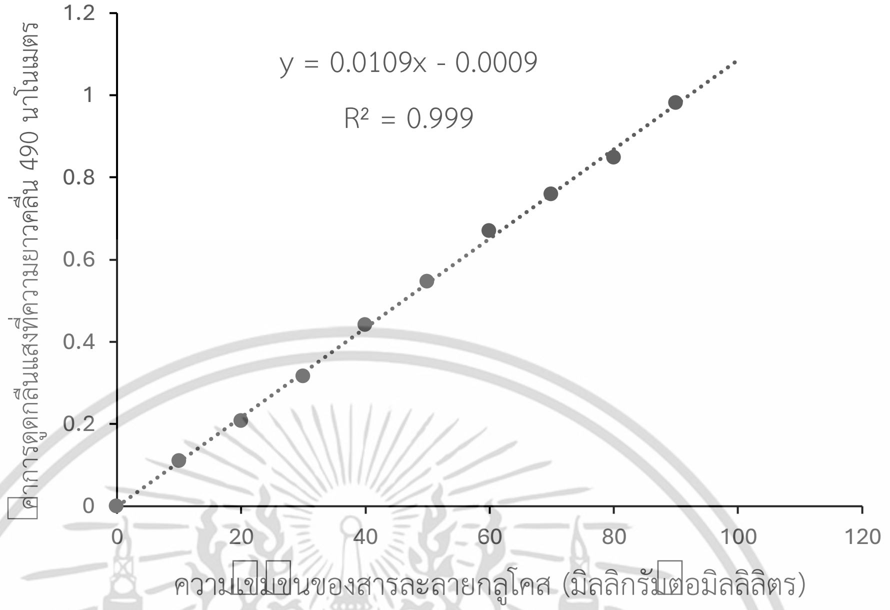
1.4 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในตัวอย่าง (Total sugar)

1) เจือจางตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น

2) ปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง ทำการเติมสารและวิเคราะห์เช่นเดียวกับการทำกราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคสในข้อ 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) นำค่าที่วัดได้คำนวณปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในตัวอย่าง โดยแทนค่าลงในสมการ จากกราฟมาตรฐานกลูโคส (รูปที่ ค-1)



รูปที่ ค-1 กราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส

2. การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปอะซิติก

2.1 สารเคมี

1) สารฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolpthalein)

2) สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide : NaOH)

3) สารโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต (KHP)

2.2 การเตรียมสารเคมี

1) เตรียมสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน ความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

ชั่งสารฟีนอล์ฟทาลีน 1 กรัม ละลายด้วยแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 ปรับปริมาตรด้วยขวดปรับปริมาตรจนครบ 100 มิลลิลิตร เขย่าให้ผลึกสารฟีนอล์ฟทาลีนละลายจนหมด เก็บในภาชนะทึบแสง

2) เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์

ชั่งสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรด้วยขวดปรับปริมาตรจนครบ 1000 มิลลิลิตร

3) เตรียมสารละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต

โดยชั่งสาร 0.100 – 0.150 กรัม (บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ขวดรูปชมพู่ ละลายด้วยน้ำปราศจากไอออน 25 มิลลิลิตร

2.3 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) หยดฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยดลงในสารละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลตที่เตรียมไว้ ไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จนถึงจุดยุติ สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้

2) คำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จากสูตร

$$\text{ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (N)} = \frac{W_{KHP}}{M.W._{KHP} \times V_{NaoH}} \times 1000$$

โดย W_{KHP} = น้ำหนักที่แน่นอนของสารโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต (กรัม)

V_{NaOH} = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ (มิลลิลิตร)

$M.W._{KHP}$ = มวลโมเลกุลของสารโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต เท่ากับ 204.23 (กรัมต่อโมล)

3. การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ โดยใช้เครื่อง Gas-Chromatography (GC)

3.1 สารเคมี

1) สารละลายโพรพานอล

2) สารเอทานอลบริสุทธิ์ ความเข้มข้นร้อยละ 99.5 โดยปริมาตร

3.2 การเตรียมสารเคมี

1) เตรียมสารละลายโพรพานอลความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร

ทำการปิเปตสารโพรพานอล 10 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตร เติมน้ำกลั่นและปรับปริมาตรจนครบ 100 มิลลิลิตร

2) เตรียมสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 0.2, 0.4, 0.8, 1.0, 2.0 และ 3.0 โดยปริมาตร

3.3 การทำกราฟมาตรฐานเอทานอล

1) ปิเปตสารละลายเอทานอลความเข้มข้นต่างๆ 500 ไมโครลิตร ลงในขวดเก็บ สารละลาย (Vial) ขนาด 2 มิลลิลิตร สาหรับวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์

2) เติมสารละลายโพรพานอลความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร 500 ไมโครลิตร ลงผสมกับสารละลายเอทานอล ปิดฝาขวดทันที เขย่าสารให้เข้ากัน

3) วิเคราะห์ปริมาณเอทานอลด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (GC) ในสภาวะดังนี้

- เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี : ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น GC-2014
- คอลัมน์ : ชนิด capillary รุ่น DB-1 ยี่ห้อ Agilent J&W ขนาดยาว 30 เมตร ×เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร สารเคลือบคอลัมน์หนา 5.00 ไมโครเมตร
- Carrier gas : แก๊สฮีเลียม (Helium)
- Flow control Mode : Linear velocity
- Detector : ชนิด Flame ionize (FID) อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส
- Injection mode : Split ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส

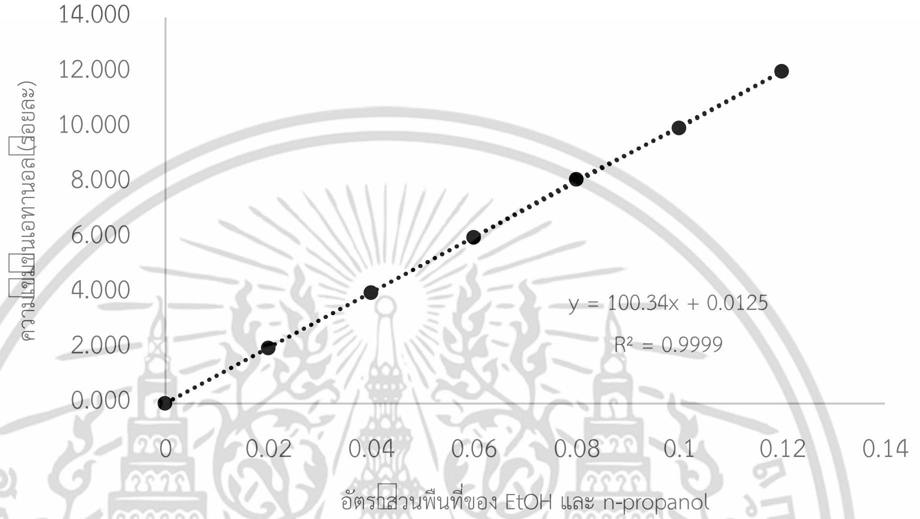
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปริมาณสารที่ฉีด : 0.5 ไมโครลิตร

- การตั้งค่าโปรแกรมการวิเคราะห์ : เริ่มต้น 60 องศาเซลเซียสนาน 6 นาที และ เพิ่มเป็น 130 องศาเซลเซียส ด้วยอัตรา 20 องศาเซลเซียสต่อนาที นาน 1.5 นาที

4) นำค่าที่ได้คำนวณอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ใต้กราฟของสารละลายโพรพานอลและสารละลายเอทานอล เขียนกราฟความสัมพันธ์ของร้อยละความเข้มข้นของสารละลายเอทานอล

มาตรฐาน (x) และอัตราส่วนพื้นที่ใต้กราฟ (y) แสดงดังรูปที่ ค-2



รูปที่ ค-2 กราฟมาตรฐานเอทานอล

4. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic content)

4.1 สารเคมี

1) สารโฟลินซิโอคาลทิว (Folin-Ciocalteu reagent)

2) สารโซเดียมคาร์บอเนต ($NaCO_3$)

3) กรดแกลลิก

4.2 การเตรียมสารเคมี

1) เตรียมสารละลายโฟลินซิโอคาลทิว ความเข้มข้นร้อยละ 7.5 โดยปริมาตร

โดยปิเปตสารโฟลินซิโอคาลทิว 7.5 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น และปรับปริมาตรจนครบ 100 มิลลิลิตร

2) เตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้นร้อยละ 10

โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ชั่งสารโซเดียมคาร์บอเนต 10 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรด้วยขวดปรับ ปริมาตรจนครบ 100 มิลลิลิตร

3) เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกความเข้มข้น 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยชั่งกรดแกลลิก 0.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรด้วยขวดปรับปริมาตร จนครบ 100 มิลลิลิตร

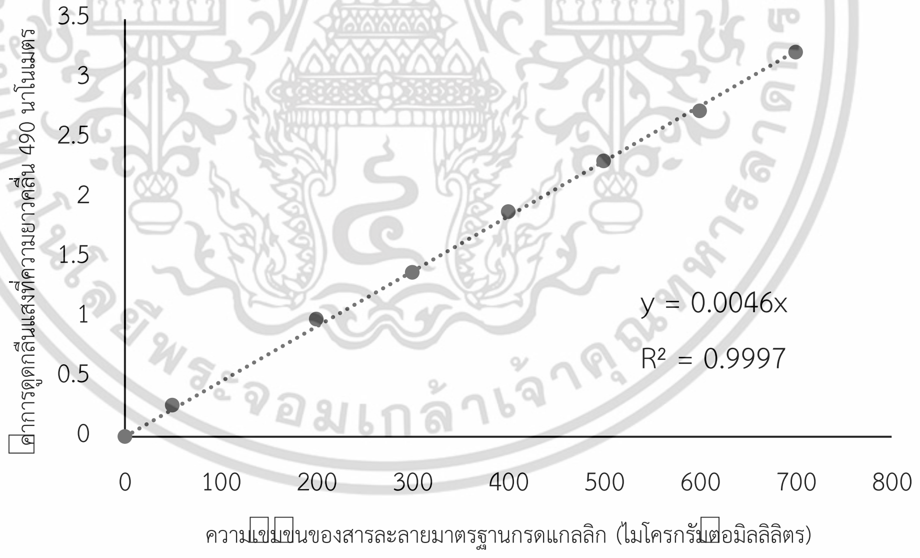
4.3 การทำกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

1) เจือจางสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกความเข้มข้น 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 และ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

2) ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกความเข้มข้นต่างๆ 20 ไมโครลิตรลงใน 96 well-plate และใช้น้ำกลั่นเป็นค่าแบลงค์ ทำการเติมสารละลาย Folin-Ciocalteu ความเข้มข้นร้อยละ 7.5 โดยปริมาตร 100 ไมโครลิตร ลงในหลุมของสารละลายมาตรฐาน เขย่าเพลท เพื่อทำปฏิกิริยา ตั้งทิ้งไว้ 5 นาทีในที่มืด

3) เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร 80 ไมโครลิตร เขย่าเพลทแล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ในที่มืดเพื่อทำปฏิกิริยา

4) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate reader นำค่าที่ได้สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (x) กับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร (y) แสดงดังรูปที่ ค-3



รูปที่ ค-1 กราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

7. การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging

7.1 สารเคมี

1) 2,2-diphynyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

2) สารเอทานอลบริสุทธิ์ ความเข้มข้นร้อยละ 99.5 โดยปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 การเตรียมสารเคมี

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

$$g = \frac{394.32\times0.2\times100}{1000}$$

= 7.886 มิลลิกรัม

ชั่งสาร DPPH 7.886 มิลลิกรัม ละลายในแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร เก็บในภาชนะทึบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

แบบประเมินทางประสาทสัมผัส

โครงการวิจัย : การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มคอมบูชาโพรไบโอติกโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์

แบบประเมินทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาในแต่ละตัวอย่างทั้งหมด 3 การทดลอง โดยหมักเป็นเวลา 7 10 และ 14 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

เพศ .... อายุ .... ปี

เคยบริโภคเครื่องดื่มประเภทคอมบูชาก่อนหน้าที่จะเข้าร่วมการทดสอบหรือไม่

▢ เคย ▢ ไม่เคย

คำอธิบาย : ทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่นำเสนอ จากนั้นให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของ ผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดให้

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

** กรุณาบ้วนปากทุกครั้งก่อนเริ่มชิมตัวอย่าง

ตัวอย่าง	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
101				
102				
103				

ข้อเสนอแนะ

....
....
....
....
....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางที่ จ.1 การเปลี่ยนแปลงของยีสต์ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 และคอมบูชาทางการค้าจากชาอู่หลง หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

ยีสต์ วันที่ 0

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.291	3	.430	104.121	.000
Within Groups	.033	8	.004		
Total	1.324	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	.26000*	.05249	.001	.1390	.3810
		5y5b	-.18333*	.05249	.008	-.3044	-.0623
		commercial	.69000*	.05249	.000	.5690	.8110
	6y4b	8y2b	-.26000*	.05249	.001	-.3810	-.1390
		5y5b	-.44333*	.05249	.000	-.5644	-.3223
		commercial	.43000*	.05249	.000	.3090	.5510
	5y5b	8y2b	.18333*	.05249	.008	.0623	.3044
		6y4b	.44333*	.05249	.000	.3223	.5644
		commercial	.87333*	.05249	.000	.7523	.9944
	commercial	8y2b	-.69000*	.05249	.000	-.8110	-.5690
		6y4b	-.43000*	.05249	.000	-.5510	-.3090

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		5y5b	-.87333*	.05249	.000	-.9944	-.7523

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	commercial	3	5.1600			
	6y4b	3		5.5900		
	8y2b	3			5.8500	
	5y5b	3				6.0333
	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 จ.2 การเปลี่ยนแปลงของยีสต์ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 และคอมบูชาทางการค้าจากชาอู่หลง หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

ยีสต์ วันที่ 7

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.585	3	2.195	297.950	.000
Within Groups	.059	8	.007		
Total	6.644	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	.00333	.07008	.963	-.1583	.1649
		5y5b	.85000*	.07008	.000	.6884	1.0116
		commercial	1.79667*	.07008	.000	1.6351	1.9583
	6y4b	8y2b	-.00333	.07008	.963	-.1649	.1583
		5y5b	.84667*	.07008	.000	.6851	1.0083
		commercial	1.79333*	.07008	.000	1.6317	1.9549
	5y5b	8y2b	-.85000*	.07008	.000	-1.0116	-.6884
		6y4b	-.84667*	.07008	.000	-1.0083	-.6851
		commercial	.94667*	.07008	.000	.7851	1.1083
	commercial	8y2b	-1.79667*	.07008	.000	-1.9583	-1.6351
		6y4b	-1.79333*	.07008	.000	-1.9549	-1.6317
		5y5b	-.94667*	.07008	.000	-1.1083	-.7851

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3
Duncan[a]	commercial	3	3.4533		
	5y5b	3		4.4000	
	6y4b	3			5.2467
	8y2b	3			5.2500
	Sig.		1.000	1.000	.963

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.3 การเปลี่ยนแปลงของยีสต์ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 และคอมบูชาทางการค้าจากชาอู่หลง หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

ยีสต์ วันที่ 10

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.206	3	2.402	232.452	.000
Within Groups	.083	8	.010		
Total	7.289	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	.02000	.08300	.816	-.1714	.2114
		5y5b	.21667*	.08300	.031	.0253	.4081
		commercial	-1.70000*	.08300	.000	-1.8914	-1.5086
	6y4b	8y2b	-.02000	.08300	.816	-.2114	.1714
		5y5b	.19667*	.08300	.045	.0053	.3881
		commercial	-1.72000*	.08300	.000	-1.9114	-1.5286
	5y5b	8y2b	-.21667*	.08300	.031	-.4081	-.0253
		6y4b	-.19667*	.08300	.045	-.3881	-.0053
		commercial	-1.91667*	.08300	.000	-2.1081	-1.7253
	commercial	8y2b	1.70000*	.08300	.000	1.5086	1.8914
		6y4b	1.72000*	.08300	.000	1.5286	1.9114
		5y5b	1.91667*	.08300	.000	1.7253	2.1081

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3
Duncan[a]	5y5b	3	4.2033		
	6y4b	3		4.4000	
	8y2b	3		4.4200	
	commercial	3			6.1200
	Sig.		1.000	.816	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 จ.4 การเปลี่ยนแปลงของยีสต์ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 และคอมบูชาทางการค้าจากชาอู่หลง หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

ยีสต์ วันที่ 14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	19.167	3	6.389	899.839	.000
Within Groups	.057	8	.007		
Total	19.223	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	.31333*	.06880	.002	.1547	.4720
		5y5b	.37667*	.06880	.001	.2180	.5353
		commercial	-2.67000*	.06880	.000	-2.8287	-2.5113
	6y4b	8y2b	-.31333*	.06880	.002	-.4720	-.1547
		5y5b	.06333	.06880	.384	-.0953	.2220
		commercial	-2.98333*	.06880	.000	-3.1420	-2.8247
	5y5b	8y2b	-.37667*	.06880	.001	-.5353	-.2180
		6y4b	-.06333	.06880	.384	-.2220	.0953
		commercial	-3.04667*	.06880	.000	-3.2053	-2.8880
	commercial	8y2b	2.67000*	.06880	.000	2.5113	2.8287
		6y4b	2.98333*	.06880	.000	2.8247	3.1420
		5y5b	3.04667*	.06880	.000	2.8880	3.2053

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3
Duncan[a]	5y5b	3	3.3900		
	6y4b	3	3.4533		
	8y2b	3		3.7667	
	commercial	3			6.4367
	Sig.		.384	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 จ.5 การเปลี่ยนแปลงของยีสต์ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 และคอมบูชาทางการค้าจากชาอู่หลง หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

ยีสต์ 5Y5B วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11.640	3	3.880	671.878	.000
Within Groups	.046	8	.006		
Total	11.686	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	.95667*	.06205	.000	.8136	1.0998
		d10	1.83000*	.06205	.000	1.6869	1.9731
		d14	2.64333*	.06205	.000	2.5002	2.7864
	d7	d0	-.95667*	.06205	.000	-1.0998	-.8136
		d10	.87333*	.06205	.000	.7302	1.0164
		d14	1.68667*	.06205	.000	1.5436	1.8298
	d10	d0	-1.83000*	.06205	.000	-1.9731	-1.6869
		d7	-.87333*	.06205	.000	-1.0164	-.7302
		d14	.81333*	.06205	.000	.6702	.9564
	d14	d0	-2.64333*	.06205	.000	-2.7864	-2.5002
		d7	-1.68667*	.06205	.000	-1.8298	-1.5436
		d10	-.81333*	.06205	.000	-.9564	-.6702

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	d14	3	3.3900			
	d10	3		4.2033		
	d7	3			5.0767	
	d0	3				6.0333
	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 จ.6 การเปลี่ยนแปลงของยีสต์ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 และคอมบูชาทางการค้าจากชาอู่หลง หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

ยีสต์ 6Y4B วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8.196	3	2.732	408.284	.000
Within Groups	.054	8	.007		
Total	8.250	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	.34333*	.06679	.001	.1893	.4974
		d10	1.19000*	.06679	.000	1.0360	1.3440
		d14	2.13667*	.06679	.000	1.9826	2.2907
	d7	d0	-.34333*	.06679	.001	-.4974	-.1893
		d10	.84667*	.06679	.000	.6926	1.0007
		d14	1.79333*	.06679	.000	1.6393	1.9474
	d10	d0	-1.19000*	.06679	.000	-1.3440	-1.0360
		d7	-.84667*	.06679	.000	-1.0007	-.6926
		d14	.94667*	.06679	.000	.7926	1.1007
	d14	d0	-2.13667*	.06679	.000	-2.2907	-1.9826
		d7	-1.79333*	.06679	.000	-1.9474	-1.6393
		d10	-.94667*	.06679	.000	-1.1007	-.7926

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	d14	3	3.4533			
	d10	3		4.4000		
	d7	3			5.2467	
	d0	3				5.5900
	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 จ.7 การเปลี่ยนแปลงของยีสต์ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 และคอมบูชาทางการค้าจากชาอู่หลง หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

ยีสต์ 8Y2B วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.546	3	2.515	184.835	.000
Within Groups	.109	8	.014		
Total	7.655	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	.60000*	.09525	.000	.3804	.8196
		d10	1.43000*	.09525	.000	1.2104	1.6496
		d14	2.08333*	.09525	.000	1.8637	2.3030
	d7	d0	-.60000*	.09525	.000	-.8196	-.3804
		d10	.83000*	.09525	.000	.6104	1.0496
		d14	1.48333*	.09525	.000	1.2637	1.7030
	d10	d0	-1.43000*	.09525	.000	-1.6496	-1.2104
		d7	-.83000*	.09525	.000	-1.0496	-.6104
		d14	.65333*	.09525	.000	.4337	.8730
	d14	d0	-2.08333*	.09525	.000	-2.3030	-1.8637
		d7	-1.48333*	.09525	.000	-1.7030	-1.2637
		d10	-.65333*	.09525	.000	-.8730	-.4337

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	d14	3	3.7667			
	d10	3		4.4200		
	d7	3			5.2500	
	d0	3				5.8500
	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 จ.8 การเปลี่ยนแปลงของยีสต์ *Saccharomyces boulardii* KMITL 001 และคอมบูชาทางการค้าจากชาอู่หลง หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

ยีสต์ ทางการค้า วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.034	3	1.011	113.743	.000
Within Groups	.071	8	.009		
Total	3.105	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	-.33333*	.07699	.003	-.5109	-.1558
		d10	-.96000*	.07699	.000	-1.1375	-.7825
		d14	-1.27667*	.07699	.000	-1.4542	-1.0991
	d7	d0	.33333*	.07699	.003	.1558	.5109
		d10	-.62667*	.07699	.000	-.8042	-.4491
		d14	-.94333*	.07699	.000	-1.1209	-.7658
	d10	d0	.96000*	.07699	.000	.7825	1.1375
		d7	.62667*	.07699	.000	.4491	.8042
		d14	-.31667*	.07699	.003	-.4942	-.1391
	d14	d0	1.27667*	.07699	.000	1.0991	1.4542
		d7	.94333*	.07699	.000	.7658	1.1209
		d10	.31667*	.07699	.003	.1391	.4942

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	d0	3	5.1600			
	d7	3		5.4933		
	d10	3			6.1200	
	d14	3				6.4367
	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 จ.9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 ระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชา หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

แบคทีเรีย วันที่ 0

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12.221	3	4.074	368.120	.000
Within Groups	.089	8	.011		
Total	12.309	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	.04867	.08589	.587	-.1494	.2467
		5y5b	.16867	.08589	.085	-.0294	.3667
		commercial	2.39867*	.08589	.000	2.2006	2.5967
	6y4b	8y2b	-.04867	.08589	.587	-.2467	.1494
		5y5b	.12000	.08589	.200	-.0781	.3181
		commercial	2.35000*	.08589	.000	2.1519	2.5481
	5y5b	8y2b	-.16867	.08589	.085	-.3667	.0294
		6y4b	-.12000	.08589	.200	-.3181	.0781
		commercial	2.23000*	.08589	.000	2.0319	2.4281
	commercial	8y2b	-2.39867*	.08589	.000	-2.5967	-2.2006
		6y4b	-2.35000*	.08589	.000	-2.5481	-2.1519
		5y5b	-2.23000*	.08589	.000	-2.4281	-2.0319

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2
Duncan[a]	commercial	3	4.7100	
	5y5b	3		6.9400
	6y4b	3		7.0600
	8y2b	3		7.1087
	Sig.		1.000	.096

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 ระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชา หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

แบคทีเรีย วันที่ 7

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.778	3	1.593	131.713	.000
Within Groups	.097	8	.012		
Total	4.875	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	.17667	.08978	.085	-.0304	.3837
		5y5b	.10333	.08978	.283	-.1037	.3104
		commercial	1.54333*	.08978	.000	1.3363	1.7504
	6y4b	8y2b	-.17667	.08978	.085	-.3837	.0304
		5y5b	-.07333	.08978	.438	-.2804	.1337
		commercial	1.36667*	.08978	.000	1.1596	1.5737
	5y5b	8y2b	-.10333	.08978	.283	-.3104	.1037
		6y4b	.07333	.08978	.438	-.1337	.2804
		commercial	1.44000*	.08978	.000	1.2330	1.6470
	commercial	8y2b	-1.54333*	.08978	.000	-1.7504	-1.3363
		6y4b	-1.36667*	.08978	.000	-1.5737	-1.1596
		5y5b	-1.44000*	.08978	.000	-1.6470	-1.2330

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2
Duncan[a]	commercial	3	5.6800	
	6y4b	3		7.0467
	5y5b	3		7.1200
	8y2b	3		7.2233
	Sig.		1.000	.096

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 ระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชา หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

แบคทีเรีย วันที่ 10

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.579	3	.860	81.679	.000
Within Groups	.084	8	.011		
Total	2.663	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	-.18000	.08377	.064	-.3732	.0132
		5y5b	-.31000*	.08377	.006	-.5032	-.1168
		commercial	.87667*	.08377	.000	.6835	1.0698
	6y4b	8y2b	.18000	.08377	.064	-.0132	.3732
		5y5b	-.13000	.08377	.159	-.3232	.0632
		commercial	1.05667*	.08377	.000	.8635	1.2498
	5y5b	8y2b	.31000*	.08377	.006	.1168	.5032
		6y4b	.13000	.08377	.159	-.0632	.3232
		commercial	1.18667*	.08377	.000	.9935	1.3798
	commercial	8y2b	-.87667*	.08377	.000	-1.0698	-.6835
		6y4b	-1.05667*	.08377	.000	-1.2498	-.8635
		5y5b	-1.18667*	.08377	.000	-1.3798	-.9935

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3
Duncan[a]	commercial	3	6.5100		
	8y2b	3		7.3867	
	6y4b	3		7.5667	7.5667
	5y5b	3			7.6967
	Sig.		1.000	.064	.159

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 ระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชา หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

แบคทีเรีย วันที่ 14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.264	3	.088	20.206	.000
Within Groups	.035	8	.004		
Total	.298	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	-.24667*	.05385	.002	-.3708	-.1225
		5y5b	-.30000*	.05385	.001	-.4242	-.1758
		commercial	-.40333*	.05385	.000	-.5275	-.2792
	6y4b	8y2b	.24667*	.05385	.002	.1225	.3708
		5y5b	-.05333	.05385	.351	-.1775	.0708
		commercial	-.15667*	.05385	.020	-.2808	-.0325
	5y5b	8y2b	.30000*	.05385	.001	.1758	.4242
		6y4b	.05333	.05385	.351	-.0708	.1775
		commercial	-.10333	.05385	.091	-.2275	.0208
	commercial	8y2b	.40333*	.05385	.000	.2792	.5275
		6y4b	.15667*	.05385	.020	.0325	.2808
		5y5b	.10333	.05385	.091	-.0208	.2275

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3
Duncan[a]	8y2b	3	6.2867		
	6y4b	3		6.5333	
	5y5b	3		6.5867	6.5867
	commercial	3			6.6900
	Sig.		1.000	.351	.091

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 ระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชา หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

แบคทีเรีย 5Y5B วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.934	3	.645	47.698	.000
Within Groups	.108	8	.014		
Total	2.042	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	day0	day7	-.18000	.09493	.095	-.3989	.0389
		day10	-.75667*	.09493	.000	-.9756	-.5378
		day14	.35333*	.09493	.006	.1344	.5722
	day7	day0	.18000	.09493	.095	-.0389	.3989
		day10	-.57667*	.09493	.000	-.7956	-.3578
		day14	.53333*	.09493	.000	.3144	.7522
	day10	day0	.75667*	.09493	.000	.5378	.9756
		day7	.57667*	.09493	.000	.3578	.7956
		day14	1.11000*	.09493	.000	.8911	1.3289
	day14	day0	-.35333*	.09493	.006	-.5722	-.1344
		day7	-.53333*	.09493	.000	-.7522	-.3144
		day10	-1.11000*	.09493	.000	-1.3289	-.8911

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3
Duncan[a]	day14	3	6.5867		
	day0	3		6.9400	
	day7	3		7.1200	
	day10	3			7.6967
	Sig.		1.000	.095	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 จ.14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 ระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชา หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

แบคทีเรีย 6Y4B วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.602	3	.534	124.829	.000
Within Groups	.034	8	.004		
Total	1.636	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	.01333	.05340	.809	-.1098	.1365
		d10	-.50667*	.05340	.000	-.6298	-.3835
		d14	.52667*	.05340	.000	.4035	.6498
	d7	d0	-.01333	.05340	.809	-.1365	.1098
		d10	-.52000*	.05340	.000	-.6431	-.3969
		d14	.51333*	.05340	.000	.3902	.6365
	d10	d0	.50667*	.05340	.000	.3835	.6298
		d7	.52000*	.05340	.000	.3969	.6431
		d14	1.03333*	.05340	.000	.9102	1.1565
	d14	d0	-.52667*	.05340	.000	-.6498	-.4035
		d7	-.51333*	.05340	.000	-.6365	-.3902
		d10	-1.03333*	.05340	.000	-1.1565	-.9102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3
Duncan[a]	d14	3	6.5333		
	d7	3		7.0467	
	d0	3		7.0600	
	d10	3			7.5667
	Sig.		1.000	.809	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 จ.15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 ระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชา หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

แบคทีเรีย 8Y2B วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.160	3	.720	97.790	.000
Within Groups	.059	8	.007		
Total	2.219	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	-.11467	.07006	.140	-.2762	.0469
		d10	-.27800*	.07006	.004	-.4396	-.1164
		d14	.82200*	.07006	.000	.6604	.9836
	d7	d0	.11467	.07006	.140	-.0469	.2762
		d10	-.16333*	.07006	.048	-.3249	-.0018
		d14	.93667*	.07006	.000	.7751	1.0982
	d10	d0	.27800*	.07006	.004	.1164	.4396
		d7	.16333*	.07006	.048	.0018	.3249
		d14	1.10000*	.07006	.000	.9384	1.2616
	d14	d0	-.82200*	.07006	.000	-.9836	-.6604
		d7	-.93667*	.07006	.000	-1.0982	-.7751
		d10	-1.10000*	.07006	.000	-1.2616	-.9384

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3
Duncan[a]	d14	3	6.2867		
	d0	3		7.1087	
	d7	3		7.2233	
	d10	3			7.3867
	Sig.		1.000	.140	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 จ.16 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 ระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชา หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

แบคทีเรีย ทางการค้า วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.382	3	2.461	191.120	.000
Within Groups	.103	8	.013		
Total	7.485	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	day0	day7	-.97000*	.09265	.000	-1.1836	-.7564
		day10	-1.80000*	.09265	.000	-2.0136	-1.5864
		day14	-1.98000*	.09265	.000	-2.1936	-1.7664
	day7	day0	.97000*	.09265	.000	.7564	1.1836
		day10	-.83000*	.09265	.000	-1.0436	-.6164
		day14	-1.01000*	.09265	.000	-1.2236	-.7964
	day10	day0	1.80000*	.09265	.000	1.5864	2.0136
		day7	.83000*	.09265	.000	.6164	1.0436
		day14	-.18000	.09265	.088	-.3936	.0336
	day14	day0	1.98000*	.09265	.000	1.7664	2.1936
		day7	1.01000*	.09265	.000	.7964	1.2236
		day10	.18000	.09265	.088	-.0336	.3936

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3
Duncan[a]	day0	3	4.7100		
	day7	3		5.6800	
	day10	3			6.5100
	day14	3			6.6900
	Sig.		1.000	1.000	.088

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.17 ค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

pH วันที่ 0

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	17.245	3	5.748	3897.175	.000
Within Groups	.012	8	.001		
Total	17.257	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8Y2B	6Y4B	.00333	.03136	.918	-.0690	.0756
		5Y5Y	-.15667*	.03136	.001	-.2290	-.0844
		commercial	2.71333*	.03136	.000	2.6410	2.7856
	6Y4B	8Y2B	-.00333	.03136	.918	-.0756	.0690
		5Y5Y	-.16000*	.03136	.001	-.2323	-.0877
		commercial	2.71000*	.03136	.000	2.6377	2.7823
	5Y5Y	8Y2B	.15667*	.03136	.001	.0844	.2290
		6Y4B	.16000*	.03136	.001	.0877	.2323
		commercial	2.87000*	.03136	.000	2.7977	2.9423
	commercial	8Y2B	-2.71333*	.03136	.000	-2.7856	-2.6410
		6Y4B	-2.71000*	.03136	.000	-2.7823	-2.6377
		5Y5Y	-2.87000*	.03136	.000	-2.9423	-2.7977

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3
Duncan[a]	commercial	3	3.5767		
	6Y4B	3		6.2867	
	8Y2B	3		6.2900	
	5Y5Y	3			6.4467
	Sig.		1.000	.918	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 จ.18 ค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

pH วันที่ 7

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.066	3	.022	120.727	.000
Within Groups	.001	8	.000		
Total	.068	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8Y2B	6Y4B	.03333*	.01106	.017	.0078	.0588
		5Y5Y	.03333*	.01106	.017	.0078	.0588
		commercial	-.14667*	.01106	.000	-.1722	-.1212
	6Y4B	8Y2B	-.03333*	.01106	.017	-.0588	-.0078
		5Y5Y	.00000	.01106	1.000	-.0255	.0255
		commercial	-.18000*	.01106	.000	-.2055	-.1545
	5Y5Y	8Y2B	-.03333*	.01106	.017	-.0588	-.0078
		6Y4B	.00000	.01106	1.000	-.0255	.0255
		commercial	-.18000*	.01106	.000	-.2055	-.1545
	commercial	8Y2B	.14667*	.01106	.000	.1212	.1722
		6Y4B	.18000*	.01106	.000	.1545	.2055
		5Y5Y	.18000*	.01106	.000	.1545	.2055

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3
Duncan[a]	6Y4B	3	3.0233		
	5Y5Y	3	3.0233		
	8Y2B	3		3.0567	
	commercial	3			3.2033
	Sig.		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 จ.19 ค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

pH วันที่ 10

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.018	3	.006	105.286	.000
Within Groups	.000	8	.000		
Total	.019	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8Y2B	6Y4B	.01000	.00624	.147	-.0044	.0244
		5Y5Y	.00000	.00624	1.000	-.0144	.0144
		commercial	-.08667*	.00624	.000	-.1010	-.0723
	6Y4B	8Y2B	-.01000	.00624	.147	-.0244	.0044
		5Y5Y	-.01000	.00624	.147	-.0244	.0044
		commercial	-.09667*	.00624	.000	-.1110	-.0823
	5Y5Y	8Y2B	.00000	.00624	1.000	-.0144	.0144
		6Y4B	.01000	.00624	.147	-.0044	.0244
		commercial	-.08667*	.00624	.000	-.1010	-.0723
	commercial	8Y2B	.08667*	.00624	.000	.0723	.1010
		6Y4B	.09667*	.00624	.000	.0823	.1110
		5Y5Y	.08667*	.00624	.000	.0723	.1010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2
Duncan[a]	6Y4B	3	2.9900	
	8Y2B	3	3.0000	
	5Y5Y	3	3.0000	
	commercial	3		3.0867
	Sig.		.163	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 จ.20 ค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

pH วันที่ 14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.002	3	.001	16.267	.001
Within Groups	.000	8	.000		
Total	.002	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8Y2B	6Y4B	-.02333*	.00527	.002	-.0355	-.0112
		5Y5Y	-.03333*	.00527	.000	-.0455	-.0212
		commercial	-.03000*	.00527	.000	-.0422	-.0178
	6Y4B	8Y2B	.02333*	.00527	.002	.0112	.0355
		5Y5Y	-.01000	.00527	.094	-.0222	.0022
		commercial	-.00667	.00527	.242	-.0188	.0055
	5Y5Y	8Y2B	.03333*	.00527	.000	.0212	.0455
		6Y4B	.01000	.00527	.094	-.0022	.0222
		commercial	.00333	.00527	.545	-.0088	.0155
	commercial	8Y2B	.03000*	.00527	.000	.0178	.0422
		6Y4B	.00667	.00527	.242	-.0055	.0188
		5Y5Y	-.00333	.00527	.545	-.0155	.0088

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2
Duncan[a]	6Y4B	3	2.9900	
	8Y2B	3	3.0000	
	5Y5Y	3	3.0000	
	commercial	3		3.0867
	Sig.		.163	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 จ.21 ค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

pH 5Y5B วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	26.644	3	8.881	17762.861	.000
Within Groups	.004	8	.001		
Total	26.648	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	3.42333*	.01826	.000	3.3812	3.4654
		d10	3.44667*	.01826	.000	3.4046	3.4888
		d14	3.45333*	.01826	.000	3.4112	3.4954
	d7	d0	-3.42333*	.01826	.000	-3.4654	-3.3812
		d10	.02333	.01826	.237	-.0188	.0654
		d14	.03000	.01826	.139	-.0121	.0721
	d10	d0	-3.44667*	.01826	.000	-3.4888	-3.4046
		d7	-.02333	.01826	.237	-.0654	.0188
		d14	.00667	.01826	.724	-.0354	.0488
	d14	d0	-3.45333*	.01826	.000	-3.4954	-3.4112
		d7	-.03000	.01826	.139	-.0721	.0121
		d10	-.00667	.01826	.724	-.0488	.0354

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2
Duncan[a]	d14	3	2.9933	
	d10	3	3.0000	
	d7	3	3.0233	
	d0	3		6.4467
	Sig.		.154	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 จ.22 ค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

pH 6Y4B วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	24.324	3	8.108	23165.802	.000
Within Groups	.003	8	.000		
Total	24.327	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	3.26333*	.01528	.000	3.2281	3.2986
		d10	3.29667*	.01528	.000	3.2614	3.3319
		d14	3.30333*	.01528	.000	3.2681	3.3386
	d7	d0	-3.26333*	.01528	.000	-3.2986	-3.2281
		d10	.03333	.01528	.061	-.0019	.0686
		d14	.04000*	.01528	.031	.0048	.0752
	d10	d0	-3.29667*	.01528	.000	-3.3319	-3.2614
		d7	-.03333	.01528	.061	-.0686	.0019
		d14	.00667	.01528	.674	-.0286	.0419
	d14	d0	-3.30333*	.01528	.000	-3.3386	-3.2681
		d7	-.04000*	.01528	.031	-.0752	-.0048
		d10	-.00667	.01528	.674	-.0419	.0286

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3
Duncan[a]	d14	3	2.9833		
	d10	3	2.9900	2.9900	
	d7	3		3.0233	
	d0	3			6.2867
	Sig.		.674	.061	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 จ.23 ค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

pH 8Y2B วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	24.286	3	8.095	10675.253	.000
Within Groups	.006	8	.001		
Total	24.292	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	3.23333*	.02248	.000	3.1815	3.2852
		d10	3.29000*	.02248	.000	3.2382	3.3418
		d14	3.33000*	.02248	.000	3.2782	3.3818
	d7	d0	-3.23333*	.02248	.000	-3.2852	-3.1815
		d10	.05667*	.02248	.036	.0048	.1085
		d14	.09667*	.02248	.003	.0448	.1485
	d10	d0	-3.29000*	.02248	.000	-3.3418	-3.2382
		d7	-.05667*	.02248	.036	-.1085	-.0048
		d14	.04000	.02248	.113	-.0118	.0918
	d14	d0	-3.33000*	.02248	.000	-3.3818	-3.2782
		d7	-.09667*	.02248	.003	-.1485	-.0448
		d10	-.04000	.02248	.113	-.0918	.0118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3
Duncan[a]	d14	3	2.9600		
	d10	3	3.0000		
	d7	3		3.0567	
	d0	3			6.2900
	Sig.		.113	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 จ.24 ค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

pH ทางการค้า วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.594	3	.198	990.153	.000
Within Groups	.002	8	.000		
Total	.596	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	.37333*	.01155	.000	.3467	.4000
		d10	.49000*	.01155	.000	.4634	.5166
		d14	.58667*	.01155	.000	.5600	.6133
	d7	d0	-.37333*	.01155	.000	-.4000	-.3467
		d10	.11667*	.01155	.000	.0900	.1433
		d14	.21333*	.01155	.000	.1867	.2400
	d10	d0	-.49000*	.01155	.000	-.5166	-.4634
		d7	-.11667*	.01155	.000	-.1433	-.0900
		d14	.09667*	.01155	.000	.0700	.1233
	d14	d0	-.58667*	.01155	.000	-.6133	-.5600
		d7	-.21333*	.01155	.000	-.2400	-.1867
		d10	-.09667*	.01155	.000	-.1233	-.0700

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	d14	3	2.9900			
	d10	3		3.0867		
	d7	3			3.2033	
	d0	3				3.5767
	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 จ.25 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้าหมัก ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

กรดทั้งหมด วันที่ 0-14 ทางการค้า

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.638	3	.213	268.714	.000
Within Groups	.006	8	.001		
Total	.644	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	-.11800*	.02297	.001	-.1710	-.0650
		d10	-.37207*	.02297	.000	-.4250	-.3191
		d14	-.59600*	.02297	.000	-.6490	-.5430
	d7	d0	.11800*	.02297	.001	.0650	.1710
		d10	-.25407*	.02297	.000	-.3070	-.2011
		d14	-.47800*	.02297	.000	-.5310	-.4250
	d10	d0	.37207*	.02297	.000	.3191	.4250
		d7	.25407*	.02297	.000	.2011	.3070
		d14	-.22393*	.02297	.000	-.2769	-.1710
	d14	d0	.59600*	.02297	.000	.5430	.6490
		d7	.47800*	.02297	.000	.4250	.5310
		d10	.22393*	.02297	.000	.1710	.2769

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	d0	3	.0400			
	d7	3		.1580		
	d10	3			.4121	
	d14	3				.6360
	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 จ.27 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้าหมัก ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

กรดทั้งหมด วันที่ 0-14 8Y2B

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.051	3	.684	254.021	.000
Within Groups	.022	8	.003		
Total	2.072	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	-.61850*	.04235	.000	-.7162	-.5208
		d10	-.93657*	.04235	.000	-1.0342	-.8389
		d14	-1.07200*	.04235	.000	-1.1697	-.9743
	d7	d0	.61850*	.04235	.000	.5208	.7162
		d10	-.31807*	.04235	.000	-.4157	-.2204
		d14	-.45350*	.04235	.000	-.5512	-.3558
	d10	d0	.93657*	.04235	.000	.8389	1.0342
		d7	.31807*	.04235	.000	.2204	.4157
		d14	-.13543*	.04235	.013	-.2331	-.0378
	d14	d0	1.07200*	.04235	.000	.9743	1.1697
		d7	.45350*	.04235	.000	.3558	.5512
		d10	.13543*	.04235	.013	.0378	.2331

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	d0	3	.0160			
	d7	3		.6345		
	d10	3			.9526	
	d14	3				1.0880
	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 จ.28 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้าหมัก ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

กรดทั้งหมด วันที่ 0-14 6Y4B

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.130	3	.710	963.197	.000
Within Groups	.006	8	.001		
Total	2.136	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	-.79057*	.02217	.000	-.8417	-.7394
		d10	-1.01600*	.02217	.000	-1.0671	-.9649
		d14	-1.03533*	.02217	.000	-1.0865	-.9842
	d7	d0	.79057*	.02217	.000	.7394	.8417
		d10	-.22543*	.02217	.000	-.2766	-.1743
		d14	-.24477*	.02217	.000	-.2959	-.1936
	d10	d0	1.01600*	.02217	.000	.9649	1.0671
		d7	.22543*	.02217	.000	.1743	.2766
		d14	-.01933	.02217	.409	-.0705	.0318
	d14	d0	1.03533*	.02217	.000	.9842	1.0865
		d7	.24477*	.02217	.000	.1936	.2959
		d10	.01933	.02217	.409	-.0318	.0705

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3
Duncan[a]	d0	3	.0140		
	d7	3		.8046	
	d10	3			1.0300
	d14	3			1.0493
	Sig.		1.000	1.000	.409

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.29 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้าหมัก ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

กรดทั้งหมด วันที่ 0-14 5Y5B

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.051	3	.684	1303.385	.000
Within Groups	.004	8	.001		
Total	2.055	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	-.78857*	.01870	.000	-.8317	-.7454
		d10	-.97233*	.01870	.000	-1.0155	-.9292
		d14	-1.03400*	.01870	.000	-1.0771	-.9909
	d7	d0	.78857*	.01870	.000	.7454	.8317
		d10	-.18377*	.01870	.000	-.2269	-.1406
		d14	-.24543*	.01870	.000	-.2886	-.2023
	d10	d0	.97233*	.01870	.000	.9292	1.0155
		d7	.18377*	.01870	.000	.1406	.2269
		d14	-.06167*	.01870	.011	-.1048	-.0185
	d14	d0	1.03400*	.01870	.000	.9909	1.0771
		d7	.24543*	.01870	.000	.2023	.2886
		d10	.06167*	.01870	.011	.0185	.1048

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	d0	3	.0160			
	d7	3		.8046		
	d10	3			.9883	
	d14	3				1.0500
	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 จ.30 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด วันที่ 0

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	16.534	3	5.511	.574	.648
Within Groups	76.855	8	9.607		
Total	93.388	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	.87667	2.53072	.738	-4.9592	6.7125
		5y5b	-1.54000	2.53072	.560	-7.3759	4.2959
		commercial	-2.05333	2.53072	.441	-7.8892	3.7825
	6y4b	8y2b	-.87667	2.53072	.738	-6.7125	4.9592
		5y5b	-2.41667	2.53072	.368	-8.2525	3.4192
		commercial	-2.93000	2.53072	.280	-8.7659	2.9059
	5y5b	8y2b	1.54000	2.53072	.560	-4.2959	7.3759
		6y4b	2.41667	2.53072	.368	-3.4192	8.2525
		commercial	-.51333	2.53072	.844	-6.3492	5.3225
	commercial	8y2b	2.05333	2.53072	.441	-3.7825	7.8892
		6y4b	2.93000	2.53072	.280	-2.9059	8.7659
		5y5b	.51333	2.53072	.844	-5.3225	6.3492

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1
Duncan[a]	6y4b	3	98.2833
	8y2b	3	99.1600
	5y5b	3	100.7000
	commercial	3	101.2133
	Sig.		.307

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.31 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด วันที่ 7

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	179.145	3	59.715	7.633	.010
Within Groups	62.588	8	7.823		
Total	241.732	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	-4.01000	2.28378	.117	-9.2764	1.2564
		5y5b	-4.34000	2.28378	.094	-9.6064	.9264
		commercial	-10.78667*	2.28378	.001	-16.0531	-5.5203
	6y4b	8y2b	4.01000	2.28378	.117	-1.2564	9.2764
		5y5b	-.33000	2.28378	.889	-5.5964	4.9364
		commercial	-6.77667*	2.28378	.018	-12.0431	-1.5103
	5y5b	8y2b	4.34000	2.28378	.094	-.9264	9.6064
		6y4b	.33000	2.28378	.889	-4.9364	5.5964
		commercial	-6.44667*	2.28378	.022	-11.7131	-1.1803
	commercial	8y2b	10.78667*	2.28378	.001	5.5203	16.0531
		6y4b	6.77667*	2.28378	.018	1.5103	12.0431
		5y5b	6.44667*	2.28378	.022	1.1803	11.7131

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2
Duncan[a]	8y2b	3	80.0867	
	6y4b	3	84.0967	
	5y5b	3	84.4267	
	commercial	3		90.8733
	Sig.		.106	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 จ.32 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด วันที่ 10

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	166.090	3	55.363	17.856	.001
Within Groups	24.804	8	3.101		
Total	190.895	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	-2.70333	1.43771	.097	-6.0187	.6120
		5y5b	-.87333	1.43771	.560	-4.1887	2.4420
		commercial	-9.48333*	1.43771	.000	-12.7987	-6.1680
	6y4b	8y2b	2.70333	1.43771	.097	-.6120	6.0187
		5y5b	1.83000	1.43771	.239	-1.4854	5.1454
		commercial	-6.78000*	1.43771	.002	-10.0954	-3.4646
	5y5b	8y2b	.87333	1.43771	.560	-2.4420	4.1887
		6y4b	-1.83000	1.43771	.239	-5.1454	1.4854
		commercial	-8.61000*	1.43771	.000	-11.9254	-5.2946
	commercial	8y2b	9.48333*	1.43771	.000	6.1680	12.7987
		6y4b	6.78000*	1.43771	.002	3.4646	10.0954
		5y5b	8.61000*	1.43771	.000	5.2946	11.9254

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2
Duncan[a]	8y2b	3	74.7600	
	5y5b	3	75.6333	
	6y4b	3	77.4633	
	commercial	3		84.2433
	Sig.		.109	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 จ.33 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด วันที่ 14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	181.391	3	60.464	42.907	.000
Within Groups	11.273	8	1.409		
Total	192.664	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	-.04333	.96926	.965	-2.2784	2.1918
		5y5b	.23000	.96926	.818	-2.0051	2.4651
		commercial	-8.91333*	.96926	.000	-11.1484	-6.6782
	6y4b	8y2b	.04333	.96926	.965	-2.1918	2.2784
		5y5b	.27333	.96926	.785	-1.9618	2.5084
		commercial	-8.87000*	.96926	.000	-11.1051	-6.6349
	5y5b	8y2b	-.23000	.96926	.818	-2.4651	2.0051
		6y4b	-.27333	.96926	.785	-2.5084	1.9618
		commercial	-9.14333*	.96926	.000	-11.3784	-6.9082
	commercial	8y2b	8.91333*	.96926	.000	6.6782	11.1484
		6y4b	8.87000*	.96926	.000	6.6349	11.1051
		5y5b	9.14333*	.96926	.000	6.9082	11.3784

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2
Duncan[a]	5y5b	3	61.6833	
	8y2b	3	61.9133	
	6y4b	3	61.9567	
	commercial	3		70.8267
	Sig.		.793	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 จ.34 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 6Y4B วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2152.610	3	717.537	79.038	.000
Within Groups	72.627	8	9.078		
Total	2225.237	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	day0	day7	19.07333*	2.46014	.000	13.4002	24.7464
		day10	24.40000*	2.46014	.000	18.7269	30.0731
		day14	37.24667*	2.46014	.000	31.5736	42.9198
	day7	day0	-19.07333*	2.46014	.000	-24.7464	-13.4002
		day10	5.32667	2.46014	.062	-.3464	10.9998
		day14	18.17333*	2.46014	.000	12.5002	23.8464
	day10	day0	-24.40000*	2.46014	.000	-30.0731	-18.7269
		day7	-5.32667	2.46014	.062	-10.9998	.3464
		day14	12.84667*	2.46014	.001	7.1736	18.5198

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	day14	day0	-37.24667*	2.46014	.000	-42.9198	-31.5736
		day7	-18.17333*	2.46014	.000	-23.8464	-12.5002
		day10	-12.84667*	2.46014	.001	-18.5198	-7.1736

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3
Duncan[a]	day14	3	61.9133		
	day10	3		74.7600	
	day7	3		80.0867	
	day0	3			99.1600
	Sig.		1.000	.062	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 จ.35 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย S. *boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 8Y2B วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2046.749	3	682.250	314.117	.000
Within Groups	17.376	8	2.172		
Total	2064.124	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	day0	day7	14.18667*	1.20332	.000	11.4118	16.9615
		day10	20.82000*	1.20332	.000	18.0451	23.5949
		day14	36.32667*	1.20332	.000	33.5518	39.1015
	day7	day0	-14.18667*	1.20332	.000	-16.9615	-11.4118
		day10	6.63333*	1.20332	.001	3.8585	9.4082
		day14	22.14000*	1.20332	.000	19.3651	24.9149
	day10	day0	-20.82000*	1.20332	.000	-23.5949	-18.0451
		day7	-6.63333*	1.20332	.001	-9.4082	-3.8585
		day14	15.50667*	1.20332	.000	12.7318	18.2815
	day14	day0	-36.32667*	1.20332	.000	-39.1015	-33.5518

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		day7	-22.14000*	1.20332	.000	-24.9149	-19.3651
		day10	-15.50667*	1.20332	.000	-18.2815	-12.7318

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	day14	3	61.9567			
	day10	3		77.4633		
	day7	3			84.0967	
	day0	3				98.2833
	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 จ.36 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย S. *boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด คอมบูชาทางการค้า วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1458.059	3	486.020	210.327	.000
Within Groups	18.486	8	2.311		
Total	1476.545	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	day0	day7	10.34000*	1.24118	.000	7.4778	13.2022
		day10	16.97000*	1.24118	.000	14.1078	19.8322
		day14	30.38667*	1.24118	.000	27.5245	33.2488
	day7	day0	-10.34000*	1.24118	.000	-13.2022	-7.4778
		day10	6.63000*	1.24118	.001	3.7678	9.4922
		day14	20.04667*	1.24118	.000	17.1845	22.9088
	day10	day0	-16.97000*	1.24118	.000	-19.8322	-14.1078
		day7	-6.63000*	1.24118	.001	-9.4922	-3.7678
		day14	13.41667*	1.24118	.000	10.5545	16.2788
	day14	day0	-30.38667*	1.24118	.000	-33.2488	-27.5245

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		day7	-20.04667*	1.24118	.000	-22.9088	-17.1845
		day10	-13.41667*	1.24118	.000	-16.2788	-10.5545

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	day14	3	70.8267			
	day10	3		84.2433		
	day7	3			90.8733	
	day0	3				101.2133
	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 จ.37 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 5Y5B วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2403.559	3	801.186	95.614	.000
Within Groups	67.035	8	8.379		
Total	2470.594	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	day0	day7	16.27000*	2.36352	.000	10.8197	21.7203
		day10	25.06667*	2.36352	.000	19.6164	30.5170
		day14	39.01667*	2.36352	.000	33.5664	44.4670
	day7	day0	-16.27000*	2.36352	.000	-21.7203	-10.8197
		day10	8.79667*	2.36352	.006	3.3464	14.2470
		day14	22.74667*	2.36352	.000	17.2964	28.1970
	day10	day0	-25.06667*	2.36352	.000	-30.5170	-19.6164
		day7	-8.79667*	2.36352	.006	-14.2470	-3.3464
		day14	13.95000*	2.36352	.000	8.4997	19.4003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	day14	day0	-39.01667*	2.36352	.000	-44.4670	-33.5664
		day7	-22.74667*	2.36352	.000	-28.1970	-17.2964
		day10	-13.95000*	2.36352	.000	-19.4003	-8.4997

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	day14	3	61.6833			
	day10	3		75.6333		
	day7	3			84.4300	
	day0	3				100.7000
	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 จ.38 ปริมาณแอลกอฮอล์ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณแอลกอฮอล์ 5Y5B วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.416	3	.139	480.650	.000
Within Groups	.002	8	.000		
Total	.419	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	-.22967*	.01388	.000	-.2617	-.1977
		d10	-.38267*	.01388	.000	-.4147	-.3507
		d14	-.49767*	.01388	.000	-.5297	-.4657
	d7	d0	.22967*	.01388	.000	.1977	.2617
		d10	-.15300*	.01388	.000	-.1850	-.1210
		d14	-.26800*	.01388	.000	-.3000	-.2360
	d10	d0	.38267*	.01388	.000	.3507	.4147
		d7	.15300*	.01388	.000	.1210	.1850
		d14	-.11500*	.01388	.000	-.1470	-.0830
	d14	d0	.49767*	.01388	.000	.4657	.5297
		d7	.26800*	.01388	.000	.2360	.3000
		d10	.11500*	.01388	.000	.0830	.1470

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	d0	3	.1273			
	d7	3		.3570		
	d10	3			.5100	
	d14	3				.6250
	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 จ.39 ปริมาณแอลกอฮอล์ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณแอลกอฮอล์ 6Y4B วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.771	3	.257	294.217	.000
Within Groups	.007	8	.001		
Total	.778	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	-.30333*	.02414	.000	-.3590	-.2477
		d10	-.52167*	.02414	.000	-.5773	-.4660
		d14	-.67467*	.02414	.000	-.7303	-.6190
	d7	d0	.30333*	.02414	.000	.2477	.3590
		d10	-.21833*	.02414	.000	-.2740	-.1627
		d14	-.37133*	.02414	.000	-.4270	-.3157
	d10	d0	.52167*	.02414	.000	.4660	.5773
		d7	.21833*	.02414	.000	.1627	.2740
		d14	-.15300*	.02414	.000	-.2087	-.0973
	d14	d0	.67467*	.02414	.000	.6190	.7303
		d7	.37133*	.02414	.000	.3157	.4270
		d10	.15300*	.02414	.000	.0973	.2087

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	d0	3	.1140			
	d7	3		.4173		
	d10	3			.6357	
	d14	3				.7887
	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 จ.40 ปริมาณแอลกอฮอล์ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณแอลกอฮอล์ 8Y2B วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.736	3	.912	187.775	.000
Within Groups	.039	8	.005		
Total	2.775	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	-.36133*	.05691	.000	-.4926	-.2301
		d10	-.91967*	.05691	.000	-1.0509	-.7884
		d14	-1.22933*	.05691	.000	-1.3606	-1.0981
	d7	d0	.36133*	.05691	.000	.2301	.4926
		d10	-.55833*	.05691	.000	-.6896	-.4271
		d14	-.86800*	.05691	.000	-.9992	-.7368
	d10	d0	.91967*	.05691	.000	.7884	1.0509
		d7	.55833*	.05691	.000	.4271	.6896
		d14	-.30967*	.05691	.001	-.4409	-.1784
	d14	d0	1.22933*	.05691	.000	1.0981	1.3606
		d7	.86800*	.05691	.000	.7368	.9992
		d10	.30967*	.05691	.001	.1784	.4409

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	d0	3	.1610			
	d7	3		.5223		
	d10	3			1.0807	
	d14	3				1.3903
	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 จ.41 ปริมาณแอลกอฮอล์ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณแอลกอฮอล์ ทางการค้า วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.255	3	.085	210.992	.000
Within Groups	.003	8	.000		
Total	.258	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	-.20733*	.01638	.000	-.2451	-.1696
		d10	-.29100*	.01638	.000	-.3288	-.2532
		d14	-.39700*	.01638	.000	-.4348	-.3592
	d7	d0	.20733*	.01638	.000	.1696	.2451
		d10	-.08367*	.01638	.001	-.1214	-.0459
		d14	-.18967*	.01638	.000	-.2274	-.1519
	d10	d0	.29100*	.01638	.000	.2532	.3288
		d7	.08367*	.01638	.001	.0459	.1214
		d14	-.10600*	.01638	.000	-.1438	-.0682
	d14	d0	.39700*	.01638	.000	.3592	.4348
		d7	.18967*	.01638	.000	.1519	.2274
		d10	.10600*	.01638	.000	.0682	.1438

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	d0	3	.1427			
	d7	3		.3500		
	d10	3			.4337	
	d14	3				.5397
	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.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.42 ปริมาณแอลกอฮอล์ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณแอลกอฮอล์ วันที่ 0

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.004	3	.001	1.114	.399
Within Groups	.009	8	.001		
Total	.013	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	-.04333	.96926	.965	-2.2784	2.1918
		5y5b	.23000	.96926	.818	-2.0051	2.4651
		commercial	-8.91333*	.96926	.000	-11.1484	-6.6782
	6y4b	8y2b	.04333	.96926	.965	-2.1918	2.2784
		5y5b	.27333	.96926	.785	-1.9618	2.5084
		commercial	-8.87000*	.96926	.000	-11.1051	-6.6349
	5y5b	8y2b	-.23000	.96926	.818	-2.4651	2.0051
		6y4b	-.27333	.96926	.785	-2.5084	1.9618
		commercial	-9.14333*	.96926	.000	-11.3784	-6.9082
	commercial	8y2b	8.91333*	.96926	.000	6.6782	11.1484
		6y4b	8.87000*	.96926	.000	6.6349	11.1051
		5y5b	9.14333*	.96926	.000	6.9082	11.3784

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1
Duncan[a]	6Y4B	3	.1140
	5Y5Y	3	.1273
	commercial	3	.1427
	8Y2B	3	.1610
	Sig.		.142

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.43 ปริมาณแอลกอฮอล์ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณแอลกอฮอล์ วันที่ 7

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.057	3	.019	116.165	.000
Within Groups	.001	8	.000		
Total	.059	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8Y2B	6Y4B	.10500*	.01046	.000	.0809	.1291
		5Y5Y	.16533*	.01046	.000	.1412	.1895
		commercial	.17233*	.01046	.000	.1482	.1965
	6Y4B	8Y2B	-.10500*	.01046	.000	-.1291	-.0809
		5Y5Y	.06033*	.01046	.000	.0362	.0845
		commercial	.06733*	.01046	.000	.0432	.0915
	5Y5Y	8Y2B	-.16533*	.01046	.000	-.1895	-.1412
		6Y4B	-.06033*	.01046	.000	-.0845	-.0362
		commercial	.00700	.01046	.522	-.0171	.0311
	commercial	8Y2B	-.17233*	.01046	.000	-.1965	-.1482
		6Y4B	-.06733*	.01046	.000	-.0915	-.0432
		5Y5Y	-.00700	.01046	.522	-.0311	.0171

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3
Duncan[a]	commercial	3	.3500		
	5Y5Y	3	.3570		
	6Y4B	3		.4173	
	8Y2B	3			.5223
	Sig.		.522	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 จ.44 ปริมาณแอลกอฮอล์ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณแอลกอฮอล์ วันที่ 10

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.754	3	.251	203.276	.000
Within Groups	.010	8	.001		
Total	.764	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8Y2B	6Y4B	.44700*	.02871	.000	.3808	.5132
		5Y5Y	.57067*	.02871	.000	.5045	.6369
		commercial	.64700*	.02871	.000	.5808	.7132
	6Y4B	8Y2B	-.44700*	.02871	.000	-.5132	-.3808
		5Y5Y	.12367*	.02871	.003	.0575	.1899
		commercial	.20000*	.02871	.000	.1338	.2662
	5Y5Y	8Y2B	-.57067*	.02871	.000	-.6369	-.5045
		6Y4B	-.12367*	.02871	.003	-.1899	-.0575
		commercial	.07633*	.02871	.029	.0101	.1425
	commercial	8Y2B	-.64700*	.02871	.000	-.7132	-.5808
		6Y4B	-.20000*	.02871	.000	-.2662	-.1338
		5Y5Y	-.07633*	.02871	.029	-.1425	-.0101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	commercial	3	.4337			
	5Y5Y	3		.5100		
	6Y4B	3			.6337	
	8Y2B	3				1.0807
	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 จ.45 ปริมาณแอลกอฮอล์ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* KMITL 001 และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณแอลกอฮอล์ วันที่ 14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.326	3	.442	112.885	.000
Within Groups	.031	8	.004		
Total	1.357	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8Y2B	6Y4B	.60167*	.05108	.000	.4839	.7195
		5Y5Y	.76533*	.05108	.000	.6475	.8831
		commercial	.85067*	.05108	.000	.7329	.9685
	6Y4B	8Y2B	-.60167*	.05108	.000	-.7195	-.4839
		5Y5Y	.16367*	.05108	.013	.0459	.2815
		commercial	.24900*	.05108	.001	.1312	.3668
	5Y5Y	8Y2B	-.76533*	.05108	.000	-.8831	-.6475
		6Y4B	-.16367*	.05108	.013	-.2815	-.0459
		commercial	.08533	.05108	.133	-.0325	.2031
	commercial	8Y2B	-.85067*	.05108	.000	-.9685	-.7329
		6Y4B	-.24900*	.05108	.001	-.3668	-.1312
		5Y5Y	-.08533	.05108	.133	-.2031	.0325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3
Duncan[a]	commercial	3	.5397		
	5Y5Y	3	.6250		
	6Y4B	3		.7887	
	8Y2B	3			1.3903
	Sig.		.133	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 จ.46 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 5Y5B วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8239.101	3	2746.367	143.673	.000
Within Groups	152.923	8	19.115		
Total	8392.024	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	-43.11667*	3.56982	.000	-51.3487	-34.8847
		d10	-58.92667*	3.56982	.000	-67.1587	-50.6947
		d14	-68.38333*	3.56982	.000	-76.6153	-60.1513
	d7	d0	43.11667*	3.56982	.000	34.8847	51.3487
		d10	-15.81000*	3.56982	.002	-24.0420	-7.5780
		d14	-25.26667*	3.56982	.000	-33.4987	-17.0347
	d10	d0	58.92667*	3.56982	.000	50.6947	67.1587
		d7	15.81000*	3.56982	.002	7.5780	24.0420
		d14	-9.45667*	3.56982	.029	-17.6887	-1.2247
	d14	d0	68.38333*	3.56982	.000	60.1513	76.6153
		d7	25.26667*	3.56982	.000	17.0347	33.4987
		d10	9.45667*	3.56982	.029	1.2247	17.6887

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	d0	3	449.1867			
	d7	3		492.3033		
	d10	3			508.1133	
	d14	3				517.5700
	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 จ.47 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 6Y4B วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10192.192	3	3397.397	143.888	.000
Within Groups	188.892	8	23.611		
Total	10381.083	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	-50.09000*	3.96749	.000	-59.2390	-40.9410
		d10	-63.94667*	3.96749	.000	-73.0957	-54.7976
		d14	-76.89667*	3.96749	.000	-86.0457	-67.7476
	d7	d0	50.09000*	3.96749	.000	40.9410	59.2390
		d10	-13.85667*	3.96749	.008	-23.0057	-4.7076
		d14	-26.80667*	3.96749	.000	-35.9557	-17.6576
	d10	d0	63.94667*	3.96749	.000	54.7976	73.0957
		d7	13.85667*	3.96749	.008	4.7076	23.0057
		d14	-12.95000*	3.96749	.011	-22.0990	-3.8010
	d14	d0	76.89667*	3.96749	.000	67.7476	86.0457
		d7	26.80667*	3.96749	.000	17.6576	35.9557
		d10	12.95000*	3.96749	.011	3.8010	22.0990

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	d0	3	441.9300			
	d7	3		492.0200		
	d10	3			505.8767	
	d14	3				518.8267
	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 จ.48 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 8Y2B วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7257.771	3	2419.257	93.224	.000
Within Groups	207.608	8	25.951		
Total	7465.380	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	-42.29667*	4.15941	.000	-51.8883	-32.7050
		d10	-52.58333*	4.15941	.000	-62.1750	-42.9917
		d14	-65.60667*	4.15941	.000	-75.1983	-56.0150
	d7	d0	42.29667*	4.15941	.000	32.7050	51.8883
		d10	-10.28667*	4.15941	.039	-19.8783	-.6950
		d14	-23.31000*	4.15941	.001	-32.9016	-13.7184
	d10	d0	52.58333*	4.15941	.000	42.9917	62.1750
		d7	10.28667*	4.15941	.039	.6950	19.8783
		d14	-13.02333*	4.15941	.014	-22.6150	-3.4317
	d14	d0	65.60667*	4.15941	.000	56.0150	75.1983
		d7	23.31000*	4.15941	.001	13.7184	32.9016
		d10	13.02333*	4.15941	.014	3.4317	22.6150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	d0	3	455.4933			
	d7	3		497.7900		
	d10	3			508.0767	
	d14	3				521.1000
	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 จ.49 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ทางการค้า วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.255	3	.085	210.992	.000
Within Groups	.003	8	.000		
Total	.258	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	-.20733*	.01638	.000	-.2451	-.1696
		d10	-.29100*	.01638	.000	-.3288	-.2532
		d14	-.39700*	.01638	.000	-.4348	-.3592
	d7	d0	.20733*	.01638	.000	.1696	.2451
		d10	-.08367*	.01638	.001	-.1214	-.0459
		d14	-.18967*	.01638	.000	-.2274	-.1519
	d10	d0	.29100*	.01638	.000	.2532	.3288
		d7	.08367*	.01638	.001	.0459	.1214
		d14	-.10600*	.01638	.000	-.1438	-.0682
	d14	d0	.39700*	.01638	.000	.3592	.4348
		d7	.18967*	.01638	.000	.1519	.2274
		d10	.10600*	.01638	.000	.0682	.1438

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	d0	3	.1427			
	d7	3		.3500		
	d10	3			.4337	
	d14	3				.5397
	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 จ.50 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้า หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด วันที่ 0

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	429.785	3	143.262	6.327	.017
Within Groups	181.141	8	22.643		
Total	610.926	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8Y2B	6Y4B	13.56333*	3.88524	.008	4.6040	22.5227
		5Y5Y	6.30667	3.88524	.143	-2.6527	15.2660
		commercial	14.88000*	3.88524	.005	5.9206	23.8394
	6Y4B	8Y2B	-13.56333*	3.88524	.008	-22.5227	-4.6040
		5Y5Y	-7.25667	3.88524	.099	-16.2160	1.7027
		commercial	1.31667	3.88524	.743	-7.6427	10.2760
	5Y5Y	8Y2B	-6.30667	3.88524	.143	-15.2660	2.6527
		6Y4B	7.25667	3.88524	.099	-1.7027	16.2160
		commercial	8.57333	3.88524	.058	-.3860	17.5327
	commercial	8Y2B	-14.88000*	3.88524	.005	-23.8394	-5.9206
		6Y4B	-1.31667	3.88524	.743	-10.2760	7.6427
		5Y5Y	-8.57333	3.88524	.058	-17.5327	.3860

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2
Duncan[a]	commercial	3	440.6133	
	6Y4B	3	441.9300	
	5Y5Y	3	449.1867	449.1867
	8Y2B	3		455.4933
	Sig.		.067	.143

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.51 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด วันที่ 7

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	134.401	3	44.800	1.203	.369
Within Groups	297.940	8	37.242		
Total	432.341	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8Y2B	6Y4B	5.77000	4.98280	.280	-5.7204	17.2604
		5Y5Y	5.48667	4.98280	.303	-6.0037	16.9770
		commercial	9.36667	4.98280	.097	-2.1237	20.8570
	6Y4B	8Y2B	-5.77000	4.98280	.280	-17.2604	5.7204
		5Y5Y	-.28333	4.98280	.956	-11.7737	11.2070
		commercial	3.59667	4.98280	.491	-7.8937	15.0870
	5Y5Y	8Y2B	-5.48667	4.98280	.303	-16.9770	6.0037
		6Y4B	.28333	4.98280	.956	-11.2070	11.7737
		commercial	3.88000	4.98280	.459	-7.6104	15.3704
	commercial	8Y2B	-9.36667	4.98280	.097	-20.8570	2.1237
		6Y4B	-3.59667	4.98280	.491	-15.0870	7.8937
		5Y5Y	-3.88000	4.98280	.459	-15.3704	7.6104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1
Duncan[a]	commercial	3	488.4233
	6Y4B	3	492.0200
	5Y5Y	3	492.3033
	8Y2B	3	497.7900
	Sig.		.115

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.52 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด วันที่ 10

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10.118	3	3.373	.295	.828
Within Groups	91.322	8	11.415		
Total	101.440	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8Y2B	6Y4B	2.20000	2.75866	.448	-4.1615	8.5615
		5Y5Y	-.03667	2.75866	.990	-6.3981	6.3248
		commercial	1.07000	2.75866	.708	-5.2915	7.4315
	6Y4B	8Y2B	-2.20000	2.75866	.448	-8.5615	4.1615
		5Y5Y	-2.23667	2.75866	.441	-8.5981	4.1248
		commercial	-1.13000	2.75866	.693	-7.4915	5.2315
	5Y5Y	8Y2B	.03667	2.75866	.990	-6.3248	6.3981
		6Y4B	2.23667	2.75866	.441	-4.1248	8.5981
		commercial	1.10667	2.75866	.699	-5.2548	7.4681
	commercial	8Y2B	-1.07000	2.75866	.708	-7.4315	5.2915
		6Y4B	1.13000	2.75866	.693	-5.2315	7.4915
		5Y5Y	-1.10667	2.75866	.699	-7.4681	5.2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1
Duncan[a]	6Y4B	3	505.8767
	commercial	3	507.0067
	8Y2B	3	508.0767
	5Y5Y	3	508.1133
	Sig.		.466

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.53 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วย *S. boulardii* และ *A. pasteurianus* AJ 605 อัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาหมักด้วยหัวเชื้อทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด วันที่ 14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	34.719	3	11.573	1.709	.242
Within Groups	54.179	8	6.772		
Total	88.898	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8Y2B	6Y4B	2.27333	2.12484	.316	-2.6266	7.1732
		5Y5Y	3.53000	2.12484	.135	-1.3699	8.4299
		commercial	4.56000	2.12484	.064	-.3399	9.4599
	6Y4B	8Y2B	-2.27333	2.12484	.316	-7.1732	2.6266
		5Y5Y	1.25667	2.12484	.571	-3.6432	6.1566
		commercial	2.28667	2.12484	.313	-2.6132	7.1866
	5Y5Y	8Y2B	-3.53000	2.12484	.135	-8.4299	1.3699
		6Y4B	-1.25667	2.12484	.571	-6.1566	3.6432
		commercial	1.03000	2.12484	.641	-3.8699	5.9299
	commercial	8Y2B	-4.56000	2.12484	.064	-9.4599	.3399
		6Y4B	-2.28667	2.12484	.313	-7.1866	2.6132
		5Y5Y	-1.03000	2.12484	.641	-5.9299	3.8699

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1
Duncan[a]	commercial	3	516.5400
	5Y5Y	3	517.5700
	6Y4B	3	518.8267
	8Y2B	3	521.1000
	Sig.		.079

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.54 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ 5Y5B วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	60.098	3	20.033	107.212	.000
Within Groups	1.495	8	.187		
Total	61.592	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	-1.04000*	.35294	.019	-1.8539	-.2261
		d10	-4.20333*	.35294	.000	-5.0172	-3.3895
		d14	-5.48000*	.35294	.000	-6.2939	-4.6661
	d7	d0	1.04000*	.35294	.019	.2261	1.8539
		d10	-3.16333*	.35294	.000	-3.9772	-2.3495
		d14	-4.44000*	.35294	.000	-5.2539	-3.6261
	d10	d0	4.20333*	.35294	.000	3.3895	5.0172
		d7	3.16333*	.35294	.000	2.3495	3.9772
		d14	-1.27667*	.35294	.007	-2.0905	-.4628
	d14	d0	5.48000*	.35294	.000	4.6661	6.2939
		d7	4.44000*	.35294	.000	3.6261	5.2539
		d10	1.27667*	.35294	.007	.4628	2.0905

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	d0	3	89.8867			
	d7	3		90.9267		
	d10	3			94.0900	
	d14	3				95.3667
	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 จ.55 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ 8Y2B วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	53.685	3	17.895	118.125	.000
Within Groups	1.212	8	.151		
Total	54.897	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	-3.03667*	.31780	.000	-3.7695	-2.3038
		d10	-3.90667*	.31780	.000	-4.6395	-3.1738
		d14	-5.87000*	.31780	.000	-6.6028	-5.1372
	d7	d0	3.03667*	.31780	.000	2.3038	3.7695
		d10	-.87000*	.31780	.026	-1.6028	-.1372
		d14	-2.83333*	.31780	.000	-3.5662	-2.1005
	d10	d0	3.90667*	.31780	.000	3.1738	4.6395
		d7	.87000*	.31780	.026	.1372	1.6028
		d14	-1.96333*	.31780	.000	-2.6962	-1.2305
	d14	d0	5.87000*	.31780	.000	5.1372	6.6028
		d7	2.83333*	.31780	.000	2.1005	3.5662
		d10	1.96333*	.31780	.000	1.2305	2.6962

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	d0	3	89.6433			
	d7	3		92.6800		
	d10	3			93.5500	
	d14	3				95.5133
	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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.56 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ 6Y4B วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	100.743	3	33.581	85.929	.000
Within Groups	3.126	8	.391		
Total	103.869	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	-1.80567*	.51042	.008	-2.9827	-.6286
		d10	-5.51900*	.51042	.000	-6.6960	-4.3420
		d14	-7.30567*	.51042	.000	-8.4827	-6.1286
	d7	d0	1.80567*	.51042	.008	.6286	2.9827
		d10	-3.71333*	.51042	.000	-4.8904	-2.5363
		d14	-5.50000*	.51042	.000	-6.6770	-4.3230
	d10	d0	5.51900*	.51042	.000	4.3420	6.6960
		d7	3.71333*	.51042	.000	2.5363	4.8904
		d14	-1.78667*	.51042	.008	-2.9637	-.6096
	d14	d0	7.30567*	.51042	.000	6.1286	8.4827
		d7	5.50000*	.51042	.000	4.3230	6.6770
		d10	1.78667*	.51042	.008	.6096	2.9637

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	d0	3	89.0143			
	d7	3		90.8200		
	d10	3			94.5333	
	d14	3				96.3200
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.57 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ ทางการค้า วันที่ 0-14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	75.884	3	25.295	148.516	.000
Within Groups	1.363	8	.170		
Total	77.247	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	d0	d7	-1.55667*	.33696	.002	-2.3337	-.7796
		d10	-4.40333*	.33696	.000	-5.1804	-3.6263
		d14	-6.50667*	.33696	.000	-7.2837	-5.7296
	d7	d0	1.55667*	.33696	.002	.7796	2.3337
		d10	-2.84667*	.33696	.000	-3.6237	-2.0696
		d14	-4.95000*	.33696	.000	-5.7270	-4.1730
	d10	d0	4.40333*	.33696	.000	3.6263	5.1804
		d7	2.84667*	.33696	.000	2.0696	3.6237
		d14	-2.10333*	.33696	.000	-2.8804	-1.3263
	d14	d0	6.50667*	.33696	.000	5.7296	7.2837
		d7	4.95000*	.33696	.000	4.1730	5.7270
		d10	2.10333*	.33696	.000	1.3263	2.8804

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	d0	3	89.0033			
	d7	3		90.5600		
	d10	3			93.4067	
	d14	3				95.5100
	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 จ.58 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH วันที่ 0

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.216	3	.405	.853	.503
Within Groups	3.800	8	.475		
Total	5.016	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8Y2B	6Y4B	-.62900	.56275	.296	-1.9267	.6687
		5Y5Y	-.87233	.56275	.160	-2.1700	.4254
		commercial	-.49233	.56275	.407	-1.7900	.8054
	6Y4B	8Y2B	.62900	.56275	.296	-.6687	1.9267
		5Y5Y	-.24333	.56275	.677	-1.5410	1.0544
		commercial	.13667	.56275	.814	-1.1610	1.4344
	5Y5Y	8Y2B	.87233	.56275	.160	-.4254	2.1700
		6Y4B	.24333	.56275	.677	-1.0544	1.5410
		commercial	.38000	.56275	.519	-.9177	1.6777
	commercial	8Y2B	.49233	.56275	.407	-.8054	1.7900
		6Y4B	-.13667	.56275	.814	-1.4344	1.1610
		5Y5Y	-.38000	.56275	.519	-1.6777	.9177

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1
Duncan[a]	8Y2B	3	89.0143
	commercial	3	89.5067
	6Y4B	3	89.6433
	5Y5Y	3	89.8867
	Sig.		.183

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.59 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH วันที่ 7

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8.431	3	2.810	13.578	.002
Within Groups	1.656	8	.207		
Total	10.087	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8Y2B	6Y4B	-1.86000*	.37147	.001	-2.7166	-1.0034
		5Y5Y	-.10667	.37147	.781	-.9633	.7499
		commercial	.26000	.37147	.504	-.5966	1.1166
	6Y4B	8Y2B	1.86000*	.37147	.001	1.0034	2.7166
		5Y5Y	1.75333*	.37147	.002	.8967	2.6099
		commercial	2.12000*	.37147	.000	1.2634	2.9766
	5Y5Y	8Y2B	.10667	.37147	.781	-.7499	.9633
		6Y4B	-1.75333*	.37147	.002	-2.6099	-.8967
		commercial	.36667	.37147	.353	-.4899	1.2233
	commercial	8Y2B	-.26000	.37147	.504	-1.1166	.5966
		6Y4B	-2.12000*	.37147	.000	-2.9766	-1.2634
		5Y5Y	-.36667	.37147	.353	-1.2233	.4899

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2
Duncan[a]	commercial	3	90.5600	
	8Y2B	3	90.8200	
	5Y5Y	3	90.9267	
	6Y4B	3		92.6800
	Sig.		.371	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 จ.60 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH วันที่ 10

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.409	3	.803	3.927	.054
Within Groups	1.636	8	.204		
Total	4.045	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8Y2B	6Y4B	.98333*	.36920	.029	.1319	1.8347
		5Y5Y	.44333	.36920	.264	-.4081	1.2947
		commercial	1.12667*	.36920	.016	.2753	1.9781
	6Y4B	8Y2B	-.98333*	.36920	.029	-1.8347	-.1319
		5Y5Y	-.54000	.36920	.182	-1.3914	.3114
		commercial	.14333	.36920	.708	-.7081	.9947
	5Y5Y	8Y2B	-.44333	.36920	.264	-1.2947	.4081
		6Y4B	.54000	.36920	.182	-.3114	1.3914
		commercial	.68333	.36920	.101	-.1681	1.5347
	commercial	8Y2B	-1.12667*	.36920	.016	-1.9781	-.2753
		6Y4B	-.14333	.36920	.708	-.9947	.7081
		5Y5Y	-.68333	.36920	.101	-1.5347	.1681

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1
Duncan[a]	commercial	3	516.5400
	5Y5Y	3	517.5700
	6Y4B	3	518.8267
	8Y2B	3	521.1000
	Sig.		.079

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.61 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH วันที่ 14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	34.719	3	11.573	1.709	.242
Within Groups	54.179	8	6.772		
Total	88.898	11			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8Y2B	6Y4B	.98333*	.36920	.029	.1319	1.8347
		5Y5Y	.44333	.36920	.264	-.4081	1.2947
		commercial	1.12667*	.36920	.016	.2753	1.9781
	6Y4B	8Y2B	-.98333*	.36920	.029	-1.8347	-.1319
		5Y5Y	-.54000	.36920	.182	-1.3914	.3114
		commercial	.14333	.36920	.708	-.7081	.9947
	5Y5Y	8Y2B	-.44333	.36920	.264	-1.2947	.4081
		6Y4B	.54000	.36920	.182	-.3114	1.3914
		commercial	.68333	.36920	.101	-.1681	1.5347
	commercial	8Y2B	-1.12667*	.36920	.016	-1.9781	-.2753
		6Y4B	-.14333	.36920	.708	-.9947	.7081
		5Y5Y	-.68333	.36920	.101	-1.5347	.1681

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2
Duncan[a]	commercial	3	93.4067	
	6Y4B	3	93.5500	
	5Y5Y	3	94.0900	94.0900
	8Y2B	3		94.5333
	Sig.		.114	.264

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.62 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชา ด้านกลิ่น วันที่ 7

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.025	3	.008	.005	1.000
Within Groups	201.967	116	1.741		
Total	201.992	119			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	.03333	.34069	.922	-.6415	.7081
		5y5b	.03333	.34069	.922	-.6415	.7081
		commercial	.03333	.34069	.922	-.6415	.7081
	6y4b	8y2b	-.03333	.34069	.922	-.7081	.6415
		5y5b	.00000	.34069	1.000	-.6748	.6748
		commercial	.00000	.34069	1.000	-.6748	.6748
	5y5b	8y2b	-.03333	.34069	.922	-.7081	.6415
		6y4b	.00000	.34069	1.000	-.6748	.6748
		commercial	.00000	.34069	1.000	-.6748	.6748
	commercial	8y2b	-.03333	.34069	.922	-.7081	.6415
		6y4b	.00000	.34069	1.000	-.6748	.6748
		5y5b	.00000	.34069	1.000	-.6748	.6748

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1
Duncan[a]	6y4b	30	6.5000
	5y5b	30	6.5000
	commercial	30	6.5000
	8y2b	30	6.5333
	Sig.		.930

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.63 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชา ด้านกลิ่น วันที่ 10

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.333	3	.111	.058	.981
Within Groups	221.133	116	1.906		
Total	221.467	119			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	.10000	.35649	.780	-.6061	.8061
		5y5b	.06667	.35649	.852	-.6394	.7727
		commercial	-.03333	.35649	.926	-.7394	.6727
	6y4b	8y2b	-.10000	.35649	.780	-.8061	.6061
		5y5b	-.03333	.35649	.926	-.7394	.6727
		commercial	-.13333	.35649	.709	-.8394	.5727
	5y5b	8y2b	-.06667	.35649	.852	-.7727	.6394
		6y4b	.03333	.35649	.926	-.6727	.7394
		commercial	-.10000	.35649	.780	-.8061	.6061
	commercial	8y2b	.03333	.35649	.926	-.6727	.7394
		6y4b	.13333	.35649	.709	-.5727	.8394
		5y5b	.10000	.35649	.780	-.6061	.8061

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1
Duncan[a]	6y4b	30	5.7000
	5y5b	30	5.7333
	8y2b	30	5.8000
	commercial	30	5.8333
	Sig.		.738

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.64 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชา ด้านกลิ่น วันที่ 14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.025	3	.008	.005	.999
Within Groups	189.767	116	1.636		
Total	189.792	119			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	-.03333	.33024	.920	-.6874	.6208
		5y5b	-.03333	.33024	.920	-.6874	.6208
		commercial	-.03333	.33024	.920	-.6874	.6208
	6y4b	8y2b	.03333	.33024	.920	-.6208	.6874
		5y5b	.00000	.33024	1.000	-.6541	.6541
		commercial	.00000	.33024	1.000	-.6541	.6541
	5y5b	8y2b	.03333	.33024	.920	-.6208	.6874
		6y4b	.00000	.33024	1.000	-.6541	.6541
		commercial	.00000	.33024	1.000	-.6541	.6541
	commercial	8y2b	.03333	.33024	.920	-.6208	.6874
		6y4b	.00000	.33024	1.000	-.6541	.6541
		5y5b	.00000	.33024	1.000	-.6541	.6541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1
Duncan[a]	8y2b	30	5.4333
	6y4b	30	5.4667
	5y5b	30	5.4667
	commercial	30	5.4667
	Sig.		.928

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.65 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านความชอบโดยรวม วันที่ 7

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.758	3	1.253	2.338	.077
Within Groups	62.167	116	.536		
Total	65.925	119			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	.36667	.18902	.055	-.0077	.7410
		5y5b	.46667*	.18902	.015	.0923	.8410
		commercial	.20000	.18902	.292	-.1744	.5744
	6y4b	8y2b	-.36667	.18902	.055	-.7410	.0077
		5y5b	.10000	.18902	.598	-.2744	.4744
		commercial	-.16667	.18902	.380	-.5410	.2077
	5y5b	8y2b	-.46667*	.18902	.015	-.8410	-.0923
		6y4b	-.10000	.18902	.598	-.4744	.2744
		commercial	-.26667	.18902	.161	-.6410	.1077
	commercial	8y2b	-.20000	.18902	.292	-.5744	.1744
		6y4b	.16667	.18902	.380	-.2077	.5410
		5y5b	.26667	.18902	.161	-.1077	.6410

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1	2
Duncan[a]	5y5b	30	7.2667	
	6y4b	30	7.3667	7.3667
	commercial	30	7.5333	7.5333
	8y2b	30		7.7333
	Sig.		.187	.068

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.66 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านความชอบโดยรวม วันที่ 10

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.158	3	.386	.189	.904
Within Groups	236.833	116	2.042		
Total	237.992	119			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	.03333	.36893	.928	-.6974	.7641
		5y5b	.20000	.36893	.589	-.5307	.9307
		commercial	-.06667	.36893	.857	-.7974	.6641
	6y4b	8y2b	-.03333	.36893	.928	-.7641	.6974
		5y5b	.16667	.36893	.652	-.5641	.8974
		commercial	-.10000	.36893	.787	-.8307	.6307
	5y5b	8y2b	-.20000	.36893	.589	-.9307	.5307
		6y4b	-.16667	.36893	.652	-.8974	.5641
		commercial	-.26667	.36893	.471	-.9974	.4641
	commercial	8y2b	.06667	.36893	.857	-.6641	.7974
		6y4b	.10000	.36893	.787	-.6307	.8307
		5y5b	.26667	.36893	.471	-.4641	.9974

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1
Duncan[a]	5y5b	30	5.6000
	6y4b	30	5.7667
	8y2b	30	5.8000
	commercial	30	5.8667
	Sig.		.518

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.67 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านความชอบโดยรวม วันที่ 14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.667	3	.222	.084	.969
Within Groups	308.133	116	2.656		
Total	308.800	119			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	.06667	.42082	.874	-.7668	.9002
		5y5b	.13333	.42082	.752	-.7002	.9668
		commercial	-.06667	.42082	.874	-.9002	.7668
	6y4b	8y2b	-.06667	.42082	.874	-.9002	.7668
		5y5b	.06667	.42082	.874	-.7668	.9002
		commercial	-.13333	.42082	.752	-.9668	.7002
	5y5b	8y2b	-.13333	.42082	.752	-.9668	.7002
		6y4b	-.06667	.42082	.874	-.9002	.7668
		commercial	-.20000	.42082	.635	-1.0335	.6335
	commercial	8y2b	.06667	.42082	.874	-.7668	.9002
		6y4b	.13333	.42082	.752	-.7002	.9668
		5y5b	.20000	.42082	.635	-.6335	1.0335

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1
Duncan[a]	5y5b	30	5.5000
	6y4b	30	5.5667
	8y2b	30	5.6333
	commercial	30	5.7000
	Sig.		.671

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.68 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านรสชาติ วันที่ 7

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.433	3	.144	.120	.948
Within Groups	140.067	116	1.207		
Total	140.500	119			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	.10000	.28372	.725	-.4619	.6619
		5y5b	.16667	.28372	.558	-.3953	.7286
		commercial	.06667	.28372	.815	-.4953	.6286
	6y4b	8y2b	-.10000	.28372	.725	-.6619	.4619
		5y5b	.06667	.28372	.815	-.4953	.6286
		commercial	-.03333	.28372	.907	-.5953	.5286
	5y5b	8y2b	-.16667	.28372	.558	-.7286	.3953
		6y4b	-.06667	.28372	.815	-.6286	.4953
		commercial	-.10000	.28372	.725	-.6619	.4619
	commercial	8y2b	-.06667	.28372	.815	-.6286	.4953
		6y4b	.03333	.28372	.907	-.5286	.5953
		5y5b	.10000	.28372	.725	-.4619	.6619

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1
Duncan[a]	5y5b	30	6.6667
	6y4b	30	6.7333
	commercial	30	6.7667
	8y2b	30	6.8333
	Sig.		.599

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.69 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านรสชาติ วันที่ 10

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.025	3	.342	.122	.947
Within Groups	323.567	116	2.789		
Total	324.592	119			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	.20000	.43123	.644	-.6541	1.0541
		5y5b	.23333	.43123	.589	-.6208	1.0874
		commercial	.20000	.43123	.644	-.6541	1.0541
	6y4b	8y2b	-.20000	.43123	.644	-1.0541	.6541
		5y5b	.03333	.43123	.939	-.8208	.8874
		commercial	.00000	.43123	1.000	-.8541	.8541
	5y5b	8y2b	-.23333	.43123	.589	-1.0874	.6208
		6y4b	-.03333	.43123	.939	-.8874	.8208
		commercial	-.03333	.43123	.939	-.8874	.8208
	commercial	8y2b	-.20000	.43123	.644	-1.0541	.6541
		6y4b	.00000	.43123	1.000	-.8541	.8541
		5y5b	.03333	.43123	.939	-.8208	.8874

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1
Duncan[a]	5y5b	30	5.5333
	6y4b	30	5.5667
	commercial	30	5.5667
	8y2b	30	5.7667
	Sig.		.629

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.70 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านรสชาติ วันที่ 14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.567	3	.189	.086	.968
Within Groups	254.600	116	2.195		
Total	255.167	119			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	.10000	.38252	.794	-.6576	.8576
		5y5b	.13333	.38252	.728	-.6243	.8910
		commercial	-.03333	.38252	.931	-.7910	.7243
	6y4b	8y2b	-.10000	.38252	.794	-.8576	.6576
		5y5b	.03333	.38252	.931	-.7243	.7910
		commercial	-.13333	.38252	.728	-.8910	.6243
	5y5b	8y2b	-.13333	.38252	.728	-.8910	.6243
		6y4b	-.03333	.38252	.931	-.7910	.7243
		commercial	-.16667	.38252	.664	-.9243	.5910
	commercial	8y2b	.03333	.38252	.931	-.7243	.7910
		6y4b	.13333	.38252	.728	-.6243	.8910
		5y5b	.16667	.38252	.664	-.5910	.9243

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1
Duncan[a]	5y5b	30	5.3333
	6y4b	30	5.3667
	8y2b	30	5.4667
	commercial	30	5.5000
	Sig.		.697

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.71 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านสี วันที่ 7

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.225	3	.075	.099	.960
Within Groups	87.767	116	.757		
Total	87.992	119			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	.10000	.38252	.794	-.6576	.8576
		5y5b	.13333	.38252	.728	-.6243	.8910
		commercial	-.03333	.38252	.931	-.7910	.7243
	6y4b	8y2b	-.10000	.38252	.794	-.8576	.6576
		5y5b	.03333	.38252	.931	-.7243	.7910
		commercial	-.13333	.38252	.728	-.8910	.6243
	5y5b	8y2b	-.13333	.38252	.728	-.8910	.6243
		6y4b	-.03333	.38252	.931	-.7910	.7243
		commercial	-.16667	.38252	.664	-.9243	.5910
	commercial	8y2b	.03333	.38252	.931	-.7243	.7910
		6y4b	.13333	.38252	.728	-.6243	.8910
		5y5b	.16667	.38252	.664	-.5910	.9243

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1
Duncan[a]	6y4b	30	7.4667
	5y5b	30	7.4667
	commercial	30	7.4667
	8y2b	30	7.5667
	Sig.		.691

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.72 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านใส วันที่ 10

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.167	3	.056	.066	.978
Within Groups	97.800	116	.843		
Total	97.967	119			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	-.03333	.23708	.888	-.5029	.4362
		5y5b	-.06667	.23708	.779	-.5362	.4029
		commercial	.03333	.23708	.888	-.4362	.5029
	6y4b	8y2b	.03333	.23708	.888	-.4362	.5029
		5y5b	-.03333	.23708	.888	-.5029	.4362
		commercial	.06667	.23708	.779	-.4029	.5362
	5y5b	8y2b	.06667	.23708	.779	-.4029	.5362
		6y4b	.03333	.23708	.888	-.4362	.5029
		commercial	.10000	.23708	.674	-.3696	.5696
	commercial	8y2b	-.03333	.23708	.888	-.5029	.4362
		6y4b	-.06667	.23708	.779	-.5362	.4029
		5y5b	-.10000	.23708	.674	-.5696	.3696

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1
Duncan[a]	commercial	30	6.2667
	8y2b	30	6.3000
	6y4b	30	6.3333
	5y5b	30	6.3667
	Sig.		.706

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.73 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านใส วันที่ 14

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.167	3	.056	.066	.978
Within Groups	97.800	116	.843		
Total	97.967	119			

Post Hoc Tests

	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	8y2b	6y4b	-.03333	.23708	.888	-.5029	.4362
		5y5b	-.06667	.23708	.779	-.5362	.4029
		commercial	.03333	.23708	.888	-.4362	.5029
	6y4b	8y2b	.03333	.23708	.888	-.4362	.5029
		5y5b	-.03333	.23708	.888	-.5029	.4362
		commercial	.06667	.23708	.779	-.4029	.5362
	5y5b	8y2b	.06667	.23708	.779	-.4029	.5362
		6y4b	.03333	.23708	.888	-.4362	.5029
		commercial	.10000	.23708	.674	-.3696	.5696
	commercial	8y2b	-.03333	.23708	.888	-.5029	.4362
		6y4b	-.06667	.23708	.779	-.5362	.4029
		5y5b	-.10000	.23708	.674	-.5696	.3696

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

	ratio	N	1
Duncan[a]	commercial	30	6.2667
	8y2b	30	6.3000
	6y4b	30	6.3333
	5y5b	30	6.3667
	Sig.		.706

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.74 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคจากคอมบูชา วันที่ 0

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
E.coli	Between Groups	2161.630	4	540.407	20124.242	<.001
	Within Groups	1.208	45	.027		
	Total	2162.838	49			
M.luteus	Between Groups	1160.824	4	290.206	14605.884	<.001
	Within Groups	.894	45	.020		
	Total	1161.718	49			
S.aureus	Between Groups	1963.012	4	490.753	5735.791	<.001
	Within Groups	3.850	45	.086		
	Total	1966.862	49			
P.aeruginosa	Between Groups	849.906	4	212.476	3321.039	<.001
	Within Groups	2.879	45	.064		
	Total	852.785	49			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent	Variable	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
E.coli	LSD	16.44400*	.07329	<.001	16.2964	16.5916	16.44400*	.07329
		16.29500*	.07329	<.001	16.1474	16.4426	16.29500*	.07329
		16.49000*	.07329	<.001	16.3424	16.6376	16.49000*	.07329
		16.51800*	.07329	<.001	16.3704	16.6656	16.51800*	.07329
		-16.44400*	.07329	<.001	-16.5916	-16.2964	-16.44400*	.07329
		-.14900*	.07329	.048	-.2966	-.0014	-.14900*	.07329
		.04600	.07329	.533	-.1016	.1936	.04600	.07329
		.07400	.07329	.318	-.0736	.2216	.07400	.07329
		-16.29500*	.07329	<.001	-16.4426	-16.1474	-16.29500*	.07329
		.14900*	.07329	.048	.0014	.2966	.14900*	.07329
		.19500*	.07329	.011	.0474	.3426	.19500*	.07329
		.22300*	.07329	.004	.0754	.3706	.22300*	.07329
		-16.49000*	.07329	<.001	-16.6376	-16.3424	-16.49000*	.07329
		-.04600	.07329	.533	-.1936	.1016	-.04600	.07329
		-.19500*	.07329	.011	-.3426	-.0474	-.19500*	.07329
		.02800	.07329	.704	-.1196	.1756	.02800	.07329
		-16.51800*	.07329	<.001	-16.6656	-16.3704	-16.51800*	.07329
		-.07400	.07329	.318	-.2216	.0736	-.07400	.07329
		-.22300*	.07329	.004	-.3706	-.0754	-.22300*	.07329
		-.02800	.07329	.704	-.1756	.1196	-.02800	.07329

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dependent	Variable	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
M.luteus	LSD	med	11.91400*	.06304	<.001	11.7870	12.0410	11.91400*
			11.71300*	.06304	<.001	11.5860	11.8400	11.71300*
			12.32100*	.06304	<.001	12.1940	12.4480	12.32100*
			12.18900*	.06304	<.001	12.0620	12.3160	12.18900*
		tea	-11.91400*	.06304	<.001	-12.0410	-11.7870	-11.91400*
			-.20100*	.06304	.003	-.3280	-.0740	-.20100*
			.40700*	.06304	<.001	.2800	.5340	.40700*
			.27500*	.06304	<.001	.1480	.4020	.27500*
		kombucha	-11.71300*	.06304	<.001	-11.8400	-11.5860	-11.71300*
			.20100*	.06304	.003	.0740	.3280	.20100*
			.60800*	.06304	<.001	.4810	.7350	.60800*
			.47600*	.06304	<.001	.3490	.6030	.47600*
		8y2b	-12.32100*	.06304	<.001	-12.4480	-12.1940	-12.32100*
			-.40700*	.06304	<.001	-.5340	-.2800	-.40700*
			-.60800*	.06304	<.001	-.7350	-.4810	-.60800*
			-.13200*	.06304	.042	-.2590	-.0050	-.13200*
		6y4b	-12.18900*	.06304	<.001	-12.3160	-12.0620	-12.18900*
			-.27500*	.06304	<.001	-.4020	-.1480	-.27500*
			-.47600*	.06304	<.001	-.6030	-.3490	-.47600*
			.13200*	.06304	.042	.0050	.2590	.13200*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dependent	Variable	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
S.aureus	LSD	med	tea	15.95500*	.13081	<.001	15.6915	16.2185
			kombucha	15.50200*	.13081	<.001	15.2385	15.7655
			8y2b	15.63300*	.13081	<.001	15.3695	15.8965
			6y4b	15.54800*	.13081	<.001	15.2845	15.8115
		tea	med	-15.95500*	.13081	<.001	-16.2185	-15.6915
			kombucha	-.45300*	.13081	.001	-.7165	-.1895
			8y2b	-.32200*	.13081	.018	-.5855	-.0585
			6y4b	-.40700*	.13081	.003	-.6705	-.1435
		kombucha	med	-15.50200*	.13081	<.001	-15.7655	-15.2385
			tea	.45300*	.13081	.001	.1895	.7165
			8y2b	.13100	.13081	.322	-.1325	.3945
			6y4b	.04600	.13081	.727	-.2175	.3095
		8y2b	med	-15.63300*	.13081	<.001	-15.8965	-15.3695
			tea	.32200*	.13081	.018	.0585	.5855
			kombucha	-.13100	.13081	.322	-.3945	.1325
			6y4b	-.08500	.13081	.519	-.3485	.1785
		6y4b	med	-15.54800*	.13081	<.001	-15.8115	-15.2845
			tea	.40700*	.13081	.003	.1435	.6705
			kombucha	-.04600	.13081	.727	-.3095	.2175
			8y2b	.08500	.13081	.519	-.1785	.3485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dependent	Variable	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
P.aeruginosa	LSD	med	tea	10.82800*	.11312	<.001	10.6002	11.0558
			kombucha	9.92100*	.11312	<.001	9.6932	10.1488
			8y2b	10.28400*	.11312	<.001	10.0562	10.5118
			6y4b	10.08200*	.11312	<.001	9.8542	10.3098
		tea	med	-10.82800*	.11312	<.001	-11.0558	-10.6002
			kombucha	-.90700*	.11312	<.001	-1.1348	-.6792
			8y2b	-.54400*	.11312	<.001	-.7718	-.3162
			6y4b	-.74600*	.11312	<.001	-.9738	-.5182
		kombucha	med	-9.92100*	.11312	<.001	-10.1488	-9.6932
			tea	.90700*	.11312	<.001	.6792	1.1348
			8y2b	.36300*	.11312	.002	.1352	.5908
			6y4b	.16100	.11312	.162	-.0668	.3888
		8y2b	med	-10.28400*	.11312	<.001	-10.5118	-10.0562
			tea	.54400*	.11312	<.001	.3162	.7718
			kombucha	-.36300*	.11312	.002	-.5908	-.1352
			6y4b	-.20200	.11312	.081	-.4298	.0258
		6y4b	med	-10.08200*	.11312	<.001	-10.3098	-9.8542
			tea	.74600*	.11312	<.001	.5182	.9738
			kombucha	-.16100	.11312	.162	-.3888	.0668
			8y2b	.20200	.11312	.081	-.0258	.4298

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Homogeneous Subsets

E.coli

			Subset for alpha = 0.05		
	ratio	N	1	2	3
Duncan[a]	6y4b	10	10.5660		
	8y2b	10	10.5940		
	tea	10	10.6400		
	kombucha	10		10.7890	
	med	10			27.0840
	Sig.		.348	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

M.luteus

			Subset for alpha = 0.05				
	ratio	N	1	2	3	4	5
Duncan[a]	8y2b	10	10.2010				
	6y4b	10		10.3330			
	tea	10			10.6080		
	kombucha	10				10.8090	
	med	10					22.5220
	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 = 10.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S.aureus

			Subset for alpha = 0.05		
	ratio	N	1	2	3
Duncan[a]	8y2b	10	10.6060		
	6y4b	10		10.9280	
	tea	10		11.0130	
	kombucha	10		11.0590	
	med	10			26.5610
	Sig.		1.000	.352	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

P.aeruginosa

			Subset for alpha = 0.05			
	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	8y2b	10	10.4000			
	6y4b	10		10.9440		
	tea	10		11.1460	11.1460	
	kombucha	10			11.3070	
	med	10				21.2280
	Sig.		1.000	.081	.162	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.75 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคจากคอมบูชา วันที่ 7

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
E.coli	Between Groups	1779.731	4	444.933	5677.447	<.001
	Within Groups	3.527	45	.078		
	Total	1783.257	49			
M.luteus	Between Groups	997.915	4	249.479	4192.309	<.001
	Within Groups	2.678	45	.060		
	Total	1000.593	49			
S.aureus	Between Groups	709.925	4	177.481	1336.494	<.001
	Within Groups	5.976	45	.133		
	Total	715.901	49			
P.aeruginosa	Between Groups	920.513	4	230.128	5158.954	<.001
	Within Groups	2.007	45	.045		
	Total	922.521	49			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent	Variable	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
E.coli	LSD	med	tea	16.11500*	.12519	<.001	15.8628	16.3672
			kombucha	15.07100*	.12519	<.001	14.8188	15.3232
			8y2b	14.60800*	.12519	<.001	14.3558	14.8602
			6y4b	13.03900*	.12519	<.001	12.7868	13.2912
		tea	med	-16.11500*	.12519	<.001	-16.3672	-15.8628
			kombucha	-1.04400*	.12519	<.001	-1.2962	-.7918
			8y2b	-1.50700*	.12519	<.001	-1.7592	-1.2548
			6y4b	-3.07600*	.12519	<.001	-3.3282	-2.8238
		kombucha	med	-15.07100*	.12519	<.001	-15.3232	-14.8188
			tea	1.04400*	.12519	<.001	.7918	1.2962
			8y2b	-.46300*	.12519	<.001	-.7152	-.2108
			6y4b	-2.03200*	.12519	<.001	-2.2842	-1.7798
		8y2b	med	-14.60800*	.12519	<.001	-14.8602	-14.3558
			tea	1.50700*	.12519	<.001	1.2548	1.7592
			kombucha	.46300*	.12519	<.001	.2108	.7152
			6y4b	-1.56900*	.12519	<.001	-1.8212	-1.3168
		6y4b	med	-13.03900*	.12519	<.001	-13.2912	-12.7868
			tea	3.07600*	.12519	<.001	2.8238	3.3282
			kombucha	2.03200*	.12519	<.001	1.7798	2.2842
			8y2b	1.56900*	.12519	<.001	1.3168	1.8212

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dependent	Variable	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
M.luteus	LSD	med	tea	12.31700*	.10910	<.001	12.0973	12.5367
			kombucha	11.63500*	.10910	<.001	11.4153	11.8547
			8y2b	10.02900*	.10910	<.001	9.8093	10.2487
			6y4b	9.49900*	.10910	<.001	9.2793	9.7187
		tea	med	-12.31700*	.10910	<.001	-12.5367	-12.0973
			kombucha	-.68200*	.10910	<.001	-.9017	-.4623
			8y2b	-2.28800*	.10910	<.001	-2.5077	-2.0683
			6y4b	-2.81800*	.10910	<.001	-3.0377	-2.5983
		kombucha	med	-11.63500*	.10910	<.001	-11.8547	-11.4153
			tea	.68200*	.10910	<.001	.4623	.9017
			8y2b	-1.60600*	.10910	<.001	-1.8257	-1.3863
			6y4b	-2.13600*	.10910	<.001	-2.3557	-1.9163
		8y2b	med	-10.02900*	.10910	<.001	-10.2487	-9.8093
			tea	2.28800*	.10910	<.001	2.0683	2.5077
			kombucha	1.60600*	.10910	<.001	1.3863	1.8257
			6y4b	-.53000*	.10910	<.001	-.7497	-.3103
		6y4b	med	-9.49900*	.10910	<.001	-9.7187	-9.2793
			tea	2.81800*	.10910	<.001	2.5983	3.0377
			kombucha	2.13600*	.10910	<.001	1.9163	2.3557
			8y2b	.53000*	.10910	<.001	.3103	.7497

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dependent	Variable	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
S.aureus	LSD	med	tea	10.49900*	.16297	<.001	10.1708	10.8272
			kombucha	9.78800*	.16297	<.001	9.4598	10.1162
			8y2b	8.41300*	.16297	<.001	8.0848	8.7412
			6y4b	7.53300*	.16297	<.001	7.2048	7.8612
		tea	med	-10.49900*	.16297	<.001	-10.8272	-10.1708
			kombucha	-.71100*	.16297	<.001	-1.0392	-.3828
			8y2b	-2.08600*	.16297	<.001	-2.4142	-1.7578
			6y4b	-2.96600*	.16297	<.001	-3.2942	-2.6378
		kombucha	med	-9.78800*	.16297	<.001	-10.1162	-9.4598
			tea	.71100*	.16297	<.001	.3828	1.0392
			8y2b	-1.37500*	.16297	<.001	-1.7032	-1.0468
			6y4b	-2.25500*	.16297	<.001	-2.5832	-1.9268
		8y2b	med	-8.41300*	.16297	<.001	-8.7412	-8.0848
			tea	2.08600*	.16297	<.001	1.7578	2.4142
			kombucha	1.37500*	.16297	<.001	1.0468	1.7032
			6y4b	-.88000*	.16297	<.001	-1.2082	-.5518
		6y4b	med	-7.53300*	.16297	<.001	-7.8612	-7.2048
			tea	2.96600*	.16297	<.001	2.6378	3.2942
			kombucha	2.25500*	.16297	<.001	1.9268	2.5832
			8y2b	.88000*	.16297	<.001	.5518	1.2082

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dependent	Variable	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
P.aeruginosa	LSD	med	tea	12.00100*	.09445	<.001	11.8108	12.1912
			kombucha	10.70500*	.09445	<.001	10.5148	10.8952
			8y2b	9.77600*	.09445	<.001	9.5858	9.9662
			6y4b	9.54800*	.09445	<.001	9.3578	9.7382
		tea	med	-12.00100*	.09445	<.001	-12.1912	-11.8108
			kombucha	-1.29600*	.09445	<.001	-1.4862	-1.1058
			8y2b	-2.22500*	.09445	<.001	-2.4152	-2.0348
			6y4b	-2.45300*	.09445	<.001	-2.6432	-2.2628
		kombucha	med	-10.70500*	.09445	<.001	-10.8952	-10.5148
			tea	1.29600*	.09445	<.001	1.1058	1.4862
			8y2b	-.92900*	.09445	<.001	-1.1192	-.7388
			6y4b	-1.15700*	.09445	<.001	-1.3472	-.9668
		8y2b	med	-9.77600*	.09445	<.001	-9.9662	-9.5858
			tea	2.22500*	.09445	<.001	2.0348	2.4152
			kombucha	.92900*	.09445	<.001	.7388	1.1192
			6y4b	-.22800*	.09445	.020	-.4182	-.0378
		6y4b	med	-9.54800*	.09445	<.001	-9.7382	-9.3578
			tea	2.45300*	.09445	<.001	2.2628	2.6432
			kombucha	1.15700*	.09445	<.001	.9668	1.3472
			8y2b	.22800*	.09445	.020	.0378	.4182

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Homogeneous Subsets

E.coli

			Subset for alpha = 0.05				
	ratio	N	1	2	3	4	5
Duncan[a]	tea	10	10.5140				
	kombucha	10		11.5580			
	8y2b	10			12.0210		
	6y4b	10				13.5900	
	med	10					26.6290
	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 = 10.000.

M.luteus

			Subset for alpha = 0.05				
	ratio	N	1	2	3	4	5
Duncan[a]	8y2b	10	10.5340				
	6y4b	10		11.2160			
	tea	10			12.8220		
	kombucha	10				13.3520	
	med	10					22.8510
	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 = 10.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S.aureus

			Subset for alpha = 0.05				
	ratio	N	1	2	3	4	5
Duncan[a]	8y2b	10	10.5340				
	6y4b	10		11.2160			
	tea	10			12.8220		
	kombucha	10				13.3520	
	med	10					22.8510
	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 = 10.000.

P.aeruginosa

			Subset for alpha = 0.05				
	ratio	N	1	2	3	4	5
Duncan[a]	8y2b	10	10.3090				
	6y4b	10		11.6050			
	tea	10			12.5340		
	kombucha	10				12.7620	
	med	10					22.3100
	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 = 10.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.76 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคจากคอมบูชา วันที่ 10

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
E.coli	Between Groups	1452.596	4	363.149	1846.399	<.001
	Within Groups	8.851	45	.197		
	Total	1461.446	49			
M.lutes	Between Groups	837.951	4	209.488	1248.886	<.001
	Within Groups	7.548	45	.168		
	Total	845.499	49			
S.aureas	Between Groups	484.212	4	121.053	499.369	<.001
	Within Groups	10.909	45	.242		
	Total	495.120	49			
P.aerugunosa	Between Groups	1413.569	4	353.392	1433.428	<.001
	Within Groups	11.094	45	.247		
	Total	1424.663	49			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent	Variable	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
E.coli	LSD	med	tea	15.78800*	.19833	<.001	15.3885	16.1875
			kombucha	13.20900*	.19833	<.001	12.8095	13.6085
			8y2b	11.20000*	.19833	<.001	10.8005	11.5995
			6y4b	10.24500*	.19833	<.001	9.8455	10.6445
		tea	med	-15.78800*	.19833	<.001	-16.1875	-15.3885
			kombucha	-2.57900*	.19833	<.001	-2.9785	-2.1795
			8y2b	-4.58800*	.19833	<.001	-4.9875	-4.1885
			6y4b	-5.54300*	.19833	<.001	-5.9425	-5.1435
		kombucha	med	-13.20900*	.19833	<.001	-13.6085	-12.8095
			tea	2.57900*	.19833	<.001	2.1795	2.9785
			8y2b	-2.00900*	.19833	<.001	-2.4085	-1.6095
			6y4b	-2.96400*	.19833	<.001	-3.3635	-2.5645
		8y2b	med	-11.20000*	.19833	<.001	-11.5995	-10.8005
			tea	4.58800*	.19833	<.001	4.1885	4.9875
			kombucha	2.00900*	.19833	<.001	1.6095	2.4085
			6y4b	-.95500*	.19833	<.001	-1.3545	-.5555
		6y4b	med	-10.24500*	.19833	<.001	-10.6445	-9.8455
			tea	5.54300*	.19833	<.001	5.1435	5.9425
			kombucha	2.96400*	.19833	<.001	2.5645	3.3635
			8y2b	.95500*	.19833	<.001	.5555	1.3545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dependent	Variable	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
M.luteus	LSD	med	tea	11.94100*	.18316	<.001	11.5721	12.3099
			kombucha	10.27900*	.18316	<.001	9.9101	10.6479
			8y2b	7.06900*	.18316	<.001	6.7001	7.4379
			6y4b	7.54700*	.18316	<.001	7.1781	7.9159
		tea	med	-11.94100*	.18316	<.001	-12.3099	-11.5721
			kombucha	-1.66200*	.18316	<.001	-2.0309	-1.2931
			8y2b	-4.87200*	.18316	<.001	-5.2409	-4.5031
			6y4b	-4.39400*	.18316	<.001	-4.7629	-4.0251
		kombucha	med	-10.27900*	.18316	<.001	-10.6479	-9.9101
			tea	1.66200*	.18316	<.001	1.2931	2.0309
			8y2b	-3.21000*	.18316	<.001	-3.5789	-2.8411
			6y4b	-2.73200*	.18316	<.001	-3.1009	-2.3631
		8y2b	med	-7.06900*	.18316	<.001	-7.4379	-6.7001
			tea	4.87200*	.18316	<.001	4.5031	5.2409
			kombucha	3.21000*	.18316	<.001	2.8411	3.5789
			6y4b	.47800*	.18316	.012	.1091	.8469
		6y4b	med	-7.54700*	.18316	<.001	-7.9159	-7.1781
			tea	4.39400*	.18316	<.001	4.0251	4.7629
			kombucha	2.73200*	.18316	<.001	2.3631	3.1009
			8y2b	-.47800*	.18316	.012	-.8469	-.1091

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dependent	Variable	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
S.aureus	LSD	med	tea	9.55200*	.22019	<.001	9.1085	9.9955
			kombucha	6.67300*	.22019	<.001	6.2295	7.1165
			8y2b	5.46200*	.22019	<.001	5.0185	5.9055
			6y4b	4.71500*	.22019	<.001	4.2715	5.1585
		tea	med	-9.55200*	.22019	<.001	-9.9955	-9.1085
			kombucha	-2.87900*	.22019	<.001	-3.3225	-2.4355
			8y2b	-4.09000*	.22019	<.001	-4.5335	-3.6465
			6y4b	-4.83700*	.22019	<.001	-5.2805	-4.3935
		kombucha	med	-6.67300*	.22019	<.001	-7.1165	-6.2295
			tea	2.87900*	.22019	<.001	2.4355	3.3225
			8y2b	-1.21100*	.22019	<.001	-1.6545	-.7675
			6y4b	-1.95800*	.22019	<.001	-2.4015	-1.5145
		8y2b	med	-5.46200*	.22019	<.001	-5.9055	-5.0185
			tea	4.09000*	.22019	<.001	3.6465	4.5335
			kombucha	1.21100*	.22019	<.001	.7675	1.6545
			6y4b	-.74700*	.22019	.001	-1.1905	-.3035
		6y4b	med	-4.71500*	.22019	<.001	-5.1585	-4.2715
			tea	4.83700*	.22019	<.001	4.3935	5.2805
			kombucha	1.95800*	.22019	<.001	1.5145	2.4015
			8y2b	.74700*	.22019	.001	.3035	1.1905

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dependent	Variable	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
P.aeruginosa	LSD	med	tea	15.91900*	.22205	<.001	15.4718	16.3662
			kombucha	12.53300*	.22205	<.001	12.0858	12.9802
			8y2b	10.17400*	.22205	<.001	9.7268	10.6212
			6y4b	10.31600*	.22205	<.001	9.8688	10.7632
		tea	med	-15.91900*	.22205	<.001	-16.3662	-15.4718
			kombucha	-3.38600*	.22205	<.001	-3.8332	-2.9388
			8y2b	-5.74500*	.22205	<.001	-6.1922	-5.2978
			6y4b	-5.60300*	.22205	<.001	-6.0502	-5.1558
		kombucha	med	-12.53300*	.22205	<.001	-12.9802	-12.0858
			tea	3.38600*	.22205	<.001	2.9388	3.8332
			8y2b	-2.35900*	.22205	<.001	-2.8062	-1.9118
			6y4b	-2.21700*	.22205	<.001	-2.6642	-1.7698
		8y2b	med	-10.17400*	.22205	<.001	-10.6212	-9.7268
			tea	5.74500*	.22205	<.001	5.2978	6.1922
			kombucha	2.35900*	.22205	<.001	1.9118	2.8062
			6y4b	.14200	.22205	.526	-.3052	.5892
		6y4b	med	-10.31600*	.22205	<.001	-10.7632	-9.8688
			tea	5.60300*	.22205	<.001	5.1558	6.0502
			kombucha	2.21700*	.22205	<.001	1.7698	2.6642
			8y2b	-.14200	.22205	.526	-.5892	.3052

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Homogeneous Subsets

E.coli

			Subset for alpha = 0.05				
	ratio	N	1	2	3	4	5
Duncan[a]	8y2b	10	10.3840				
	6y4b	10		12.9630			
	tea	10			14.9720		
	kombucha	10				15.9270	
	med	10					26.1720
	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 = 10.000.

M.luteus

			Subset for alpha = 0.05				
	ratio	N	1	2	3	4	5
Duncan[a]	8y2b	10	10.7820				
	6y4b	10		12.4440			
	tea	10			15.1760		
	kombucha	10				15.6540	
	med	10					22.7230
	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 = 10.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S.aureus

			Subset for alpha = 0.05				
	ratio	N	1	2	3	4	5
Duncan[a]	tea	10	9.4820				
	8y2b	10		12.3610			
	6y4b	10			13.5720		
	kombucha	10				14.3190	
	med	10					19.0340
	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 = 10.000.

P.aeruginosa

			Subset for alpha = 0.05			
	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	tea	10	9.2350			
	8y2b	10		12.6210		
	6y4b	10			14.8380	
	kombucha	10			14.9800	
	med	10				25.1540
	Sig.		1.000	1.000	.526	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.77 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักด้วยอัตราส่วนเชื้อที่แตกต่างกันและคอมบูชาทางการค้าหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน

การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคจากคอมบูชา วันที่ 14

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
E.coli	Between Groups	1482.866	4	370.716	559.962	<.001
	Within Groups	29.792	45	.662		
	Total	1512.657	49			
M.lutes	Between Groups	973.417	4	243.354	472.639	<.001
	Within Groups	23.170	45	.515		
	Total	996.586	49			
S.aureas	Between Groups	526.812	4	131.703	698.751	<.001
	Within Groups	8.482	45	.188		
	Total	535.294	49			
P.aerugunosa	Between Groups	1169.865	4	292.466	1797.010	<.001
	Within Groups	7.324	45	.163		
	Total	1177.189	49			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent	Variable	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
E.coli	LSD	med	tea	16.14700*	.36388	<.001	15.4141	16.8799
			kombucha	13.16300*	.36388	<.001	12.4301	13.8959
			8y2b	9.23100*	.36388	<.001	8.4981	9.9639
			6y4b	8.89600*	.36388	<.001	8.1631	9.6289
		tea	med	-16.14700*	.36388	<.001	-16.8799	-15.4141
			kombucha	-2.98400*	.36388	<.001	-3.7169	-2.2511
			8y2b	-6.91600*	.36388	<.001	-7.6489	-6.1831
			6y4b	-7.25100*	.36388	<.001	-7.9839	-6.5181
		kombucha	med	-13.16300*	.36388	<.001	-13.8959	-12.4301
			tea	2.98400*	.36388	<.001	2.2511	3.7169
			8y2b	-3.93200*	.36388	<.001	-4.6649	-3.1991
			6y4b	-4.26700*	.36388	<.001	-4.9999	-3.5341
		8y2b	med	-9.23100*	.36388	<.001	-9.9639	-8.4981
			tea	6.91600*	.36388	<.001	6.1831	7.6489
			kombucha	3.93200*	.36388	<.001	3.1991	4.6649
			6y4b	-.33500	.36388	.362	-1.0679	.3979
		6y4b	med	-8.89600*	.36388	<.001	-9.6289	-8.1631
			tea	7.25100*	.36388	<.001	6.5181	7.9839
			kombucha	4.26700*	.36388	<.001	3.5341	4.9999
			8y2b	.33500	.36388	.362	-.3979	1.0679

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dependent	Variable	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
M.luteus	LSD	med	tea	13.18100*	.32090	<.001	12.5347	13.8273
			kombucha	10.08100*	.32090	<.001	9.4347	10.7273
			8y2b	6.40400*	.32090	<.001	5.7577	7.0503
			6y4b	6.30800*	.32090	<.001	5.6617	6.9543
		tea	med	-13.18100*	.32090	<.001	-13.8273	-12.5347
			kombucha	-3.10000*	.32090	<.001	-3.7463	-2.4537
			8y2b	-6.77700*	.32090	<.001	-7.4233	-6.1307
			6y4b	-6.87300*	.32090	<.001	-7.5193	-6.2267
		kombucha	med	-10.08100*	.32090	<.001	-10.7273	-9.4347
			tea	3.10000*	.32090	<.001	2.4537	3.7463
			8y2b	-3.67700*	.32090	<.001	-4.3233	-3.0307
			6y4b	-3.77300*	.32090	<.001	-4.4193	-3.1267
		8y2b	med	-6.40400*	.32090	<.001	-7.0503	-5.7577
			tea	6.77700*	.32090	<.001	6.1307	7.4233
			kombucha	3.67700*	.32090	<.001	3.0307	4.3233
			6y4b	-.09600	.32090	.766	-.7423	.5503
		6y4b	med	-6.30800*	.32090	<.001	-6.9543	-5.6617
			tea	6.87300*	.32090	<.001	6.2267	7.5193
			kombucha	3.77300*	.32090	<.001	3.1267	4.4193
			8y2b	.09600	.32090	.766	-.5503	.7423

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dependent	Variable	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
S.aureus	LSD	med	tea	9.93800*	.19416	<.001	9.5469	10.3291
			kombucha	7.15000*	.19416	<.001	6.7589	7.5411
			8y2b	6.05000*	.19416	<.001	5.6589	6.4411
			6y4b	5.99100*	.19416	<.001	5.5999	6.3821
		tea	med	-9.93800*	.19416	<.001	-10.3291	-9.5469
			kombucha	-2.78800*	.19416	<.001	-3.1791	-2.3969
			8y2b	-3.88800*	.19416	<.001	-4.2791	-3.4969
			6y4b	-3.94700*	.19416	<.001	-4.3381	-3.5559
		kombucha	med	-7.15000*	.19416	<.001	-7.5411	-6.7589
			tea	2.78800*	.19416	<.001	2.3969	3.1791
			8y2b	-1.10000*	.19416	<.001	-1.4911	-.7089
			6y4b	-1.15900*	.19416	<.001	-1.5501	-.7679
		8y2b	med	-6.05000*	.19416	<.001	-6.4411	-5.6589
			tea	3.88800*	.19416	<.001	3.4969	4.2791
			kombucha	1.10000*	.19416	<.001	.7089	1.4911
			6y4b	-.05900	.19416	.763	-.4501	.3321
		6y4b	med	-5.99100*	.19416	<.001	-6.3821	-5.5999
			tea	3.94700*	.19416	<.001	3.5559	4.3381
			kombucha	1.15900*	.19416	<.001	.7679	1.5501
			8y2b	.05900	.19416	.763	-.3321	.4501

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dependent	Variable	(I) ratio	(J) ratio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
P.aeruginosa	LSD	med	tea	13.72500*	.18042	<.001	13.3616	14.0884
			kombucha	12.21600*	.18042	<.001	11.8526	12.5794
			8y2b	6.79500*	.18042	<.001	6.4316	7.1584
			6y4b	7.00100*	.18042	<.001	6.6376	7.3644
		tea	med	-13.72500*	.18042	<.001	-14.0884	-13.3616
			kombucha	-1.50900*	.18042	<.001	-1.8724	-1.1456
			8y2b	-6.93000*	.18042	<.001	-7.2934	-6.5666
			6y4b	-6.72400*	.18042	<.001	-7.0874	-6.3606
		kombucha	med	-12.21600*	.18042	<.001	-12.5794	-11.8526
			tea	1.50900*	.18042	<.001	1.1456	1.8724
			8y2b	-5.42100*	.18042	<.001	-5.7844	-5.0576
			6y4b	-5.21500*	.18042	<.001	-5.5784	-4.8516
		8y2b	med	-6.79500*	.18042	<.001	-7.1584	-6.4316
			tea	6.93000*	.18042	<.001	6.5666	7.2934
			kombucha	5.42100*	.18042	<.001	5.0576	5.7844
			6y4b	.20600	.18042	.260	-.1574	.5694
		6y4b	med	-7.00100*	.18042	<.001	-7.3644	-6.6376
			tea	6.72400*	.18042	<.001	6.3606	7.0874
			kombucha	5.21500*	.18042	<.001	4.8516	5.5784
			8y2b	-.20600	.18042	.260	-.5694	.1574

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Homogeneous Subsets

E.coli

			Subset for alpha = 0.05			
	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	tea	10	10.7070			
	kombucha	10		13.6910		
	8y2b	10			17.6230	
	6y4b	10			17.9580	
	med	10				26.8540
	Sig.		1.000	1.000	.362	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

M.luteus

			Subset for alpha = 0.05			
	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	tea	10	10.7780			
	kombucha	10		13.8780		
	8y2b	10			17.5550	
	6y4b	10			17.6510	
	med	10				23.9590
	Sig.		1.000	1.000	.766	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S.aureus

			Subset for alpha = 0.05			
	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	tea	10	10.9290			
	8y2b	10		13.7170		
	6y4b	10			14.8170	
	kombucha	10			14.8760	
	med	10				20.8670
	Sig.		1.000	1.000	.763	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

P.aeruginosa

			Subset for alpha = 0.05			
	ratio	N	1	2	3	4
Duncan[a]	tea	10	10.9060			
	8y2b	10		12.4150		
	6y4b	10			17.6300	
	kombucha	10			17.8360	
	med	10				24.6310
	Sig.		1.000	1.000	.260	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาว อภิทิพย์ สุขใส
วัน เดือน ปีเกิด	16 มิถุนายน 2540
ที่อยู่ปัจจุบัน	340/4 ม.2 ต.ท่างิ้ว อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์ 60180
ประวัติการศึกษา	(2567) วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานทางวิชาการ	อภิทิพย์ สุขใส, ดวงใจ โอชัยกุล. 2023. “ผลของการใช้เชื้อร่วมกันของ *Acetobacter pasteurianus* AJ 605 และ*Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* ต่อคุณภาพทางเคมีและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชา.” *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ “วิทยาศาสตร์วิจัยครั้งที่ 14”*.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้