

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชาจากชาดำที่หมักร่วมกับ
ตะไคร้และกระเจียบ

ANTIOXIDANT EFFECT ON KOMBUCHA WHICH
FERMENTED FROM BLACK TEA WITH LEMONGRASS
AND ROSELLE



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANTIOXIDANT EFFECT ON KOMBUCHA WHICH FERMENTED
FROM BLACK TEA WITH LEMONGRASS AND ROSELLE



A SPECIAL PROJECT IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE IN (INDUSTRIAL MICROBIOLOGY)
DEPARTMENT OF BIOLOGY FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชาจากชาดำที่หมักร่วมกับ ตะไคร้และกระเจียว

Antioxidant effect on kombucha which fermented from black tea with lemongrass and roselle

ชื่อนักศึกษา

กัญญามาศ เจริญสุข

นันทน์ภัส บูราราศ

ปริญญา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

ภาควิชา

ชีววิทยา

ปีการศึกษา

2560

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดวงใจ

โอชัยกุล

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม) ประจำปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ลินจง สุขลำภู ประธานกรรมการ	ค.ทอง ค.รุ่งโรจน์
ดร.สุทธิจิต ศรีวีชรกุล กรรมการ	ค.นันทน์ภัส ค.วีรภัทรกุล
รศ.ดวงใจ โอชัยกุล กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์ อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกรายที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชาจากชาดำที่หมักร่วมกับ ตะไคร้และกระเจี๊ยบ		
	Antioxidant effect on kombucha which fermented from black tea with lemongrass and roselle		
ชื่อนักศึกษา	กัญญามาศ	เจริญสุข	รหัสนักศึกษา 57050796
	นันทน์ภัส	บุราราศ	รหัสนักศึกษา 57050841
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)		
ภาควิชา	ชีววิทยา		
ปีการศึกษา	2560		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดวงใจ	โอชัยกุล	

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชาจากชาดำ (*Camellia sinensis*) ตะไคร้ (*Cymbopogon citratus*) และกระเจี๊ยบ (*Hibiscus sabdariffa*) ชุดการทดลอง 5 ชุดการทดลอง มีคอมบูชาจากชาดำ คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ คอมบูชาจากตะไคร้ คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ และคอมบูชาจากกระเจี๊ยบ การหมักคอมบูชาเหล่านี้หมักที่อุณหภูมิห้อง ($30 \pm 2^\circ\text{C}$) เป็นเวลา 25 วัน พบว่า คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบมีค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าคอมบูชาชนิดอื่น โดยมีค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH ร้อยละ 98.52 ± 0.40 และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด $1,094.02 \pm 1.39$ พีพีเอ็ม ในวันที่ 10 คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ หมัก 15 วัน มีคะแนนการยอมรับจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูง ทำการผลิตคอมบูชาจากคอมบูชาทั้งสองชนิดเปรียบเทียบกับคอมบูชาทางการค้า(ชุดควบคุม) พบว่า คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบที่ผ่านการปรับปรุงสูตรมีคะแนนการยอมรับสูง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ใช้ผู้ทดสอบชิม 25 คน มีการยอมรับในผลิตภัณฑ์และมีคะแนนความชอบ 7.28

คำสำคัญ ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ คอมบูชา สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ชาดำ ตะไคร้ กระเจี๊ยบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Antioxidant effect on kombucha which fermented from black tea with lemongrass and roselle		
Students	Kanyamas	Charoensuk	Student ID 57050796
	Nannapat	Buravas	Student ID 57050841
Degree	Bachelor of Science (Industrial Microbiology)		
Department	Biology		
Academic Year	2017		
Advisor	Assoc.Prof.Duangjai Ochaikul		

Abstract

This research aims to study the antioxidant activity of kombucha from black tea (*Camellia sinensis*), lemongrass (*Cymbopogon citratus*) and roselle (*Hibiscus sabdariffa*). Five experiments were conducted kombucha from black tea, kombucha from mixture of black tea and lemongrass, kombucha from lemongrass, kombucha from mixture of black tea and roselle, kombucha from roselle. These kombucha were fermented at room temperature (30 ± 2 °c) for 25 days. The results showed that antioxidant activity and the total phenolics contents of the kombucha from mixture of black tea and roselle were higher than those of other kombucha. By the 10th day of fermentation, kombucha from mixture of black tea and roselle exhibits 98.52 ± 0.40 %DPPH scavenging and amount of phenolics content was $1,094.02 \pm 1.39$ ppm. Kombucha from mixture of the black tea and lemongrass which fermented 15 days, allowed to obtain a good sensory quality. Production of two types of kombucha, these were prepared with commercial kombucha. They were observed that kombucha from mixture of black tea and roselle which was formulated, was a good overall quality. Consumer acceptability test using 25 panelists indicated that 75% of the panelists accepted the product and overall liking was like 7.28.

Keywords : Antioxidant Kombucha Total phenolics Black tea Lemongrass
Roselle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตเห็นาไปเซประยิชนดานการค้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษฉบับนี้จะประสบความสำเร็จไปไม่ได้ หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน ได้แก่ บุคคลแรกที่ต้องกล่าวคำขอบพระคุณเป็นอย่างสูง คือ รองศาสตราจารย์ดวงใจ โอชัยกุล ที่คอยให้คำปรึกษาด้านการทดลองอีกทั้งด้านการวางแผนการทำงาน คอยให้คำชี้แนะและแนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ จนทำให้ผู้วิจัยสามารถทำโครงการพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ลินจง สุขล้าภู และดร.สุทธิจิต ศรีวัชรกุล ที่ให้คำแนะนำด้านการทดลอง ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการและเจ้าหน้าที่ธุรการทุกท่านที่คอยอำนวยความสะดวกในการเบิกอุปกรณ์ เครื่องมือและสารเคมี ช่วยอำนวยความสะดวกด้านการติดต่อประสานงาน ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ป้าแม่บ้าน และทุกคนที่มีส่วนร่วมในการให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ รวมถึงการแลกเปลี่ยนความรู้ คำแนะนำและกำลังใจ ที่สำคัญอย่างยิ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่เป็นแรงผลักดันและให้โอกาสในการศึกษามาโดยตลอด

คุณงามความดีทุกประการที่เกิดขึ้นจากโครงการพิเศษฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบแต่บิดา มารดา ครอบครัว และครูอาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ตลอดจนกัลยาณมิตรทั้งหลาย

นางสาวกัญญามาศ เจริญสุข

นางสาวนันท์นภัส บุรวาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ	3
1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 เครื่องดื่มคอมบูชา (kombucha)	4
2.1.1 เครื่องดื่มประเภทหมัก	4
2.1.2 ประวัติและความเป็นมาของคอมบูชา	4
2.1.3 การผลิตเครื่องดื่มคอมบูชา	5
2.2 จุลินทรีย์ที่พบในคอมบูชา	6
2.2.1 แบคทีเรียเซลลูโลส (Bacterial cellulose)	6
2.2.1.1 ลักษณะของเชื้อ <i>Acetobacter</i>	7
2.2.1.2 ลักษณะของเชื้อ <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	8
2.2.2 ยีสต์ (Yeasts)	8
2.2.2.1 ลักษณะของเชื้อ <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	8
2.3 ปฏิกริยาของคอมบูชา	9
2.4 ประโยชน์ของคอมบูชา	10
2.4.1 ประโยชน์ของกรดอินทรีย์ที่พบในคอมบูชา	10
2.5 ข้อควรระวังของการบริโภคคอมบูชา	11
2.6 ชา	11
2.6.1 ประวัติของชา	11
2.6.2 ประเภทของชา	11
2.6.3 สรรพคุณและประโยชน์ของชา	11
2.6.4 ข้อควรระวังในการดื่มชา	12
2.7 ชาดำ (Black tea)	12
2.7.1 สารประกอบหลักที่พบในชาดำ	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.8 พืชสมุนไพร	14
2.8.1 ตะไคร้	14
2.8.1.1 ลักษณะทั่วไปของตะไคร้	14
2.8.1.2 สารสำคัญที่พบในตะไคร้	15
2.8.1.3 สรรพคุณตะไคร้	15
2.8.1.4 ฤทธิ์ทางยาของสารสกัดจากตะไคร้	16
2.8.2 กระเจี๊ยบแดง	17
2.8.2.1 สรรพคุณกระเจี๊ยบ	17
2.8.2.2 สารสำคัญที่พบในกระเจี๊ยบ	18
2.8.2.3 ความเป็นพิษของกระเจี๊ยบแดง	18
2.9 น้ำตาลอ้อย	19
2.9.1 ประวัติและความเป็นมา	19
2.9.2 คุณลักษณะทั่วไป	19
2.9.3 ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำตาลอ้อยจากธรรมชาติ	20
2.10 อนุมูลอิสระ (Free radical)	20
2.11 สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)	21
2.11.1 ชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระ	22
2.11.2 กลไกการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระ	22
2.11.3 การสกัดและการตรวจสอบฤทธิ์ของสารต้านอนุมูลอิสระ	22
2.11.4 ประโยชน์ของสารต้านอนุมูลอิสระที่มีต่อร่างกาย	23
2.11.5 ประเภทของอาหารที่พบสารต้านอนุมูลอิสระ	23
2.12 การวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ	24
2.12.1 วิธี DPPH (2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)	24
2.13 สารโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS)	25
2.13.1 คุณสมบัติของสารซัลไฟต์ในอาหาร	25
2.13.2 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณสารซัลไฟต์	26
2.13.3 ชนิดของอาหารที่ใช้สารซัลไฟต์	26
2.13.4 ความเป็นพิษของสารซัลไฟต์	27
2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน	29
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี	29
3.1.1 วัสดุดิบ	29
3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	29
3.1.3 เครื่องมือและอุปกรณ์	29
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	31
3.2.1 การหมักคอมบูชาจากพืชสมุนไพร	31
3.2.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และ กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และ กระจับ	32
3.2.3 ศึกษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์คอมบูชาที่คัดเลือกได้	34
3.2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ	35
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปราย	36
4.1 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของคอมบูชาจากตะไคร้ กระจับ และ ชาดำระหว่างกระบวนการหมัก	36
4.1.1 ค่าพีเอช	36
4.1.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้	37
4.1.3 ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดอะซิติก)	39
4.1.4 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด	40
4.1.5 การวิเคราะห์กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH	42
4.1.6 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระจับ	44
4.1.6.1 ความใส	44
4.1.6.2 สี	44
4.1.6.3 ความเปรี้ยว	45
4.1.6.4 ความหวาน	46
4.1.6.5 ความกลมกล่อม	47
4.1.6.6 ความชอบโดยรวม	48
4.2 ศึกษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์คอมบูชาที่คัดเลือกได้	49
4.2.1 คุณภาพทางกายภาพ	50
4.2.1.1 วัดค่าสีของผลิตภัณฑ์คอมบูชา	50
4.2.2 คุณภาพทางเคมี	50
4.2.2.1 พีเอชการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้าน	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส 4.2.2.1 พีเอชการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้าน
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปราย

4.2.2 คุณภาพทางเคมี	49
4.2.2.2 ปริมาณกรดทั้งหมด(ในรูปกรดอะซิติก)	51
4.2.2.3 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้	51
4.2.2.4 ปริมาณเอทานอล	51
4.2.2.5 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด	51
4.2.2.6 กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ	51
4.2.3. การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบและคอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ และ คอมบูชาทางการค้า	52
4.2.3.1 ความใส	52
4.2.3.2 สี	53
4.2.3.3 ความเปรี้ยว	53
4.2.3.4 ความหวาน	53
4.2.3.5 ความกลมกล่อม	53
4.2.3.6 ความชอบโดยรวม	53
4.2.4 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์	54
4.2.4.1 การทดสอบทางด้านจุลินทรีย์	54
4.2.5 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์และปริมาณคาเฟอีนที่หลงเหลือในผลิตภัณฑ์	54

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการวิจัย	56
5.2 ข้อเสนอแนะ	56

เอกสารอ้างอิง 58

ภาคผนวก 64

ภาคผนวก ก 65

ภาคผนวก ข 67

ภาคผนวก ค 68

ภาคผนวก ง 69

ภาคผนวก จ 70

ภาคผนวก ฉ 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณค่าทางโภชนาการของตะไคร้	15
2.2 สารสำคัญที่พบในตะไคร้	16
2.3 คุณค่าทางโภชนาการของกระเจี๊ยบแดง	18
4.1 พีเอชของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ กระเจี๊ยบ	36
4.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ กระเจี๊ยบ	38
4.3 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดอะซิติกของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ กระเจี๊ยบ	39
4.4 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ กระเจี๊ยบ	41
4.5 กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ กระเจี๊ยบ	43
4.6 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใสของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ กระเจี๊ยบ	44
4.7 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ กระเจี๊ยบ	45
4.8 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเปรี้ยวของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ กระเจี๊ยบ	46
4.9 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความหวานของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ กระเจี๊ยบ	47
4.10 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความกลมกล่อมของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ กระเจี๊ยบ	48
4.11 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ กระเจี๊ยบ	49
4.12 ค่า L^* a^* และ b^* ของผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ คอมบูชาจากชาดำ ผสมตะไคร้ และ คอมบูชาทางการค้า	50
4.13 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณ เอทานอล ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และ กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ ของผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ และ คอมบูชาทางการค้า	51
4.14 ค่าทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ คอมบูชา จากชาดำผสมตะไคร้ และ คอมบูชาทางการค้า	54
4.15 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์และคาเฟอีนที่หลงเหลือในผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำ ผสมกระเจี๊ยบ และคอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	4
2.2	6
2.3	7
2.4	8
2.5	9
2.6	13
2.7	14
2.8	17
2.9	19
2.10	20
2.11	24
2.12	24
4.1	37
4.2	38
4.3	40
4.4	41
4.5	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในการบริโภคเครื่องดื่มชาหมักพบว่าเริ่มบริโภคตั้งแต่ปี ค.ศ.220 ในสมัยราชวงศ์ฉิน ประเทศจีน จากนั้นการดื่มชาหมักรู้จักกันมากขึ้นในประเทศรัสเซียและสหรัฐอเมริกา เนื่องจากผู้บริโภคมองว่าเครื่องดื่มชาหมักส่งผลดีต่อสุขภาพ เช่น ช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันและป้องกันโรคชนิดต่างๆ ช่วยการทำงานของระบบย่อยอาหารให้ทำงานได้ดี ช่วยรักษาโรคมะเร็ง รวมทั้งส่งผลดีต่อการล้างสารพิษในเลือดและระบบย่อยอาหาร ซึ่งรสชาติของชาหมักจะมีรสหวานเล็กน้อยและอมเปรี้ยวคล้ายกับเครื่องดื่ม Cider เนื่องจากมีส่วนผสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ปนอยู่ด้วย และมีสารให้กลิ่นรสที่สำคัญในเครื่องดื่มชาหมัก คือ ฟรุคโตส กรดอะซิติก และกรดกลูโคนิก นอกจากนี้ยังพบว่ามี ethyl-gluconate, oxalic acid, saccharic acid, ketoglyconic acid, succinic acid และ carbonic acid ตลอดจนมีวิตามินและเกลือแร่ต่างๆ ที่จำเป็นต่อร่างกายอีกหลายชนิด (<https://www.bloggang.com/viewdiary.php> สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ธันวาคม 2560)

การผลิตเครื่องดื่มชาหมัก สามารถทำได้โดยนำใบชาดำมาต้มในน้ำเดือด เพื่อสกัดสารอาหารและแร่ธาตุต่างๆ ออกจากใบชาให้ได้มากที่สุด เติมน้ำตาลซูโครสในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นแหล่งสารอาหาร ในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ จากนั้นเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์และบ่มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 -10 วัน เพื่อให้จุลินทรีย์ดำเนินกิจกรรมการหมัก ขั้นตอนที่สำคัญของการผลิตชาหมัก คือ การควบคุมกิจกรรมการหมัก ซึ่งมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิด ปริมาณสัดส่วนของหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก รวมถึงคุณภาพของใบชาที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบ เนื่องจากชนิดของใบชาจะมีผลต่อความแตกต่างขององค์ประกอบสำคัญทางเคมีของปริมาณของแข็งที่สกัดได้ เช่น ปริมาณ caffeine theophylline theobromine และ polyphenol โดยเฉพาะสารสำคัญในกลุ่ม polyphenol คือ catechins ซึ่งมีสมบัติเป็น bacteriostatic สามารถช่วยยับยั้งการเจริญของ *Streptococcus mutans* และจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอื่นๆ โดยในชาดำพบว่ามีปริมาณ catechins ร้อยละ 4.2 และปริมาณ thearubingens ที่มีในชาดำมากถึงร้อยละ 17 ซึ่งไม่พบในชาเขียว ทำให้คุณภาพชาหมักที่ได้มีคุณภาพแตกต่างกัน ส่วนใหญ่มักนิยมใช้ใบชาดำมากกว่าชาชนิดอื่น เนื่องจากคุณภาพของชาหมักที่ได้จะมีสี กลิ่น รสชาติที่เฉพาะและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเป็นอย่างมาก แม้ว่าจะมีเครื่องดื่มชาหมักที่ผลิตขึ้นจากชาเขียว แต่ก็ได้รับการยอมรับน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับที่ผลิตได้จากใบชาดำ (Stag and Millin, 1975)

การดำเนินกิจกรรมการหมักของแบคทีเรียและยีสต์ เป็นแบบสภาวะพึ่งพาอาศัยกันในลักษณะเอื้อประโยชน์ต่อกัน หรือเรียกว่า stable symbiosis โดยเกิดขึ้นภายใต้บริเวณโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นร่างแหเซลลูโลส กิจกรรมการหมักในระยะแรกยีสต์จะทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลซูโครสให้เป็น น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว คือ กลูโคส และฟรุคโตส จากนั้นจะเปลี่ยนจากน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวให้เป็นแอลกอฮอล์ ทำให้

ไม่สภาวะดังกล่าวมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกลุ่มแบคทีเรีย *Acetobacter* ที่สามารถไปใช้

เจริญได้ดีพร้อมทั้งผลิตกรดอะซิติก โดยเฉพาะการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Acetobacter xylinum* ที่สามารถให้ทั้งผลผลิตของกรดอะซิติก

กรดกลูโคนิกและเซลลูโลส ทำให้ชาหมักที่ได้มีคุณภาพดี ปริมาณกรดอะซิติกที่เพิ่มขึ้นจะแปรผกผันกับค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายที่ลดลง ขณะเดียวกันก็จะส่งผลต่อการเร่งการเจริญเติบโตของยีสต์และทำให้ยีสต์ผลิตแอลกอฮอล์ได้มากขึ้น ปริมาณแอลกอฮอล์ที่เพิ่มขึ้นยังสามารถช่วยกระตุ้นให้ *Acetobacter* เจริญสามารถผลิตกรดอะซิติกได้ดีขึ้นเช่นกัน การที่แบคทีเรีย *Acetobacter* สามารถออกซิไดซ์แอลกอฮอล์ไปเป็น acetaldehyde และสารให้กลิ่นรสอื่นๆ เป็นผลให้ชาหมักมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ทั่วไป โดยปกติเครื่องดื่มชาหมักมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่เกิน 10 กรัมต่อลิตร ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าน้อยกว่า 30 กรัมต่อลิตรหรือประมาณร้อยละ 3 และกรดที่พบในชาหมัก ได้แก่ อะซิติก แลคติก และกลูโคนิก ผลดีของกรดอะซิติกและแอลกอฮอล์ที่มีอยู่ในชาหมักคือ มีคุณสมบัติช่วยยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เช่น *Salmonella typhimurium*, *Shigella sonnei*, *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* เป็นต้น

ตะไคร้มีสรรพคุณหลากหลายชนิดช่วยในการขับเหงื่อ ต้นตะไคร้มีสรรพคุณเป็นยาบำรุงธาตุ ช่วยแก้อาการเบื่ออาหาร สารสกัดจากตะไคร้มีส่วนช่วยในการป้องกันโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ แก้วและบรรเทาอาการหวัด น้ำมันหอมระเหยของใบตะไคร้สามารถบรรเทาอาการปวดได้ ช่วยแก้อาการปวดศีรษะ ใช้เป็นยาแก้ไอเจียน หรือนำมาใช้ทำเป็นน้ำตะไคร้หอม ช่วยดับร้อนแก้กระหายได้เป็นอย่างดี ช่วยในการบำรุงและรักษาสายตา มีฤทธิ์เป็นยาช่วยในการนอนหลับ มีส่วนช่วยในการบำรุงกระดูกและฟันให้แข็งแรง บำรุงสมองและเพิ่มสมาธิ (<https://medthai.com> สืบค้นเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2560) สารสำคัญที่พบในตะไคร้ส่วนของลำต้นและใบมีน้ำมันหอมระเหย (Volatile oil) ที่ประกอบด้วยสารหลายชนิด ได้แก่ ซิทราล (Citral) พบมากที่สุด ร้อยละ 75-90, ทรานซ์-ไอโซซิทรัล (Trans-isocitral), ลิโมนีน (Limonene), ยูจีนอล (Eugenol), ลินาลูล (Linalool), เจอรานีโอล (Geraniol), คาริโอฟิลลินออกไซด์ (Caryophyllene oxide), เจอรานีลอะซิเตท (Geranyl acetate), 6-เมทิล 5-เฮพเทน-2-วัน (6-Methyl 5-hepten-2-one), 4-โนนาโนน (4-Nonanone), เมทิลเฮพทีโนน (Methyl heptenone), ซิโตรเนลลอล (Citronellol), ไมร์ซีน (Myrcene), การบูร (Camphor) เป็นต้น

กระเจี๊ยบมีสรรพคุณหลากหลายชนิด ได้แก่ ช่วยรักษาโรคเบาหวาน ช่วยลดความดันโลหิต ช่วยแก้เส้นเลือดตีบตัน ช่วยรักษาเส้นเลือดให้แข็งแรง ช่วยทำให้ความเหนียวข้นของเลือดลดลง ช่วยรักษาโรคเส้นเลือดแข็งเปราะได้เป็นอย่างดี ช่วยแก้อาการคอแห้ง อาการร้อนใน ช่วยลดอุณหภูมิในร่างกาย ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้แข็งแรง ช่วยป้องกันหวัด และใช้ทำเป็นน้ำดื่มที่ช่วยทำให้ร่างกายสดชื่น เนื่องจากมีกรดซิตริกอยู่ด้วย กระเจี๊ยบแดงมีฤทธิ์ต้านการเกิดพิษต่อตับและช่วยป้องกันตับจากการถูกทำลายจากสารพิษ โดยมีงานวิจัยในสัตว์ทดลองพบว่า สารแอนโทไซยานิน (Anthocyanins) และสาร Protocatechuic Acid ของกระเจี๊ยบแดง สามารถช่วยลดความเป็นพิษต่อตับจากสารพิษได้หลายชนิด โดยสารแอนโทไซยานินมีฤทธิ์ช่วยยับยั้งการออกซิเดชันของไขมันและยับยั้งการตายของแมคโครฟาจ พบว่ามีสาร Dp3-Sam ซึ่งเป็นแอนโทไซยานินชนิดหนึ่งมีฤทธิ์ช่วยกำจัดเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวในห้องทดลองได้ จึงมีผลในการช่วยป้องกันและชะลอการลุกลามโรคมะเร็งบางชนิดได้

เอกสาร
กระเจี๊ยบมีสารแอนโทไซยานินและสารโพลีฟีนอล ซึ่งได้แก่ Protocatechuic Acid ที่มีฤทธิ์ต่อต้าน
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันโรคมะเร็ง ช่วยชะลอความแก่ และช่วยให้เส้นเลือดอ่อนนุ่มได้ (<https://medthai.com> สืบค้นเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2560)

ดังนั้นโครงการพิเศษนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำตะไคร้ กระจี้บ รวมทั้งชาดำมาใช้ ในการหมักคอมบูชา ศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการหมัก ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่สามารถละลายได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิกของคอมบูชาที่ผลิตได้ จากนั้นผลิตน้ำหมักคอมบูชาที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคเปรียบเทียบกับคอมบูชาทางการค้า

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ

- 1.1 ศึกษาศักยภาพในการนำกระจี้บ ตะไคร้ รวมทั้งชาดำมาใช้ในการหมักคอมบูชา
- 1.2 ศึกษากิจกรรมในการต้านอนุมูลอิสระของกระจี้บ ตะไคร้ และชาดำในการนำมาใช้หมักคอมบูชา รวมทั้งชาหมักที่ใช้ชาดำหมักร่วมกับพืชที่นำมาทดสอบ ด้วยวิธี DPPH และวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก โดยวิธี Folin Ciocalteu method รวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของคอมบูชาในระหว่างกระบวนการหมัก

1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ

ทำการหมักคอมบูชาจากพืช 3 ชนิด คือ กระจี้บ ตะไคร้ และชาดำ เป็นระยะเวลา 25 วัน ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคอมบูชาทุกๆ 5 วัน (0 5 10 15 20 และ 25 วัน) โดยวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดต่าง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติก วิเคราะห์ปริมาณสารยับยั้งอนุมูลอิสระ ได้แก่ ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH รวมทั้งการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อดูการยอมรับของผู้บริโภค จากนั้นคัดเลือกคอมบูชาที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้สูงและผู้บริโภคยอมรับ ศึกษาคุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยมีชาหมักทางการค้าเป็นชุดควบคุม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำพืชสมุนไพรที่มีในประเทศไทย เช่น ตะไคร้ กระจี้บ และชาดำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักชาหมัก เพื่อพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสุขภาพที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย และเป็นการนำพืชสมุนไพรเหล่านี้มาผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้น เป็นการเพิ่มรายได้ให้กับผู้ปลูกพืชสมุนไพรเหล่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครื่องดื่มคอมบูชา (kombucha)

2.1.1 เครื่องดื่มประเภทหมัก

อาหารหมักและเครื่องดื่ม มีการผลิตและบริโภคตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันอาหารหมักโดยทั่วไปหมายถึง อาหารหรือเครื่องดื่มที่ผลิตขึ้นจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์และมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของอาหาร ทำให้อาหารมีประโยชน์ต่อร่างกาย ซึ่งคอมบูชาเป็นเครื่องดื่มที่เกิดจากกระบวนการหมักของจุลินทรีย์โดยใช้วัตถุดิบเป็นชาชนิดต่างๆแสดงดังรูปที่ 2.1 (Hutkins, 2008)



รูปที่ 2.1 ลักษณะของเครื่องดื่มคอมบูชา

2.1.2 ประวัติและความเป็นมาของคอมบูชา

คอมบูชา เป็นเครื่องดื่มที่มีต้นกำเนิดทางเอเชีย ทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือของจีนแมนจูเรีย กระจายไปยังประเทศ รัสเซีย เยอรมัน และประเทศอื่นทั่วโลก ซึ่งคอมบูชา หรือ ‘ชาหมัก’ จัดได้ว่าเป็นเครื่องดื่มประเภทหมักแบบดั้งเดิมที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก (Velicanski และคณะ, 2013)

คอมบูชาเป็นเครื่องดื่มที่เกิดจากการทำงานของจุลินทรีย์ที่อยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยกัน (symbiosis) ของกลุ่มจุลินทรีย์ 2 กลุ่มคือ กลุ่มแบคทีเรียอะซิติก และกลุ่มยีสต์ หรืออาจเรียกว่าเป็น SCOBY (Sreeramulu และคณะ, 2000) ของ *Acetobacter* รวมทั้ง *Acetobacter xylinum* ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะ และกลุ่มยีสต์ชนิดต่างๆ ได้แก่ *Brettanomyces* sp., *Zygosacchomyces* sp., *Saccharomyces* sp. และ *Pichia* sp. โดยคอมบูชาแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ (Mayser และคณะ, 1995) คอมบูชามีส่วนประกอบ 2 ส่วนคือ แผ่นเซลล์โลสที่ลอยบนน้ำหมักและน้ำหมัก (Greenwalt และคณะ, 2000) รวมทั้งมีกรดอะซิติก เอทานอล และกรด gluconic เป็นส่วนประกอบหลักของของน้ำหมัก (Roussin, 1996) นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น กรดแลคติก กรด glucuronic ฟีนอล กลุ่มวิตามินบีและเอนไซม์ (Blanc และ Florenco, 1931)

คอมบูชา เป็นเครื่องดื่มประเภทหมักที่มีความหลากหลายเป็นอย่างมาก จัดเป็นเครื่องดื่มที่มีรสหวานเล็กน้อยและอมเปรี้ยว มีความเป็นกรดใกล้เคียงกับเบียร์

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารประกอบอินทรีย์ที่พบในเครื่องดื่ม คือ กรดกลูโคโรนิก glucuronic acid (GlcUA) (Jayabalan และคณะ, 2014) สามารถล้างพิษได้ โดยมีคุณสมบัติในการกำจัดสารพิษประเภทต่างๆได้ เช่น สารเคมีจากภายนอก ฮอร์โมนสเตียรอยด์ส่วนเกิน และ บิลิรูบินจากร่างกายมนุษย์ผ่านระบบ ปัสสาวะ (Linde และคณะ, 2013) นอกจากนี้ GlcUA สามารถเปลี่ยนเป็น glucosamine จัดเป็นสารที่มีประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับโรคกระดูกอ่อน คอลลาเจนและของเหลวที่เกี่ยวข้องกับการรักษาโรคข้อเข่าเสื่อม (Yavari และคณะ, 2011) GlcUA เป็นสารตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์วิตามินซี (Merchie และคณะ, 1997) ในคอมบูชามีแบคทีเรียอะซิติกที่ดูดซึม กลูโคส และ ฟรุกโทส ซึ่ง น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเหล่านี้เป็นสารตั้งต้นสำหรับการผลิตสารประกอบอินทรีย์ต่างๆรวมทั้งกรดอะซิติก กรดกลูโคนิก และกรดกลูโคโรนิก (Vijayaraghavan และคณะ, 2000)

ดังนั้นจึงถือได้ว่าคอมบูชาเป็นเครื่องดื่มที่มีประโยชน์อย่างมากในการรักษาโรคชนิดต่างๆ เช่น ช่วยบรรเทาอาการอักเสบ และโรคข้ออักเสบ (Allen, 1998) โรคทางเดินอาหาร โรคเบาหวาน โรค hypercholesterolaemia โรคความดันโลหิตสูง และ โรคมะเร็ง (Aloulouet และคณะ, 2012)

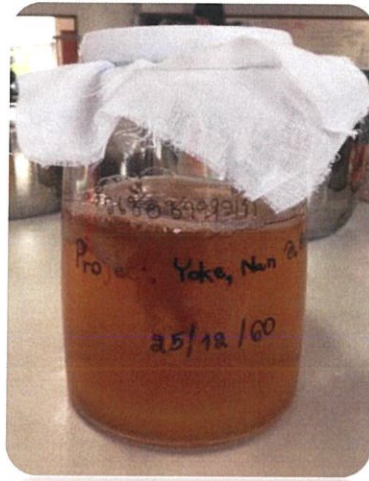
2.1.3 การผลิตเครื่องดื่มชาหมักคอมบูชา

คอมบูชา เป็นเครื่องดื่มที่มีรสเปรี้ยวและมีความซ่า ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการหมักของชาดำหวาน (*Camellia sinensis*) โดยวิธีทางชีวภาพเกิดจากกลุ่มแบคทีเรียอะซิติก ได้แก่ *Bacterium xylinum*, *B. xylinoides*, *B. gluconicum* และกลุ่มยีสต์ *Saccharomyces ludwigii*, *S. apiculatus* *Schizosaccharomyces pombe*) (Sreeramulu และคณะ, 2000) กระบวนการหมักของคอมบูชา อาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและสายพันธุ์ของยีสต์และแบคทีเรีย (Mayer และคณะ, 1995)

กระบวนการหมักเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของยีสต์ที่หมักน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโทสไปเป็นเอทานอล ซึ่งจะถูกออกซิไดซ์ไปเป็นกรดอะซิติกโดยใช้แบคทีเรียอะซิติก แหล่งคาร์บอนหลักในกระบวนการหมัก คือ ซูโครสซึ่งเป็น น้ำตาลที่ถูกย่อยโดยเอนไซม์อินเวอร์เทสจากยีสต์ที่มีอยู่ในคอมบูชา จากนั้นแบคทีเรียอะซิติกจะเปลี่ยนเอทานอลไปเป็นกรดกลูโคนิกและกรดอะซิติก รวมทั้งกรดอินทรีย์อื่น ๆ เช่น กรดแลคติก กรดอะซิติก กรดกลูโคนิก และกรดกลูโคโรนิก ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์หลักของคอมบูชา

โดยทั่วไป เครื่องดื่มคอมบูชา เตรียมได้จากชาดำ ร้อยละ 1-2 ต้มในน้ำเดือดเพื่อสกัดสารอาหารและแร่ธาตุต่างๆออกจากใบชา เติมน้ำตาลซูโครสร้อยละ 5-10 ในปริมาณที่พอเหมาะเพื่อใช้เป็นแหล่งสารอาหารในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ จากนั้นเติมน้ำหมักของหัวเชื้อคอมบูชา ร้อยละ 10-20 และแผ่นเซลล์โลสของหัวเชื้อคอมบูชา ร้อยละ 2.5-5.0 บ่มที่อุณหภูมิ 25-37 °C เป็นเวลา 7-12 วัน เพื่อให้จุลินทรีย์ดำเนินกิจกรรมการหมัก (Kallel และคณะ, 2012)

ขั้นตอนสำคัญของการผลิตชาหมัก คือ การควบคุมกิจกรรมการหมัก ซึ่งมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิดและปริมาณสัดส่วนของหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในกระบวนการหมัก และคุณภาพของใบชาที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบ เนื่องจากชนิดของใบชาจะมีความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน เช่น ปริมาณ caffeine, theophylline theobromine และ polyphenol ซึ่งในใบชาจะมีฟลาโวนอล flavonols (theaflavins และ thearubigins) และ catechins มีสมบัติเป็น bacteriostatic สามารถช่วยยับยั้งการเจริญของ *Streptococcus mutans* และจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค คาเฟอีน, gallate catechin, adenine, theobromine, theophylline, กรด gallic, แทนนิน, gallotannin, aminophylline และน้ำมันระเหยที่มีกลิ่นหอม (Ho และคณะ, 1988)



รูปที่ 2.2 ลักษณะของคอมบูชา

2.2 จุลินทรีย์ที่พบในคอมบูชา

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหมักของเครื่องดื่มคอมบูชา เป็นการอยู่ร่วมกลุ่มของจุลินทรีย์ทั้ง 2 กลุ่ม แบบสภาวะพึ่งพาอาศัยกัน (symbiosis) ของแบคทีเรียอะซิติก ได้แก่ *Acetobacter xylinum* ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะ และกลุ่มยีสต์ชนิดต่างๆ ได้แก่ *Brettanomyces* sp., *Zygosacchamycetes* sp., *Saccharomyces* sp., และ *Pichia* sp. เป็นต้น

กลุ่มแบคทีเรียและยีสต์ โดยกลุ่มแบคทีเรียที่พบเป็นชนิดต้องใช้อากาศในการเจริญเติบโต และสามารถสร้างสารเซลลูโลสที่มีลักษณะคล้าย surface mold หรือ mushroom ส่วนกลุ่มยีสต์ที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการหมัก คือ กลุ่มยีสต์ที่สามารถผลิตแอลกอฮอล์ ในการศึกษาการแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ผลิตชาหมักจากแหล่งผลิต พบว่ามีกลุ่มแบคทีเรีย *Acetobacter* และยีสต์ จากการนำเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 2 กลุ่มที่ได้ ทำการจำแนกโดยอาศัยความแตกต่างของคุณสมบัติทาง biochemical และ physiological พบว่าเป็นแบคทีเรียกลุ่ม *A. aceti* sp., *A. xylinum* และ *A. pasteurianus* ซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะ คือ สามารถผลิตเซลลูโลสได้ ส่วนยีสต์ที่จำแนกได้ คือ *S. cerevisiae*, *B. bruxellensis* และ *Z. balilii* พบว่า ยีสต์กลุ่มนี้มีความสำคัญทางอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และอาหารหมัก มีคุณสมบัติเด่น คือสามารถเจริญได้ในอาหารที่มีความเป็นกรดสูงและมีน้ำตาลสูง นอกจากนี้ยังอาจพบยีสต์ชนิดอื่นบ้างแต่ไม่ค่อยมีความสำคัญกับกระบวนการหมัก ซึ่งได้แก่ *C. tropicalis*, *Debaryomyces hansenii*, *Torulopsis famata* และ *Pichia membranefaciens* (Greenwalt และ Liu, 2000)

2.2.1 แบคทีเรียเซลลูโลส (Bacterial cellulose)

แบคทีเรียที่สร้างเซลลูโลส ได้แก่ *Acetobacter*, *Aerobacter*, *Achromobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes* และ *Rhizobium* เป็นต้น โดยแบคทีเรียกลุ่มนี้มีความสามารถผลิตเส้นใยเซลลูโลสออกมาภายนอกเซลล์ เมื่อเลี้ยงในอาหารและเจริญบนผิวหน้าของอาหารจะมีการสร้างเส้นใยสีขาว (pellicle) ซึ่งประกอบด้วยเป็นแผ่นเซลลูโลส ในระหว่างที่มีการเจริญของเชื้อจะมีการสร้างเส้นใยไปพร้อมๆกัน เมื่อระยะเวลาการเจริญนานขึ้นจะมีปริมาณมากขึ้น จะสานและรวมตัวกันเป็นเส้นสายขุ่นขาวอยู่ในอาหารเหลวและจะค่อยๆ ลอยขึ้นสู่ผิวหน้าอาหาร เมื่อลอยขึ้นสู่ผิวหน้าอาหารเหลวจะเริ่มสานกันแน่นขึ้นเป็นแผ่นขุ่นมีลักษณะขุ่นและมีความเหนียว โดยสันนิษฐานได้ว่าการสร้างขุ่นของเชื้อที่เกิดขึ้นนั้นเนื่องจากการเชื้อที่ต้องการอากาศ สามารถลอยตัวอยู่บนผิวหน้าอาหารเหลวได้เพื่อรับ

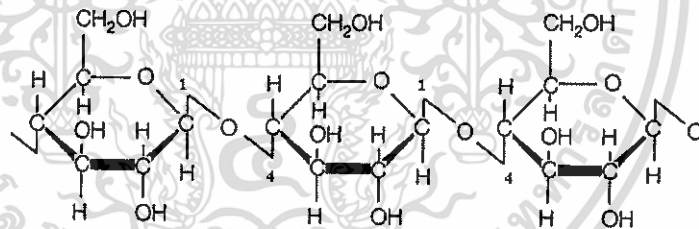
ออกซิเจนให้ได้มากที่สุด โดยเฉพาะเซลลูโลสที่สร้างโดย *Acetobacter* sp. นั้น พบว่า มีความบริสุทธิ์โดยปราศจากกลีโคลิน และเฮมิเซลลูโลส

ในการสังเคราะห์เซลลูโลสจากแบคทีเรียนี้มี 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 กลูโคสในรูปของโมเลกุลอิสระเข้าไปภายในเซลล์และรวมตัวกันเป็นสารตั้งต้นพอลิกลูโคแซน โดยสารนี้จะถูกส่งสู่ภายนอกเซลล์

ขั้นตอนที่ 2 สารพอลิเมอร์เหล่านี้จะรวมตัวกันทำให้เกิดเป็นเส้นใยเล็กๆ (microfibril) ออกมา เมื่อมีจำนวนมากขึ้นจะมีความแข็งแรง เซลลูโลสที่เกิดขึ้นจะเป็นแผ่นวุ้นลอยอยู่บนผิวหน้าของอาหารเหลวที่ใช้ในการเลี้ยงเชื้อ (Colvin และคณะ, 1977)

เซลลูโลสเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดหนึ่งที่ประกอบด้วย D-glucose หลายๆหน่วย ตั้งแต่ 15 ถึง 40,000 หน่วย มาต่อกันด้วยพันธะ β - 1,4 glucosidic เป็นพอลิเมอร์ แต่ละหน่วยย่อยของเซลลูโลสเรียกว่า anhydroglucose มีสูตรเคมี คือ $C_6H_{12}O_5$ ในแต่ละ anhydroglucose มีอนุมูลไฮดรอกซิล (OH) 3 หมู่ ซึ่งอนุมูลเหล่านี้จะเป็นตัวทำปฏิกิริยากับสารอื่นให้เกิดเป็นอนุพันธ์และมีน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยประมาณ 1,500,000 ดาลตัน ขึ้นอยู่กับแหล่งที่มา โดยทั่วไปสามารถพบเซลลูโลสในลักษณะเป็นสารประกอบ ส่วนใหญ่ที่พบในพืชสามารถนำมาสกัดเป็นเซลลูโลสบริสุทธิ์ได้ นอกจากนี้ยังพบในสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เช่น รา สาหร่าย และแบคทีเรีย พันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลทำให้เซลลูโลสในธรรมชาติสามารถคงรูปอยู่ได้ รูปโครงสร้างมีการจัดตัวในลักษณะแบบขนาน (parallel) จนกลายเป็นผลึก



รูปที่ 2.3 โครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลส

ที่มา : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0612/cellulose>

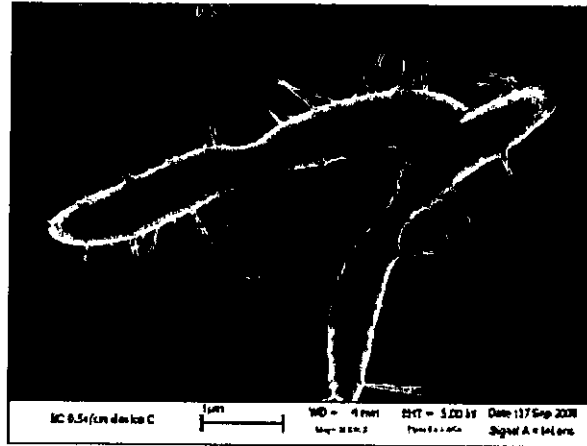
(31 ตุลาคม 2560)

2.2.1.1 ลักษณะของเชื้อ *Acetobacter*

ลักษณะพื้นฐานทางวิทยาของแบคทีเรียกลุ่มนี้เป็นแบคทีเรียรูปแท่ง (Rod)

และ กลม(Cocci) แกรมลบ (Gram negative Aerobic) อยู่ใน Family Pseudomonadaceae รูปร่างเป็นท่อน รูปรีหรือไม้กระบอกโค้ง มี Flagella เคลื่อนที่ได้ต้องการออกซิเจน (Aerobic Bacteria) มีความทนทานต่อสภาพความเป็นกรดได้ดี ในสภาพที่มีค่า pH ของสารละลายต่ำกว่า 5.0 และเจริญอยู่ได้ในที่มีค่า pH ต่ำระหว่าง 3.0-3.5 ได้แก่ แบคทีเรียในสกุล *Acetobacter* sp. บทบาทที่สำคัญของแบคทีเรียชนิดนี้จะทำหน้าที่แปรสภาพหรือเปลี่ยนเอทานอล (Ethanol) ให้เป็นกรดอะซิติก โดยปฏิกิริยา Oxidation ในสภาพที่มีออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ลักษณะของเชื้อ *Acetobacter*

ที่มา : <http://rungnapa59.blogspot.com/2016/03/2.html> (31 ตุลาคม 2560)

2.2.2 ยีสต์ (Yeasts)

ยีสต์จัดเป็นราเซลล์เดี่ยวมักมีรูปร่างกลม หรือรี สามารถสืบพันธุ์ได้โดยการแตกหน่อ (Budding) ซึ่งเป็นแบบไม่อาศัยเพศ อยู่ใน Family Saccharomycetaceae เมื่ออายุยังน้อยจะมีรูปร่างค่อนข้างกลม แต่เมื่ออายุมากขึ้นจะมีรูปร่างรียาว ยีสต์จะทำให้เกิดกระบวนการหมักโดยเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเอทิลแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์ ยีสต์มีความเกี่ยวข้องในกระบวนการหมักจะมีการสร้าง Ascospores แบบอาศัยเพศอยู่ใน Ascii ได้แก่ ยีสต์สกุล *Saccharomyces* sp. เนื่องจากยีสต์มีคุณสมบัติในการหมักน้ำตาลได้ดี ดังนั้นในกระบวนการหมักของยีสต์จะทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ยีสต์ในธรรมชาติจะเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนเซลล์ เนื่องจากได้แหล่งอาหารจากน้ำตาล โดยจะพบอยู่ที่บริเวณผิวหน้าของวัสดุหมัก เป็นฟองที่ลอยเป็นฝ้าอยู่ที่ผิวของน้ำหมักอาจจะเรียกว่า Top Yeasts เมื่อการหมักลดลงจะตกตะกอนลง นอกจากนี้จะมีผลิตภัณฑ์อื่นออกมาในปริมาณเล็กน้อย ได้แก่ Glycerol, Acetic Acid, Organic Acid, Amino Acid, Purines, Pyrimidines และ Alcohol นอกจากนี้ยีสต์จะผลิตวิตามินและฮอร์โมนในระหว่างกระบวนการหมักด้วย ในกระบวนการหมักนั้นจะมีค่าความเป็นกรดต่ำมาก แต่ยีสต์สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่เป็นกรดสูงระหว่าง 4.0-6.5 และอยู่ได้ในสภาพที่มีค่าความเป็นกรดต่างของน้ำหมักระหว่าง 1.5-3.5 จะมีจุลินทรีย์กลุ่มอื่นร่วมทำปฏิกิริยาอยู่ด้วยซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นกรดอินทรีย์เกิดขึ้นมาก ทำให้ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำหมักมีความเป็นกรดสูง สภาวะที่ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำหมักมีค่าต่ำนั้นมีผลดีต่อการควบคุมจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียได้ และขณะเดียวกันแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักเป็นปัจจัยหนึ่งที่ควบคุมคุณภาพของน้ำหมักด้วย

2.2.2.1 ลักษณะของเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae เซลล์รูปกลม รูปรี ทรงกระบอกหรือยาว สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการแตกหน่อรอบเซลล์ อาจสร้างชูโดไมซีเลียม แต่ไม่พบไมซีเลียมที่แท้จริง สร้างแอลโคสปอร์รูปกลมหรือรูปไข่ ผนังเรียบ มีบางชนิดที่สร้างผนังสปอร์ อาจมีปุ่ม โดยปกติมีจำนวน 1-4 สปอร์ต่อเซลล์ ทุกชนิดหมักได้อย่างรวดเร็ว ยีสต์พวกนี้จะรวมตัวกันอย่างหลวมๆ ลอยอยู่กับฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผิวหน้าของการหมัก *S. cerevisiae* สามารถหมักน้ำตาลได้เกือบทุกชนิด โดยเฉพาะน้ำตาลกลูโคส ฟรุกโตส และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูอาจารย์ใช้ประกอบการเรียนการสอน ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ผ่านการคัด
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ประโยชน์ของคอมบูชา

คอมบูชาเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่มีรสหวานอมเปรี้ยว เกิดจากกระบวนการหมักของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์กลุ่มโปรไบโอติก ส่วนประกอบหลักได้แก่ กรดอะซิติก กรดแลคติก กรดกลูโคนิก กรดกลูโคโรนิก และยังมีสาร DSL (D-saccharic acid-1,4-lactone) ซึ่งกรดกลูโคโรนิกและสาร DSL เป็นสารที่ช่วยส่งเสริมให้ตับขับสารพิษ และสารก่อมะเร็งได้ดีขึ้น ในคอมบูชามีสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น โพลีฟีนอล รวมทั้งทีเพลวิน และทีรูบิกิน ซึ่งพบในปริมาณที่สูงกว่าในชาดำ ปริมาณโพลีฟีนอลที่สูงทำให้การต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น ช่วยปกป้องร่างกายจากการทำลายของอนุมูลอิสระได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังตรวจพบสารต้านจุลชีพก่อโรคและสารต้านการเจริญของเซลล์มะเร็งบางชนิด (สายสมร, 2557)

นอกจากนี้ยังพบว่าคอมบูชาช่วยในการทำงานของตับโดย หน้าที่ของตับคือการกำจัดของเสียและสารพิษออกจากร่างกาย สารพิษที่เข้าสู่ร่างกายจะเข้าสู่ตับ และถูกกำจัดออกนอกร่างกายด้วยกระบวนการที่เรียกว่า กลูคูโรนิเดชัน (glucuronidation) โดยสารพิษจะรวมตัวกับกรดกลูโคโรนิก เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกลูคูโรไนด์ (glucuronide complex) สารประกอบที่เกิดขึ้นมีความเป็นพิษน้อยลงหรือหมดความเป็นพิษ ซึ่งผ่านออกจากตับทางท่อน้ำดี เข้าสู่ลำไส้ใหญ่และกำจัดทิ้งทางอุจจาระ ขณะที่สารกลูคูโรไนด์อยู่ในลำไส้ใหญ่เพื่อรอการกำจัดทิ้ง จะถูกเอนไซม์เบต้ากลูคูโรนิเดส (β -glucuronidase) ซึ่งสังเคราะห์จากแบคทีเรียอีโคไล (Escherichia coli) ที่อาศัยในลำไส้ใหญ่ปลดปล่อยสารพิษออกมาและดูดซึมกลับเข้าสู่ร่างกาย มีงานวิจัยที่บ่งชี้ว่าในคนที่มีการทำงานของเอนไซม์ชนิดนี้สูง มีโอกาสเป็นมะเร็งลำไส้ใหญ่สูงกว่าคนทั่วไป เนื่องจากสารก่อมะเร็งที่ถูกกำจัดทิ้งโดยกระบวนการกลูคูโรนิเดชัน จะถูกปลดปล่อยโดยเอนไซม์ชนิดนี้ และดูดซึมเข้าสู่ผนังลำไส้ใหญ่ มีรายงานว่าสาร DSL (D-saccharic acid-1,4-lactone) ซึ่งเป็นสารที่พบในคอมบูชาเช่นเดียวกับกรดกลูโคโรนิก สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์นี้ จึงช่วยส่งเสริมการกำจัดสารก่อมะเร็งและสารพิษอื่นๆ ออกจากร่างกาย ดังนั้นการที่ร่างกายได้รับอาหารหรือเครื่องดื่มที่มีกรดกลูโคโรนิกและสาร DSL จึงช่วยส่งเสริมการทำงานของตับในการกำจัดสารก่อมะเร็ง และสารพิษต่างๆ ออกจากร่างกาย (พาณี, 2557)

นอกจากนี้คอมบูชาถือเป็นเครื่องดื่มที่สามารถฟื้นฟูสภาพร่างกายของผู้ป่วยจากโรคต่างๆ ช่วยระบบขับถ่าย บรรเทาอาการอ่อนเพลีย ช่วยการนอนหลับ ลดคอเลสเตอรอล ลดความดันโลหิต ลดการอักเสบ ไมเกรน ช่วยการทำงานของตับและขับสารพิษ เป็นต้น (ฉัตรชัย, 2557)

2.4.1 ประโยชน์ของกรดอินทรีย์ที่พบในคอมบูชา

2.4.1.1 กรดอะซิติก (Acetic acid) ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคและมีส่วนช่วยถนอมอาหาร

2.4.1.2 กรดมาลิก (Malic acid) ช่วยกระบวนการล้างพิษ

2.4.1.3 กรดกลูโคโลนิก (Glucuronic acid) จัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

2.4.1.4 กรดนิวคลีอิก (Nucleic acid) ซ่อมแซมฟื้นฟูเซลล์

2.4.1.5 กรดโฟลิก (Folic acid) ช่วยสร้างเม็ดเลือดแดง ควบคุมการทำงานของสมอง

2.4.1.6 กรดแลคติก (Lactic acid) ช่วยในการย่อยสลาย ถนอมอาหาร

2.4.1.7 กรดออกซาลิก (Oxalic acid) ส่งเสริมการผลิตพลังงานของเซลล์ ถนอม

อาหาร เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นการนำเนื้อหาไปใช้เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาขององค์กรที่มีการนำไปใช้

2.4.1.8 กรดบิวทิริก (Butyric acid) ช่วยลดการอักเสบ

2.5 ข้อควรระวังของการบริโภคคอมบูชา

ถึงแม้ว่าเครื่องดื่มคอมบูชาจะมีประโยชน์ที่หลากหลายแต่มีผลข้างเคียง คือ เครื่องดื่มชนิดนี้ต้องระมัดระวังสำหรับบุคคลที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่อง เนื่องจากอาจเกิดการปนเปื้อนเชื้อโรคอื่นๆ (Smolinske, 2005) รวมถึงอาการแพ้บางอย่าง และผู้ที่ป่วยเป็นโรคกระเพาะอาหาร และคนที่เป็นโรคเกี่ยวกับไต (Kovacevic และคณะ, 2014) พบว่า เกิดภาวะไตวายเฉียบพลันอาจเกิดขึ้นกับกรดแลคติกและ hyperthermia เนื่องจากการบริโภคเครื่องดื่มคอมบูชาประเภทนี้ (Kole และคณะ, 2009)

2.6 ชา

2.6.1 ประวัติของชา (Macfarlane and Macfarlane, 2004)

ชา มีต้นกำเนิดในแถบเอเชียตะวันออก ได้แก่ ประเทศจีน และอินเดีย แต่ในปัจจุบันมีการเพาะปลูกกันทั่วไปหลายประเทศ สำหรับประเทศไทยมีปลูกมากในจังหวัดเชียงใหม่ ชาจะเจริญงอกงามได้ดีในที่สูงตามภูเขาซึ่งมีดินอุดมสมบูรณ์และฝนตกชุก ใบชาเมื่อเก็บมาจากต้นแล้วจะต้องทำให้แห้งโดยเร็วด้วยการนำมาคั่วในกระทะเพื่อทำลายเอนไซม์ในใบชาให้หมดไปทำให้ไม่เกิดการบูด ใบชาประกอบด้วย กรดแกแลลโลแทนนิก (Gallotannic acid) ร้อยละ 15 ซึ่งจะให้สารแทนนินออกมาส่วนมากนิยมชงใบชากับน้ำดื่มเพื่อกระตุ้นให้ไม่ง่วงนอน นอกจากนี้ยังสามารถรักษาโรคท้องร่วงได้

2.6.2 ประเภทของชา (<https://www.thehighlandtea.com> สืบค้นเมื่อวันที่ 1 ม.ค. 2561)

ประเภทของชาสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

1. ชาขาว มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในใบชามากกว่าชาชนิดอื่นๆ ชาขาวจึงขึ้นชื่อในเรื่องการดื่มเพื่อต้านความแก่ชราก่อนวัย

2. ชาเขียว คือ ชาที่เก็บมาจากยอดอ่อนของชา และนำไปทำการอบแห้งทันที โดยไม่ผ่านกระบวนการหมัก เพื่อป้องกันใบชาเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจนในอากาศ ทำให้ได้ใบชาที่ยังมีสีเขียว มีกลิ่น สี และ รสชาติใกล้เคียงกับธรรมชาติมากที่สุดและมีสรรพคุณต้านทานโรค

3. ชาอู่หลง คือ ชาประเภทกึ่งหมักหรือชาที่ผ่านการหมักเพียงบางส่วน ทำให้มีสี มีกลิ่นหอม และมีรสชาตินุ่ม คุณสมบัตินี้คือการช่วยดักจับปริมาณไขมัน และมีส่วนช่วยในการลดน้ำหนัก เนื่องจากชาอู่หลงมีสารชนิดพิเศษที่เรียกว่า Oolong Tea polymerized-polyphenols, OOTPs ซึ่งเป็นสารที่เกิดขึ้นจากการหมักใบชาซึ่งมีส่วนช่วยในการลดการดูดซึมไขมันของร่างกาย

4. ชาแดง หรือ ชาดำ คือ ชาที่ผ่านกระบวนการหมักอย่างสมบูรณ์ด้วยวิธีการบ่มโดยใช้แบคทีเรียเป็นตัวทำปฏิกิริยา ถ้าหากบ่มเป็นระยะเวลาอันยาวนานยิ่งได้รสชาติที่เพิ่มขึ้น สรรพคุณของชาดำ มีส่วนช่วยการย่อยอาหาร ลดคลอเลสเตอรอล และลดการดูดซึมไขมันในลำไส้

2.6.3 สรรพคุณและประโยชน์ของชา (elib.fda.moph.go.th. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 ม.ค. 2561)

1. ช่วยกระตุ้นระบบการทำงานของร่างกาย ทำให้กระชุ่มกระชวย

2. ช่วยแก้อาการปวดศีรษะ และ หน้ามืด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แก้อาการกระหายน้ำ
4. ช่วยแก้อาการร้อนใน
5. ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดสูง
6. ช่วยในการทำงานของระบบย่อยอาหาร
7. ช่วยขับปัสสาวะ
8. ช่วยรักษาอาการปวดเมื่อยตามร่างกาย
9. ช่วยขับสารพิษออกจากร่างกาย
10. ช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระ
11. ช่วยชะลอความชรา
12. ช่วยบำรุงผิวพรรณ
13. การดื่มชาที่มีผลต่อระบบต่อมไร้ท่อ และช่วยสลายไขมัน ลดระดับคอเลสเตอรอล โดยไปเพิ่มการขับคอเลสเตอรอลในร่างกายผ่านทางน้ำดีในอุจจาระ
14. ชาที่มีประโยชน์ต่อระบบหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิต ช่วยขยายหลอดเลือด ป้องกันโรคเส้นเลือดหัวใจตีบตัน และการดื่มชายังช่วยรักษาอาการเจ็บหน้าอก และกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดได้

2.6.4 ข้อควรระวังในการดื่มชา (www.manager.co.th. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 ม.ค. 2561)

1. การดื่มชาอาจไม่เหมาะสมและอาจทำให้เกิดโทษ แก่ผู้ที่ไตทำงานบกพร่องหรือมีอาการไตวาย ผู้ที่มีปัญหาเกี่ยวกับกระเพาะอาหารและลำไส้ สตรีที่รับประทานยาคุมกำเนิด สตรีตั้งครรภ์ สตรีให้นมบุตร ผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ ผู้ที่มีไข้สูง ผู้ที่เป็นโรคนอนไม่หลับ เด็กที่อายุต่ำกว่า 3 ขวบก็ไม่ควรดื่มชา และผู้ป่วยโรคหัวใจไม่ควรดื่มชา ไม่ควรดื่มชาเวลาท้องว่างในตอนเช้า เพราะจะทำให้ระบบการย่อยอาหารผิดปกติ แต่ถ้าอยากดื่มชาในตอนเช้าควรหาอะไรกินรองท้องก่อน ผู้ป่วยไตเรื้อรังไม่ควรดื่มชา เพราะอาการกระสับกระส่ายจะยิ่งรุนแรงขึ้น เพราะฤทธิ์ของคาเฟอีน

2. ใบชาที่มีสารออกซาเลต (Oxalate) ซึ่งมีอยู่ในปริมาณเล็กน้อย แต่ถ้าดื่มมากๆ และดื่มเป็นประจำอาจสะสมในร่างกายและเป็นอันตรายต่อไตได้

3. ไม่ควรดื่มชาขณะกินยา ไม่ว่าจะยาแผนโบราณหรือยาแผนปัจจุบัน เพราะสารต่าง ๆ ในน้ำชาอาจไปทำปฏิกิริยากับยาที่กินเข้าไป เช่น ทำให้คุณสมบัติของยาลดลง หรืออาจกลายเป็นพิษได้ แต่หากต้องการดื่มชาในยามป่วยก็ควรต้องดื่มก่อนหรือหลังกินยาประมาณ 2 ชั่วโมง และให้ชงอ่อนๆ

2.7 ชาดำ (Black tea)

ชาดำ (Black tea) คือ ชาที่ผ่านการแปรรูป ซึ่งได้มาจากการเก็บใบชาอ่อน (ใบชาสายพันธุ์ *Camellia sinensis*) นำมาทำให้แห้งเพื่อลดปริมาณของน้ำบางส่วน จากนั้นนำใบชาทิ้งแห้งนั้นไปคลึงไม่ว่ากรณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือบดด้วยลูกกลิ้ง เพื่อให้ใบชาขี้ ซึ่งเซลล์ในใบชาจะแตกชำโดยใบไม้ขาด และเอนไซม์ในเซลล์จะย่อยสลายสารเกิดเป็นกระบวนการหมัก ทำให้เกิดกลิ่นและรส จนใบชาเริ่มเปลี่ยนสีเป็นสีทองแดง เมื่อทิ้งไว้ระยะหนึ่งก่อนใช้ความร้อนไปต้ใบชา (หรืออาจนำใบชาไปอังไฟ หรือรมด้วยไอน้ำ) เอนไซม์จะหมดฤทธิ์ ใบชาเริ่มเปลี่ยนเป็นสีดำ เมื่อนำไปตากหรืออบให้แห้ง จากนั้นก็บดหรือหั่นตามแต่ชนิดของชา ซึ่งชาที่ได้มานี้จะเรียกว่า “ชาดำ” สารพอลิฟีนอลของชาดำช่วยบำรุงหัวใจ ช่วยบำรุงกระเพาะ ช่วยในการย่อยอาหาร บรรเทาอาการอาหารไม่ย่อย ช่วยบำรุงโลหิตสำหรับสตรีที่มีประจำเดือน ในใบชามีสารฟลูออไรด์ที่ช่วยยับยั้งแบคทีเรียในช่องปาก จึงช่วยป้องกันฟันผุ และช่วยลดอาการเสียวของฟัน

ชาดำนั้นอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ เช่นเดียวกับ ชาเขียว ชาขาว ชาอู่หลง จึงมีส่วนช่วยในการล้างสารพิษในร่างกาย ช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคต่าง ๆ และช่วยในการชะลอวัย ช่วยทำให้ร่างกายรู้สึกสดชื่น กระปรี้กระเปร่า แก้อาการง่วงนอน เพราะในชาดำจะมีสารคาเฟอีนที่ทำให้รู้สึกสดชื่น ช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของโลหิตและช่วยกระตุ้นระบบกล้ามเนื้อหัวใจ (<https://www.student.chula.ac.th/~53373316/.html> สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ธันวาคม 2560)

2.7.1 สารประกอบหลักที่พบในชาดำ

ในชาดำมีสารจำพวก โพลีฟีนอล (Polyphenols) ซึ่งเป็นสารประกอบที่พบและมีผลต่อรสชาติ สี และจัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โพลีฟีนอลในชาดำเป็นสารกลุ่มที่เรียกว่า ฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) คาเทชิน (Catechin) ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงขณะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ในระหว่างการบ่มชาดำ โดยจะจับรวมกับโมเลกุลอื่นเปลี่ยนเป็นสารใหม่ที่เรียกว่า ธีอาฟลาวิน (Theaflavins) และธีอาฟลาวินมีส่วนทำให้เกิดสีและรสชาติที่เข้มข้น นอกจากนี้ยังพบว่า ชาดำสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง ดังนั้นการดื่มชาดำเป็นประจำ สามารถต้านอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งได้

การดื่มชาดำให้ได้รับประโยชน์มากที่สุด ควรดื่มแบบไม่ผสมนม การผสมนมลงไปนั้น มีผลทำให้ขามเข้มข้นและเพิ่มความอร่อยมากขึ้น แต่เมื่อคำนึงถึงเรื่องประโยชน์ที่ได้รับจากการดื่มชา พบว่า นม มีส่วนทำให้ขามีคุณประโยชน์ลดลง เนื่องจาก โปรตีนในนม จะออกฤทธิ์สกัดกั้นสารสำคัญ ได้แก่ Catechins และส่งผลต่อการขยายและผ่อนคลายเส้นเลือดไมตรี ดังนั้น การดื่มชาใส่นมจึงไม่ได้ผลดี เท่ากับการดื่มชาดำอย่างเดียว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดและรูปที่ 2.6 ลักษณะของชาดำ เจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 พืชสมุนไพร (<https://www.myherbsgarden.wordpress.com> สืบค้นเมื่อวันที่ 31 มกราคม 2561)

คำว่า สมุนไพร ตามพระราชบัญญัติยา หมายถึง "ยาที่ได้จากพืช สัตว์ หรือแร่ ซึ่งยังไม่ได้ผสมปรุง หรือเปลี่ยนแปลงสภาพ" เช่น พืชก็ยังเป็นส่วนของ ราก ลำต้น ใบ ดอก ผล ฯลฯ ซึ่งยังไม่ได้ผ่านขั้นตอนการแปรรูปใด ๆ แต่ในทางการค้าสมุนไพรมักจะถูกดัดแปลงในรูปต่าง ๆ เช่น ถูกหั่นให้เป็นชิ้นเล็กกลบดเป็นผงละเอียด หรืออัดเป็นแท่ง อย่างไรก็ตามในความรู้สึกของคนทั่วไป เมื่อกล่าวถึงสมุนไพร มักจะนึกถึงเฉพาะต้นไม้นำมาใช้เป็นยาเท่านั้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าสัตว์ หรือแร่ มีการนำมาใช้น้อย และใช้ในโรคบางชนิดเท่านั้น

ดังนั้นพืชสมุนไพร หมายถึง พันธุ์ไม้ต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้ปรุงหรือประกอบเป็นยารักษาโรคต่าง ๆ ใช้ในการส่งเสริมสุขภาพร่างกายได้

2.8.1 ตะไคร้ (<http://puechkaset.com> สืบค้นเมื่อวันที่ 31 ตุลาคม 2560)

ตะไคร้ (Lemon Grass) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cymbopogon citratus* จัดเป็นพืชผักสมุนไพรชนิดหนึ่งที่ยิมนำมาประกอบอาหารเพื่อเพิ่มรสชาติของอาหาร และนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ น้ำตะไคร้ ผงตะไคร้ เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ลักษณะของตะไคร้

ที่มา : <https://health.kapook.com/view101762.html.jpg> (สืบค้นเมื่อวันที่ 11 มิถุนายน 2561)

2.8.1.1 ลักษณะทั่วไปของตะไคร้

ตะไคร้จะมีลำต้นที่มีเหง้าอยู่ใต้ดิน โดยลักษณะของลำต้นจะตั้งตรง เป็นรูปทรงกระบอก ส่วนของลำต้นเป็นส่วนของกาบใบที่เรียงซ้อนกันอย่างหนาแน่น โคนต้นมีลักษณะกาบใบหุ้มหนา ลักษณะผิวเรียบ และมีขนอ่อนปกคลุมทั่วบริเวณ ส่วนโคนมีรูปร่างอ้วนซึ่งมีสีม่วงอ่อนเล็กน้อย ค่อยๆเรียวเล็กลงกลายเป็นส่วนของใบ โดยแกนกลางปล้องแข็ง เป็นส่วนที่นำมาใช้สำหรับประกอบอาหาร คุณค่าทางโภชนาการของตะไคร้ แสดงดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.2 สารสำคัญที่พบในตะไคร้

ส่วนของลำต้น และใบมีน้ำมันหอมระเหย (Volatile oil) ที่ประกอบด้วยสารหลายชนิด แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของตะไคร้ (โดยน้ำหนักของตะไคร้ 100 กรัม)

องค์ประกอบของตะไคร้	ปริมาณ
- พลังงาน (กิโลแคลอรี)	143
- โปรตีน (กรัม)	1.2
- ไขมัน (กรัม)	2.1
- คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	29.7
- เส้นใย (กรัม)	4.2
- แคลเซียม (มิลลิกรัม)	35
- ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	30
- เหล็ก (มิลลิกรัม)	2.6
- วิตามินเอ (ไมโครกรัม)	43
- ไทอามีน (มิลลิกรัม)	0.05
- ไรโบฟลาวิน (มิลลิกรัม)	0.02
- ไนอาซิน (มิลลิกรัม)	2.2
- วิตามินซี (มิลลิกรัม)	1
- เถ้า (กรัม)	1.4

ที่มา : กองโภชนาการ (2544)

2.8.1.3 สรรพคุณตะไคร้

ตะไคร้จัดเป็นทั้งยารักษาโรค มีวิตามินและแร่ธาตุที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น วิตามินเอ ธาตุแคลเซียม ธาตุฟอสฟอรัส ธาตุเหล็ก เป็นต้น สรรพคุณที่หลากหลายของตะไคร้ คือ ช่วยในการขับเหงื่อ เป็นยาบำรุงธาตุ ช่วยในการเจริญอาหาร ช่วยแก้อาการเบื่ออาหาร พบว่า สารสกัดจากตะไคร้มีส่วนช่วยในการป้องกันโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ แก้และบรรเทาอาการหวัด ไอ น้ำมันหอมระเหยของใบตะไคร้ สามารถบรรเทาอาการปวดได้ ช่วยแก้ อาการปวดศีรษะ ใช้เป็นยาแก้ไอเจียน ช่วยในการบำรุงและรักษาสายตา มีส่วนช่วยในการบำรุงกระดูกและฟันให้แข็งแรง มีส่วนช่วยในการบำรุงสมองและเพิ่มสมาธิ มีฤทธิ์เป็นยาช่วยในการนอนหลับ จะเห็นได้ว่า ตะไคร้และส่วนประกอบของตะไคร้มีสรรพคุณที่หลากหลาย ส่งผลให้ผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมบริโภคน้ำตะไคร้เป็นอย่างมาก (<https://www.medthai.com> สืบค้นเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2560)

ตารางที่ 2.2 สารสำคัญที่พบในตะไคร้

สารสำคัญที่พบในตะไคร้
- ซิทราล (Citral) พบมากที่สุด 75-90%
- ทรานซ์ ไอโซซิทราล (Trans-isocitral)
- ไลโมนเนน (Limonene)
- ยูจีนอล (Eugenol)
- ลินาลูล (Linalool)
- เจอราเนียมอล (Geraniol)
- คาร์ิโอฟิลาซีน ออกไซด์ (Caryophyllene oxide)
- เจอรานิล อะซิเตท (Geranyl acetate)
- 6-เมทิล 5-เฮพเทน-2-วัน (6-Methyl 5-hepten-2-one)
- 4-โนนาโนน (4-Nonanone)
- เมทิลเฮพทีโนน (Methyl heptennone)
- ซิโตรเนลลอล (Citronellol)
- ไมร์ซีน (Myrcene)
- การบูร (Camphor)

ที่มา : กาญจนนา (2552)

2.8.1.4 ฤทธิ์ทางยาของสารสกัดจากตะไคร้

1. มีฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้ ซึ่งน้ำมันหอมระเหยของตะไคร้ออกฤทธิ์ในการลดอาการแน่นจุกเสียดด้วยการลดการบีบตัวของลำไส้ โดยมีสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ ได้แก่ Cineole และ Linalool เป็นต้น
2. มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียซึ่งเป็นสาเหตุของอาการท้องเสีย โดยสารเคมีในน้ำมันหอมระเหยของตะไคร้สามารถออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่สำคัญของอาการท้องเสีย คือ *E. coli* โดยมีสารออกฤทธิ์ ได้แก่ Citral, Citronellol, Geraneol และ Cineole
3. มีฤทธิ์ในการขับน้ำดี ซึ่งน้ำมันหอมระเหยตะไคร้มีสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ ได้แก่ Borneol, Fenchone และ Cineole สามารถออกฤทธิ์ในการทำงานของตับอ่อนที่ขับน้ำดีออกมา
4. มีฤทธิ์ในการขับลม พบว่า สาร Menthol, Camphor และ Linalool สามารถออกฤทธิ์กระตุ้นการขับลมของร่างกายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 กระเจี๊ยบแดง (<https://www.medthai.com> สืบค้นเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2560)
 กระเจี๊ยบแดง ชื่อวิทยาศาสตร์ *Hibiscus sabdariffa* ลักษณะของกระเจี๊ยบแดงเป็น
 รูปรีมีปลายแหลม มีความยาวประมาณ 2.5 เซนติเมตร พบว่า ผลอ่อนมีสีเขียว ผลแก่จะแห้งแตกเป็น
 5 แฉก ในผลมีเมล็ดสีน้ำตาล ลักษณะคล้ายรูปไตอยู่จำนวนมาก ประมาณ 30-35 เมล็ดต่อผล



รูปภาพที่ 2.8 แสดงลักษณะของกระเจี๊ยบแห้ง

ที่มา : <https://www.etsy.com/il-en/listing/193983510/dried-organic-hibiscusrosellesorrel.jpg> (สืบค้นเมื่อวันที่ 11 มิถุนายน 2561)

2.8.2.1 สรรพคุณกระเจี๊ยบ

กระเจี๊ยบมีสรรพคุณหลากหลายชนิด ได้แก่ ช่วยรักษาโรคเบาหวาน ช่วยลด
 ความดันโลหิต ช่วยแก้เส้นเลือดตีตัน ช่วยรักษาเส้นเลือดให้แข็งแรงและอ่อนนิ่ม ยืดหยุ่นได้ดี ช่วยทำ
 ให้ความเหนียวข้นของเลือดลดลง ช่วยรักษาโรคเส้นเลือดแข็งเปราะได้เป็นอย่างดี ช่วยแก้อาการ
 คอแห้ง กระหายน้ำ ช่วยแก้อาการร้อนใน ช่วยลดอุณหภูมิในร่างกาย ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้
 แข็งแรง ช่วยป้องกันหวัด เนื่องจากกระเจี๊ยบแดงมีสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งเป็นสารสี
 แดงในกลุ่มเดียวกับที่พบในผลไม้ เช่น บลูเบอร์รี่ มีส่วนช่วยลดไข้ ช่วยรักษาและป้องกันโรคเลือดออก
 ตามไรฟัน ช่วยในการย่อยอาหาร ใช้เป็นยาระบาย ช่วยหล่อลื่นลำไส้ ทำให้อุจจาระนิ่มขึ้น ช่วยรักษา
 โรคกระเพาะและลำไส้อักเสบ ช่วยรักษาแผลในกระเพาะอาหาร ช่วยขับปัสสาวะ เป็นสารช่วยลด
 ความดันได้อีกทางหนึ่ง ช่วยรักษาโรคทางเดินปัสสาวะ นิ่วในไต แก่โรคนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ ยับยั้ง
 เชื้อแบคทีเรียในทางเดินปัสสาวะ ลดอาการกระเพาะปัสสาวะอักเสบ ช่วยแก้อาการขัดเบา ช่วย
 ป้องกันโรคต่อมลูกหมากโต ช่วยเพิ่มการหลั่งน้ำดีจากตับ และช่วยป้องกันไม่ให้ตับถูกทำลาย เป็นต้น

กระเจี๊ยบแดงมีฤทธิ์ในการต้านการเกิดพิษต่อตับและช่วยป้องกันตับจากการถูกทำลายจาก
 สารพิษ โดยมีงานวิจัยในสัตว์ทดลอง พบว่า สารสกัดด้วยน้ำ(Anthocyanins) และสาร
 Protocatechuic Acid ของกระเจี๊ยบแดง สามารถช่วยลดความเป็นพิษต่อตับจากสารพิษได้หลาย
 ชนิด น้ำกระเจี๊ยบแดงช่วยป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง โดยสารแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบมีฤทธิ์ช่วย
 ยับยั้งออกซิเดชันของไขมันและยับยั้งการตายของแมคโครฟาจ โดยมีสาร Dp3-Sam ซึ่งเป็นแอนโทไซ
 ยานินชนิดหนึ่งที่มีฤทธิ์ช่วยกำจัดเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวในห้องทดลองได้ จึงมีผลในการช่วยป้องกัน
 การเกิดโรคมะเร็งและอาจช่วยชะลอการลุกลามของมะเร็งบางชนิดได้

ไม่ว่ากรณีใดๆ หงสน อีกรังห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2.2 สารสำคัญที่พบในกระเจี๊ยบ

กระเจี๊ยบมีสารจำพวก แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) และสารโพลีฟีนอล ซึ่งได้แก่ Protocatechuic Acid ที่มีฤทธิ์ต่อต้านอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันโรคมะเร็ง ช่วยชะลอความแก่ และช่วยให้เส้นเลือดอ่อนนุ่มได้ ดังนั้น ผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมบริโภคน้ำกระเจี๊ยบน้ำ เพราะมีส่วนช่วยให้ร่างกายสดชื่น เนื่องจากมีกรดซิตริก คุณค่าทางโภชนาการของกระเจี๊ยบแดง แสดงดังตารางที่ 2.3

2.8.2.3 ความเป็นพิษของกระเจี๊ยบแดง(<https://medthai.com> สืบค้นเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2560)

ถึงแม้ว่ากระเจี๊ยบแดงมีสรรพคุณมากมาย แต่อาจมีผลทำให้เกิดอาการท้องเสียได้ในผู้ป่วยบางราย เพราะมีฤทธิ์เป็นยาระบาย เนื่องจากน้ำกระเจี๊ยบมีฤทธิ์เป็นยาขับปัสสาวะ แม้ว่าจะมีความเป็นพิษต่ำมาก แต่ก็ไม่ควรดื่มในปริมาณเข้มข้นและติดต่อกันนาน ๆ เพราะจะไม่เกิดผลดีต่อสุขภาพ

ตารางที่ 2.3 คุณค่าทางโภชนาการของกระเจี๊ยบแดง (โดยน้ำหนักของกลีบดอกกระเจี๊ยบ 100 กรัม)

คุณค่าทางโภชนาการของกระเจี๊ยบแดง	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	49
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	11.31
ไขมัน (กรัม)	0.64
โปรตีน (กรัม)	0.96
วิตามินเอ (ไมโครกรัม)	14 (ร้อยละ 2)
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	0.011 (ร้อยละ 1)
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	0.028 (ร้อยละ 2)
วิตามินบี 3 (มิลลิกรัม)	0.31 (ร้อยละ 2)
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	12 (ร้อยละ 14)
ธาตุแคลเซียม (มิลลิกรัม)	326 (ร้อยละ 22)
ธาตุเหล็ก (มิลลิกรัม)	1.48 (ร้อยละ 11)
ธาตุแมกนีเซียม (มิลลิกรัม)	51 (ร้อยละ 14)
ธาตุฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	37 (ร้อยละ 5)
ธาตุโพแทสเซียม (มิลลิกรัม)	208 (ร้อยละ 4)
ธาตุโซเดียม (มิลลิกรัม)	6 (ร้อยละ 0)

ที่มา : กองโภชนาการ (2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 น้ำตาลอ้อย



รูปที่ 2.9 ลักษณะทางกายภาพของน้ำตาลอ้อย

2.9.1 ประวัติและความเป็นมา

การทำน้ำตาลอ้อยทำได้จากการนำลำอ้อยมาบีบเอาน้ำอ้อยออกก่อน จากนั้นนำมาเคี่ยวในกระทะจนกว่าน้ำอ้อยจะเหนียว และมีสีน้ำตาลเข้มมาก จากนั้นหยอดลงพิมพ์ที่เตรียมไว้ ผู้คนส่วนใหญ่เรียกน้ำตาลอ้อยแบบนี้ว่า น้ำอ้อย หรือน้ำตาลบ

มีอาหารหลากหลายชนิดที่ต้องการรสหวานและกลิ่นหอมจากน้ำตาลอ้อยเท่านั้นจึงจะอร่อยตามต้นตำรับ เช่น ปลาตะเพียนต้ม น้ำปลาทูหวานสะเดา ต้มผักหวาน พะโล้ กวยจั๊บ เป็นต้น เพราะกลิ่นหอมของน้ำตาลอ้อยที่มีกลิ่นคล้ายน้ำตาลไหม้ มีส่วนช่วยในการขับกลิ่นเครื่องเทศในอาหารให้หอมเพิ่มมากขึ้น และมีคุณค่าจากวิตามิน แร่ธาตุและกากใยอาหารจากอ้อย โดยปราศจากสารเคมีเจือปน

2.9.2 คุณลักษณะทั่วไป

น้ำตาลอ้อยที่ผลิตขึ้นนำมาใช้ในอาหารและเครื่องดื่มให้มีรสชาติหวาน ซึ่งน้ำตาลอ้อยมีโครงสร้างของซิลิกาที่ซับซ้อน พอลิแซ็กคาไรด์ โปรตีน แวกซ์ และสารประกอบอินทรีย์อื่น ๆ (Ashurst, 1998)

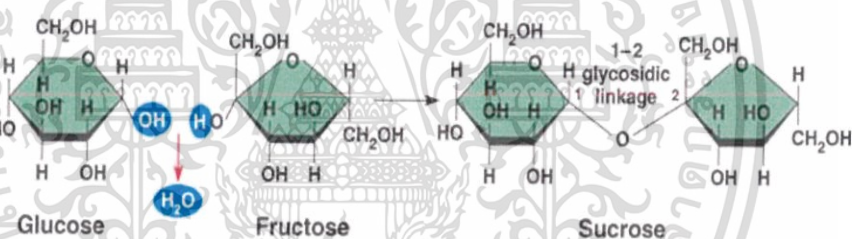
น้ำตาลอ้อย (Non-centrifugal Cane Sugar, NCS) หรือที่เรียกว่า "panela" เป็นอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูง ได้จากการต้มน้ำอ้อย โดยปริมาณน้ำตาลอ้อยมีความต้องการสูงสำหรับใช้เป็นสารทดแทนน้ำตาล ส่วนใหญ่กลุ่มผู้บริโภคมักสนใจน้ำตาลที่ได้จากธรรมชาติเพราะถือได้ว่าปลอดภัยกว่าน้ำตาลที่ผ่านการกระบวนการเคมีต่างๆ ส่วนประกอบของน้ำตาลอ้อย ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส และฟรักโทสร้อยละ 7 แร่ธาตุ โพแทสเซียม 531 มก. /100 กรัม แคลเซียม 103 มก. /100 กรัม ฟอสฟอรัส 58 มก. /100 กรัม วิตามิน (วิตามินอี 56 มก. /100 กรัม, วิตามินซี 4 มก. /100 กรัม) กรดอินทรีย์, กรดอะมิโน, กลุ่มอื่น ๆ (Guerra และ Mujica, 2010; Jaffé, 2015) มีสารประกอบฟีนอลิก และมีสารต้านอนุมูลอิสระ (Duarte-Almeida และคณะ, 2011; Jaffé, 2015) ไม่ว่ากันแต่เพียงนั้น ยังพบว่ามีผลดีต่อสุขภาพและช่วยในการควบคุมน้ำหนักอีกด้วย

น้ำตาลอ้อยเป็นส่วนประกอบของเครื่องดื่มชนิดหนึ่งที่สำคัญ มีชื่อเรียกว่า "agua de panela" สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงาน หรือนำมาบริโภคเป็นเครื่องดื่มที่ผสมผสานผลไม้ชนิดอื่นๆและนำมาขงพร้อมกาแฟได้ เนื่องจากเป็นสารที่มีแร่ธาตุและวิตามิน ใช้เป็นเครื่องดื่มเพื่อบรรเทาอาการหวัดและไข้หวัด (Jaffé, 2012)

2.9.3 ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำตาลอ้อย

น้ำตาลซูโครส(Sucrose) จัดเป็นไดแซ็กคาไรด์ชนิดหนึ่ง โดยอนุพันธ์ของ ซูโครส 1 โมเลกุลประกอบด้วยมอนแซ็กคาไรด์ 2 โมเลกุล ได้แก่ กลูโคสและฟรุคโตส โดยโมเลกุลของกลูโคส (glucose) 1 โมเลกุล เชื่อมต่อกับโมเลกุลของฟรุคโตส (fructose) 1 โมเลกุล ด้วยพันธะโคเวเลนต์ที่เรียกว่าพันธะไกลโคซิดิกบอนด์ (glycosidic bond) สูตรทางเคมีของซูโครส คือ $C_{12}H_{22}O_{11}$ และชื่อเคมีคือ β -D-fructofuranosyl-(2 \rightarrow 1)- α -D-glucopyranoside (<https://guru.sanook.com> สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2561)

ซูโครสจัดเป็นแหล่งคาร์บอน ใช้ในการเลี้ยงหัวเชื้อคอมบูชา ซึ่งจะถูกไฮโดรไลซ์ด้วยเอนไซม์อินเวอร์เทส จากยีสต์ในคอมบูชา ยีสต์หมักน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุคโตสไปเป็นเอทานอล จากนั้นเป็นการออกซิไดซ์โดยแบคทีเรียอะซิติกเปลี่ยนจากเอทานอลไปเป็นกรดอะซิติก



รูปที่ 2.10 ลักษณะโครงสร้างของน้ำตาลซูโครส

ที่มา : <http://www.vcharkarn.com/uploads/2/2770.jpg> สืบค้นเมื่อวันที่ 17 มกราคม 2561

2.10 อนุมูลอิสระ (Free radical)

อนุมูลอิสระ (free radical หรือ oxidant) คือ โมเลกุลหรือไอออนที่มีอิเล็กตรอนโดดเดี่ยวอยู่รอบนอกโดยอนุมูลอิสระเป็นโมเลกุลที่ไม่เสถียรและมีความว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีในลักษณะปฏิกิริยาถูกใช้สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลต่าง ๆ ที่อยู่รอบข้างในทันทีที่ถูกสร้างขึ้น ส่งผลทำให้เกิดความเสียหายแก่องค์ประกอบต่างๆ ของเซลล์ภายในร่างกาย ได้แก่ ทำลายโครงสร้างดีเอ็นเอ (DNA) เปลี่ยนสภาพโปรตีนและไขมันของเยื่อหุ้มเซลล์ สร้างพันธะโควาเลนต์ (covalent bond) กับโปรตีนหรือเอนไซม์บางชนิดส่งผลให้การทำงานของโปรตีนหรือเอนไซม์เหล่านั้นเกิดความผิดปกติขึ้น (Ames และคณะ, 1993) เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรค (Nakabepu และคณะ, 2006; Valko และคณะ, 2007) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)

สารต้านอนุมูลอิสระ คือ สารที่สามารถป้องกันหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุมูลอิสระได้ (Halliwell, 2009) สารดังกล่าวมีกลไกในการต้านอนุมูลอิสระหลายแบบ เช่น ดักจับ (scavenge) อนุมูลอิสระโดยตรง ยับยั้งการสร้างอนุมูลอิสระหรือเข้าจับ (chelate) กับโลหะ เพื่อป้องกันการสร้างอนุมูลอิสระ (Sies, 1991) สารต้านอนุมูลอิสระเป็นสารประกอบที่ทนต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในเซลล์ (Chattopadhyay และคณะ, 2010) โดยทั่วไปสารต้านอนุมูลอิสระสามารถพบได้ในธรรมชาติจากสารหลายชนิด เช่น สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) สารประกอบไนโตรเจน (nitrogen compounds) และแคโรทีนอยด์ (carotenoid) (Velioglu และคณะ, 1998) บทบาทสำคัญของสารต้านอนุมูลอิสระ คือป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในร่างกายซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคต่างๆของมนุษย์ และมีส่วนป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันที่เป็นสาเหตุหลักของการเสื่อมคุณภาพในอาหารบางชนิด ปัจจุบันองค์กรที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมอาหารและยาได้พยายามพัฒนาสารต้านอนุมูลอิสระที่มาจากธรรมชาติ เช่น แบททีเรีย เชื้อรา และพืชชั้นสูง (Chattopadhyay และคณะ, 2010) ในภาวะปกติร่างกายของคนเราจะมีการป้องกันการสะสมสารอนุมูลอิสระอยู่แล้วซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เกิดจากร่างกายสร้างเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระขึ้นมาควบคุมปริมาณอนุมูลอิสระให้อยู่ในภาวะคงที่สมดุล และส่วนที่ 2 คือกลุ่มของสารต้านอนุมูลอิสระที่มาจากวิตามินเอ ซี อี หรือ เบต้าแคโรทีน (β -carotenoid) รวมทั้งสารประกอบโพลีฟีนอล ซึ่งเป็นพฤษเคมีที่สามารถพบได้ในพืชจำพวกผักและผลไม้ ช่วยเสริมสร้างระบบการต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในร่างกายให้มีประสิทธิภาพต่อการทำลายอนุมูลอิสระได้ดียิ่งขึ้น (Shapoval และ Gromovaia, 2003) ตัวอย่างสารต้านอนุมูลอิสระที่พบในร่างกาย เช่น เอนไซม์คะตาเลส (catalase), กลูตาไธโอนเพอรอกซิเดส (glutathione peroxidase) และซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเทส (superoxide dismutase) หรือสารประกอบ/โปรตีนบางอย่าง เช่น อัลบูมิน (albumin), บิลิรูบิน (bilirubin), เซอรูโลพลาสมิน (ceruloplasmin), กลูตาไธโอน (glutathione), ทรานส์เฟอริน (transferrin) , ยูบิควินอล (ubiquinol) และยูเรต (urate) เป็นต้น สารเหล่านี้มีหน้าที่ควบคุมปริมาณอนุมูลอิสระต่างๆ ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม หากอนุมูลอิสระเกิดขึ้นในปริมาณมากเกินไปที่ระบบป้องกันจะสามารถยับยั้งได้ จะทำให้เกิดสภาวะที่เรียกว่า “oxidative stress” ขึ้น ภายใต้สภาวะดังกล่าว อนุมูลอิสระจะทำอันตรายต่ออวัยวะและเนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกาย ซึ่งถ้าสะสมมากๆ อาจนำไปสู่ความผิดปกติหรือเกิดสภาพพยาธิขึ้น

อนุมูลอิสระเกิดจากปัจจัยทั้งภายในและภายนอกในร่างกาย เป็นสารที่ไม่เสถียรและมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยา จึงสามารถจับกับโมเลกุลภายในร่างกายและส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อองค์ประกอบของเซลล์แล้วนำไปสู่การเสื่อมประสิทธิภาพและเป็นสาเหตุของโรคหลายชนิดโดยเฉพาะโรคมะเร็ง อนุมูลอิสระถูกทำลายด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งทำหน้าที่ให้ความเสถียรกับโมเลกุลของอนุมูลอิสระ ปกติร่างกายมนุษย์จะมีสารต้านอนุมูลอิสระคอยดักจับอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น หากมีปริมาณมากเกินไปร่างกายจำเป็นต้องได้รับจากภายนอก สารต้านอนุมูลอิสระมีทั้งชนิดสังเคราะห์และมาจากธรรมชาติโดยเฉพาะผักผลไม้

ปัจจุบัน พบสารต้านอนุมูลอิสระที่มาจากพืชผัก เครื่องเทศ และสมุนไพรได้รับความสนใจและศึกษากันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีความปลอดภัยของสารสกัดจากธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.1 ชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระแบ่งตามแหล่งที่มาได้ 2 ชนิด ได้แก่

1. สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (Synthetic antioxidants) สารประกอบฟีนอลิกสังเคราะห์ 5 ชนิด ได้แก่ propyl gallate, 2-butylated hydroxyanisole, 3-butylated hydroxyanisole, BHT (butylated hydroxytoluene) และ tertiary butylhydroquinone จัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้อาหารมีกลิ่น สี และรสชาติที่เปลี่ยนไป สารสังเคราะห์เหล่านี้มีประสิทธิภาพและความคงตัวสูงกว่าสารสกัดจากธรรมชาติ แต่มีข้อจำกัดของการใช้ เนื่องจากเกิดปัญหาด้านความปลอดภัยในการบริโภค (Yang และคณะ, 2000; Pokorny และคณะ, 2001)

2. สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ (Natural antioxidants) สารกลุ่มนี้ได้รับความสนใจและมีการค้นคว้าอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากมีความเชื่อว่ามีความปลอดภัยในการบริโภคที่มากกว่าสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ สารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้ พบได้ทั้งในจุลชีพ สัตว์ และพืช ทั้งที่เป็นวิตามิน เช่น วิตามินซี วิตามินอี เบต้าแคโรทีน และสารที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ (non-nutrient) ซึ่งมีโครงสร้างเป็นสารประกอบฟีนอลิก โดยเฉพาะกลุ่มโพลีฟีนอล (polyphenols) เช่น แชนโธน (xanthone) และฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ซึ่งประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิลที่เกาะบนวงเบนซีน (aromatic hydroxyl) ตั้งแต่ 2 หมู่ขึ้นไป หมู่ฟังก์ชัน (functional group) สารเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการดักจับอนุมูลอิสระไม่ให้ไปกระตุ้นหรือก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ โดยการให้อนุมูล $H\cdot$ แก่อนุมูลอิสระเหล่านั้น นอกจากนี้สารประกอบโพลีฟีนอลที่มีโครงสร้างของ ortho-dihydroxyl phenol อยู่ในโมเลกุล ยังสามารถยับยั้งการเกิดอนุมูล $OH\cdot$ ในปฏิกิริยาที่มีอนุมูลโลหะทรานซิชัน คือ Fe^{2+} และ Cu^{2+} เป็นตัวเหนี่ยวนำ ได้โดยการเข้าจับกับโลหะดังกล่าวเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน (complex) (Sanchez-Moreno และคณะ, 2000) สารประกอบกลุ่มโพลีฟีนอลพบได้ในพืช สามารถต้านอนุมูลอิสระได้ดี

2.11.2 กลไกการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระ

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระ พบว่า มีหลายกลไก ดังนี้ ในการต้านอนุมูลอิสระ (radical scavenging) สารต้านอนุมูลอิสระสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้โดยการทำให้อิเล็กตรอนของอนุมูลอิสระมีความเสถียรขึ้น ซึ่งกลไกของปฏิกิริยาเกิดขึ้นโดยการให้ไฮโดรเจนหรืออิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระ (Valacchi และคณะ, 2004)

2.11.3 การสกัดและการตรวจสอบฤทธิ์ของสารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระส่วนใหญ่เป็นสารประกอบฟีนอลิก สารกลุ่มนี้มีหลายชนิด

ตัวอย่างเช่น tocopherol, tocotrienol, γ -oryzanol, oryzanols (Lai และคณะ, 2007), caffeic acid, syringic acid, rutin, (-)-epicatechin, (+)-catechin, gallic acid, vanilic acid, *p*-coumaric acid, ferulic acid และ quercetin (Que และคณะ, 2007) รวมทั้งสารจำพวกฟลาโวนอยด์ (Vichitphan และคณะ, 2007; Ramamoorthy และ Bono, 2007) โดยทั่วไปในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกมักใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ ซึ่งความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะและองค์ประกอบของสาร ตัวทำละลายอินทรีย์ที่นิยมใช้สำหรับสกัดสารประกอบฟีนอลิก ได้แก่ น้ำ เมธานอล เอทานอล (Alluri และคณะ, 2009) เอธิลอะซิเตต (Ramamoorthy และ Bono, 2000; Lai และ

คณะ, 2009) และตัวทำละลายที่มีขั้วต่างกัน เช่น เฮกเซน (C_6H_{14}), อะซีโตน (C_3H_6O), คลอโรฟอร์ม ($CHCl_3$), ไบโตรเลียมอีเทอร์ หรือคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) ผลการทดลองแสดงได้ว่า สารต้านอนุมูลอิสระมักประกอบด้วยสารหลายชนิดที่ทำงานเสริมกัน จึงจะมีประสิทธิภาพสูงในการทำงาน ปัจจุบันพบว่า พืชผักและผลไม้ที่มีสี เช่น สีแดง ดำ หรือ ม่วง จะมีสารต้านอนุมูลอิสระในปริมาณสูง (Zang และคณะ, 2006) วิธีการที่นิยมนำมาใช้ในการตรวจสอบฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระมีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีมีความจำเพาะต่อสารแตกต่างกัน โดยปกติแล้วการตรวจสอบมักจะมีผลจากหลายวิธีร่วมกัน เพื่อให้ผลการทดสอบมีความถูกต้องยิ่งขึ้น วิธีที่ใช้ทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่นิยม ได้แก่ 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (Que และคณะ, 2006), Ferric reducing /antioxidant power (FRAP) (Alia และคณะ, 2009; Ramamoorthy และ Bono, 2007), Trolox equivalents antioxidant capacity (TEAC), lipid peroxidation reducing power และ metal chelating ability (Lai และคณะ, 2007) ส่วนเครื่องมือที่นิยมใช้ในการตรวจหาชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้รับความนิยม คือ High Performance Liquid Chromatography (HPLC) (Vichitphan และคณะ, 2007; Lai และคณะ, 2007)

2.11.4 ประโยชน์ของสารต้านอนุมูลอิสระที่มีต่อร่างกาย

1. ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง ซึ่งทำหน้าที่ขับสารพิษที่เป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งออกจากร่างกาย
2. ช่วยชะลอความเสื่อมสภาพของเซลล์ต่างๆ ช่วยลดความเสื่อมสภาพของร่างกาย ช่วยคงความอ่อนวัยและมีอายุยืนยาวมากขึ้น
3. ช่วยป้องกันและยับยั้งการเจริญเติบโตการเกิดเนื้องอกในส่วนต่างๆ ของร่างกาย
4. ช่วยป้องกันและลดการเกิดโรคภูมิแพ้
5. ช่วยสร้างคอลลาเจนใต้ชั้นผิว ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเนื้อเยื่อที่จะทำให้ผิวเต่งตึง ลดรอยตีนกาและความหย่อนคล้อย
6. ลดความเสี่ยงต่อโรคอัลไซเมอร์ในผู้สูงอายุ
7. ช่วยปกป้องเซลล์ผิวหนังจากแสงแดด ความร้อน และรังสียูวีในอากาศเปรียบเสมือนเกราะป้องกัน ไม่ให้ผิวเสื่อมสภาพ และยังทำหน้าที่ซ่อมแซมเซลล์ผิวไม่ให้หมองคล้ำ
8. ช่วยลดการเกิดโรคต่างๆ เช่น โรคทางสมอง โรคหลอดเลือด โรคหัวใจ โรคความดัน โรคกระดูกพรุน และโรคเรื้อรังที่พบในผู้ใหญ่วัยกลางคนไปจนถึงวัยสูงอายุ

2.11.5 ประเภทอาหารที่พบสารต้านอนุมูลอิสระ

1. วิตามินซี เป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยในการเสริมสร้างคอลลาเจนของชั้นผิวหนัง ทำหน้าที่ซ่อมแซมกระดูกอ่อน เส้นเอ็น ผันหนังหลอดเลือดให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ช่วยลดการอักเสบ การติดเชื้อ และกำจัดแบคทีเรียและไวรัสไม่ให้เข้าสู่ร่างกาย อาหารที่มีวิตามินซีสูง เช่น ส้มเขียวหวาน ฝรั่ง มะขามป้อม มะละกอสุก เป็นต้น

2. วิตามินอี มีประโยชน์ช่วยป้องกันความเสื่อมสภาพของเซลล์จากแสงแดดและรังสียูวี ช่วยลดการเกิดริ้วรอยบนใบหน้าและตามผิวหนัง อีกทั้งยังช่วยเสริมการสร้างคอลลาเจน

ให้กับชั้นผิวหนัง อาหารที่มีวิตามินอีสูง เช่น งา เมล็ดทานตะวัน ฟักทอง น้ำมันพืช เนยเทียม นม และข้าวโพด เป็นต้น ประเภทอาหารที่พบสารต้านอนุมูลอิสระแสดงดังรูปที่ 2.11 (<https://www.honestdocs.co/antioxidants-longevity> สืบค้นเมื่อวันที่ 25 ธันวาคม 2560)

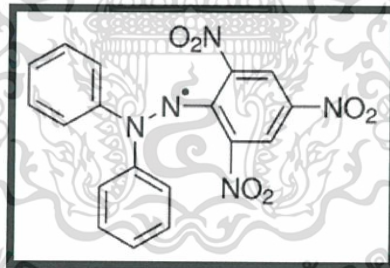


รูปภาพที่ 2.11 แสดงตัวอย่างของอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ

ที่มา : <https://www.honestdocs.co/antioxidants-longevity> (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 ธันวาคม 2560)

2.12 การวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

2.12.1 วิธี DPPH (2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical (Hou และคณะ, 2001)



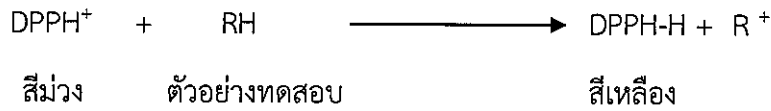
รูปที่ 2.12 แสดงโครงสร้างทางเคมีของ DPPH radical

ที่มา:<http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/d9132?lang=en®ion=US>

(สืบค้นเมื่อวันที่ 25 ธันวาคม 2560)

อนุมูล DPPH⁺ เป็นอนุมูลไนโตรเจนที่คงตัว แสดงโครงสร้างทางเคมี ดังรูปที่ 2.12 มีสีม่วง อยู่ในรูปอนุมูลอยู่แล้ว โดยที่ไม่ต้องทำปฏิกิริยาเพื่อให้เกิดอนุมูลเหมือนกับกรณีอนุมูล ABTS⁺⁺ การวิเคราะห์เป็นการวัดความสามารถของสารทดสอบในการกำจัดอนุมูลอิสระโดยวิธีให้ไฮโดรเจนอะตอม การวัดทำโดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ วัดการลดลงของสีเมื่อเติมสารต้านออกซิเดชันลงไป โดยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า วัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร DPPH radical ใช้ในการทดสอบความสามารถในไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำลายอนุมูลอิสระของสารตัวอย่าง (scavenging activity) โดยสารละลายของ DPPH⁺ จะมีสีม่วง ในเอทานอล และเมื่อได้รับ H จะเปลี่ยนเป็นสารละลายสีเหลือง ตามสมการดังนี้ (Blois, 1958)



ค่าที่วัดได้จะแสดงความสามารถในการต้านออกซิเดชันออกมาในค่า % inhibition ตามสมการดังนี้

$$\% \text{ inhibition} = [(A_{517} \text{ control} - A_{517} \text{ test sample}) / A_{517} \text{ control}] \times 100$$

A_{control} เป็นค่าการดูดกลืนแสงของเอทานอลที่เติมสารละลาย DPPH

A_{sample} เป็นค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่เติมสารละลาย DPPH

ข้อดีของวิธี DPPH

ทำได้ง่ายนิยม ใช้เป็นวิธีเบื้องต้นในการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลของสารต้านออกซิเดชันจากธรรมชาติ

ข้อเสียของวิธี DPPH

อนุมูล DPPH⁺ มีความคงตัวไม่ไวต่อการทำปฏิกิริยาเหมือนอนุมูลที่เกิดในเซลล์หรือร่างกาย ดังนั้นวิธีนี้จึงไม่สามารถแยกแยะจัดอันดับอนุมูลที่มีความไวสูงได้ (พรณี, 2550)

2.14 สารโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) (<http://www.krunid.com>, สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มิถุนายน 2561)

KMS หรือ โปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ คือ สารประกอบที่เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีฤทธิ์ในการป้องกันและกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ สารชนิดนี้เมื่อละลายในน้ำจะแตกตัวอยู่ในรูปของซัลไฟท์อิสระ (Free sulfite) ได้แก่ กรดซัลฟูรัส (H₂SO₃) ไบซัลไฟท์ไอออน (HSO₃⁻) และซัลไฟท์ไอออน (SO₃²⁻) โดยปกติสารซัลไฟท์เมื่อเติมลงในอาหารจะถูกออกซิไดซ์เป็นซัลเฟตซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย แต่ถ้าหากเติมในปริมาณมากจะเหลือตกค้างอยู่ในรูปของซัลไฟท์อิสระจำนวนมาก

2.14.1 คุณสมบัติของสารซัลไฟท์ในอาหาร

1. ป้องกันและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ โดยมีผลต่อจุลินทรีย์ตามลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ แบคทีเรียแกรมลบ, แบคทีเรียแกรมบวก, ราและยีสต์ ประสิทธิภาพของสารดังกล่าวขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย หากค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ ประสิทธิภาพเพียงสูง แต่ถ้าหากค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะไม่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของยีสต์ รา และต้องใช้ปริมาณมากถึง 1000 มก./กก. จึงสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้

2. ยับยั้งปฏิกิริยาการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ ปฏิกิริยานี้เอนไซม์ส่วนใหญ่เกิดขึ้นกับผักและผลไม้สด ซึ่งเมื่อถูกหั่นหรือตัดและพื้นผิวสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศจะไม่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเปลี่ยน phenolic compound ซึ่งไม่มีสีไปเป็นสาร o-quinone ที่มีสี ซึ่ง

เป็นผลมาจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ phenolase เอนไซม์นี้มีอยู่ในผักและผลไม้สด ส่วนเอนไซม์อื่นๆ เช่น tyrosinase, catecholase, phenoloxidase และ ascorbinase ก็ให้ปฏิกิริยาเช่นเดียวกัน สารที่มีสีที่เกิดขึ้นนี้สามารถ polymerize และถูกออกซิไดซ์ต่อจนมีสีน้ำตาลเข้ม เมื่อเติมสารซัลไฟท์ลงไปจะเกิดปฏิกิริยากับเอนไซม์ เป็นผลทำให้เอนไซม์หมดสภาพไป

3. ยับยั้งปฏิกิริยาเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ อาหารที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตที่ต้องใช้ความร้อนจะเกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงสีระหว่างน้ำตาลกับโปรตีนหรือกรดอะมิโนได้สารที่มีสีเกิดขึ้น หรือเกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลเนื่องจากความร้อนทำให้โมเลกุลของน้ำตาลสูญเสียแล้ว polymerise ได้สาร hydroxymethyl furfural ซึ่งมีสีน้ำตาล รวมทั้งปฏิกิริยาการสลายตัวของวิตามินซี (ascorbic acid) สารซัลไฟท์ที่เติมลงไปจะทำปฏิกิริยากับโปรตีน หรือน้ำตาล หรือวิตามินซี ทำให้ไม่เกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงสี

4. เป็น antioxidant และ reducing agent ด้วยคุณสมบัติการเป็น antioxidant และ reducing agent จึงมีบทบาทดังนี้

1. ป้องกันการสูญเสียวิตามินซีในระหว่างการแปรรูปและการเก็บผลิตภัณฑ์ของผักและผลไม้
2. เป็นสารฟอกสี พวงน้ำตาลและแป้ง

2.14.2 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณสารซัลไฟท์

1. ชนิดของอาหารและปริมาณของสารซัลไฟท์ที่เติมลงไป ในอาหารที่มีองค์ประกอบที่สามารถทำปฏิกิริยากับสารที่เติมลงไป ในปริมาณที่มาก เช่น โปรตีน น้ำตาล และวิตามิน จะมีผลทำให้สารซัลไฟท์ส่วนใหญ่อยู่ในรูปซัลไฟท์รวมปฏิกิริยากับสารอาหารบางชนิดให้ sulfonates ที่คงตัว เช่น 3-deoxy-4-sulphopenxosulose และ 3-deoxy-4-sulphohexosulose อาหารที่มีก๊าซออกซิเจนแทรกอยู่หรือบรรจุในภาชนะที่อากาศสามารถผ่านเข้าออกได้จะมีผลทำให้ซัลไฟท์ในอาหารถูกออกซิไดซ์เป็นซัลเฟต (SO_4^{2-}) ซึ่งมีความคงตัว รวมทั้งปริมาณซัลไฟท์ที่เติมลงไป ในอาหาร หากเติมลงไป ในปริมาณที่มากทำให้ซัลไฟท์เหลือตกค้างอยู่ในอาหารในรูปซัลไฟท์อิสระจำนวนมาก ซึ่งส่วนนี้จะเป็นกำหนดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดที่มีในอาหาร นอกจากนี้อาหารที่มีค่าความเป็นกรดต่างต่ำกว่า 4 จะทำให้ซัลไฟท์บางส่วนระเหยไปในรูปของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

2. กรรมวิธีการผลิต อาหารที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตที่ต้องใช้ความร้อนจะทำให้ซัลไฟท์บางส่วนสลายตัวเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ระเหยไป หรือถูกออกซิไดซ์เป็นซัลเฟตและบางส่วนทำปฏิกิริยากับสารอาหาร หากขั้นตอนการผลิตมากขึ้นหรือมีอุณหภูมิสูง ส่งผลให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในอาหารน้อยลง

3. ระยะเวลาและอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษา อาหารที่เติมสารซัลไฟท์ เมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลานานและเก็บไว้ในสภาวะที่ไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิสูงหรืออาหารสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศจะทำให้สารซัลไฟท์สลายไปในรูปของซัลเฟอร์ไดออกไซด์หรือถูกออกซิไดซ์เป็นซัลเฟต ดังนั้นหากเก็บไว้นานปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตกค้างอยู่ในอาหารจะลดลง

2.14.3 ชนิดของอาหารที่ใช้สารซัลไฟท์

1. ผลิตภัณฑ์ผัก ผลไม้ผัก และผลไม้แห้ง การใช้สารซัลไฟท์ในผักและผลไม้แห้ง เพื่อช่วยถนอมสี กลิ่น วิตามินซี และคาร์โบไฮเดรต มีส่วนช่วยป้องกันการเน่าเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์ ช่วยยืดอายุการเก็บรักษา ในผลไม้ที่ใช้วิธีรมควันด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือพ่นเป็นไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละอองฝอยของสารละลาย ซึ่งในรูปของสารละลายจะให้ผลที่ไม่ดี เนื่องจากเกิดการแทรกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อของผลไม้ได้น้อยและถูกล้างออกด้วยน้ำ ซึ่งก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะหายไปในช่วงการเก็บรักษา ขึ้นอยู่กับเวลาในการรวมควินและอุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 110-120 องศาฟาเรนไฮต์

2. เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ สารซัลไฟท์มีความสำคัญในการทำไวน์หลายขั้นตอน ตั้งแต่การใช้สารซัลไฟท์ในรูปของสารละลายในการทำความสะดวกเครื่องมือ อุปกรณ์ การกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ในผลไม้ก่อนกระบวนการหมักเพื่อให้ได้ยีสต์บริสุทธิ์เหมาะสำหรับการทำไวน์ ในระหว่างกระบวนการหมัก สารซัลไฟท์จะเป็นตัวป้องกันการเปลี่ยนแปลงหลังการหมักเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ ในระหว่างการหมักปริมาณซัลไฟท์ที่เหมาะสมคือ 50-100 ppm. ปริมาณที่ใช้ขึ้นอยู่กับคุณภาพขององุ่น อุณหภูมิ ความเข้มข้นของน้ำตาลและระดับของการปนเปื้อน ในระหว่างการเก็บไวน์หลังการหมัก ระดับของสารซัลไฟท์ควรจะมีอยู่ระหว่าง 50-75 ppm.

3. น้ำผลไม้และเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ ใช้สารซัลไฟท์เพื่อป้องกันการเปลี่ยนสีที่ไม่ได้เกิดจากการทำงานเอนไซม์ ช่วยป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์และเป็นวัตถุกันหืน ปริมาณของสารซัลไฟท์ที่ใช้ขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน ชนิดของสารซัลไฟท์องค์ประกอบของน้ำผลไม้

4. ผลิตภัณฑ์เนื้อ สารซัลไฟท์สามารถหยุดการเจริญของแบคทีเรียที่พบในเนื้อสดและผลิตภัณฑ์เนื้อได้ ขณะเดียวกันยังทำให้สีของเนื้อคงตัวระยะหนึ่ง

2.14.4 ความเป็นพิษของสารซัลไฟท์

1.ความเป็นพิษในคน เกิดอาการหายใจติดขัด เจ็บหน้าอก ปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน อูจจาระร่วง เป็นลมพิษ ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย ความดันโลหิตต่ำ การได้ยินเสื่อม โลหิตจาง ในผู้ที่เกิดอาการอย่างรุนแรงจะช็อคหมดสติและเสียชีวิต โดยเฉพาะผู้ป่วยที่เป็นโรคหืด หากได้รับสารซัลไฟท์ 45 มิลลิกรัม จะเกิดอาการระคายเคืองหลอดอาหาร ปวดท้อง ปวดศีรษะ หากได้รับสารซัลไฟท์ในรูปสารละลาย (80-100 มิลลิกรัม) หรือในรูปของแคปซูลของโซเดียมซัลไฟท์ (115-760 มิลลิกรัม) จะเกิดอาการปวดศีรษะ การได้ยินเสื่อม อ่อนเพลีย การทำงานของไตลดลง และโลหิตจาง หากได้รับโซเดียมซัลไฟท์ 4-5.8 กรัม/วัน (70-100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) จะเกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง

2. ความเป็นพิษในสัตว์ ในหนูทดลอง เมื่อให้สารซัลไฟท์ในปริมาณสูงกว่า 0.5% ของอาหารทำให้เกิดอาการกระเพาะอาหารอักเสบ อูจจาระมีเลือดปน จากการศึกษาในระยะสั้นเป็นเวลา 10-56 วัน โดยให้ซัลไฟท์ร้อยละ 8 ในอาหาร พบว่าเกิดอาการโลหิตจาง เลือดออก ม้ามโต กระเพาะอาหารมีเลือดออก เนื้อเยื่อกระเพาะอาหารถูกทำลาย และในกระต่ายโซเดียมไฮโดรซัลไฟท์จะทำให้กล้ามเนื้อหัวใจหดเกร็ง โดยไม่มีผลต่อจังหวะอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันเลือดลดลง และมีเลือดคั่งในอวัยวะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คอมบูชาเป็นเครื่องดื่มหมักแบบดั้งเดิมมาจากชาวตะวันออกและมีประวัติศาสตร์ยาวนาน เป็นเวลาหลายพันปี แต่ก็ยังเป็นที่ยอมรับอย่างมากในชาวตะวันตก โดยทั่วไปคอมบูชาเป็นชาดำหวานหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ที่เรียกว่า "หัวเชื้อชาหมัก" บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ (Anken และ Kappel, 1992) หัวเชื้อคอมบูชาเป็นการอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยกัน (Symbiosis) ระหว่างเชื้อแบคทีเรียอะซิติกและยีสต์ โดยแบคทีเรียอะซิติกที่พบในชาหมักคอมบูชาส่วนใหญ่ ได้แก่ *Acetobacter xylinum*, *Acetobacter xylinoides*, *Bacterium gluconicum*, *Acetobacter aceti* และ *Acetobacter pasteurianus* และยีสต์ที่พบในชาหมักคอมบูชา ได้แก่ *Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomycodes ludwigii*, *Kloeckera apiculata*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Torulaspota delbrueckii*, *Brettanomyces bruxellensis*, *Brettanomyces lambicus*, *Brettanomyces custersii*, *Candida stellate* (Battikh และคณะ, 2012) ผลิตภัณฑ์คอมบูชามีประโยชน์ เช่น ช่วยลดน้ำหนัก รักษาโรคมะเร็งและการรักษาโรคเอดส์ ยิ่งเพิ่มความสนใจในการบริโภคชาหมักคอมบูชามากยิ่งขึ้น (Dufresne และ Farnworth, 2000 ; Greenwalt และคณะ, 2000) การบริโภคชาหมักคอมบูชาจะช่วยลดน้ำหนักและทำให้มีอายุยืนมากยิ่งขึ้น (Hartmann และคณะ, 2000) นอกจากนี้ยังพบว่าคอมบูชามีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียได้ ซึ่งได้แก่ *Helicobacter pylori*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Bacillus cereus*, *Shigella sonnei*, *Salmonella enteritidis* และ *Escherichia coli* (Greenwalt และคณะ, 1998; Sreeramulu และคณะ, 2001)

Battikh และคณะ (2011) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับคอมบูชาแบบดั้งเดิมที่มีการหมักจากชาดำและมีการหมักจากชาเขียวเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ โดยใช้เวลาในการหมัก 21 วัน พบว่าการหมักคอมบูชาในชาเขียวมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์สูงสุด โดยพบว่ามีการวัดบริเวณวงใสรอบโคโลนีของ *Staphylococcus epidermidis* ได้ 22 มิลลิเมตร *Listeria monocytogenes* ได้ 22 มิลลิเมตร และ *Micrococcus luteus* ได้ 21.5 มิลลิเมตร

Pure และคณะ (2016) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชาโดยใช้ เปลือกกล้วย ใบตำแย และ ชาดำในการหมัก พบว่า คอมบูชาจากเปลือกกล้วยมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าคอมบูชาจากใบตำแยและคอมบูชาจากชาดำ

Sun และคณะ (2015) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มคุณสมบัติของชาหมักคอมบูชาโดยการเติมหญ้าหวานลงไปในการหมักและเชื้อยีสต์จะทำการหมักร่วมกันในอัตราส่วนต่างๆ หัวเชื้อเริ่มต้นที่ใช้ร้อยละ 20 (ปริมาตรต่อปริมาตร) ประกอบไปด้วยเชื้อยีสต์ (*Dekkera bruxellensis*) และแบคทีเรียอะซิติก (*Gluconacetobacter rhaeticus* และ *Gluconacetobacter roseus*) ทำการหมักที่อุณหภูมิ 29 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน พบว่าฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ทั้งหมด มีค่าสูงกว่าคอมบูชาแบบดั้งเดิม การเติมหญ้าหวานลงไปมีส่วนช่วยในการส่งเสริมปริมาณของฟีนอลิกและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในชาหมักคอมบูชาให้เพิ่มสูงขึ้น

ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 วัสดุดิบ

- 3.1.1.1 ชาดำ (ตราสามม้า)
- 3.1.1.2 น้ำตาลอ้อย ตรามิตรผล
- 3.1.1.3 ฟอสฟอไรท์ (ตะไคร้, กระเจี๊ยบ)

3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

- 3.1.2.1 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
- 3.1.2.2 Absolute ethanol
- 3.1.2.3 0.1M Sodium hydroxide
- 3.1.2.4 Phenolphthalein
- 3.1.2.5 70% Ethanol
- 3.1.2.6 95% Ethanol
- 3.1.2.7 20% Sodium carbonate
- 3.1.2.8 Folin-ciocaltau reagent
- 3.1.2.9 Potassium metabisulfite
- 3.1.2.10 10% Propanol

3.1.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 3.1.3.1 ขวดรูปชมพู่ขนาด 250, 500 และ 1,000 มิลลิลิตร
- 3.1.3.2 หลอดทดลอง
- 3.1.3.3 ขวดเก็บตัวอย่าง
- 3.1.3.4 กรวยแก้ว
- 3.1.3.5 ตะเกียงแอลกอฮอล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
3.1.3.6 ปีเปต ขนาด 1,2,5,10 มิลลิลิตร
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.1.3.7 บิวเรตต์
- 3.1.3.8 ปีกเกอร์ขนาด 50, 100, 500, 1000 มิลลิลิตร
- 3.1.3.9 กระจบอกลง 100 ,500 มิลลิลิตร
- 3.1.3.10 ขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร
- 3.1.3.11 โหลแก้ว ขนาด 1200 มิลลิลิตร (สำหรับหมักคอมบูซา)
- 3.1.3.12 ขวดแก้วขนาด 250 มิลลิลิตร และฝาเกลียว (สำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องตีมคอมบูซา)
- 3.1.3.13 คิวเวตต์
- 3.1.3.14 96-well plate
- 3.1.3.15 ขวดเก็บตัวอย่างขนาด 30 ซีซี
- 3.1.3.16 หลอดเซนตริฟิวจ์และฝา
- 3.1.3.17 ไมโครปิเปต ขนาด 200 1000 ไมโครลิตร
- 3.1.3.18 ถาดพลาสติก และถาดสแตนเลส
- 3.1.3.19 ทิปเหลือง
- 3.1.3.20 ผ้าขาวบาง
- 3.1.3.21 หนัอง
- 3.1.3.22 จุกยาง
- 3.1.3.23 ขวดน้ำกลััน
- 3.1.3.24 เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง รุ่น TE214S ยี่ห้อ Sartorius
- 3.1.3.25 เครื่องวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Refractometer)
รุ่น N-1α ยี่ห้อ ATAGO
- 3.1.3.26 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) รุ่น CH 8603
ยี่ห้อ Mettler-Toledo
- 3.1.3.27 หม้อนึ่งอัตโนมัติ (autoclave) รุ่น HV-25/50/85/110 ยี่ห้อ BEC THAI
- 3.1.3.28 เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate reader) รุ่น FLUO
Star Omega ยี่ห้อ BMG LABTECH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องขังสงวนลิขสิทธิ์ของเอกสารทุกประการที่มีการนำไปใช้

- 3.1.3.29 เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) รุ่น Z383K ยี่ห้อ HERMLE

3.1.3.30 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometry) รุ่น genesis 10S

UV-Vis ยี่ห้อ Thermo scientific

3.1.3.31 เครื่องวัดค่าสี รุ่น MSEZ2188 ยี่ห้อ HunterLab

3.1.3.32 ชุดกรองแบบสุญญากาศ รุ่น DOA-P730-BN ยี่ห้อ PALL

3.1.3.33 เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas chromatography) รุ่น C121652 ยี่ห้อ

SHIMADZU

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.2.1 การหมักคอมบูชาจากตะไคร้ กระจับ และชาดำ

3.2.1.1 การเตรียมวัตถุดิบ

นำพืชสมุนไพร ได้แก่ กระจับอบแห้ง ตันตะไคร้สดล้างน้ำให้สะอาด หั่นต้นตะไคร้เป็นชิ้นเล็กๆ และอบแห้งที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 วัน หรือจนกว่าจะแห้ง เก็บใส่ถุงพลาสติกนำเข้าตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) ตามวิธีของ Ebrahimi Pure A และ Ebrahimi pure M (2016) สำหรับชาดำ ใช้ใบชาดำตราสามม้า

3.2.1.2 การเตรียมหัวเชื้อในการหมักคอมบูชา

เตรียมหัวเชื้อคอมบูชาโดยใช้ใบชาดำ โดยดัดแปลงวิธีของ Jayabalan (2008) นำชาดำความเข้มข้นร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ห่อด้วยผ้าขาวบางใส่น้ำเดือด เป็นเวลา 5 นาที นำชาออก เติมน้ำตาลอ้อยธรรมชาติความเข้มข้นร้อยละ 7 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร จากนั้นเติมน้ำชาปริมาตร 1,000 มิลลิลิตรลงในขวดและทิ้งให้เย็น นำแผ่นเซลล์ูโลสจากหัวเชื้อชาหมักเติมน้ำร้อยละ 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และน้ำหมักคอมบูชาเติมน้ำร้อยละ 10 โดยปริมาตร ปิดปากขวดด้วยผ้าขาวบางที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

3.2.1.3 การหมักคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระจับ

นำน้ำสะอาดปริมาตร 1500 มิลลิลิตรต้มให้เดือด นำชาดำ หรือ พืชทดสอบ อย่างละ 15 กรัม (ร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ห่อด้วยผ้าขาวบางใส่น้ำเดือด เป็นเวลา 5 นาทีและแช่ชาต่อเป็นเวลา 15 นาที เพื่อสกัดสารจากชาหรือพืชทดสอบ จากนั้นนำชาและพืชทดสอบออก เติมน้ำตาลอ้อยธรรมชาติ 225 กรัม (ความเข้มข้นร้อยละ 15 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) คนให้ละลาย แบ่งใส่ขวดหมักปริมาตร 1,200 มิลลิลิตร โดยบรรจุส่วนผสมจากพืชทดสอบขวดละ 500 มิลลิลิตร เป็นจำนวน 3 ขวด เติมหักเชื้อคอมบูชา โดยใช้หัวเชื้อชาหมักเดิมในหัวข้อ 3.2.1.2 ส่วนของเหลว 50 มิลลิลิตร (ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร) และแผ่นเซลล์ูโลสจากหัวเชื้อชาหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เติมในหัวข้อ 3.2.1.2 15 กรัม (ร้อยละ 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ปิดปากขวดด้วยผ้าขาวบางที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ปั่นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 25 วัน ตามวิธีของ Battikh และคณะ (2012)

การหมักขามักคอมบูชาแบ่งเป็นชุดการทดลองทั้งหมด 5 ชุด ประกอบด้วย

- ชุดการทดลองที่ 1 คอมบูชาจากชาดำ (15 กรัม)
- ชุดการทดลองที่ 2 คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ โดยใช้อัตราส่วนของชาดำต่อตะไคร้เท่ากับ 1:1 (7.5 กรัม : 7.5 กรัม)
- ชุดการทดลองที่ 3 คอมบูชาจากตะไคร้ (15 กรัม)
- ชุดการทดลองที่ 4 คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ โดยใช้อัตราส่วนของชาดำต่อกระเจี๊ยบเท่ากับ 1:1 (7.5 กรัม : 7.5 กรัม)
- ชุดการทดลองที่ 5 คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ (15 กรัม)

ชุดการทดลองทั้ง 5 ชุด ทำการหมัก 3 ซ้ำเป็นเวลา 25 วัน ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นเก็บตัวอย่างขามักปริมาตร 320 มิลลิลิตร ในวันที่ 0 5 10 15 20 และ 25 วัน โดยแบ่งปริมาตร 20 มิลลิลิตร สำหรับศึกษาวิเคราะห์ทางเคมี ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระของพืชที่นำมาหมักคอมบูชา ตัวอย่างคอมบูชาที่เหลือสำหรับทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อดูการยอมรับของผู้บริโภคของคอมบูชาในแต่ละชุดการทดลอง

3.2.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและ

กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระของพืชที่นำมาหมักคอมบูชา

หมักคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจี๊ยบ ดังวิธีข้างต้น เป็นระยะเวลา 25 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เก็บตัวอย่างขามักปริมาตร 20 มิลลิลิตร ในวันที่ 0 5 10 15 20 และ 25 วัน นำคอมบูชาจากแต่ละชุดการทดลอง ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที เพื่อกำจัดเซลล์และสิ่งเจือปนออก จากนั้นนำส่วนใสมาวิเคราะห์ค่าต่างๆ ดังนี้

3.2.2.1 ค่าความเป็นกรด-เบส โดยใช้เครื่อง pH meter

3.2.2.2 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid) โดยใช้เครื่อง Refractometer

3.2.2.3 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติก (AOAC., 2000)

เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร โดยเตรียมสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิโพแทสเซียมไฮดรเจนพทาเลต (KHP) ความเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร เพื่อทำการไทเทรตหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) จากสูตร $C_{NaOH}V_{NaOH} = C_{KHP}V_{KHP}$ โดยทำ 3 ซ้ำ จากนั้นนำตัวอย่างปริมาตร 5 มิลลิลิตร เจือจางกับน้ำปราศจากคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาตร 45 มิลลิลิตรในพลาสติก จากนั้นหยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลีนความเข้มข้นร้อยละ 1 จำนวน 3 หยด เขย่าให้เข้ากัน นำมาไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในบิวเรต บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ทำให้สารละลายตัวอย่างเปลี่ยนเป็นสีชมพู (จุดยุติ) ตามสูตร

ไม่ว่ากรณีใดๆ หวังสน อีทิงห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

โดยที่ C = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน NaOH (โมลต่อลิตร)

V = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต (มิลลิลิตร)

M.W. = มวลโมเลกุลของกรดอะซิติก มีค่าเท่ากับ 60.05 กรัม

3.2.2.4 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

การวิเคราะห์หาสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolics content) ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu โดยดัดแปลงวิธีของ Kumar และคณะ (2008) นำตัวอย่างชาหมักจากพืชสมุนไพร 0.1 มิลลิลิตร ผสมน้ำกลั่นปริมาตร 6 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง แล้วเติมสารละลาย Folin-Ciocalteu phenol reagent 0.5 มิลลิลิตร สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 20 (20% Na₂CO₃) 1.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ปรับปริมาตรสุดท้ายด้วยน้ำกลั่นจนครบ 10 มิลลิลิตร แล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ทำการทดสอบตัวอย่างละ 3 ซ้ำ คำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) จากกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐานกรดแกลลิกที่มีความเข้มข้นในช่วง 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ยในรูปมิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อสารสกัด 1 มิลลิลิตร (mg gAE/mL sample) คำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเฉลี่ยในรูปมิลลิกรัมของ gallic acid equivalent (gAE) ต่อสารสกัด 1 มิลลิลิตร คำนวณหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดดังสมการสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

$$(\text{มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร}) = [(A760-B)/M] * D$$

โดย A760 คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร
B คือ จุดตัดแกน Y ของกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก
M คือ ค่าความชันของกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก
D คือ ค่าการเจือจางของตัวอย่าง

3.2.2.5 การวิเคราะห์กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (Blois., 1958)

นำตัวอย่างปริมาตร 100 ไมโครลิตร มาผสมกับสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ที่ละลายในเอทานอล 100 ไมโครลิตร บ่มสารที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที และวัดการลดลงของอนุมูลอิสระ DPPH ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ทำการคำนวณฤทธิ์ในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันตามสมการ ดังนี้

$$\text{กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ(ร้อยละ)} = (A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}} \times 100$$

โดยที่ A_{sample} เป็นค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่เติมสารละลาย DPPH

A_{blank} เป็นค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างและน้ำกรอง

A_{control} เป็นค่าการดูดกลืนแสงของเอทานอลที่เติมสารละลาย DPPH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่สู่สาธารณะได้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งค่ากิจกรรมในการดักจับอนุภาคลิเธียได้จากการนำแต่ละตัวอย่างมาวิเคราะห์ทั้งหมด 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

3.2.2.6 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale

นำคอมบูชามากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 แล้วเติมโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) ร้อยละ 0.02 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในชาหมัก จากนั้นนำชาหมักบรรจุขวดที่ฆ่าเชื้อโดยผ่านการลวกน้ำร้อน ปิดฝาขวดทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้การทดสอบความชอบด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 25 คน

คัดเลือกสุตรชาหมักคอมบูชาจากชุดการทดลองทั้ง 5 ชุดการทดลอง โดยพิจารณาจากชาหมักที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูง ร่วมกับคุณสมบัติทางเคมีและการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อนำมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ชาหมักในการศึกษาหัวข้อต่อไป

3.2.3 ศึกษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์คอมบูชาที่คัดเลือกได้

นำคอมบูชาที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงและผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด มาศึกษาคุณภาพทางเคมีคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส เปรียบเทียบกับชาหมักคอมบูชาทางการค้า

3.2.3.1 คุณภาพทางเคมี

1. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ด้วย Refractometer
2. ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องวัดพีเอช
3. ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติก ด้วยการไทเทรตด้วยวิธี (AOAC., 2005)
4. ปริมาณแอลกอฮอล์ ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ (GC)
5. ปริมาณฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH
6. ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เหลือในผลิตภัณฑ์
7. ปริมาณคาเฟอีนในผลิตภัณฑ์

3.2.3.2 คุณภาพทางกายภาพ

1. ค่าสีในระบบ CIE L* a* b* ด้วยเครื่องวัดสี ยี่ห้อ HunterLab

3.2.3.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำคอมบูชามากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 เติมโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) ร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร(500 พีพีเอ็ม) นำชาหมักบรรจุขวดที่ฆ่าเชื้อโดยผ่านการลวกน้ำร้อน ปิดฝาขวดทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้การทดสอบความชอบด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 25 คน

ซึ่งในการวิเคราะห์ดังกล่าว มีชาหมักทางการค้าเป็นชุดควบคุม

3.2.3.4 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

1. ทดสอบการเจริญของยีสต์และแบคทีเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อผู้อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ในการทดลองวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) มีจำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) Tukey Pairwise Comparisons โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ ในการวิเคราะห์ข้อมูล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของคอมบูชาจากตะไคร้ กระจับ และชาดำระหว่างกระบวนการหมัก

4.1.1 ค่าพีเอช

จากการหมักคอมบูชา ทั้ง 5 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 คอมบูชาจากชาดำ ชุดการทดลองที่ 2 คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้อัตราส่วน 1:1 ชุดการทดลองที่ 3 คอมบูชาจากตะไคร้ ชุดการทดลองที่ 4 คอมบูชาจากชาดำผสมกระจับ อัตราส่วน 1:1 ชุดการทดลองที่ 5 คอมบูชาจากกระจับ เป็นระยะเวลา 25 วัน เก็บตัวอย่างทุกๆ 5 วัน คือ วันที่ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 พบว่าพีเอชของคอมบูชาแต่ละชนิดจะมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการหมัก แสดงดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าพีเอชเริ่มต้นของคอมบูชาจากชาดำและคอมบูชาจากชาดำผสมสมุนไพรแต่ละชนิดจะมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 3.14 ± 0.01 ถึง 4.24 ± 0.03 เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้นค่าพีเอชของคอมบูชาแต่ละชนิดจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยเฉพาะคอมบูชาจากกระจับ ในวันสุดท้ายของการหมัก (25 วัน) มีค่าลดลงต่ำสุดเท่ากับ 2.23 ± 0.01 ทั้งนี้เนื่องจากในระหว่างกระบวนการหมักมีการลดอินทรีย์ในคอมบูชาเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาในการหมัก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sreeramula และคณะ (2000) ศึกษาฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์จากคอมบูชา พบว่าค่าพีเอชลดลงอย่างต่อเนื่อง จาก 4.0 ถึง 2.0 ในระหว่างการหมัก ตารางที่ 4.1 ค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ กระจับ หมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 25 วัน

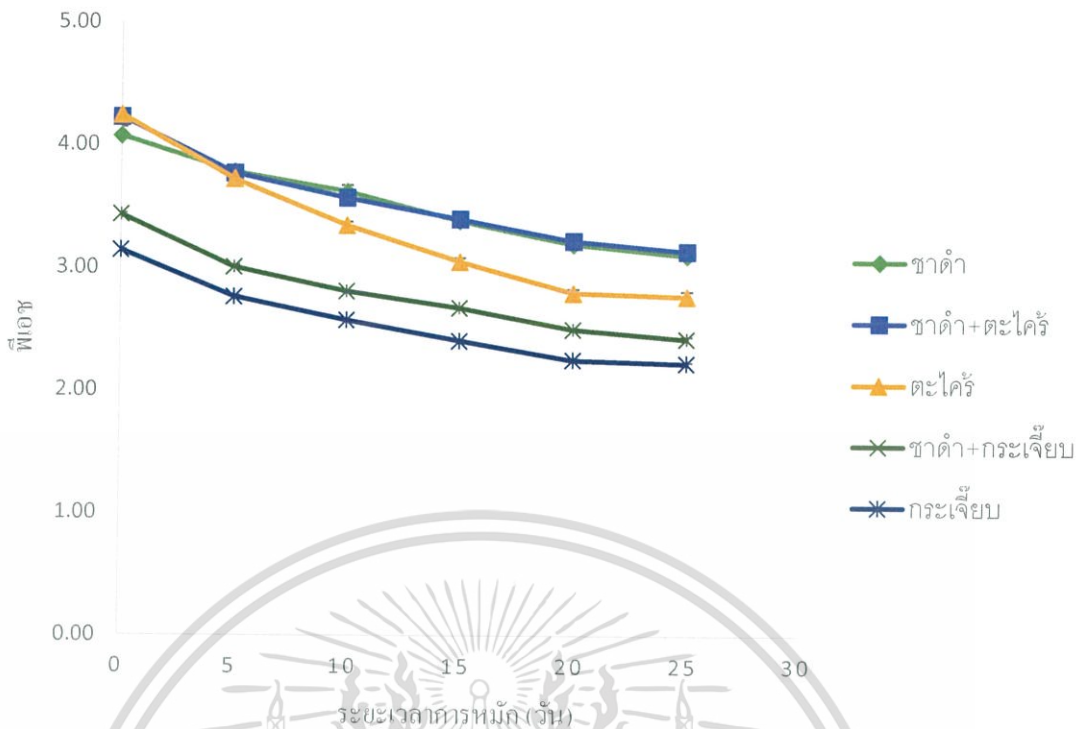
ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ความเป็นกรด-ด่าง				
	ชุดการทดลอง				
	1.ชาดำ	2.ชาดำผสมตะไคร้	3.ตะไคร้	4.ชาดำผสมกระจับ	5.กระจับ
0	$4.07^b \pm 0.08$	$4.23^a \pm 0.05$	$4.24^a \pm 0.03$	$3.43^c \pm 0.01$	$3.14^d \pm 0.01$
5	$3.78^a \pm 0.02$	$3.77^a \pm 0.02$	$3.73^a \pm 0.05$	$3.01^b \pm 0.02$	$2.77^c \pm 0.01$
10	$3.62^a \pm 0.05$	$3.57^a \pm 0.01$	$3.35^b \pm 0.03$	$2.81^c \pm 0.01$	$2.58^d \pm 0.01$
15	$3.39^a \pm 0.04$	$3.40^a \pm 0.01$	$3.06^b \pm 0.03$	$2.68^c \pm 0.00$	$2.41^d \pm 0.01$
20	$3.20^a \pm 0.05$	$3.22^a \pm 0.01$	$2.80^b \pm 0.03$	$2.50^c \pm 0.01$	$2.25^d \pm 0.01$
25	$3.11^a \pm 0.04$	$3.14^a \pm 0.02$	$2.78^b \pm 0.04$	$2.43^c \pm 0.02$	$2.23^d \pm 0.01$

หมายเหตุ

- ค่าพีเอช แสดงในรูปค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

เอกสาร - abcd ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงพีเอชของคอมบูซาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจียวระหว่างกระบวนการหมักเป็นเวลา 25 วัน

4.1.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

จากการหมักคอมบูซาจากชาดำ ตะไคร้ กระเจียว พบว่า คอมบูซาจากชาดำ ตะไคร้ กระเจียว มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้นของการหมักอยู่ในช่วง 14.43 ± 0.25 ถึง 19.13 ± 0.12 งามสารริกซ์ หลังจากนั้นปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้มีแนวโน้มลดลงและจะเพิ่มขึ้นในระยะสุดท้ายของการหมักอยู่ในช่วง 13.20 ± 0.00 ถึง 19.93 ± 0.12 งามสารริกซ์ แสดงดังตารางที่ 4.2 และ รูปที่ 4.2 ปณิติตา และคณะ (2542) รายงานว่า การเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสให้เป็นแอลกอฮอล์ภายใต้สภาวะที่ปราศจากออกซิเจน โดยผ่านวิถีของ Embden-Meyerhof-Parnas Pathway พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้จะลดลง

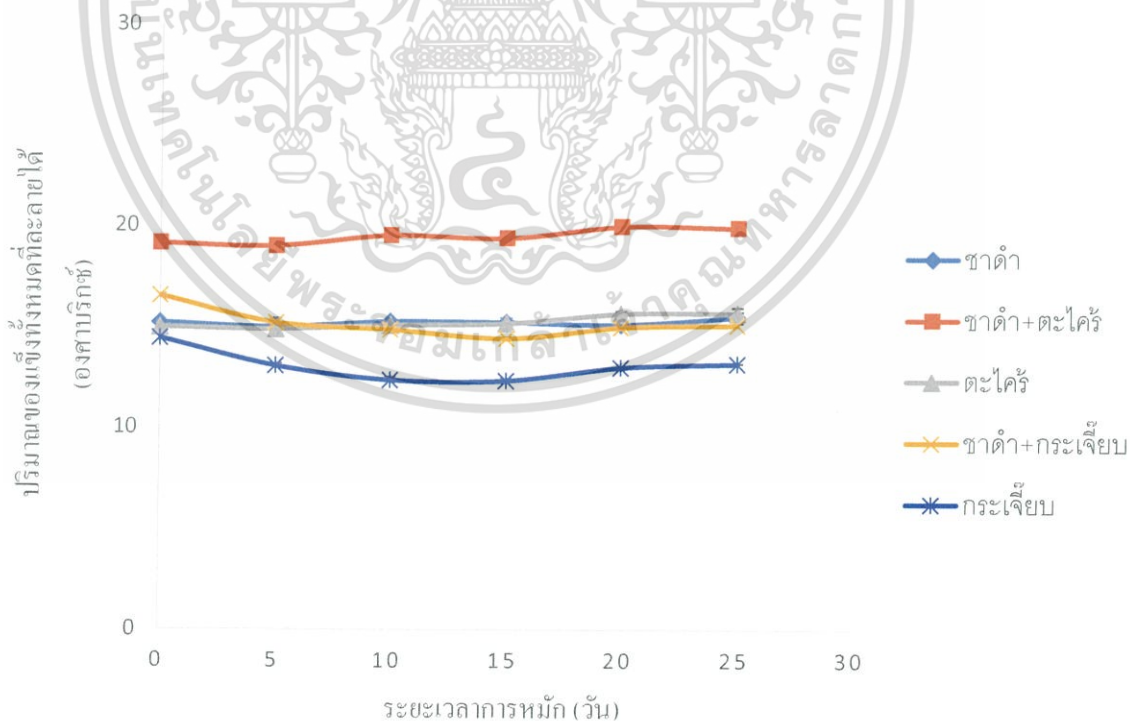
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของคอมบูซาจากชาดำ ตะไคร้ กระจี้บ หมักที่ อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 25 วัน

ระยะเวลา การหมัก (วัน)	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)				
	ชุดการทดลอง				
	1.ชาดำ	2.ชาดำผสม ตะไคร้	3.ตะไคร้	4.ชาดำผสม กระจี้บ	5.กระจี้บ
0	15.20 ^c ± 0.20	19.13 ^a ± 0.12	14.97 ^c ± 0.06	16.53 ^b ± 0.06	14.43 ^d ± 0.25
5	15.00 ^b ± 0.00	19.00 ^a ± 0.17	14.87 ^b ± 0.15	15.20 ^b ± 0.20	13.07 ^c ± 0.12
10	15.27 ^b ± 0.23	19.53 ^a ± 0.12	15.07 ^{bc} ± 0.06	14.87 ^c ± 0.12	12.37 ^d ± 0.15
15	15.23 ^b ± 0.15	19.40 ^a ± 0.35	15.17 ^b ± 0.21	14.43 ^c ± 0.06	12.33 ^d ± 0.12
20	15.13 ^c ± 0.06	20.00 ^a ± 0.00	15.67 ^b ± 0.12	15.00 ^c ± 0.00	13.00 ^d ± 0.00
25	15.50 ^b ± 0.56	19.93 ^a ± 0.12	15.70 ^b ± 0.27	15.10 ^b ± 0.10	13.20 ^c ± 0.00

หมายเหตุ

- ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- abcd ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของคอมบูซาจากชาดำ

ตะไคร้ และ กระจี้บ ระหว่างกระบวนการหมักเป็นเวลา 25 วัน

ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดอะซิติค)

จากการหมักคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจี๊ยบ พบว่า ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติคของคอมบูชาในแต่ละชุดการทดลองเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการหมัก ซึ่งสัมพันธ์กับค่าพีเอชที่ลดลง ในช่วงแรกของการหมักปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ในช่วงร้อยละ 0.06 ± 0.00 ถึง 0.13 ± 0.01 ปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นทุกชุดการทดลอง โดยเฉพาะชุดการทดลองที่ 5 ซึ่งใช้กระเจี๊ยบหมักอย่างเดียว มีปริมาณกรดทั้งหมดสูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ โดยมีค่าร้อยละ 3.77 ± 0.03 ในวันที่ 25 ของการหมัก รองลงมาเป็นชุดการทดลองที่ 4 คือ คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ ร้อยละ 2.31 ± 0.15 ทั้งนี้เนื่องมาจากกระเจี๊ยบมีความเป็นกรดสูง เมื่อนำมาหมักคอมบูชาทำให้คอมบูชาที่ได้จากการหมักกระเจี๊ยบมีความเป็นกรดสูงตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนันทน์ภัส (2551) รายงานว่า กระเจี๊ยบแดงมีกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น ascorbic acid, citric acid, malic acid และ tartaric acid ซึ่งกรดดังกล่าวส่งผลให้ให้กระเจี๊ยบมีรสเปรี้ยว

เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า คอมบูชากระเจี๊ยบมีปริมาณกรดทั้งหมดสูงสุดในวันที่ 25 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับปริมาณกรดในวันที่ 20 และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละชุดการทดลองพบว่า คอมบูชาจากกระเจี๊ยบมีปริมาณกรดทั้งหมดแตกต่างทางสถิติกับชุดการทดลองอื่นๆ ปริมาณกรดทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมัก แสดงดังตารางที่ 4.3 และ รูปที่ 4.3 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chakravorty และคณะ (2016) ซึ่งได้ศึกษาการหมักคอมบูชาในระยะเวลาการหมัก 21 วัน พบว่าปริมาณกรดอะซิติคจะเพิ่มตามระยะเวลาของการหมักและสูงสุดในวันที่ 21

ตารางที่ 4.3 ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปของกรดอะซิติค) ของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจี๊ยบ หมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 25 วัน

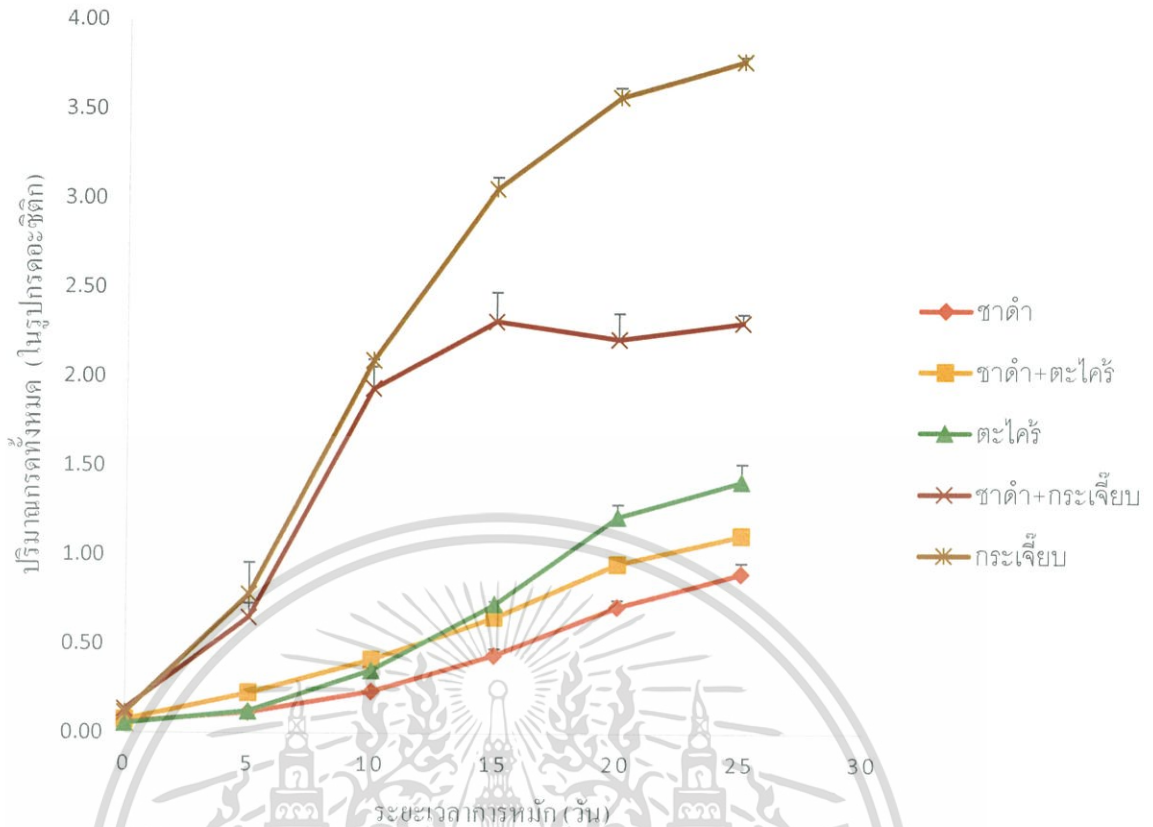
ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ปริมาณกรดทั้งหมด(ร้อยละ)				
	ชุดการทดลอง				
	1.ชาดำ	2.ชาดำผสมตะไคร้	3.ตะไคร้	4.ชาดำผสมกระเจี๊ยบ	5.กระเจี๊ยบ
0	$0.06^{cd} \pm 0.00$	$0.07^c \pm 0.01$	$0.05^d \pm 0.01$	$0.13^a \pm 0.01$	$0.11^b \pm 0.01$
5	$0.12^b \pm 0.01$	$0.23^b \pm 0.01$	$0.12^b \pm 0.01$	$0.65^a \pm 0.08$	$0.78^a \pm 0.18$
10	$0.24^d \pm 0.02$	$0.41^c \pm 0.01$	$0.35^{cd} \pm 0.03$	$1.94^b \pm 0.12$	$2.09^a \pm 0.01$
15	$0.44^d \pm 0.04$	$0.65^{cd} \pm 0.01$	$0.73^c \pm 0.02$	$2.31^b \pm 0.16$	$3.06^a \pm 0.07$
20	$0.71^e \pm 0.04$	$0.95^d \pm 0.04$	$1.22^c \pm 0.07$	$2.21^b \pm 0.15$	$3.57^a \pm 0.05$
25	$0.90^e \pm 0.06$	$1.11^d \pm 0.01$	$1.42^c \pm 0.10$	$2.31^b \pm 0.05$	$3.77^a \pm 0.03$

หมายเหตุ

- ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ แสดงในรูปค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

- abcd ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด(ในรูปกรดอะซิติค)ของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจี๊ยบ ระหว่างกระบวนการหมักเป็นเวลา 25 วัน

4.1.4 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

จากการหมักคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจี๊ยบ พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจี๊ยบ จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมัก โดยคอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบอัตราส่วน 1:1 (ชุดการทดลองที่ 4) ให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ มีค่าเท่ากับ 948.41 ± 1.39 1046.90 ± 1.39 1094.02 ± 1.39 1099.60 ± 0.00 1100.00 ± 0.80 และ 1113.90 ± 0.80 ppm ในวันที่ 0 5 10 15 20 และ 25 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.4 และ รูปที่ 4.4 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Malbasa และคณะ (2004) รายงานว่า สารประกอบฟีนอลิกที่เพิ่มขึ้นนี้เกิดจากสาร quercetin ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลิกที่มีปริมาณสูงของเครื่องดื่มหมักจากชาดำ และงานวิจัยของกาญจนา (2551) รายงานว่า กระเจี๊ยบแดงมีสารแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ในปริมาณสูง รวมทั้งมีแร่ธาตุ แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม เหล็ก และวิตามินเมื่อนำชาดำและกระเจี๊ยบหมักร่วมกัน ทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาเพิ่มขึ้น

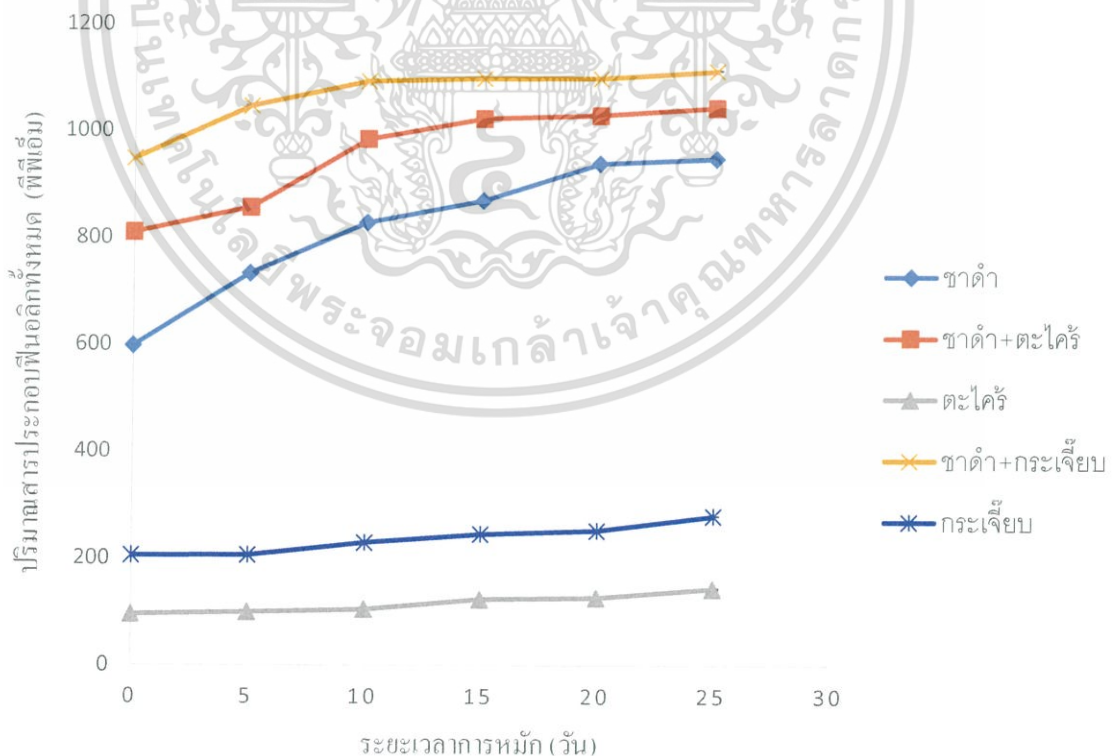
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจี๊ยบ หมักที่ อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 25 วัน

ระยะเวลา การหมัก (วัน)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (ppm)				
	ชุดการทดลอง				
	1.ชาดำ	2.ชาดำผสมตะไคร้	3.ตะไคร้	4.ชาดำผสม กระเจี๊ยบ	5.กระเจี๊ยบ
0	598.02 ^c ± 0.80	810.66 ^b ± 0.80	94.92 ^e ± 0.69	948.41 ^a ± 1.39	205.17 ^d ± 0.69
5	733.46 ^c ± 1.39	856.89 ^b ± 1.39	99.32 ^e ± 0.40	1046.87 ^a ± 1.39	205.63 ^d ± 1.06
10	829.15 ^c ± 1.39	985.39 ^b ± 0.80	104.63 ^e ± 0.69	1094.02 ^a ± 1.39	229.44 ^d ± 0.69
15	870.29 ^c ± 0.80	1024.22 ^b ± 0.80	123.58 ^e ± 0.40	1100.00 ^a ± 0.00	245.39 ^d ± 0.69
20	940.09 ^c ± 1.39	1030.69 ^b ± 0.80	126.80 ^e ± 0.00	1100.03 ^a ± 0.80	252.32 ^d ± 0.69
25	949.80 ^c ± 1.39	1045.02 ^b ± 0.80	143.46 ^e ± 0.69	1113.90 ^a ± 0.80	279.60 ^d ± 0.40

หมายเหตุ

- ค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- abcd ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจี๊ยบระหว่างกระบวนการหมักเป็นเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ อธิการบดี
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่เปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 การวิเคราะห์กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

จากการหมักคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจี๊ยบ เป็นเวลา 25 วัน พบว่า ในระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจี๊ยบ มีกิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 5-10 วัน โดยพบว่า คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบอัตราส่วน 1:1 (ชุดการทดลองที่ 4) มีกิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระร้อยละ 98.52 ± 0.40 ในวันที่ 10 ของการหมักซึ่งสูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น ค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นเล็กน้อย วันสุดท้ายของการหมัก (25 วัน) พบว่า คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบอัตราส่วน 1:1 (ชุดการทดลองที่ 4) มีค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระสูงสุดร้อยละ 99.53 ± 0.17 รองลงมาเป็นคอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้อัตราส่วน 1:1 (ชุดการทดลองที่ 2) มีค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ ร้อยละ 96.58 ± 0.32 รองลงมาเป็นคอมบูชาจากชาดำ (ชุดการทดลองที่ 1) มีค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ ร้อยละ 95.74 ± 0.19 รองลงมาเป็นคอมบูชาจากกระเจี๊ยบ (ชุดการทดลองที่ 5) และ คอมบูชาจากตะไคร้ (ชุดการทดลองที่ 3) มีค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ ร้อยละ 88.53 ± 0.36 และ 74.79 ± 0.01 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบอัตราส่วน 1:1 มีค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระสูงในวันที่ 10 และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 กับคอมบูชาในชุดการทดลองอื่น เมื่อพิจารณาค่ากิจกรรมในการดักจับอนุมูลอิสระของคอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบมีค่าสูงในวันที่ 10 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับวันที่ 15 20 และ 25 แสดงดังตารางที่ 4.5 และ รูปที่ 4.5 การที่คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบมีค่ากิจกรรมในการดักจับอนุมูลอิสระสูงกว่าคอมบูชาจากชาดำ อาจเนื่องจากกระเจี๊ยบมีสารในกลุ่มแอนโทไซยานินสูงซึ่งสารในกลุ่มนี้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติ เมื่อนำมาใช้ร่วมกับชาดำทำให้คอมบูชาที่ได้มีค่ากิจกรรมในการดักจับอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kirca และคณะ (2006) รายงานว่า แอนโทไซยานินในกระเจี๊ยบแดงเป็นรงควัตถุสีแดงที่ละลายน้ำได้ จัดอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoid) รวมทั้งมีวิตามินซีซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่พบตามธรรมชาติที่สำคัญ ทำให้คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบมีค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระสูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ

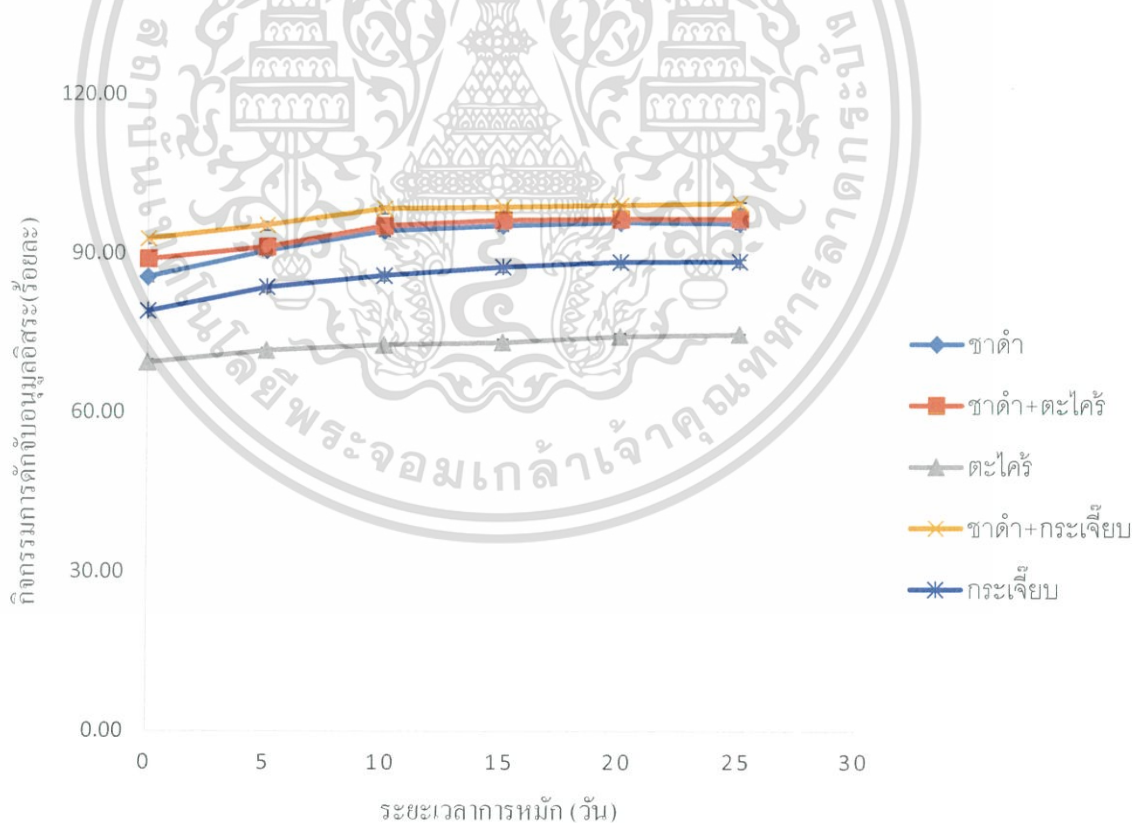
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของคอมบูซาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจี๊ยบหมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 25 วัน

ระยะเวลาการหมัก(วัน)	กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ (ร้อยละ)				
	ชุดการทดลอง				
	1.ชาดำ	2.ชาดำผสมตะไคร้	3.ตะไคร้	4.ชาดำผสมกระเจี๊ยบ	5.กระเจี๊ยบ
0	85.54 ^c ± 0.38	88.89 ^b ± 0.54	69.39 ^e ± 0.49	92.73 ^a ± 0.34	79.09 ^d ± 0.36
5	90.52 ^b ± 0.37	91.22 ^b ± 0.62	71.73 ^d ± 0.36	95.32 ^a ± 0.54	83.62 ^c ± 0.34
10	94.29 ^b ± 0.24	95.22 ^b ± 0.15	72.75 ^d ± 0.00	98.52 ^a ± 0.40	85.83 ^c ± 0.65
15	95.30 ^c ± 0.12	96.33 ^b ± 0.31	73.28 ^e ± 0.56	98.81 ^a ± 0.39	87.50 ^d ± 0.12
20	95.87 ^b ± 0.12	96.54 ^b ± 0.66	74.40 ^d ± 0.49	99.15 ^a ± 0.02	88.43 ^c ± 0.09
25	95.74 ^c ± 0.19	96.58 ^b ± 0.32	74.79 ^e ± 0.01	99.53 ^a ± 0.16	88.53 ^d ± 0.36

หมายเหตุ

- ค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- abcde ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระของคอมบูซาจากชาดำ ตะไคร้และกระเจี๊ยบระหว่างกระบวนการหมักเป็นเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น มิอนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจี๊ยบ

4.1.6.1 ความใส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจี๊ยบหมักเป็นเวลา 25 วันเมื่อพิจารณาความชอบด้านความใสของคอมบูชาในแต่ละชุดการทดลอง พบว่าคอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ (ชุดการทดลองที่ 2) หมักเป็นเวลา 15 วันมีคะแนนความชอบด้านความใสสูงกว่าคอมบูชาจากชุดการทดลองอื่น แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น คะแนนความชอบด้านความใสของคอมบูชาจะมีค่าลดลงทุกชุดการทดลอง แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใสของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจี๊ยบหมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 25 วัน

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใส				
	ชุดการทดลอง				
	1.ชาดำ	2.ชาดำผสมตะไคร้	3.ตะไคร้	4.ชาดำผสมกระเจี๊ยบ	5.กระเจี๊ยบ
5	6.12 ^a ± 1.67	6.36 ^a ± 1.38	6.40 ^a ± 1.80	5.44 ^a ± 1.85	5.44 ^a ± 1.45
10	6.36 ^a ± 1.58	6.64 ^a ± 1.29	6.52 ^a ± 1.69	6.12 ^a ± 1.48	6.12 ^a ± 1.42
15	7.04 ^a ± 1.57	7.20 ^a ± 1.35	6.88 ^a ± 1.64	6.68 ^a ± 1.28	6.20 ^a ± 1.53
20	6.40 ^a ± 1.73	6.72 ^a ± 1.34	6.72 ^a ± 1.70	5.92 ^a ± 1.61	6.04 ^a ± 1.62
25	5.24 ^a ± 1.90	5.44 ^a ± 1.76	6.08 ^a ± 1.75	5.60 ^a ± 1.78	5.84 ^a ± 1.89

หมายเหตุ

- คะแนนความพึงพอใจในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความใสแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 25 ซ้ำ
- ^a ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.1.6.2 สี

เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านสีของคอมบูชาจากชุดการทดลองต่างๆ พบว่าคอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ (ชุดการทดลองที่ 2) หมักเป็นเวลา 15 วัน และคอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบหมักเป็นเวลา 15 วัน มีคะแนนด้านสีสูงกว่าคอมบูชาจากชุดการทดลองอื่นแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น คะแนนด้านสีของคอมบูชาจะมีค่าลดลงทุกชุดการทดลอง แสดงดังตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจี๊ยบ หมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 25 วัน

ระยะเวลาการหมัก(วัน)	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี				
	ชุดการทดลอง				
	1.ชาดำ	2.ชาดำผสมตะไคร้	3.ตะไคร้	4.ชาดำผสมกระเจี๊ยบ	5.กระเจี๊ยบ
5	6.28 ^a ± 1.62	6.20 ^a ± 1.29	6.40 ^a ± 1.38	5.80 ^a ± 1.56	5.60 ^a ± 1.58
10	6.40 ^a ± 1.32	6.12 ^a ± 1.51	6.24 ^a ± 1.56	6.32 ^a ± 1.52	5.68 ^a ± 1.44
15	6.32 ^a ± 1.60	6.44 ^a ± 2.02	6.04 ^a ± 1.95	6.44 ^a ± 1.64	5.84 ^a ± 1.49
20	6.24 ^a ± 1.67	6.28 ^a ± 1.51	6.40 ^a ± 1.71	6.04 ^a ± 1.72	6.24 ^a ± 1.51
25	5.72 ^a ± 2.01	5.48 ^a ± 1.94	5.68 ^a ± 1.84	5.72 ^a ± 1.84	6.04 ^a ± 1.86

หมายเหตุ

- คะแนนความพึงพอใจในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 25 ซ้ำ
- ^a ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.1.6.3 ความเปรี้ยว

เมื่อพิจารณาด้านความเปรี้ยวของคอมบูชาจากชุดการทดลองต่างๆ พบว่าคอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ (ชุดการทดลองที่ 2) มีคะแนนความชอบด้านความเปรี้ยวสูง รองลงมาคือ คอมบูชาจากชาดำ (ชุดการทดลองที่ 1) และ คอมบูชาจากตะไคร้ (ชุดการทดลองที่ 3) สำหรับคอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ (ชุดการทดลองที่ 4) และ คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ (ชุดการทดลองที่ 5) มีคะแนนด้านความเปรี้ยวต่ำเนื่องจากกระเจี๊ยบมีความเปรี้ยวมากอยู่แล้ว เมื่อนำมาหมักคอมบูชาทำให้คอมบูชาที่ได้มีความเปรี้ยวสูงเกินไป ผู้บริโภคไม่ชอบ แสดงดังตารางที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเปรี้ยวของคอมบุชาจากชาดำ ตะไคร้ และ กระจับ หมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 25 วัน

ระยะเวลาการหมัก(วัน)	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเปรี้ยว				
	ชุดการทดลอง				
	1.ชาดำ	2.ชาดำผสม ตะไคร้	3.ตะไคร้	4.ชาดำผสม กระจับ	5.กระจับ
5	4.68 ^a ± 1.63	5.16 ^a ± 1.72	5.12 ^a ± 1.42	5.12 ^a ± 2.05	5.48 ^a ± 1.92
10	5.00 ^a ± 1.44	5.20 ^a ± 1.58	5.32 ^a ± 1.35	4.88 ^a ± 1.79	4.72 ^a ± 1.60
15	6.24 ^a ± 1.86	5.80 ^a ± 1.94	5.88 ^a ± 1.69	4.72 ^{ab} ± 2.17	4.12 ^b ± 2.39
20	5.36 ^a ± 1.89	4.36 ^{ab} ± 1.71	4.64 ^{ab} ± 1.85	3.36 ^{bc} ± 1.52	3.00 ^c ± 1.58
25	4.72 ^a ± 2.25	4.72 ^a ± 1.84	3.96 ^{ab} ± 2.09	2.92 ^{bc} ± 1.53	2.48 ^c ± 1.33

หมายเหตุ

- คะแนนความพึงพอใจในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเปรี้ยวแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 25 ซ้ำ
- abc ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

4.1.6.4 ความหวาน

เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านความหวานของคอมบุชาจากชุดการทดลองต่างๆ พบว่าคอมบุชาจากชาดำ (ชุดการทดลองที่ 1) มีคะแนนความชอบด้านความหวานสูงกว่าคอมบุชาจากชุดการทดลองอื่น โดยเฉพาะในวันที่ 15 ของการหมัก รองลงมาเป็นคอมบุชาจากชาดำผสมตะไคร้ (ชุดการทดลองที่ 2) และ คอมบุชาจากตะไคร้ (ชุดการทดลองที่ 3) สำหรับคอมบุชาจากชาดำผสม กระจับ (ชุดการทดลองที่ 4) และ คอมบุชาจากกระจับ (ชุดการทดลองที่ 5) มีคะแนนความชอบด้านความหวานต่ำ แสดงดังตารางที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความหวานของคอมบุชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจี๊ยบหมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 25 วัน

ระยะเวลาการหมัก(วัน)	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความหวาน				
	ชุดการทดลอง				
	1.ชาดำ	2.ชาดำผสมตะไคร้	3.ตะไคร้	4.ชาดำผสมกระเจี๊ยบ	5.กระเจี๊ยบ
5	6.04 ^a ± 1.62	5.16 ^a ± 1.89	5.36 ^a ± 1.38	5.28 ^a ± 1.97	5.48 ^a ± 1.83
10	6.00 ^a ± 1.23	5.60 ^{ab} ± 1.58	5.68 ^{ab} ± 1.52	4.68 ^b ± 1.55	4.84 ^{ab} ± 1.82
15	6.56 ^a ± 1.78	6.12 ^a ± 1.72	5.52 ^{ab} ± 1.83	4.04 ^b ± 1.95	4.00 ^b ± 2.36
20	5.68 ^a ± 1.57	4.72 ^{ab} ± 1.95	4.32 ^b ± 1.93	2.88 ^c ± 1.42	2.72 ^c ± 1.43
25	5.08 ^a ± 2.00	4.52 ^a ± 1.58	3.88 ^{ab} ± 2.03	2.80 ^{bc} ± 1.61	2.20 ^c ± 1.32

หมายเหตุ

- คะแนนความพึงพอใจในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความหวานแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 25 ซ้ำ
- abc ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.1.6.5 ความกลมกล่อม

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคอมบุชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจี๊ยบ ที่หมักเป็นเวลา 25 วัน เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านความกลมกล่อมของคอมบุชาที่ได้ พบว่าคอมบุชาจากชาดำ (ชุดการทดลองที่ 1) หมักเป็นเวลา 15 วัน ให้คะแนนความชอบด้านความกลมกล่อมสูงสุด 6.32 ± 1.89 รองลงมาเป็นคอมบุชาจากชาดำผสมตะไคร้ (ชุดการทดลองที่ 2) มีคะแนนความชอบด้านความกลมกล่อม 5.92 ± 1.96 เมื่อระยะเวลาการหมักนานขึ้น คะแนนความชอบด้านความกลมกล่อมของคอมบุชาจะลดลงในคอมบุชาทุกชุดการทดลอง แสดงดังตารางที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความกลมกล่อมของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และ กระจับปี่ หมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 25 วัน

ระยะเวลา การหมัก(วัน)	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความกลมกล่อม				
	ชุดการทดลอง				
	1.ชาดำ	2.ชาดำผสม ตะไคร้	3.ตะไคร้	4.ชาดำผสม กระจับปี่	5.กระจับปี่
5	$5.64^a \pm 1.35$	$5.04^a \pm 1.95$	$5.28^a \pm 1.57$	$5.16^a \pm 2.12$	$5.40^a \pm 1.78$
10	$5.96^a \pm 1.10$	$5.56^a \pm 1.56$	$5.88^a \pm 1.09$	$5.08^a \pm 1.82$	$4.88^a \pm 1.86$
15	$6.32^a \pm 1.89$	$5.92^{ab} \pm 1.96$	$5.64^{ab} \pm 1.98$	$4.32^{bc} \pm 2.14$	$4.00^c \pm 2.35$
20	$5.80^a \pm 1.80$	$4.80^a \pm 2.00$	$4.48^a \pm 1.83$	$2.80^b \pm 1.35$	$2.72^b \pm 1.46$
25	$5.12^a \pm 2.07$	$4.44^{ab} \pm 2.14$	$3.84^{ab} \pm 2.06$	$2.96^{bc} \pm 1.90$	$2.12^c \pm 1.39$

หมายเหตุ

- คะแนนความพึงพอใจในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความกลมกล่อมแสดงในรูปค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 25 ซ้ำ
- abc ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.1.6.6 ความชอบโดยรวม

พบว่า คอมบูชาจากชาดำซึ่งหมักเป็นเวลา 15 วัน จะมีคะแนนด้านความชอบโดยรวมสูงสุด 6.88 ± 1.39 รองลงมาเป็นคอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ หมักเป็นเวลา 15 วัน มีคะแนนความชอบโดยรวม 6.20 ± 1.80 เมื่อระยะเวลาการหมักนานขึ้น คะแนนด้านความชอบโดยรวมของคอมบูชาจะลดลงในคอมบูชาทุกชุดการทดลอง แสดงดังตารางที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจี๊ยบ หมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 25 วัน

ระยะเวลาการหมัก(วัน)	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม				
	ชุดการทดลอง				
	1.ชาดำ	2.ชาดำผสมตะไคร้	3.ตะไคร้	4.ชาดำผสมกระเจี๊ยบ	5.กระเจี๊ยบ
5	5.84 ^a ± 1.38	5.28 ^a ± 1.79	5.44 ^a ± 1.64	5.20 ^a ± 2.14	5.56 ^a ± 2.00
10	6.12 ^a ± 0.97	5.36 ^a ± 1.73	5.76 ^a ± 1.51	5.20 ^a ± 1.83	5.08 ^a ± 1.73
15	6.88 ^a ± 1.39	6.20 ^a ± 1.80	5.80 ^{ab} ± 1.89	4.48 ^{bc} ± 1.96	4.32 ^c ± 2.23
20	5.80 ^a ± 1.68	4.96 ^{ab} ± 1.70	4.48 ^b ± 1.81	3.16 ^c ± 1.31	2.88 ^c ± 1.36
25	4.96 ^a ± 2.09	4.84 ^a ± 1.95	4.00 ^{ab} ± 2.02	3.16 ^{bc} ± 1.84	2.44 ^c ± 1.36

หมายเหตุ

- คะแนนความพึงพอใจในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 25 ซ้ำ
- abc ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของคอมบูชาจากการหมักชาดำ ตะไคร้ และกระเจี๊ยบ ค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดรวมทั้งการทดสอบทางประสาทสัมผัสในคอมบูชาแต่ละชุดการทดลอง พบว่าคอมบูชาจากชาดำ หมัก 10 วันมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระสูงกว่าคอมบูชาจากตะไคร้และกระเจี๊ยบ ในการศึกษาครั้งนี้มีการนำสมุนไพรไทย เช่น ตะไคร้ และกระเจี๊ยบ มาใช้เป็นวัตถุดิบร่วมกับชาดำในการหมักคอมบูชา เพื่อต้องการคอมบูชาที่มีกลิ่นรสที่แตกต่างจากคอมบูชาดั้งเดิมซึ่งใช้ชาดำหมักอย่างเดียว จากการศึกษพบว่าคอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบหมักเป็นระยะเวลา 10 วัน มีค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงรองจากคอมบูชาจากชาดำและจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคอมบูชา พบว่า คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ หมักเป็นระยะเวลา 15 วันมีคะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคสูงรองจากคอมบูชาจากชาดำ

ดังนั้นจึงได้คัดเลือกคอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ หมัก 10 วัน และคอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ หมัก 15 วัน มาใช้ในการศึกษาต่อไป โดยนำมาผลิตผลิตภัณฑ์คอมบูชาและศึกษาคุณสมบัติ

4.2 ศึกษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์คอมบูชาที่คัดเลือกได้

หมักคอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้เป็นเวลา 15 วัน และคอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบเป็นเวลา 10 วัน แต่เนื่องจากในการหมักครั้งนี้ คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบหมัก 10 วัน มีความเปรี้ยวมากเกินไปจึงได้ผสมชาดำหวานลงในคอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบที่หมัก 10 วัน ในอัตราส่วน 1:1

กรองคอมบูชาที่ได้ด้วยผ้าขาวบางที่ผ่านการฆ่าเชื้อ และกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 เพื่อกรองตะกอนออกอีกครั้ง จากนั้นเติมโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 โดยปริมาตร (500 พีพีเอ็ม) บรรจุขวด เก็บที่อุณหภูมิห้องนำคอมบูชาที่ได้วิเคราะห์คุณภาพต่างๆ เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์คอมบูชาทางการค้า

4.2.1 คุณภาพทางกายภาพ

4.2.1.1 วัตถุประสงค์ของผลิตภัณฑ์คอมบูชา

วิเคราะห์ค่าสีในรูปแบบ L^* , a^* และ b^* พบว่า คอมบูชาทางการค้ามีค่า L^* ซึ่งแสดงความสว่างสูงกว่าคอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้และคอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ค่า a^* ซึ่งแสดง สีแดง พบว่าคอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบมีค่า a^* สูงกว่าคอมบูชาทางการค้าและคอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ เนื่องจากกระเจี๊ยบมีสีแดงอยู่แล้ว ทำให้คอมบูชาที่ได้มีสีแดงมากขึ้นด้วย สำหรับค่า b^* แสดง สีเหลืองจะเห็นได้ว่าคอมบูชาทางการค้ามีค่า b^* สูงกว่าคอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้และคอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ค่า L^* a^* และ b^* ของผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ คอมบูชาจากชาดำผสม ตะไคร้และคอมบูชาทางการค้า

ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	ค่าสี		
	L^*	a^*	b^*
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	$10.71^c \pm 0.02$	$9.23^a \pm 0.05$	$2.50^c \pm 0.06$
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	$12.15^b \pm 0.03$	$2.56^c \pm 0.04$	$9.44^b \pm 0.15$
คอมบูชาทางการค้า	$22.34^a \pm 0.18$	$8.89^b \pm 0.23$	$19.20^a \pm 1.16$

หมายเหตุ

- ค่าสีแสดงในรูปแบบค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ
- abc ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

4.2.2 คุณภาพทางเคมี

4.2.2.1 พีเอช

จากการศึกษาพบว่า คอมบูชาทางการค้า มีความเป็นกรด-ด่างสูงสุด คือ 3.37 ± 0.01 รองลงมาเป็น คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ และ คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ มีค่า 3.31 ± 0.00 และ 3.03 ± 0.01 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.13

4.2.2.2 ปริมาณกรดทั้งหมด(ในรูปกรดอะซิติก)

จากการศึกษาพบว่า คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ มีปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดอะซิติก) สูงสุด คือ ร้อยละ 0.72 ± 0.01 รองลงมาเป็น คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ และ คอมบูชาทางการค้า มีค่าร้อยละ 0.57 ± 0.01 และ 0.36 ± 0.00 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.13

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.3 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

จากการศึกษาพบว่า คอมนูชาจากชาดำผสมตะไคร้ มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงสุด คือ 13.00 ± 0.00 องศาบริกซ์ รองลงมาเป็น คอมนูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ และ คอมนูชาทางการค้า มีค่า 11.83 ± 0.06 และ 9.83 ± 0.06 องศาบริกซ์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.13

4.2.2.4 ปริมาณเอทานอล

จากการศึกษาพบว่า คอมนูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ มีปริมาณเอทานอลสูงสุด คือ ร้อยละ 1.17 ± 0.08 รองลงมาเป็น คอมนูชาจากชาดำผสมตะไคร้และคอมนูชาทางการค้า มีปริมาณเอทานอลร้อยละ 0.52 ± 0.07 และ 0.14 ± 0.01 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.13

4.2.2.5 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

จากการศึกษาพบว่า คอมนูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ มีค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สูงสุด คือ 944.25 ± 1.39 พีพีเอ็ม รองลงมาเป็น คอมนูชาทางการค้า และคอมนูชาจากชาดำผสมตะไคร้ มีค่า 893.40 ± 1.60 พีพีเอ็ม และ 735.31 ± 1.60 พีพีเอ็ม ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.13

4.2.2.6 กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ

จากการศึกษาพบว่า คอมนูชาจากชาดำผสมตะไคร้ มีค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ สูงสุด ร้อยละ 96.43 ± 0.12 รองลงมาเป็น คอมนูชาทางการค้า และคอมนูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ มีค่าร้อยละ 90.70 ± 0.22 และ 86.55 ± 0.26 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณเอทานอล ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และ กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ ของผลิตภัณฑ์คอมนูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ คอมนูชาจากชาดำผสมตะไคร้ และ คอมนูชาทางการค้า

คุณสมบัติของคอมนูชา	คอมนูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	คอมนูชาจากชาดำผสมตะไคร้	คอมนูชาทางการค้า
พีเอช	$3.03^c \pm 0.01$	$3.31^b \pm 0.00$	$3.37^a \pm 0.01$
ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดอะซิติก)	$0.57^b \pm 0.01$	$0.72^a \pm 0.01$	$0.36^c \pm 0.00$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณเอทานอล ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และ กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ และคอมบูชาทางการค้า

คุณสมบัติของคอมบูชา	คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	คอมบูชาทางการค้า
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้	11.83 ^b ± 0.06	13.00 ^a ± 0.00	9.83 ^c ± 0.06
ปริมาณเอทานอล (ร้อยละ)	1.17 ^a ± 0.08	0.52 ^b ± 0.07	0.14 ^c ± 0.01
ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด(พีพีเอ็ม)	944.25 ^a ± 1.39	735.31 ^c ± 1.60	893.40 ^b ± 1.60
กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ (ร้อยละ)	86.55 ^c ± 0.26	96.43 ^a ± 0.12	90.70 ^b ± 0.22

หมายเหตุ

- ค่าต่างๆ แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

- abc ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.2.3. การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบและคอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ และ คอมบูชาทางการค้า

4.2.3.1 ความใส

พบว่า คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ และคอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ มีคะแนนด้านความใสสูง คือ 6.88 ± 1.33 และ 7.28 ± 1.21 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$) ส่วนคอมบูชาทางการค้า มีค่าคะแนนความชอบด้านความใสต่ำสุดเท่ากับ 5.60 ± 1.26 แสดงดังตารางที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2 สี

พบว่า คอมมูนาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ มีคะแนนความชอบด้านสีสูงสุด คือ 7.44 ± 1.39 รองลงมาคือ คอมมูนาจากชาดำผสมตะไคร้และคอมมูนาทางการค้า มีค่าเท่ากับ 6.72 ± 1.34 และ 6.16 ± 1.52 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.14

4.2.3.3 ความเปรี้ยว

พบว่า คอมมูนาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ มีคะแนนความชอบด้านความเปรี้ยวสูงสุด คือ 6.56 ± 1.36 รองลงมาคือ คอมมูนาจากชาดำผสมตะไคร้และคอมมูนาทางการค้า มีค่าเท่ากับ 5.84 ± 1.55 และ 5.48 ± 1.72 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.14

4.2.3.4 ความหวาน

พบว่า คอมมูนาจากชาดำผสมตะไคร้ มีคะแนนความชอบด้านความหวานสูงสุด คือ 6.76 ± 1.28 รองลงมาคือ คอมมูนาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบและคอมมูนาทางการค้า มีค่าเท่ากับ 5.72 ± 1.27 และ 5.68 ± 1.87 ซึ่งคะแนนความชอบด้านความหวานของคอมมูนาจากชาดำผสมตะไคร้แตกต่างทางสถิติกับคอมมูนาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบและคอมมูนาทางการค้า ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.14

4.2.3.5 ความกลมกล่อม

พบว่า คอมมูนาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ มีคะแนนด้านความกลมกล่อม คือ 6.84 ± 1.14 รองลงมาคือ คอมมูนาจากชาดำผสมตะไคร้และคอมมูนาทางการค้า มีค่าเท่ากับ 6.12 ± 1.24 และ 6.00 ± 1.68 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.14

4.2.3.6 ความชอบโดยรวม

พบว่า คอมมูนาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ มีคะแนนด้านความชอบโดยรวม คือ 7.28 ± 1.02 และคอมมูนาจากชาดำผสมตะไคร้และคอมมูนาทางการค้า มีค่าเท่ากับ 6.44 ± 1.16 และ 5.80 ± 1.66 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ค่าทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ และ คอมบูชาทางการค้า

ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	คอมบูชาจากชาดำ ผสมกระเจี๊ยบ	คอมบูชาจากชาดำ ผสมตะไคร้	คอมบูชาทางการค้า
ความใส	6.88 ^a ± 1.33	7.28 ^a ± 1.21	5.60 ^b ± 1.26
สี	7.44 ^a ± 1.39	6.72 ^{ab} ± 1.34	6.16 ^b ± 1.52
ความเปรี้ยว	6.56 ^a ± 1.36	5.84 ^{ab} ± 1.55	5.48 ^b ± 1.76
ความหวาน	5.72 ^b ± 1.27	6.76 ^a ± 1.28	5.68 ^b ± 1.87
ความกลมกล่อม	6.84 ^a ± 1.14	6.12 ^a ± 1.24	6.00 ^a ± 1.68
ความชอบโดยรวม	7.28 ^a ± 1.02	6.44 ^{ab} ± 1.16	5.80 ^b ± 1.66

หมายเหตุ

- คะแนนความพึงพอใจในการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 25 ซ้ำ
- ^{ab} ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.2.4 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

4.2.4.1 การหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

พบว่า ผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ ที่หมัก 10 วัน ตรวจไม่พบยีสต์และรา สำหรับผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ หมัก 15 วัน ตรวจพบ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 3.6×10^2 CFU/ml แต่ไม่พบยีสต์และรา

4.2.5 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์และปริมาณคาเฟอีนที่หลงเหลือในผลิตภัณฑ์

จากการส่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ หมัก 10 วัน และคอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้หมัก 15 วัน วิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์และปริมาณคาเฟอีนที่หลงเหลือในผลิตภัณฑ์ที่สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่า ผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 72.94 ± 0.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม(ทีพีเอ็ม) ซึ่งสูงเกิน

มาตรฐานของน้ำส้มสายชูหมัก ซึ่งประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 204) พ.ศ.2543 ได้กำหนดมาตรฐานของน้ำส้มสายชูหมักให้มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์ไม่เกิน 70 พีพีเอ็ม สำหรับคอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่เกินมาตรฐานน้ำส้มสายชูหมักโดยมีค่า 16.25 ± 0.36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม(พีพีเอ็ม) แสดงดังตารางที่ 4.15

สำหรับปริมาณคาเฟอีน พบว่า คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ มีปริมาณคาเฟอีน 16.56 ± 0.25 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ซึ่งสูงกว่าคอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ ซึ่งมีปริมาณคาเฟอีน 12.31 ± 0.20 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร แสดงดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์และคาเฟอีนที่หลงเหลือในผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ และคอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้

ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	คาเฟอีน (มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	16.25 ± 0.36	12.31 ± 0.20
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	72.94 ± 0.66	16.56 ± 0.25

หมายเหตุ

- ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์และคาเฟอีนที่หลงเหลือของผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ และผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ แสดงในรูปค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการหมักคอมบูชาโดยใช้ชาดำหมักร่วมกับสมุนไพรร ได้แก่ ตะไคร้ กระเจี๊ยบ ซึ่งแบ่งเป็น 5 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 คอมบูชาจากชาดำ ชุดการทดลองที่ 2 คอมบูชาจากชาดำผสม ตะไคร้อัตราส่วน 1:1 ชุดการทดลองที่ 3 คอมบูชาจากตะไคร้ ชุดการทดลองที่ 4 คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ และชุดการทดลองที่ 5 คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ หมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 25 วัน เก็บตัวอย่างวันที่ 0 5 10 15 20 และ 25 วัน ศึกษาลักษณะทางเคมีและทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale พบว่า คอมบูชาทุกชุดการทดลองมีค่าพีเอชลดลงตลอดระยะเวลาการหมัก โดยเฉพาะคอมบูชาจากกระเจี๊ยบ ในวันสุดท้ายของการหมัก (25 วัน) มีพีเอชต่ำสุด 2.23 ± 0.01 ขณะที่ค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ คอมบูชาจากตะไคร้ และคอมบูชาชาดำผสมตะไคร้ และคอมบูชาจากชาดำ มีค่าพีเอช 2.43 ± 0.02 2.78 ± 0.04 3.14 ± 0.02 และ 3.11 ± 0.04 ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการหมัก การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ระหว่างกระบวนการหมัก พบว่า คอมบูชาทุกชุดการทดลองมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการหมัก การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด(ในรูปกรดอะซิติก)มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมักทุกชุดการทดลอง การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่า จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 10-15 วัน หลังจากนั้นค่อนข้างคงที่ โดยเฉพาะชาดำผสมกระเจี๊ยบ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ ค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่า ทุกชุดการทดลองมีค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระในช่วง 10-15 วัน โดยเฉพาะคอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบมีค่าร้อยละ 98.52 ± 0.40 ในวันที่ 10 ของการหมัก และสูงกว่าชุดการทดลองอื่น เมื่อทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ที่หมัก 15 วัน มีคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ดังนั้น จึงจัดทำผลิตภัณฑ์คอมบูชาชาดำผสมกระเจี๊ยบหมัก 10 วัน และคอมบูชาชาดำผสมตะไคร้หมัก 15 วัน เพื่อเปรียบเทียบกับคอมบูชาทางการค้า(ชุดควบคุม) ศึกษาทางลักษณะเคมีและกายภาพ และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale รวมทั้งการทดสอบทางด้านจุลินทรีย์ พบว่า ผลิตภัณฑ์คอมบูชาชาดำผสมตะไคร้หมัก 15 วัน มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมีค่าเท่ากับร้อยละ 96.43 ± 0.12 และ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด(ppm) มีค่าเท่ากับ 735.31 ± 1.60 ผลิตภัณฑ์คอมบูชาชาดำผสมกระเจี๊ยบ 10 วัน มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับร้อยละ 86.55 ± 0.26 และ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด(ppm) มีค่าเท่ากับ 944.25 ± 1.39 ซึ่งฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่ลดลง มีผลอันเนื่องมาจากการปรับปรุงรสชาติของคอมบูชาเพราะมีรสชาติที่เปรี้ยวจนเกินไป ส่วนผลิตภัณฑ์คอมบูชาทางการค้ามีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับร้อยละ 90.70 ± 0.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด(ppm) มีค่าเท่ากับ 893.40 ± 1.60 พบว่า คอมบูชาชาดำผสมกระเจี๊ยบหมัก 10 วัน มีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงกว่าคอมบูชาชาดำผสมตะไคร้ และคอมบูชาทางการค้า ตามลำดับ สำหรับการทดสอบทางด้านจุลินทรีย์ พบว่า ผลผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ หมัก 10 วัน ตรวจไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมดรวมทั้งยีสต์ สำหรับผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ หมัก 15 วัน ตรวจพบ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 3.6×10^2 CFU/ml แต่ไม่พบยีสต์

5.2 ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาอายุในการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบและผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ รวมถึงวิธีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์คอมบูชา การเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์คอมบูชาที่ผลิตขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เจนจิรา จิรัมย์ และประสงค์ สีหานาม. 2554. “อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ: แหล่งที่มาและกลไกการเกิดปฏิกิริยา.” วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์ ปีที่1 ฉบับที่ 1; หน้า 59-70.

พานี ศิริอาด สุรพล นธการกิจกุล สกุนณี บวรสมบัติ ฉัตรชัย กิตติพรชัย และยิ่งมณี ตระกูลพั้ว. 2556. “เครื่องดื่มชาหมักชีวภาพหรือคอมบูชา”. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. [online]. Available : http://www.madikombucha.com/academic_information_detail.php?lg=th.

นันทน์ภัส เต็มวงศ์. 2551. “ปริมาณรวมของสารต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิกส์ และวิตามินซีในผักและสมุนไพร”. วารสารก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์. 8(1), 41-48.

สนธิรัตน์ เจริญรักษ์. 2556. “การผลิตเครื่องดื่มชาหมักคอมบูชาโดยเชื้อบริสุทธิ์”. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาประยุกต์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Alia, M., Horcajo, C., Bravo, L., and Goya, L. 2003. “Effect of grape antioxidant dietary fiber on the total antioxidant capacity and the activity of liver antioxidant enzymes in rats”. *Nutrition Research*. 23; 1251-1267.

Allen, C.M. 1998. “Past research on kombucha tea. The kombucha FAQ part 6. Research and test results”. Available from <http://persweb.direct.ca/chaugen/kombuchafaqpart06.html>.

Aloulou, A., Hamden, K., Elloumi, D., Ali, M. B., Hargafi, K., Jaouadi, B., Ayadi, F., Elfeki, A., and Ammar, E. 2012. “Hypoglycemic and antilipidemic properties of kombucha in alloxan-induced diabetic rats.” *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 12; 12–63.

Ames, B.N., Shigenaga, M.K. and Hagen, T.M. 1993. “Oxidants, antioxidants, and the degenerative disease of aging.” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 90; 7915-7922.

Anken Ralf, H., Kappel, T. 1992. “Histochemical and anatomical observations upon the

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส tea fungus”. *Eur Arch Biol*. 103(4); 219-222. กรุณาให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Ashurst, P. 1998. "The chemistry and technology of soft drinks and fruit juices." Sheffield Academic Press.
- Bauer-Petrovska, B., Petrushevska-Tozi, L., 2000. "Mineral and water soluble vitamins content in the kombucha drink". *Int. J. Food Sci. Tech.* 35; 201–205.
- Battikh, H., Chaieb, K., Bakhrouf, A., Ammar, E. 2011. "Antibacterial and antifungal activities of black and green kombucha teas". *Journal of Food Biochemistry.* 37(2); 231–236.
- Battikh, H., Chaieb, K., Bakhrouf, A., Ammar, E. 2012. "Antimicrobial effect of Kombucha analogues". *Food Science and Technology.* 47; 71-77.
- Blanc, P.J. 1996. "Characterization of the tea fungus metabolites." *Biotechnology Letter.* 18(2); 139–142.
- Chattopadhyay, K. and Chattopadhyay, B. D. 2008. "Effect of nicotine on lipid profile, peroxidation & antioxidant enzymes in female rats with restricted dietary protein". *Journal of research and education in indian medicine.* 127; 571-576.
- Chakravorty, S., Bhattacharya, S., Chatzinotas, A., Chakraborty, W., Bhattacharya, D., And Gachhui, R. 2016. "Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics." *International Journal of Food Microbiology.* 220; 63–72.
- Chen, C. and Liu, B.Y. 2000. "Changes in major components of tea fungus metabolites during prolonged fermentation." *J. Appl. Microbiol.* 89; 834–839.
- Chu, S. and Chen, C. 2006. "Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of Kombucha". *Food Chem.* 98; 502–507.
- Duarte-Almeida, J. M., Salatino, A., Genovese, M. I., and Lajolo, F. M. 2011. "Phenolic composition and antioxidant activity of culms and sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) products." *Food Chemistry.* 125; 660–664.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Dufresne, C. and Farnworth, E. 2000. "Tea, Kombucha and health". *A review. Food Res. Int.* 33; 409–421.
- Florenco, N. 1931. "Chambuoucho, ferments solubles." *Bulletin Faculty Stiinte Cernaute.* 5; 1–14.
- Greenwalt, C. J., Steinkraus, K. H., and Ledford, R.A. 2000. "Kombucha, the fermented tea: Microbiology, composition and claimed health effects." *Journal of Food Protection.* 63(7); 976–981.
- Greenwalt, C.J., Steinkraus, K.H., and Ledford, R.A. 1998. "Determination and characterization of the antimicrobial activity of the fermented tea kombucha". *Lebensm Wiss Technol.* 13; 291-296.
- Guerra, M. J., and Mujica, M. V. 2010. "Physical and chemical properties of granulated cane sugar "panelas". *Ciência e Tecnologia de Alimentos.* 30; 1–9.
- Halliwell, B. 2009. "The wanderings of a free radical". *Free Radical Biology and Medicine.* 46; 531-542.
- Hutkins, R.W. 2008. "Microbiology and Technology of Fermented Foods." Wiley-Blackwell
- Ho, C. T., Chen, Q., Shi, H., Zhang, K. Q., and Rosen, R. T. 1992. "Antioxidative effect of polyphenol extract prepared from various Chinese teas". *Preventive Medicine.* 21; 520–525.
- Jayabalan, R., Malbasa, R. V., Loncar, E. S., Vitas, J. S., and Sathishkumar, M. 2014. "A review on kombucha tea microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus". *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.* 13; 538-550.
- Jaffé, W. R. 2012. "Non centrifugal sugar: world production and Trade. Panela Monitor." Available at:<<http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/non-centrifugal-sugar-world-productionand-trade.pdf>>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Jaffé, W. R. 2015. "Nutritional and functional components of non centrifugal cane sugar: A compilation of the data from the analytical literature." *Journal of Food Composition and Analysis*. 43; 194–202.

Kallel, L., Desseaux, V., Hamdi, M., Stocker, P., Ajandouz, E.H. 2012. "Insights into the fermentation biochemistry of Kombucha teas and potential impacts of Kombucha drinking on starch digestion." *Food Res Int*. 49; 226–232.

Kirca, A., Özkan, M. and Cemeroglu, B. 2006. Stability of black carrot anthocyanins in various fruit juices and nectars. *Food Chemistry*. 97(4), 598-605.

Kole, A. S., Jones, H., Christensen, R., and Gladstein, J. A. 2009. "Case of Kombucha tea toxicity." *Journal of Intensive Care Medicine*. 24; 205–207.

Lai, A.K., 2007. "Colour in relation to total antioxidant capacity of beers assessed using the FRAP assay". *Alcohol and Alcoholism*. 1; i55-i57.

Malbaša, R.V., Lončar, E.S., and Djurić, M. 2008. Comparison of the products of Kombucha fermentation on sucrose and molasses. *Food Chemistry*. 106; 1039–1045.

Mayser, P., Fromme, S., Leitzmann, C., Gründer K. 1995. "The yeast spectrum of the tea fungus Kombucha". *Mycoses*. 38; 289–295.

Merchie, G., Lavens, P., and Sorgeloos, P. 1997. "Optimization of dietary vitamin C in fish and crustacean larvae": a review. *Aquaculture*. 155(1-4): 165-181.

Nakabeppu, Y., Sakumi, K., Sakamoto, K., Tsuchimoto, D., Tsuzuki, T., Nakatsu, Y., 2006. "Mutagenesis and carcinogenesis caused by the oxidation of nucleic acids." *Journal of Biological Chemistry*. 387; 373-382.

Pasha, C. and Reddy G., 2005. "Nutritional and medicinal improvement of black tea by yeast fermentation". *Food Chem*. 89; 449–453.

Que, F., Mao, L.C. and Zheng, X.J. 2007. "In vitro and vivo antioxidant activities of daylily flowers and the involvement of phenolic compounds". *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 16; 196-203.

Roussin, M.R. 1996. "Analyses of kombucha ferments: report on growers. Salt Lake City" *Utah: Information Resources, LC.*

Sies, H., Stahl, W. and Sundquist, A. 1992. "Antioxidant functions of vitamins, vitamin E and C, beta-carotene and other carotenoids". *Annals of the New York Academy of sciences.* 368; 7-19.

Sreeramulu, G., Zhu, Y., and Knol, W. 2000. "Kombucha fermentation and its antimicrobial activity". Department of Applied Microbiology and Gene Technology, TNO. Nutrition and Food Research Institute. 48; 2589-2594.

Velicanski, A., Cvetkovic, D., Markov, S. 2013. "Characteristics of Kombucha fermentation on medicinal herbs from Lamiaceae family." *Rom Biotechnol Lett.* 18; 8034–8042.

Vichitphan, S., Vichitphan, K. and Sirikhansaeng, P. 2007. "Flavonoid content and antioxidant activity of Krachai-dun (*Kaempferia parviflora*) wine". *KMITL Science and Technology.* 7; 97–105.

Vijayaraghavan, R., Singh, M., Rao, P., Bhattacharya, R., Kumar, P., Sugendran, K., and Singh, R. 2000. "Subacute (90 days) oral toxicity studies of kombucha tea." *Biomedical and Environmental Science,* 13(4); 293-299.

Vina, I., Semjonovs, P., Linde, R., and Patetko, A. 2013. "Glucuronic acid containing fermented functional beverages produced by natural yeasts and bacteria associations." *International Journal of Research and Reviews in Applied Science.* 14(1); 17-25

Velicanski, A., Cvetkovic, D., and Markov, S. 2013. "Characteristics of Kombucha fermentation on medicinal herbs from Lamiaceae family." *Rom Biotechnol Lett.* 18; 8034–8042.

Yavari, N., Assadi, M. M., Moghadam, M. B., and Larijani, K. 2011. "Optimizing glucuronic acid production using tea fungus on grape juice by response surface methodology". *Australian Journal of Basic and Applied Sciences.* 5(11); 1788-1794.

เอกสาร Yang, J.H. 2000. "Antioxidant and related compounds. Baosci Biotechnol". *Journal of Biochemistry & Cell Biology.* 61; 1646-1649.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหาและข้อมูลของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [Online]. Available : <http://www.yaamata.blogspot.com/2011/10/kombucha.html>
(2 พฤษภาคม 2560)
- [Online]. Available : <http://www.oknation.nationtv.tv/blog/kontan/2008/03/17/entry-1.html> (20 ธันวาคม 2560)
- [Online]. Available : <http://www.madikombucha.com> (20 ธันวาคม 2560)
- [Online]. Available : www.rmutphysics.com/charud/PDF-learning/4/bio/1.pdf
(20 ธันวาคม 2560)
- [Online]. Available : <http://yaamata.blogspot.com> (20 ธันวาคม 2560)
- [Online]. Available : www.lib.kps.ku.ac.th/SpecialProject/Agricultural.../chapter2.pdf
(2 มกราคม 2561)
- [Online]. Available : <https://www.bloggang.com/viewdiary.php> (22 มกราคม 2561)
- [Online]. Available : <https://www.medthai.com> (21 มกราคม 2561)
- [Online]. Available : <https://www.medthai.com> (18 มีนาคม 2561)
- [Online]. Available : <https://www.thehighlandtea.com> (18 มีนาคม 2561)
- [online]. Available : <https://www.elib.fda.moph.go.th> (18 มีนาคม 2561)
- [Online]. Available : <https://www.manager.co.th>. (18 มีนาคม 2561)
- [Online]. Available : <https://www.student.chula.ac.th/~53373316/html> (18 เมษายน 2561)
- [Online]. Available : <https://myherbsgarden.wordpress.com> (18 เมษายน 2561)
- [Online]. Available : <http://puechkaset.com> (19 เมษายน 2561)
- [Online]. Available : <https://medthai.com> (19 เมษายน 2561)
- [Online]. Available : <https://www.honestdocs.co/antioxidants-longevity.com>
(18 พฤษภาคม 2561)
- [Online]. Available : (<http://www.krunid.com>. (18 พฤษภาคม 2561)
- [Online]. Available : <https://guru.sanook.com> (18 พฤษภาคม 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การเตรียมสารเคมี

1. สารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก

เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำการชั่งสารกรดแกลลิก 0.02 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น ปริมาตร 20 มิลลิลิตร จากนั้นทำการเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 0.1, 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

2. โซเดียมไฮดรอกไซด์

เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร NaOH มีมวลโมเลกุล 40 กรัมต่อโมล

$$\text{จำนวนโดยใช้สูตร } \frac{g}{MW} = \frac{CV}{1,000}$$

เมื่อ g คือ น้ำหนักของโซเดียมไฮดรอกไซด์
 MW คือ มวลโมเลกุลของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (40 กรัมต่อโมล)
 C คือ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (0.1 โมลาร์)
 V คือ ปริมาตร หน่วยเป็น มิลลิลิตร

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น ปริมาณ NaOH ที่ต้องชั่ง (กรัม)} &= \frac{0.1 \times 1,000 \times 40}{1,000} \\ &= 4 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

ดังนั้นสามารถเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ได้โดยการชั่ง NaOH มา 4 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 1,000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

3. สารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

เตรียมสารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 30 มิลลิลิตร สารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) มีมวลโมเลกุล 394.32 กรัมต่อโมล

$$\text{จำนวนโดยใช้สูตร } \frac{g}{MW} = \frac{CV}{1,000}$$

เมื่อ g คือ น้ำหนักของสารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ที่ต้องการ
 MW คือ มวลโมเลกุลของ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (394.32 กรัมต่อโมล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิแต่ให้เผยแพร่เนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- C คือ ความเข้มข้นของสารละลาย DPPH (0.2 มิลลิโมลาร์)
 V คือ ปริมาตร หน่วยเป็น มิลลิลิตร

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น ปริมาณ DPPH ที่ต้องชั่ง (มิลลิกรัม)} &= \frac{0.2 \times 30 \times 394.32}{1,000} \\ &= 2.37 \text{ มิลลิกรัม} \quad \sim 3 \text{ มิลลิกรัม} \end{aligned}$$

ดังนั้นสามารถเตรียมสารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ได้โดยการชั่งสารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) มา 2.37 มิลลิกรัม ละลายในสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 30 มิลลิลิตร คนจนสารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ละลายหมด

4. ฟีนอล์ฟทาลีน

ทำการชั่ง ฟีนอล์ฟทาลีน 1 กรัม ละลายในสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 60 มิลลิลิตร คนจนฟีนอล์ฟทาลีนละลายจนหมด จากนั้นจึงปรับปริมาตรน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วย volumetric flask

5. โซเดียมคาร์บอเนต

เตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้นร้อยละ 20 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ได้โดยทำการชั่ง มา Na_2CO_3 20 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น จากนั้นจึงปรับปริมาตรน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วย volumetric flask

6. สารละลายโพรพานอล

เตรียมสารละลายสารละลายโพรพานอล ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ได้โดยทำการปิเปตสารละลายโพรพานอล มา 10 มิลลิลิตร จากนั้นจึงปรับปริมาตรน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วย volumetric flask

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรสำเร็จ Plate Count Agar (PCA)

นำอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรสำเร็จ ไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ด้วยหม้อนึ่งอัดไอน้ำ

2. อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรสำเร็จ Dichloran Rose Bengal chloramphenicol agar (DRBC agar)

นำอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรสำเร็จ ใส่วุ้น (Agar) ร้อยละ 1.7 ละลายให้เข้ากัน และนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ด้วยหม้อนึ่งอัดไอน้ำ



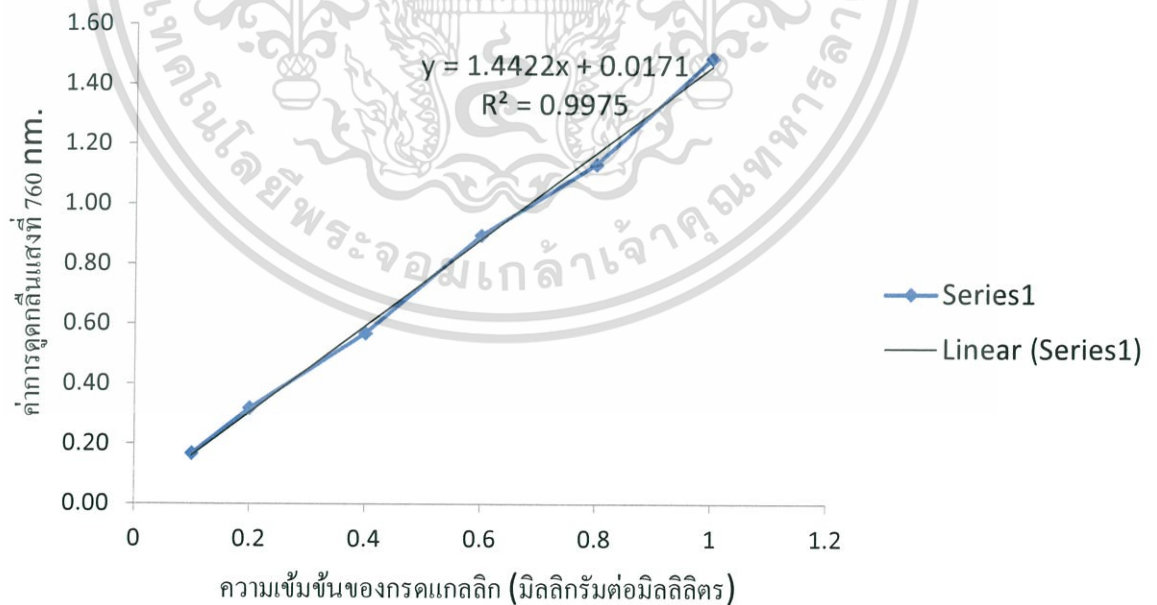
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

กราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิก

ตารางที่ ค-1 ความเข้มข้นของกรดแกลลิกและค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร

ความเข้มข้นของกรดแกลลิก (mg/ml)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 760 นาโนเมตร
0.10	0.17
0.20	0.32
0.40	0.57
0.60	0.90
0.80	1.13
1.00	1.49



รูปที่ ค-1 กราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิก

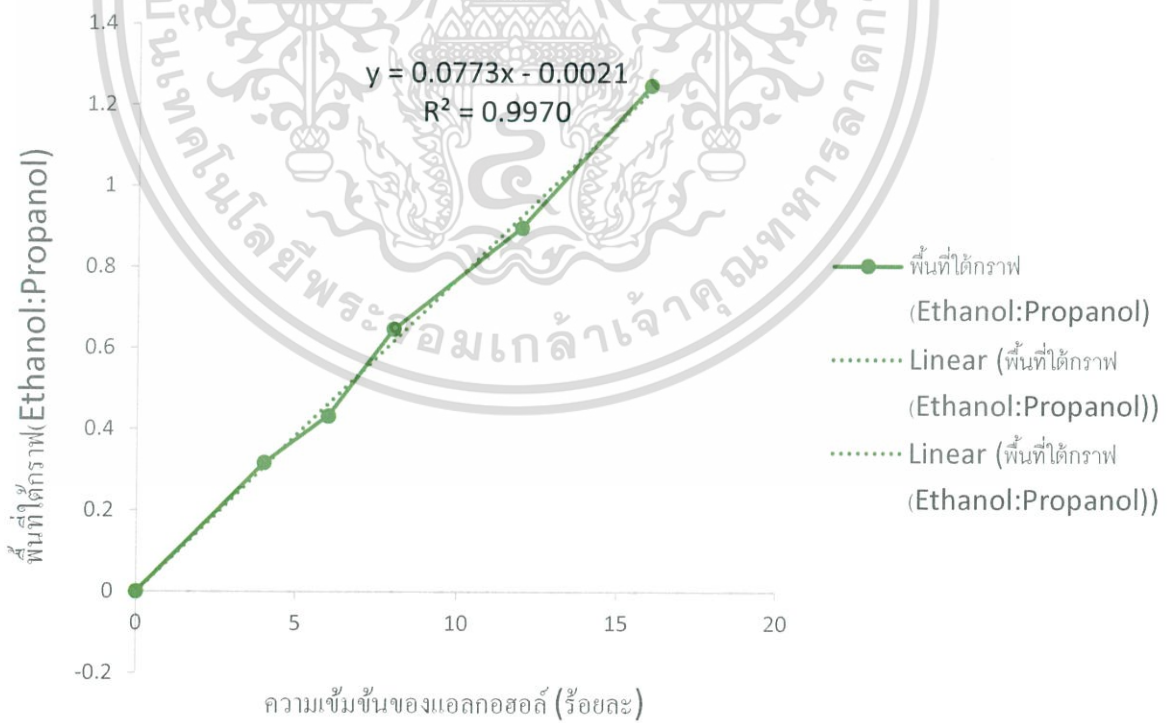
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

กราฟมาตรฐานของสารละลายเอทานอล

ตารางที่ ง-1 ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์และพื้นที่ใต้กราฟของเอทานอลต่อโพรพานอล

ความเข้มข้นของ แอลกอฮอล์ (ร้อยละ)	พื้นที่ใต้กราฟของเอทานอลต่อโพรพานอล
0	0
4	0.3177
6	0.4329
8	0.6473
12	0.8977
16	1.2494



รูปที่ ง-1 กราฟมาตรฐานของแอลกอฮอล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูกันนี้ ไม่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ภาคผนวก จ-1 แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์คอมบูชาจาก
ตะไคร้ กระจับ และชาดำ หมักนาน 25 วัน

ชื่อ-นามสกุล วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่นำเสนอ แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละ
คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดให้

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

*** กรุณาบ้วนปากก่อนเริ่มตัวอย่างทุกครั้ง

ชุดที่ 1

ตัวอย่างชาหมัก	ความใส	สี	ความเปรี้ยว	ความหวาน	ความกลม กล่อม	ความชอบ โดยรวม
111						
112						
113						
114						
115						

ชุดที่ 2

ตัวอย่างชาหมัก	ความใส	สี	ความเปรี้ยว	ความหวาน	ความกลม กล่อม	ความชอบ โดยรวม
121						
122						
123						
124						
125						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดที่ 3

ตัวอย่างชาหมัก	ความใส	สี	ความเปรี้ยว	ความหวาน	ความกลมกล่อม	ความชอบโดยรวม
131						
132						
133						
134						
135						

ชุดที่ 4

ตัวอย่างชาหมัก	ความใส	สี	ความเปรี้ยว	ความหวาน	ความกลมกล่อม	ความชอบโดยรวม
141						
142						
143						
144						
145						

ชุดที่ 5

ตัวอย่างชาหมัก	ความใส	สี	ความเปรี้ยว	ความหวาน	ความกลมกล่อม	ความชอบโดยรวม
151						
152						
153						
154						
155						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ-2

ภาคผนวก จ-2 แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์คอมบูชา
จากชาดำผสมกระเจี๊ยบและคอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้เปรี้ยวเทียบคอมบูชาทาง
การค้า

ชื่อ-นามสกุล วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่นำเสนอ แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละ
คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดให้

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

*** กรุณาบ้วนปากก่อนเริ่มตัวอย่างทุกครั้ง

ตัวอย่างชาหมัก	ความใส	สี	ความเปรี้ยว	ความหวาน	ความกลมกล่อม	ความชอบโดยรวม
201						
202						
203						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

การวิเคราะห์ทางสถิติ

4.1 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของคอมบูชาจากตะไคร้ กระจับ และชาดำระหว่างกระบวนการหมัก

4.1.1 ค่าพีเอช

ตารางที่ 4.1 ค่าพีเอชของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ กระจับ หมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 25 วัน

ระยะเวลา การหมัก (วัน)	พีเอช				
	ชุดการทดลอง				
	1.ชาดำ	2.ชาดำผสม ตะไคร้	3.ตะไคร้	4.ชาดำผสม กระจับ	5.กระจับ
0	4.07 ^B ± 0.08	4.23 ^A ± 0.05	4.24 ^A ± 0.03	3.43 ^E ± 0.01	3.14 ^{FGH} ± 0.01
5	3.78 ^C ± 0.02	3.77 ^C ± 0.02	3.73 ^C ± 0.05	3.01 ^I ± 0.02	2.77 ^{JK} ± 0.01
10	3.62 ^D ± 0.06	3.57 ^D ± 0.01	3.35 ^E ± 0.03	2.81 ^J ± 0.01	2.58 ^L ± 0.01
15	3.39 ^E ± 0.04	3.40 ^E ± 0.01	3.06 ^H ± 0.03	2.68 ^K ± 0.00	2.41 ^M ± 0.01
20	3.20 ^{FG} ± 0.05	3.22 ^F ± 0.01	2.80 ^J ± 0.03	2.50 ^{LM} ± 0.01	2.25 ^N ± 0.01
25	3.11 ^{GH} ± 0.04	3.14 ^{FGH} ± 0.02	2.78 ^{JK} ± 0.04	2.43 ^M ± 0.02	2.23 ^N ± 0.01

หมายเหตุ

- ค่าพีเอช แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- A-N ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

ตารางที่ 4.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ กระจับ หน้กที่
อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 25 วัน

ระยะเวลา การหมัก (วัน)	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)				
	ชุดการทดลอง				
	1.ชาดำ	2.ชาดำผสมตะไคร้	3.ตะไคร้	4.ชาดำผสม กระจับ	5.กระจับ
0	15.20 ^{EF} GH ± 0.20	19.13 ^C ± 0.12	14.97 ^{GH} ± 0.06	16.53 ^D ± 0.06	14.43 ^I ± 0.25
5	15.00 ^{GH} ± 0.00	19.00 ^C ± 0.17	14.87 ^{HI} ± 0.15	15.20 ^{EF} GH ± 0.20	13.07 ^J ± 0.12
10	15.27 ^{EF} GH ± 0.23	19.53 ^{ABC} ± 0.12	15.07 ^{GH} ± 0.06	14.87 ^{HI} ± 0.12	12.37 ^K ± 0.15
15	15.23 ^{EF} GH ± 0.15	19.40 ^{BC} ± 0.35	15.17 ^{EF} GH ± 0.21	14.43 ^I ± 0.06	12.33 ^K ± 0.12
20	15.13 ^{EF} GH ± 0.06	20.00 ^A ± 0.00	15.67 ^{EF} ± 0.12	15.00 ^{GH} ± 0.00	13.00 ^J ± 0.00
25	15.50 ^{EF} G ± 0.56	19.93 ^{AB} ± 0.12	15.70 ^E ± 0.27	15.10 ^{FG} H ± 0.10	13.20 ^J ± 0.00

หมายเหตุ

- ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- A-K ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.1.3 ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดอะซิติก)

ตารางที่ 4.3 ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปของกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระจับ หน้กที่
อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 25 วัน

ระยะเวลา การหมัก (วัน)	ปริมาณกรดทั้งหมด(ร้อยละ)				
	ชุดการทดลอง				
	1.ชาดำ	2.ชาดำผสม ตะไคร้	3.ตะไคร้	4.ชาดำผสม กระจับ	5.กระจับ
0	0.06 ^N ± 0.00	0.07 ^N ± 0.01	0.05 ^N ± 0.01	0.13 ^N ± 0.01	0.11 ^N ± 0.01
5	0.12 ^N ± 0.01	0.23 ^{MN} ± 0.01	0.12 ^N ± 0.01	0.65 ^{KL} ± 0.08	0.78 ^{UK} ± 0.18
10	0.24 ^{MN} ± 0.02	0.41 ^M ± 0.01	0.35 ^M ± 0.03	1.94 ^E ± 0.12	2.09 ^{DE} ± 0.01
15	0.44 ^{LM} ± 0.04	0.65 ^{KL} ± 0.01	0.73 ^{JK} ± 0.02	2.31 ^C ± 0.16	3.06 ^B ± 0.07
20	0.71 ^{JK} ± 0.04	0.95 ^{HI} ± 0.04	1.22 ^{FG} ± 0.07	2.21 ^{CD} ± 0.15	3.57 ^A ± 0.05
25	0.90 ^{HU} ± 0.06	1.11 ^{GH} ± 0.01	1.42 ^F ± 0.10	2.31 ^{CD} ± 0.15	3.77 ^A ± 0.03

หมายเหตุ

- ค่าปริมาณกรดทั้งหมด แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- A-K ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการค้า

4.1.4 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

ตารางที่ 4.4 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจี๊ยบ หมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 25 วัน

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (ppm)				
	ชุดการทดลอง				
	1.ชาดำ	2.ชาดำผสมตะไคร้	3.ตะไคร้	4.ชาดำผสมกระเจี๊ยบ	5.กระเจี๊ยบ
0	598.02 ^O ± 0.80	810.66 ^M ± 0.80	94.92 ^Z ± 0.69	948.41 ^H ± 1.39	205.17 ^T ± 0.69
5	733.46 ^N ± 1.39	856.89 ^K ± 1.39	99.32 ^Y ± 0.40	1046.90 ^D ± 1.39	205.63 ^T ± 1.06
10	829.15 ^L ± 1.39	985.39 ^G ± 0.80	104.63 ^X ± 0.69	1094.02 ^C ± 1.39	229.44 ^S ± 0.69
15	870.29 ^J ± 0.80	1024.20 ^F ± 0.80	123.58 ^W ± 0.40	1099.60 ^B ± 0.00	245.39 ^R ± 0.69
20	940.09 ^I ± 1.39	1030.70 ^E ± 0.80	126.82 ^V ± 0.00	1100.00 ^B ± 0.80	252.32 ^O ± 0.69
25	949.80 ^H ± 1.39	1045.00 ^D ± 0.80	143.46 ^U ± 0.69	1113.90 ^A ± 0.80	279.60 ^P ± 0.40

หมายเหตุ

- ค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิก แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- A-Z ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.1.5 การวิเคราะห์กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

ตารางที่ 4.5 กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจี๊ยบ หมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 25 วัน

ระยะเวลาการหมัก(วัน)	กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ (ร้อยละ)				
	ชุดการทดลอง				
	1.ชาดำ	2.ชาดำผสมตะไคร้	3.ตะไคร้	4.ชาดำผสมกระเจี๊ยบ	5.กระเจี๊ยบ
0	85.54 ^I ± 0.38	88.89 ^G ± 0.54	69.39 ^P ± 0.49	92.73 ^E ± 0.34	79.09 ^K ± 0.36
5	90.52 ^F ± 0.37	91.22 ^F ± 0.62	71.73 ^O ± 0.36	95.32 ^{CD} ± 0.54	83.62 ^J ± 0.34
10	94.29 ^D ± 0.24	95.22 ^{CD} ± 0.15	72.75 ^{NO} ± 0.01	98.52 ^A ± 0.40	85.83 ^I ± 0.65
15	95.30 ^{CD} ± 0.12	96.33 ^{BC} ± 0.31	73.28 ^{MN} ± 0.56	98.81 ^A ± 0.39	87.50 ^H ± 0.13
20	95.87 ^{BC} ± 0.12	96.54 ^B ± 0.66	74.40 ^{LM} ± 0.49	99.15 ^A ± 0.02	88.43 ^{GH} ± 0.09
25	95.74 ^{BC} ± 0.19	96.58 ^B ± 0.32	74.79 ^L ± 0.01	99.53 ^A ± 0.17	88.53 ^{GH} ± 0.36

หมายเหตุ

- ค่าพีเอชแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- A-P ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่ม (Completely Randomized Design; CRD) โดยใช้โปรแกรม Minitab โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างแต่ละตัวอย่างด้วยวิธี Tukey Pairwise Comparison ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$)

4.1 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของคอมบูชาจากตะไคร้ กระจับ และชาดำ

ระหว่างกระบวนการหมัก

พีเอช วันที่ 0

One-way ANOVA: pH versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal
 Alternative hypothesis Not all means are equal
 Significance level $\alpha = 0.05$
Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	3.04823	0.762057	411.18	0.000
Error	10	0.01853	0.001853		
Total	14	3.06676			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0430504	99.40%	99.15%	98.64%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	4.0733	0.0751	(4.0180, 4.1287)

เอกสารนี้คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้ 3 4.2267 0.0503 (4.1713, 4.2820) ระบุขั้นตอนการดำเนินการ
 ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมมูชาจากตะไคร้	3	4.2433	0.0306	(4.1880, 4.2987)
คอมมูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	3.43333	0.01155	(3.37795, 3.48871)
คอมมูชาจากกระเจี๊ยบ	3	3.14333	0.00577	(3.08795, 3.19871)

Pooled StDev = 0.0430504

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมมูชาจากตะไคร้	3	4.2433	a
คอมมูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	4.2267	a
คอมมูชาจากชาดำ	3	4.0733	b
คอมมูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	3.43333	c
คอมมูชาจากกระเจี๊ยบ	3	3.14333	d

Means that do not share a letter are significantly different.

พีเอช วันที่ 5

One-way ANOVA: pH versus สูตร

Method

Null hypothesis	All means are equal
Alternative hypothesis	Not all means are equal
Significance level	$\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	2.83657	0.709143	1032.73	0.000
Error	10	0.00687	0.000687		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ติดต่อแจ้งเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Total 14 2.84344

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0262043	99.76%	99.66%	99.46%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	3.7833	0.0208	(3.7496, 3.8170)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	3.7733	0.0208	(3.7396, 3.8070)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	3.7267	0.0462	(3.6930, 3.7604)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	3.0100	0.0173	(2.9763, 3.0437)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	2.76667	0.01155	(2.73296, 2.80038)

Pooled StDev = 0.0262043

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำ	3	3.7833	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	3.7733	a
คอมบูชาจากตะไคร้	3	3.7267	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	3.0100	b
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	2.76667	c

Means that do not share a letter are significantly different.

พีเอช วันที่ 10

One-way ANOVA: pH versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	2.63503	0.658757	816.64	0.000
Error	10	0.00807	0.000807		
Total	14	2.64309			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0284019	99.69%	99.57%	99.31%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	3.6233	0.0551	(3.5868, 3.6599)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	3.57333	0.00577	(3.53680, 3.60987)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	3.3500	0.0300	(3.3135, 3.3865)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	2.81333	0.00577	(2.77680, 2.84987)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	2.57667	0.00577	(2.54013, 2.61320)

Pooled StDev = 0.0284019

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำ	3	3.6233	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	3.57333	a
คอมบูชาจากตะไคร้	3	3.3500	b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	2.81333	c
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	2.57667	d

Means that do not share a letter are significantly different.

พีเอช วันที่ 15

One-way ANOVA: pH versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	2.29529	0.573823	1024.68	0.000
Error	10	0.00560	0.000560		
Total	14	2.30089			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0236643	99.76%	99.66%	99.45%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	3.3867	0.0404	(3.3562, 3.4171)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	3.40333	0.00577	(3.37289, 3.43378)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	3.0567	0.0321	(3.0262, 3.0871)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	2.680	0.000	(2.650, 2.710)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ 3 2.41000 0.01000 (2.37956, 2.44044)

Pooled StDev = 0.0236643

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	3.40333	a
คอมบูชาจากชาดำ	3	3.3867	a
คอมบูชาจากตะไคร้	3	3.0567	b
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	2.680	c
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	2.41000	d

Means that do not share a letter are significantly different.

พีเอช วันที่ 20

One-way ANOVA: pH versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
--------	--------	--------

สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5
------	---	---------------

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	2.16991	0.542477	707.58	0.000
Error	10	0.00767	0.000767		
Total	14	2.17757			

Model Summary

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีก R-sq R-sq(adj) R-sq(pred) ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.0276887 99.65% 99.51% 99.21%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	3.1967	0.0473	(3.1610, 3.2323)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	3.22333	0.01155	(3.18771, 3.25895)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	2.8000	0.0346	(2.7644, 2.8356)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	2.50333	0.01155	(2.46771, 2.53895)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	2.25333	0.01155	(2.21771, 2.28895)

Pooled StDev = 0.0276887

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	3.22333	a
คอมบูชาจากชาดำ	3	3.1967	a
คอมบูชาจากตะไคร้	3	2.8000	b
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	2.50333	c
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	2.25333	d

Means that do not share a letter are significantly different.

พีเอช วันที่ 25

One-way ANOVA: pH versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
Factor Information
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Factor Levels Values

สูตร 5 1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	1.97131	0.492827	564.31	0.000
Error	10	0.00873	0.000873		
Total	14	1.98004			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0295522	99.56%	99.38%	99.01%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	3.1100	0.0436	(3.0720, 3.1480)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	3.1433	0.0208	(3.1053, 3.1813)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	2.7767	0.0404	(2.7387, 2.8147)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	2.4300	0.0173	(2.3920, 2.4680)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	2.23000	0.01000	(2.19198, 2.26802)

Pooled StDev = 0.0295522

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	3.1433	a
คอมบูชาจากชาดำ	3	3.1100	a
คอมบูชาจากตะไคร้	3	2.7767	b
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	2.4300	c
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	2.23000	d

Means that do not share a letter are significantly different

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ วันที่ 0

One-way ANOVA: °Brix versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	42.7507	10.6877	433.28	0.000
Error	10	0.2467	0.0247		
Total	14	42.9973			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.157056	99.43%	99.20%	98.71%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	15.200	0.200	(14.998, 15.402)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	19.1333	0.1155	(18.9313, 19.3354)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	14.9667	0.0577	(14.7646, 15.1687)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	16.5333	0.0577	(16.3313, 16.7354)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	14.433	0.252	(14.231, 14.635)

Pooled StDev = 0.157056

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	19.1333	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียว	3	16.5333	b
คอมบูชาจากชาดำ	3	15.200	c
คอมบูชาจากตะไคร้	3	14.9667	c
คอมบูชาจากกระเจียว	3	14.433	d

Means that do not share a letter are significantly different.

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ วันที่ 5

One-way ANOVA: °Brix versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
--------	--------	--------

สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5
------	---	---------------

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	56.6560	14.1640	663.94	0.000
Error	10	0.2133	0.0213		
Total	14	56.8693			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.146059	99.62%	99.47%	99.16%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	15.00	0.00	(14.81, 15.19)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับกรณีใช้ในงานที่มิใช่การเผยแพร่สู่สาธารณะโดยไม่ขออนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	19.000	0.173	(18.812, 19.188)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	14.8667	0.1528	(14.6788, 15.0546)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	15.200	0.200	(15.012, 15.388)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	13.0667	0.1155	(12.8788, 13.2546)

Pooled StDev = 0.146059

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	19.000	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	15.200	b
คอมบูชาจากชาดำ	3	15.00	b
คอมบูชาจากตะไคร้	3	14.8667	b
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	13.0667	c

Means that do not share a letter are significantly different.

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ วันที่ 10

One-way ANOVA: °Brix versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
--------	----	--------	--------	---------	---------

เอกสารนี้สูตรเอกสาร 4 ส 80.0907 20.0227 938.56 0.000 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Error 10 0.2133 0.0213

Total 14 80.3040

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.146059	99.73%	99.63%	99.40%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	15.267	0.231	(15.079, 15.455)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	19.5333	0.1155	(19.3454, 19.7212)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	15.0667	0.0577	(14.8788, 15.2546)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียบ	3	14.8667	0.1155	(14.6788, 15.0546)
คอมบูชาจากกระเจียบ	3	12.3667	0.1528	(12.1788, 12.5546)

Pooled StDev = 0.146059

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	19.5333	a
คอมบูชาจากชาดำ	3	15.267	b
คอมบูชาจากตะไคร้	3	15.0667	b c
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียบ	3	14.8667	c
คอมบูชาจากกระเจียบ	3	12.3667	d

Means that do not share a letter are significantly different.

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ วันที่ 15

One-way ANOVA: °Brix versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าการเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ตหรือทางอื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	79.1507	19.7877	486.58	0.000
Error	10	0.4067	0.0407		
Total	14	79.5573			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.201660	99.49%	99.28%	98.85%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	15.2333	0.1528	(14.9739, 15.4928)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	19.400	0.346	(19.141, 19.659)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	15.167	0.208	(14.907, 15.426)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	14.4333	0.0577	(14.1739, 14.6928)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	12.3333	0.1155	(12.0739, 12.5928)

Pooled StDev = 0.201660

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	19.400	a
คอมบูชาจากชาดำ	3	15.2333	b
คอมบูชาจากตะไคร้	3	15.167	b
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	14.4333	c

เอกสารนี้คือมูบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ ใช้งานที่โรงเรียนศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ 3 12.3333 d

Means that do not share a letter are significantly different.

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ วันที่ 20

One-way ANOVA: °Brix versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	79.7227	19.9307	5979.20	0.000
Error	10	0.0333	0.0033		
Total	14	79.7560			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0577350	99.96%	99.94%	99.91%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	15.1333	0.0577	(15.0591, 15.2076)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	20.00	0.00	(19.93, 20.07)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	15.6667	0.1155	(15.5924, 15.7409)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	15.00	0.00	(14.93, 15.07)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	13.00	0.00	(12.93, 13.07)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pooled StDev = 0.0577350

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	20.00	a
คอมบูชาจากตะไคร้	3	15.6667	b
คอมบูชาจากชาดำ	3	15.1333	c
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	15.00	c
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	13.00	d

Means that do not share a letter are significantly different.

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ วันที่ 25

One-way ANOVA: °Brix versus สูตร
Method

Null hypothesis All means are equal
Alternative hypothesis Not all means are equal
Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	73.1907	18.2977	226.83	0.000
Error	10	0.8067	0.0807		
Total	14	73.9973			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.284019	98.91%	98.47%	97.55%

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหาและข้อมูลทั้งหมด ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ หวังสืบอีกทั้งห้ามมิให้เปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	15.500	0.557	(15.135, 15.865)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	19.9333	0.1155	(19.5680, 20.2987)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	15.700	0.265	(15.335, 16.065)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	15.1000	0.1000	(14.7346, 15.4654)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	13.20	0.00	(12.83, 13.57)

Pooled StDev = 0.284019

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	19.9333	a
คอมบูชาจากตะไคร้	3	15.700	b
คอมบูชาจากชาดำ	3	15.500	b
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	15.1000	b
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	13.20	c

Means that do not share a letter are significantly different.

ปริมาณกรดทั้งหมด(ในรูปกรดอะซิติก) วันที่ 0

One-way ANOVA: Total acidity versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

เอกสารนี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใด ๆ ทั้งสิ้น 5 ปีที่ผ่านมาได้ปรับปรุงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	0.014667	0.003667	137.50	0.000
Error	10	0.000267	0.000027		
Total	14	0.014933			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0051640	98.21%	97.50%	95.98%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	0.06000	0.00000	(0.05336, 0.06664)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	0.07333	0.00577	(0.06669, 0.07998)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	0.05333	0.00577	(0.04669, 0.05998)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียบ	3	0.13333	0.00577	(0.12669, 0.13998)
คอมบูชาจากกระเจียบ	3	0.11333	0.00577	(0.10669, 0.11998)

Pooled StDev = 0.00516398

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียบ	3	0.13333	a
คอมบูชาจากกระเจียบ	3	0.11333	b
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	0.07333	c
คอมบูชาจากชาดำ	3	0.06000	c d
คอมบูชาจากตะไคร้	3	0.05333	d

Means that do not share a letter are significantly different.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณกรดทั้งหมด(ในรูปกรดอะซิติก) วันที่ 5

One-way ANOVA: Total acidity versus สูตร
Method

Null hypothesis All means are equal
Alternative hypothesis Not all means are equal
Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	1.17489	0.293723	38.45	0.000
Error	10	0.07640	0.007640		
Total	14	1.25129			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0874071	93.89%	91.45%	86.26%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	0.11667	0.00577	(0.00422, 0.22911)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	0.22667	0.01155	(0.11422, 0.33911)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	0.12333	0.01155	(0.01089, 0.23578)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	0.6500	0.0794	(0.5376, 0.7624)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	0.780	0.178	(0.668, 0.892)

Pooled StDev = 0.0874071

Tukey Pairwise Comparisons

เอกสาร Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence โยชนด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	0.780	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	0.6500	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	0.22667	b
คอมบูชาจากตะไคร้	3	0.12333	b
คอมบูชาจากชาดำ	3	0.11667	b

Means that do not share a letter are significantly different.

ปริมาณกรดทั้งหมด(ในรูปกรดอะซิติก) วันที่ 10

One-way ANOVA: Total acidity versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
--------	--------	--------

สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5
------	---	---------------

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	10.2526	2.56315	812.84	0.000
Error	10	0.0315	0.00315		
Total	14	10.2841			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0561545	99.69%	99.57%	99.31%

Means

เอกสารนี้คือเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น StDev ไม่นอญ 95% CI ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาจากชาดำ	3	0.23667	0.01528	(0.16443, 0.30890)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	0.41333	0.00577	(0.34110, 0.48557)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	0.3533	0.0306	(0.2811, 0.4256)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	1.9367	0.1206	(1.8644, 2.0089)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	2.09333	0.00577	(2.02110, 2.16557)

Pooled StDev = 0.0561545

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	2.09333	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	1.9367	b
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	0.41333	c
คอมบูชาจากตะไคร้	3	0.3533	c d
คอมบูชาจากชาดำ	3	0.23667	d

Means that do not share a letter are significantly different.

ปริมาณกรดทั้งหมด(ในรูปกรดอะซิติก) วันที่ 15

One-way ANOVA: Total acidity versus สูตร
Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	16.5120	4.12799	640.33	0.000
Error	10	0.0645	0.00645		
Total	14	16.5764			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0802911	99.61%	99.46%	99.12%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	0.4400	0.0361	(0.3367, 0.5433)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	0.65333	0.00577	(0.55005, 0.75662)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	0.72667	0.01528	(0.62338, 0.82995)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียว	3	2.3133	0.1626	(2.2100, 2.4166)
คอมบูชาจากกระเจียว	3	3.0567	0.0651	(2.9534, 3.1600)

Pooled StDev = 0.0802911

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากกระเจียว	3	3.0567	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียว	3	2.3133	b
คอมบูชาจากตะไคร้	3	0.72667	c
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	0.65333	c d
คอมบูชาจากชาดำ	3	0.4400	d

Means that do not share a letter are significantly different.

ปริมาณกรดทั้งหมด(ในรูปกรดอะซิติก) วันที่ 20

One-way ANOVA: Total acidity versus สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 Method
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	16.5945	4.14863	659.21	0.000
Error	10	0.0629	0.00629		
Total	14	16.6574			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0793305	99.62%	99.47%	99.15%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	0.7100	0.0361	(0.6079, 0.8121)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	0.9500	0.0361	(0.8479, 1.0521)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	1.2167	0.0702	(1.1146, 1.3187)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	2.2133	0.1457	(2.1113, 2.3154)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	3.5700	0.0520	(3.4679, 3.6721)

Pooled StDev = 0.0793305

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	3.5700	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	2.2133	b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาจากตะไคร้	3	1.2167	c
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	0.9500	d
คอมบูชาจากชาดำ	3	0.7100	e

Means that do not share a letter are significantly different.

ปริมาณกรดทั้งหมด(ในรูปกรดอะซิติก) วันที่ 25

One-way ANOVA: Total acidity versus สูตร
Method

Null hypothesis All means are equal
Alternative hypothesis Not all means are equal
Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	16.5816	4.14539	1261.28	0.000
Error	10	0.0329	0.00329		
Total	14	16.6144			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0573295	99.80%	99.72%	99.55%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	0.9000	0.0600	(0.8263, 0.9737)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	1.11333	0.01155	(1.03958, 1.18708)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	1.4167	0.0981	(1.3429, 1.4904)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่หรือใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	2.3067	0.0493	(2.2329, 2.3804)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	3.7733	0.0252	(3.6996, 3.8471)

Pooled StDev = 0.0573295

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	3.7733	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	2.3067	b
คอมบูชาจากตะไคร้	3	1.4167	c
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	1.11333	d
คอมบูชาจากชาดำ	3	0.9000	e

Means that do not share a letter are significantly different.

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด วันที่ 0

One-way ANOVA: สารประกอบฟีนอลิก(ppm) versus สูตร
Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	1659776	414944	497918.68	0.000
Error	10	8	1		
Total	14	1659784			

Model Summary

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.912884	100.00%	100.00%	100.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	598.022	0.801	(596.847, 599.196)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	810.660	0.801	(809.485, 811.834)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	94.924	0.693	(93.750, 96.099)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	948.412	1.387	(947.238, 949.586)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	205.173	0.693	(203.998, 206.347)

Pooled StDev = 0.912884

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	948.412	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	810.660	b
คอมบูชาจากชาดำ	3	598.022	c
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	205.173	d
คอมบูชาจากตะไคร้	3	94.924	e

Means that do not share a letter are significantly different.

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด วันที่ 5

One-way ANOVA: สารประกอบฟีนอลิก(ppm) versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Factor Levels Values

สูตร 5 1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	2067112	516778	366432.15	0.000
Error	10	14	1		
Total	14	2067126			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.18756	100.00%	100.00%	100.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	733.463	1.387	(731.935, 734.990)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	856.885	1.387	(855.358, 858.413)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	99.316	0.400	(97.788, 100.844)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียว	3	1046.87	1.39	(1045.35, 1048.40)
คอมบูชาจากกระเจียว	3	205.635	1.059	(204.107, 207.163)

Pooled StDev = 1.18756

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียว	3	1046.87	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	856.885	b
คอมบูชาจากชาดำ	3	733.463	c
คอมบูชาจากกระเจียว	3	205.635	d
คอมบูชาจากตะไคร้	3	99.316	e

Means that do not share a letter are significantly different.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด วันที่ 10

One-way ANOVA: สารประกอบฟีนอลิก(ppm) versus สูตร
Method

Null hypothesis All means are equal
Alternative hypothesis Not all means are equal
Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	2448074	612019	561601.07	0.000
Error	10	11	1		
Total	14	2448085			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.04392	100.00%	100.00%	100.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	829.150	1.387	(827.807, 830.493)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	985.393	0.801	(984.050, 986.736)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	104.632	0.693	(103.289, 105.975)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	1094.02	1.39	(1092.68, 1095.37)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	229.441	0.693	(228.098, 230.784)

Pooled StDev = 1.04392

Tukey Pairwise Comparisons

เอกสาร Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence โยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	1094.02	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	985.393	b
คอมบูชาจากชาดำ	3	829.150	c
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	229.441	d
คอมบูชาจากตะไคร้	3	104.632	e

Means that do not share a letter are significantly different.

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด วันที่ 15

One-way ANOVA: สารประกอบฟีนอลิก(ppm) versus สูตร
Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	2486852	621713	1616408.00	0.000
Error	10	4	0		
Total	14	2486856			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.620182	100.00%	100.00%	100.00%

Means

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
สูตร N Mean StDev 95% CI

คอมบูชาจากชาดำ	3	870.291	0.801	(869.493, 871.089)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	1024.22	0.80	(1023.42, 1025.02)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	123.584	0.400	(122.787, 124.382)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียว	3	1100	0	(1099, 1100)
คอมบูชาจากกระเจียว	3	245.389	0.693	(244.591, 246.187)

Pooled StDev = 0.620182

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียว	3	1100	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	1024.22	b
คอมบูชาจากชาดำ	3	870.291	c
คอมบูชาจากกระเจียว	3	245.389	d
คอมบูชาจากตะไคร้	3	123.584	e

Means that do not share a letter are significantly different.

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด วันที่ 20

One-way ANOVA: สารประกอบฟีนอลิก(ppm) versus สูตร
Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	2566432	641608	870330.57	0.000
Error	10	7	1		
Total	14	2566440			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.858604	100.00%	100.00%	100.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	940.092	1.387	(938.987, 941.196)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	1030.69	0.80	(1029.59, 1031.80)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	126.8	0.0	(125.7, 127.9)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียว	3	1100.03	0.80	(1098.93, 1101.14)
คอมบูชาจากกระเจียว	3	252.323	0.693	(251.218, 253.427)

Pooled StDev = 0.858604

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียว	3	1100.03	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	1030.69	b
คอมบูชาจากชาดำ	3	940.092	c
คอมบูชาจากกระเจียว	3	252.323	d
คอมบูชาจากตะไคร้	3	126.8	e

Means that do not share a letter are significantly different.

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด วันที่ 25

One-way ANOVA: สารประกอบฟีนอลิก(ppm) versus สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 Method
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	2517081	629270	818028.02	0.000
Error	10	8	1		
Total	14	2517089			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.877070	100.00%	100.00%	100.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	949.799	1.387	(948.671, 950.927)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	1045.02	0.80	(1043.90, 1046.15)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	143.461	0.693	(142.333, 144.590)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	1113.90	0.80	(1112.77, 1115.03)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	279.596	0.400	(278.468, 280.724)

Pooled StDev = 0.877070

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	1113.90	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	1045.02	b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาจากชาดำ	3	949.799	c
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	279.596	d
คอมบูชาจากตะไคร้	3	143.461	e

Means that do not share a letter are significantly different.

กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH วันที่ 0

One-way ANOVA: DPPH ตัวอย่างชาหมัก(%) versus สูตร
Method

Null hypothesis All means are equal
Alternative hypothesis Not all means are equal
Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	1008.30	252.074	1359.97	0.000
Error	10	1.85	0.185		
Total	14	1010.15			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.430527	99.82%	99.74%	99.59%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	85.540	0.380	(84.986, 86.094)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	88.890	0.543	(88.336, 89.444)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	69.393	0.486	(68.839, 69.947)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายใน 3 ปี 69.393 0.486 (68.839, 69.947) ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	92.727	0.344	(92.173, 93.281)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	79.090	0.364	(78.536, 79.644)

Pooled StDev = 0.430527

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	92.727	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	88.890	b
คอมบูชาจากชาดำ	3	85.540	c
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	79.090	d
คอมบูชาจากตะไคร้	3	69.393	e

Means that do not share a letter are significantly different.

กิจกรรมการดักจับอนุมลิสระด้วยวิธี DPPH วันที่ 5

One-way ANOVA: DPPH ตัวอย่างชาหมัก(%) versus สูตร
Method

Null hypothesis	All means are equal
Alternative hypothesis	Not all means are equal
Significance level	$\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	1027.96	256.989	1212.48	0.000
Error	10	2.12	0.212		
Total	14	1030.08			

Model Summary

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.460384	99.79%	99.71%	99.54%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	90.523	0.366	(89.931, 91.116)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	91.217	0.621	(90.624, 91.809)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	71.733	0.361	(71.141, 72.326)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	95.323	0.542	(94.731, 95.916)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	83.617	0.340	(83.024, 84.209)

Pooled StDev = 0.460384

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	95.323	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	91.217	b
คอมบูชาจากชาดำ	3	90.523	b
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	83.617	c
คอมบูชาจากตะไคร้	3	71.733	d

Means that do not share a letter are significantly different.

กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH วันที่ 10

One-way ANOVA: DPPH ตัวอย่างชาหมัก(%) versus สูตร

Method

Null hypothesis	All means are equal
Alternative hypothesis	Not all means are equal
Significance level	$\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Factor Levels Values

สูตร 5 1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	1292.97	323.243	2421.41	0.000
Error	10	1.33	0.133		
Total	14	1294.31			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.365367	99.90%	99.86%	99.77%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	94.293	0.242	(93.823, 94.763)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	95.2200	0.1500	(94.7500, 95.6900)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	72.75	0.00	(72.28, 73.22)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	98.523	0.401	(98.053, 98.993)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	85.830	0.653	(85.360, 86.300)

Pooled StDev = 0.365367

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	98.523	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	95.2200	b
คอมบูชาจากชาดำ	3	94.293	b
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	85.830	c
คอมบูชาจากตะไคร้	3	72.75	d

Means that do not share a letter are significantly different.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรมการดักจับอนุมลอิสระด้วยวิธี DPPH วันที่ 15

One-way ANOVA: DPPH ตัวอย่างชาหมัก(%) versus สูตร
Method

Null hypothesis All means are equal
Alternative hypothesis Not all means are equal
Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	1294.47	323.617	2704.47	0.000
Error	10	1.20	0.120		
Total	14	1295.67			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.345919	99.91%	99.87%	99.79%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	95.3033	0.1193	(94.8583, 95.7483)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	96.330	0.308	(95.885, 96.775)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	73.277	0.564	(72.832, 73.722)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	98.813	0.394	(98.368, 99.258)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	87.5000	0.1249	(87.0550, 87.9450)

Pooled StDev = 0.345919

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าวิธีใดก็ตาม ลิขสิทธิ์นี้เป็นของเจ้าของข้อมูลดังกล่าวและจะดำเนินการออกหมายขอครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	98.813	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	96.330	b
คอมบูชาจากชาดำ	3	95.3033	c
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	87.5000	d
คอมบูชาจากตะไคร้	3	73.277	e

Means that do not share a letter are significantly different.

กิจกรรมการดักจับอนุมลิสระด้วยวิธี DPPH วันที่ 20

One-way ANOVA: DPPH ตัวอย่างชาหมัก(%) versus สูตร Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	1208.87	302.217	2178.19	0.000
Error	10	1.39	0.139		
Total	14	1210.26			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.372487	99.89%	99.84%	99.74%

Means

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 สูตร N Mean StDev 95% CI
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปะลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาจากชาดำ	3	95.8733	0.1206	(95.3942, 96.3525)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	96.537	0.655	(96.057, 97.016)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	74.400	0.491	(73.921, 74.879)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	99.1533	0.0153	(98.6742, 99.6325)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	88.4333	0.0929	(87.9542, 88.9125)

Pooled StDev = 0.372487

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	3	99.1533	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	96.537	b
คอมบูชาจากชาดำ	3	95.8733	b
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	3	88.4333	c
คอมบูชาจากตะไคร้	3	74.400	d

Means that do not share a letter are significantly different.

กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH วันที่ 25

One-way ANOVA: DPPH ตัวอย่างชาหมัก(%) versus สูตร
Method

Null hypothesis	All means are equal
Alternative hypothesis	Not all means are equal
Significance level	$\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
<p>เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับบุคลากรที่งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้</p>					

สูตร	4	1186.01	296.504	5117.42	0.000
Error	10	0.58	0.058		
Total	14	1186.59			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.240707	99.95%	99.93%	99.89%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	3	95.737	0.188	(95.427, 96.046)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	96.583	0.316	(96.274, 96.893)
คอมบูชาจากตะไคร้	3	74.7867	0.0058	(74.4770, 75.0963)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียว	3	99.5300	0.1646	(99.2204, 99.8396)
คอมบูชาจากกระเจียว	3	88.530	0.357	(88.220, 88.840)

Pooled StDev = 0.240707

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียว	3	99.5300	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	3	96.583	b
คอมบูชาจากชาดำ	3	95.737	c
คอมบูชาจากกระเจียว	3	88.530	d
คอมบูชาจากตะไคร้	3	74.7867	e

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธสัมพันธ์ของคอมบูชาจากชาดำ ตะไคร้ และกระเจียว

การทดสอบทางประสาธสัมพันธ์ความชอบด้านความใส วันที่ 5

One-way ANOVA: ความใส versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	22.99	5.748	2.14	0.080
Error	120	322.72	2.689		
Total	124	345.71			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.63992	6.65%	3.54%	0.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.120	1.666	(5.471, 6.769)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	6.360	1.381	(5.711, 7.009)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	6.400	1.803	(5.751, 7.049)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียว	25	5.440	1.850	(4.791, 6.089)
คอมบูชาจากกระเจียว	25	5.440	1.446	(4.791, 6.089)

Pooled StDev = 1.63992

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากตะไคร้	25	6.400	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	6.360	a
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.120	a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้บนที่คอมพิวเตอร์เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ 25 5.440 a

คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ 25 5.440 a

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาทสัมพัทธ์ความชอบด้านสี วันที่ 5

One-way ANOVA: สี versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	11.57	2.892	1.30	0.274
Error	120	267.04	2.225		
Total	124	278.61			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.49176	4.15%	0.96%	0.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.280	1.621	(5.689, 6.871)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	6.200	1.291	(5.609, 6.791)

คอมบูชาจากตะไคร้

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์งานวิจัยสำหรับการใช้ส่วนตัวเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	5.800	1.555	(5.209, 6.391)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	5.600	1.581	(5.009, 6.191)

Pooled StDev = 1.49176

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากตะไคร้	25	6.400	a
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.280	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	6.200	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	5.800	a
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	5.600	a

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์สัมพัทธ์ความชอบด้านความเปรี้ยว วันที่ 5

One-way ANOVA: ความเปรี้ยว versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	8.112	2.028	0.65	0.625
Error	120	372.320	3.103		

เอกสารที่ Total 124 380.432 รับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.76144	2.13%	0.00%	0.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	4.680	1.626	(3.982, 5.378)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.160	1.724	(4.462, 5.858)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.120	1.424	(4.422, 5.818)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	5.120	2.048	(4.422, 5.818)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	5.480	1.917	(4.782, 6.178)

Pooled StDev = 1.76144

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	5.480	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.160	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	5.120	a
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.120	a
คอมบูชาจากชาดำ	25	4.680	a

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธสัมพันธ์ความชอบด้านความหวาน วันที่ 5

One-way ANOVA: ความหวาน versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่าในรูปแบบใดก็ตาม การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมายและมีโทษปรับและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Factor Information

Factor Levels Values

สูตร 5 1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	11.73	2.932	0.96	0.433
Error	120	367.36	3.061		
Total	124	379.09			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.74967	3.09%	0.00%	0.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.040	1.620	(5.347, 6.733)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.160	1.886	(4.467, 5.853)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.360	1.381	(4.667, 6.053)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	5.280	1.969	(4.587, 5.973)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	5.480	1.828	(4.787, 6.173)

Pooled StDev = 1.74967

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.040	a
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	5.480	a
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.360	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	5.280	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.160	a

Means that do not share a letter are significantly different.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบทางประสาธน์สัมพัทธ์ความชอบด้านกลมกล่อม วันที่ 5

One-way ANOVA: ความกลมกล่อม versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	5.328	1.332	0.42	0.791
Error	120	377.120	3.143		
Total	124	382.448			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.77276	1.39%	0.00%	0.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.640	1.350	(4.938, 6.342)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.040	1.947	(4.338, 5.742)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.280	1.568	(4.578, 5.982)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	5.160	2.115	(4.458, 5.862)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	5.400	1.780	(4.698, 6.102)

Pooled StDev = 1.77276

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี การเผยแพร่โดยไม่ขออนุญาตเป็นการฝ่าฝืนนโยบายด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.640	a
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	5.400	a
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.280	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	5.160	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.040	a

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์สัมพัทธ์ด้านความชอบโดยรวม วันที่ 5

One-way ANOVA: ความชอบโดยรวม versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	6.368	1.592	0.49	0.746
Error	120	392.720	3.273		
Total	124	399.088			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.80905	1.60%	0.00%	0.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.840	1.375	(5.124, 6.556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาจากชาดำสมตะไคร้	25	5.280	1.792	(4.564, 5.996)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.440	1.635	(4.724, 6.156)
คอมบูชาจากชาดำสมกระเจี๊ยบ	25	5.200	2.141	(4.484, 5.916)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	5.560	2.002	(4.844, 6.276)

Pooled StDev = 1.80905

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.840	a
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	5.560	a
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.440	a
คอมบูชาจากชาดำสมตะไคร้	25	5.280	a
คอมบูชาจากชาดำสมกระเจี๊ยบ	25	5.200	a

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาทสัมผัสความชอบด้านความใส วันที่ 10

One-way ANOVA: ความใส versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
--------	----	--------	--------	---------	---------

เอกสารนี้สูตรเอกสารที่ 4 จำนวน 5.472 รับกับ 1.368 งานเพื่อ 0.61 ศึกษา 0.656 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Error 120 269.040 2.242

Total 124 274.512

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.49733	1.99%	0.00%	0.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.360	1.578	(5.767, 6.953)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	6.640	1.287	(6.047, 7.233)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	6.520	1.686	(5.927, 7.113)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียบ	25	6.120	1.481	(5.527, 6.713)
คอมบูชาจากกระเจียบ	25	6.120	1.424	(5.527, 6.713)

Pooled StDev = 1.49733

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	6.640	a
คอมบูชาจากตะไคร้	25	6.520	a
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.360	a
คอมบูชาจากกระเจียบ	25	6.120	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียบ	25	6.120	a

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์สัมพัทธ์ความชอบด้านสี วันที่ 10

One-way ANOVA: สี versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	8.032	2.008	0.93	0.451
Error	120	260.080	2.167		
Total	124	268.112			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.47219	3.00%	0.00%	0.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.400	1.323	(5.817, 6.983)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	6.120	1.509	(5.537, 6.703)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	6.240	1.562	(5.657, 6.823)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	6.320	1.520	(5.737, 6.903)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	5.680	1.435	(5.097, 6.263)

Pooled StDev = 1.47219

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.400	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	6.320	a
คอมบูชาจากตะไคร้	25	6.240	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	6.120	a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ในการใช้บนเว็บไซต์การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ 25 5.680 a

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์สัมพัทธ์ความชอบด้านความเปรี้ยว วันที่ 10

One-way ANOVA: ความเปรี้ยว versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	5.808	1.452	0.60	0.664
Error	120	291.120	2.426		
Total	124	296.928			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.55756	1.96%	0.00%	0.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.000	1.443	(4.383, 5.617)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.200	1.581	(4.583, 5.817)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.320	1.345	(4.703, 5.937)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	4.880	1.787	(4.263, 5.497)

เอกสารนี้คือคอมบูชาจากกระเจี๊ยบสำหรับการใช้บนเพื่อวัตถุประสงค์ที่ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pooled StDev = 1.55756

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.320	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.200	a
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.000	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	4.880	a
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	4.720	a

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์สัมพัทธ์ความชอบด้านความหวาน วันที่ 10

One-way ANOVA: ความหวาน versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	32.56	8.140	3.39	0.012
Error	120	288.24	2.402		
Total	124	320.80			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.54984	10.15%	7.15%	2.51%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.000	1.225	(5.386, 6.614)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.600	1.581	(4.986, 6.214)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.680	1.520	(5.066, 6.294)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	4.680	1.547	(4.066, 5.294)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	4.840	1.818	(4.226, 5.454)

Pooled StDev = 1.54984

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.000	a
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.680	a b
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.600	a b
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	4.840	a b
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	4.680	b

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธสัมพันธ์ความชอบด้านความกลมกล่อม วันที่ 10

One-way ANOVA: ความกลมกล่อม versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
--------	--------	--------

สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5
------	---	---------------

Analysis of Variance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าจะเชิงพาณิชย์หรือเพื่อการศึกษา หากมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	22.91	5.728	2.47	0.048
Error	120	278.24	2.319		
Total	124	301.15			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.52272	7.61%	4.53%	0.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.960	1.098	(5.357, 6.563)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.560	1.557	(4.957, 6.163)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.880	1.092	(5.277, 6.483)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	5.080	1.824	(4.477, 5.683)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	4.880	1.856	(4.277, 5.483)

Pooled StDev = 1.52272

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.960	a
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.880	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.560	a
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	5.080	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	4.880	a

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์ผสมความชอบด้านความชอบโดยรวม วันที่ 10

One-way ANOVA: ความชอบโดยรวม versus สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	18.45	4.612	1.84	0.126
Error	120	300.80	2.507		
Total	124	319.25			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.58325	5.78%	2.64%	0.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.120	0.971	(5.493, 6.747)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.360	1.729	(4.733, 5.987)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.760	1.508	(5.133, 6.387)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	5.200	1.826	(4.573, 5.827)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	5.080	1.730	(4.453, 5.707)

Pooled StDev = 1.58325

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.120	a
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.760	a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้บนที่โรงเรียนศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.360	a
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	5.200	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	5.080	a

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธสัมพันธ์ความชอบด้านความใส วันที่ 15

One-way ANOVA: ความใส versus สูตร

Method

Null hypothesis	All means are equal
Alternative hypothesis	Not all means are equal
Significance level	$\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	14.96	3.740	1.71	0.153
Error	120	263.04	2.192		
Total	124	278.00			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.48054	5.38%	2.23%	0.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	7.040	1.567	(6.454, 7.626)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	7.200	1.354	(6.614, 7.786)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	6.880	1.641	(6.294, 7.466)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในห้องเรียนเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	6.680	1.282	(6.094, 7.266)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	6.200	1.528	(5.614, 6.786)

Pooled StDev = 1.48054

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	7.200	a
คอมบูชาจากชาดำ	25	7.040	a
คอมบูชาจากตะไคร้	25	6.880	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	6.680	a
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	6.200	a

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์ผสมความชอบด้านสี วันที่ 15

One-way ANOVA: สี versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	7.088	1.772	0.58	0.679
Error	120	368.080	3.067		

เอกสารนี้ Total 124 375.168 รับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 Model Summary ห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.75138	1.89%	0.00%	0.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.320	1.600	(5.626, 7.014)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	6.440	2.022	(5.746, 7.134)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	6.040	1.947	(5.346, 6.734)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	6.440	1.635	(5.746, 7.134)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	5.840	1.491	(5.146, 6.534)

Pooled StDev = 1.75138

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	6.440	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	6.440	a
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.320	a
คอมบูชาจากตะไคร้	25	6.040	a
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	5.840	a

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์สัมพัทธ์ความชอบด้านความเปรี้ยว วันที่ 15

One-way ANOVA: ความเปรี้ยว versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Factor Levels Values

สูตร 5 1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	79.63	19.908	4.87	0.001
Error	120	490.88	4.091		
Total	124	570.51			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
2.02254	13.96%	11.09%	6.64%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.240	1.855	(5.439, 7.041)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.800	1.936	(4.999, 6.601)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.880	1.691	(5.079, 6.681)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	4.720	2.170	(3.919, 5.521)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	4.120	2.386	(3.319, 4.921)

Pooled StDev = 2.02254

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.240	a
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.880	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.800	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	4.720	a b
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	4.120	b

Means that do not share a letter are significantly different.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบทางประสาธน์สัมพัทธ์ความชอบด้านความหวาน วันที่ 15

One-way ANOVA: ความหวาน versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	139.3	34.828	9.25	0.000
Error	120	452.0	3.767		
Total	124	591.3			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.94079	23.56%	21.01%	17.06%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.560	1.781	(5.791, 7.329)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	6.120	1.716	(5.351, 6.889)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.520	1.828	(4.751, 6.289)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	4.040	1.947	(3.271, 4.809)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	4.000	2.363	(3.231, 4.769)

Pooled StDev = 1.94079

Tukey Pairwise Comparisons

เอกสาร Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาจากชาดำ	25	6.320	1.887	(5.502, 7.138)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.920	1.956	(5.102, 6.738)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.640	1.977	(4.822, 6.458)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียว	25	4.320	2.135	(3.502, 5.138)
คอมบูชาจากกระเจียว	25	4.000	2.345	(3.182, 4.818)

Pooled StDev = 2.06656

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.320	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.920	a b
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.640	a b
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียว	25	4.320	b c
คอมบูชาจากกระเจียว	25	4.000	c

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์สัมพันธ์ด้านความชอบโดยรวม วันที่ 15

One-way ANOVA: ความชอบโดยรวม versus สูตร
Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
--------	--------	--------

สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5
------	---	---------------

Analysis of Variance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อให้บริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	122.8	30.692	8.72	0.000
Error	120	422.3	3.519		
Total	124	545.1			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.87599	22.52%	19.94%	15.93%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.880	1.394	(6.137, 7.623)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	6.200	1.803	(5.457, 6.943)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.800	1.893	(5.057, 6.543)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	4.480	1.960	(3.737, 5.223)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	4.320	2.231	(3.577, 5.063)

Pooled StDev = 1.87599

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.880	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	6.200	a
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.800	a b
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	4.480	b c
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	4.320	c

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์ผสมความชอบด้านความใส วันที่ 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
One-way ANOVA: ความใส versus สูตร
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Method

Null hypothesis	All means are equal
Alternative hypothesis	Not all means are equal
Significance level	$\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	13.92	3.480	1.35	0.255
Error	120	308.88	2.574		
Total	124	322.80			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.60437	4.31%	1.12%	0.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.400	1.732	(5.765, 7.035)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	6.720	1.339	(6.085, 7.355)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	6.720	1.696	(6.085, 7.355)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	5.920	1.605	(5.285, 6.555)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	6.040	1.620	(5.405, 6.675)

Pooled StDev = 1.60437

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
------	---	------	----------

เอกสารนี้คือคอมบูชาจากตะไคร้ สำหรับการใช้นั้นเพื่อศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	6.720	a
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.400	a
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	6.040	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	5.920	a

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์สัมพัทธ์ความชอบด้านสี วันที่ 20

One-way ANOVA: สี versus สูตร

Method

Null hypothesis	All means are equal
Alternative hypothesis	Not all means are equal
Significance level	$\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	1.680	0.4200	0.16	0.959
Error	120	317.120	2.6427		
Total	124	318.800			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.62563	0.53%	0.00%	0.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.240	1.665	(5.596, 6.884)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	6.280	1.514	(5.636, 6.924)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาจากตะไคร้	25	6.400	1.708	(5.756, 7.044)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	6.040	1.719	(5.396, 6.684)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	6.240	1.508	(5.596, 6.884)

Pooled StDev = 1.62563

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากตะไคร้	25	6.400	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	6.280	a
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	6.240	a
คอมบูชาจากชาดำ	25	6.240	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	6.040	a

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์สัมพัทธ์ความชอบด้านความเปรี้ยว วันที่ 20

One-way ANOVA: ความเปรี้ยว versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	92.37	23.092	7.85	0.000
Error	120	353.04	2.942		
Total	124	445.41			

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใดก็ตาม หากมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.71523	20.74%	18.10%	14.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.360	1.890	(4.681, 6.039)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	4.360	1.705	(3.681, 5.039)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	4.640	1.846	(3.961, 5.319)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	3.360	1.524	(2.681, 4.039)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	3.000	1.581	(2.321, 3.679)

Pooled StDev = 1.71523

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.360	a
คอมบูชาจากตะไคร้	25	4.640	a b
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	4.360	a b
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	3.360	b c
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	3.000	c

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์ผู้มีความชอบด้านความหวาน วันที่ 20

One-way ANOVA: ความหวาน versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ พงสน อีกรหัสห้ามเผยแพร่ลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	157.9	39.472	14.03	0.000
Error	120	337.6	2.813		
Total	124	495.5			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.67730	31.87%	29.59%	26.07%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.680	1.574	(5.016, 6.344)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	4.720	1.948	(4.056, 5.384)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	4.320	1.930	(3.656, 4.984)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	2.880	1.424	(2.216, 3.544)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	2.720	1.429	(2.056, 3.384)

Pooled StDev = 1.67730

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.680	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	4.720	a b
คอมบูชาจากตะไคร้	25	4.320	b
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	2.880	c

เอกสารนี้เป็นเอกสารตัวอย่างสำหรับการใช้ 25 เมื่ 2.720 ศึกษาเท่านั้น c ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์สัมพัทธ์ความชอบด้านความกลมกล่อม วันที่ 20

One-way ANOVA: ความกลมกล่อม versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	177.9	44.480	15.28	0.000
Error	120	349.3	2.911		
Total	124	527.2			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.70607	33.75%	31.54%	28.11%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.800	1.803	(5.124, 6.476)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	4.800	2.000	(4.124, 5.476)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	4.480	1.828	(3.804, 5.156)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	2.800	1.354	(2.124, 3.476)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	2.720	1.458	(2.044, 3.396)

Pooled StDev = 1.70607

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.800	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	4.800	a
คอมบูชาจากตะไคร้	25	4.480	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	2.800	b
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	2.720	b

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์ผสมความชอบโดยรวม วันที่ 20

One-way ANOVA: ความชอบโดยรวม versus สูตร
Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	150.6	37.652	15.00	0.000
Error	120	301.2	2.510		
Total	124	451.8			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
---	------	-----------	------------

1.58430 33.33% 31.11% 27.66%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่รวบรวมไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่า Means ใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.800	1.683	(5.173, 6.427)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	4.960	1.695	(4.333, 5.587)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	4.480	1.806	(3.853, 5.107)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	3.160	1.313	(2.533, 3.787)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	2.880	1.364	(2.253, 3.507)

Pooled StDev = 1.58430

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.800	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	4.960	a b
คอมบูชาจากตะไคร้	25	4.480	b
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	3.160	c
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	2.880	c

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์ผสมความชอบด้านความใส วันที่ 25

One-way ANOVA: ความใส versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
--------	--------	--------

สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5
------	---	---------------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	10.88	2.720	0.82	0.512
Error	120	395.92	3.299		
Total	124	406.80			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.81641	2.67%	0.00%	0.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.240	1.899	(4.521, 5.959)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.440	1.758	(4.721, 6.159)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	6.080	1.754	(5.361, 6.799)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	5.600	1.780	(4.881, 6.319)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	5.840	1.886	(5.121, 6.559)

Pooled StDev = 1.81641

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากตะไคร้	25	6.080	a
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	5.840	a
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	5.600	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.440	a
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.240	a

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธสัมพันธ์ความชอบด้านสี วันที่ 25

เอกสาร One-way ANOVA: สี versus สูตร งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
Method ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Null hypothesis All means are equal
 Alternative hypothesis Not all means are equal
 Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor Levels Values

สูตร 5 1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	4.032	1.008	0.28	0.891
Error	120	432.720	3.606		
Total	124	436.752			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.89895	0.92%	0.00%	0.00%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.720	2.011	(4.968, 6.472)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.480	1.939	(4.728, 6.232)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.680	1.842	(4.928, 6.432)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	5.720	1.838	(4.968, 6.472)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	6.040	1.859	(5.288, 6.792)

Pooled StDev = 1.89895

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	6.040	a

คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ 25 5.720 a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาจากชาดำ	25	5.720	a
คอมบูชาจากตะไคร้	25	5.680	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	5.480	a

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์สัมพัทธ์ความชอบด้านความเปรี้ยว วันที่ 25

One-way ANOVA: ความเปรี้ยว versus สูตร

Method

Null hypothesis	All means are equal
Alternative hypothesis	Not all means are equal
Significance level	$\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	105.7	26.420	7.83	0.000
Error	120	405.1	3.376		
Total	124	510.8			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.83739	20.69%	18.05%	13.94%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	4.720	2.246	(3.992, 5.448)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	4.720	1.838	(3.992, 5.448)

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาสำหรับการใช้ 25 เพื่อศึกษา (3.232, 4.688) ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียว	25	2.920	1.525	(2.192, 3.648)
คอมบูชาจากกระเจียว	25	2.480	1.327	(1.752, 3.208)

Pooled StDev = 1.83739

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	4.720	a
คอมบูชาจากชาดำ	25	4.720	a
คอมบูชาจากตะไคร้	25	3.960	a b
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียว	25	2.920	b c
คอมบูชาจากกระเจียว	25	2.480	c

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์สัมพัทธ์ความชอบด้านความหวาน วันที่ 25

One-way ANOVA: ความหวาน versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor Levels Values

สูตร 5 1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	141.7	35.432	11.85	0.000
Error	120	358.7	2.989		

Total 124 500.4

Model Summary

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใดก็ตาม ห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.72897	28.32%	25.93%	22.22%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.080	1.998	(4.395, 5.765)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	4.520	1.584	(3.835, 5.205)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	3.880	2.027	(3.195, 4.565)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียว	25	2.800	1.607	(2.115, 3.485)
คอมบูชาจากกระเจียว	25	2.200	1.323	(1.515, 2.885)

Pooled StDev = 1.72897

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.080	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	4.520	a
คอมบูชาจากตะไคร้	25	3.880	a b
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจียว	25	2.800	b c
คอมบูชาจากกระเจียว	25	2.200	c

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์สัมพัทธ์ความชอบด้านความกลมกล่อม วันที่ 25

One-way ANOVA: ความกลมกล่อม versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	140.7	35.172	9.43	0.000
Error	120	447.8	3.731		
Total	124	588.4			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.93167	23.91%	21.37%	17.44%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.120	2.068	(4.355, 5.885)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	4.440	2.142	(3.675, 5.205)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	3.840	2.055	(3.075, 4.605)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	2.960	1.904	(2.195, 3.725)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	2.120	1.394	(1.355, 2.885)

Pooled StDev = 1.93167

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำ	25	5.120	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	4.440	a b
คอมบูชาจากตะไคร้	25	3.840	a b
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	2.960	b c
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	2.120	c

เอกสารนี้คือแบบร่างที่จัดทำขึ้นเพื่อการนำเสนอเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์สัมพัทธ์ความชอบโดยรวม วันที่ 25

One-way ANOVA: ความชอบโดยรวม versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	5	1, 2, 3, 4, 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	4	117.4	29.340	8.39	0.000
Error	120	419.8	3.499		
Total	124	537.2			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.87047	21.85%	19.24%	15.20%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาจากชาดำ	25	4.960	2.091	(4.219, 5.701)
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	4.840	1.951	(4.099, 5.581)
คอมบูชาจากตะไคร้	25	4.000	2.021	(3.259, 4.741)
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	3.160	1.841	(2.419, 3.901)
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	2.440	1.356	(1.699, 3.181)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
Pooled StDev = 1.87047
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาจากชาดำ	25	4.960	a
คอมบูชาจากชาดำผสมตะไคร้	25	4.840	a
คอมบูชาจากตะไคร้	25	4.000	a b
คอมบูชาจากชาดำผสมกระเจี๊ยบ	25	3.160	b c
คอมบูชาจากกระเจี๊ยบ	25	2.440	c

Means that do not share a letter are significantly different.

4.2 ศึกษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์คอมบูชาที่คัดเลือกได้ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของผลิตภัณฑ์คอมบูชา

One-way ANOVA: °Brix versus สูตร
Method

Null hypothesis All means are equal
Alternative hypothesis Not all means are equal
Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
--------	--------	--------

สูตร	3	1, 2, 3
------	---	---------

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	3	18.2225	6.07417	2429.67	0.000
Error	8	0.0200	0.00250		
Total	11	18.2425			

Model Summary

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้ง R-sq R-sq(adj) และ R-sq(pred) และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.05 99.89% 99.85% 99.75%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาทางค้ำ	3	9.8333	0.0577	(9.7668, 9.8999)
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	3	11.8333	0.0577	(11.7668, 11.8999)
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	3	13.00	0.00	(12.93, 13.07)

Pooled StDev = 0.05

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	3	13.00	a
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	3	11.8333	b
คอมบูชาทางค้ำ	3	9.8333	c

Means that do not share a letter are significantly different.

พีเอชของผลิตภัณฑ์คอมบูชา

One-way ANOVA: pH versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
--------	--------	--------

สูตร	3	1, 2, 3
------	---	---------

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	3	0.776467	0.258822	10352.89	0.000
Error	8	0.000200	0.000025		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Total 11 0.776667

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.005	99.97%	99.96%	99.94%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาทางค้ำ	3	3.37667	0.00577	(3.37001, 3.38332)
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	3	3.03333	0.00577	(3.02668, 3.03999)
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	3	3.310	0.000	(3.303, 3.317)

Pooled StDev = 0.005

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาทางค้ำ	3	3.37667	a
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	3	3.310	b
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	3	3.03333	c

Means that do not share a letter are significantly different.

ปริมาณกรดทั้งหมด(ในรูปกรดอะซิติก)ของผลิตภัณฑ์คอมบูชา

One-way ANOVA: Total acidity versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	3	1, 2, 3

Analysis of Variance

เอกสารนี้เป็นเอกสารสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	3	1.52636	0.508786	12210.87	0.000
Error	8	0.00033	0.000042		
Total	11	1.52669			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0064550	99.98%	99.97%	99.95%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาทางค้ำ	3	0.3600	0.0000	(0.3514, 0.3686)
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	3	0.57333	0.01155	(0.56474, 0.58193)
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	3	0.72333	0.00577	(0.71474, 0.73193)

Pooled StDev = 0.00645497

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	3	0.72333	a
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	3	0.57333	b
คอมบูชาทางค้ำ	3	0.3600	c

Means that do not share a letter are significantly different.

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของผลิตภัณฑ์คอมบูชา

One-way ANOVA: Total Phenolics versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่า Factor ที่ Levels Values ที่คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตร 3 1, 2, 3

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	3	123064	41021.4	18283.31	0.000
Error	8	18	2.2		
Total	11	123082			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.49788	99.99%	99.98%	99.97%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาทางค้า	3	893.404	1.601	(891.409, 895.398)
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	3	944.252	1.387	(942.258, 946.246)
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	3	735.312	1.601	(733.318, 737.306)

Pooled StDev = 1.49788

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	3	944.252	a
คอมบูชาทางค้า	3	893.404	b
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	3	735.312	c

Means that do not share a letter are significantly different.

กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์คอมบูชา

One-way ANOVA: DPPH versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	3	1, 2, 3

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	3	263.449	87.8164	2102.01	0.000
Error	8	0.334	0.0418		
Total	11	263.783			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.204395	99.87%	99.83%	99.71%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาทางค้ำ	3	90.704	0.222	(90.432, 90.976)
คอมบูชา + กระเจี๊ยบ วันที่ 10	3	86.545	0.259	(86.273, 86.817)
คอมบูชา + ตะไคร้ วันที่ 15	3	96.4259	0.1244	(96.1538, 96.6981)

Pooled StDev = 0.204395

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	3	96.4259	a
คอมบูชาทางค้ำ	3	90.704	b
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	3	86.545	c

Means that do not share a letter are significantly different.

ปริมาณเอทานอลของผลิตภัณฑ์คอมบูชา

One-way ANOVA: GC versus สูตร

Method

เอกสารนี้ Null hypothesis ว่างสำหรับ GC ใช้เฉพาะเมื่อคุณมีความเท่ากัน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	3	1, 2, 3

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	3	4.91280	1.63760	396.78	0.000
Error	8	0.03302	0.00413		
Total	11	4.94582			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0642433	99.33%	99.08%	98.50%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาทางค้า	3	0.14011	0.00885	(0.05457, 0.22564)
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	3	1.1704	0.0781	(1.0849, 1.2560)
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	3	0.5182	0.0727	(0.4326, 0.6037)

Pooled StDev = 0.0642433

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	3	1.1704	a
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	3	0.5182	b
คอมบูชาทางค้า	3	0.14011	c

Means that do not share a letter are significantly different.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสีของผลิตภัณฑ์คอมบูชา

One-way ANOVA: L* versus สูตร

Method

- Null hypothesis All means are equal
- Alternative hypothesis Not all means are equal
- Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	3	1, 2, 3

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	3	462.701	154.234	18471.10	0.000
Error	8	0.067	0.008		
Total	11	462.768			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0913783	99.99%	99.98%	99.97%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาทางค้า	3	22.340	0.176	(22.218, 22.462)
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	3	10.7133	0.0153	(10.5917, 10.8350)
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	3	12.1467	0.0252	(12.0250, 12.2683)

Pooled StDev = 0.0913783

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาทางค้า	3	22.340	a

เอกสารนี้คือมูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15 การใช้งานที่ 12.1467 กษา b นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ก็ตาม ลิขสิทธิ์นี้สงวนไว้สำหรับเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10 3 10.7133 c

Means that do not share a letter are significantly different.

ค่าสีของผลิตภัณฑ์คอมบูชา

One-way ANOVA: a* versus สูตร

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	3	1, 2, 3

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	3	85.3606	28.4535	998.66	0.000
Error	8	0.2279	0.0285		
Total	11	85.5885			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.168795	99.73%	99.63%	99.40%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาทางค้ำ	3	8.890	0.231	(8.665, 9.115)
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	3	9.2267	0.0451	(9.0019, 9.4514)
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	3	2.5600	0.0361	(2.3353, 2.7847)

Pooled StDev = 0.168795

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

เอกสารนี้สูตรเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	3	9.2267	a
คอมบูชาทางค้ำ	3	8.890	a
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	3	2.5600	b

Means that do not share a letter are significantly different.

ค่าสีของผลิตภัณฑ์คอมบูชา

One-way ANOVA: b* versus สูตร

Method

- Null hypothesis All means are equal
- Alternative hypothesis Not all means are equal
- Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
สูตร	3	1, 2, 3

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
สูตร	3	553.099	184.366	533.07	0.000
Error	8	2.767	0.346		
Total	11	555.866			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.588097	99.50%	99.32%	98.88%

Means

สูตร	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาทางค้ำ	3	19.197	1.162	(18.414, 19.980)
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	3	2.5033	0.0551	(1.7204, 3.2863)
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	3	9.4433	0.1450	(8.6604, 10.2263)

Pooled StDev = 0.588097

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สูตร	N	Mean	Grouping
คอมบูชาทางค้า	3	19.197	a
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	3	9.4433	b
คอมบูชาผสมกระเจียว วันที่ 10	3	2.5033	c

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์สัมพัทธ์ความชอบด้านความใสของผลิตภัณฑ์คอมบูชา

One-way ANOVA: ความใส versus ผลิตภัณฑ์คอมบูชา

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	3	201, 202, 203

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	2	38.51	19.253	11.98	0.000
Error	72	115.68	1.607		
Total	74	154.19			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.26754	24.97%	22.89%	18.59%

Means

ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาทางค้า	25	5.600	1.258	(5.095, 6.105)

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หากมีการนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปดแปลงเนื้อหาและเผยแพร่ข้อมูลไปยังเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	25	6.880	1.333	(6.375, 7.385)
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	25	7.280	1.208	(6.775, 7.785)

Pooled StDev = 1.26754

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	N	Mean	Grouping
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	25	7.280	a
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	25	6.880	a
คอมบูชาทางค้า	25	5.600	b

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์สัมพัทธ์ความชอบด้านสีของผลิตภัณฑ์คอมบูชา

One-way ANOVA: สี versus ผลิตภัณฑ์คอมบูชา

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	3	201, 202, 203

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	2	20.59	10.293	5.13	0.008
Error	72	144.56	2.008		
Total	74	165.15			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.41696	12.47%	10.03%	5.02%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Means

ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาทางค้ำ	25	6.160	1.519	(5.595, 6.725)
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	25	7.440	1.387	(6.875, 8.005)
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	25	6.720	1.339	(6.155, 7.285)

Pooled StDev = 1.41696

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	N	Mean	Grouping
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	25	7.440	a
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	25	6.720	a b
คอมบูชาทางค้ำ	25	6.160	b

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์ผสมความชอบด้านความเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์คอมบูชา

One-way ANOVA: ความเปรี้ยว versus ผลิตภัณฑ์คอมบูชา

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	3	201, 202, 203

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	2	15.12	7.560	3.10	0.051
Error	72	175.76	2.441		
Total	74	190.88			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.56241	7.92%	5.36%	0.09%

Means

ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาทางคำ	25	5.480	1.759	(4.857, 6.103)
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	25	6.560	1.356	(5.937, 7.183)
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	25	5.840	1.546	(5.217, 6.463)

Pooled StDev = 1.56241

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	N	Mean	Grouping
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	25	6.560	a
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	25	5.840	a b
คอมบูชาทางคำ	25	5.480	b

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์ผลของความชอบด้านความหวานของผลิตภัณฑ์คอมบูชา

One-way ANOVA: ความหวาน versus ผลิตภัณฑ์คอมบูชา

Method

Null hypothesis	All means are equal
Alternative hypothesis	Not all means are equal
Significance level	$\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	3	201, 202, 203

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	2	18.75	9.373	4.19	0.019

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และสงวนสิทธิ์ในเนื้อหาทั้งหมด ห้ามมิให้เผยแพร่เปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องขออนุญาตก่อนนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Error	72	161.04	2.237
Total	74	179.79	

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.49555	10.43%	7.94%	2.81%

Means

ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาทางค้า	25	5.680	1.865	(5.084, 6.276)
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	25	6.760	1.268	(6.164, 7.356)
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	25	5.720	1.275	(5.124, 6.316)

Pooled StDev = 1.49555

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	N	Mean	Grouping
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	25	6.760	a
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	25	5.720	b
คอมบูชาทางค้า	25	5.680	b

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์สัมพัทธ์ความชอบด้านความกลมกล่อมของผลิตภัณฑ์คอมบูชา

One-way ANOVA: ความกลมกล่อม versus ผลิตภัณฑ์คอมบูชา

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
--------	--------	--------

ผลิตภัณฑ์คอมบูชา 3 201, 202, 203

Analysis of Variance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานทางการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	2	10.32	5.160	2.73	0.072
Error	72	136.00	1.889		
Total	74	146.32			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.37437	7.05%	4.47%	0.00%

Means

ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาทางค้ำ	25	6.000	1.683	(5.452, 6.548)
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	25	6.840	1.143	(6.292, 7.388)
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	25	6.120	1.236	(5.572, 6.668)

Pooled StDev = 1.37437

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

ผลิตภัณฑ์คอมบูชา	N	Mean	Grouping
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	25	6.840	a
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	25	6.120	a
คอมบูชาทางค้ำ	25	6.000	a

Means that do not share a letter are significantly different.

การทดสอบทางประสาธน์ผสมผัสความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์คอมบูชา

One-way ANOVA: ความชอบโดยรวม versus ผลิตภัณฑ์คอมบูชา

Method

Null hypothesis All means are equal

Alternative hypothesis Not all means are equal

Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Factor	Levels	Values
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น	อีกทั้ง	ห้ามเด็ดขาด

 เนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตรักข์คอมบูชา 3 201, 202, 203

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ผลิตรักข์คอมบูชา	2	27.55	13.773	8.05	0.001
Error	72	123.20	1.711		
Total	74	150.75			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.30809	18.27%	16.00%	11.32%

Means

ผลิตรักข์คอมบูชา	N	Mean	StDev	95% CI
คอมบูชาทางค้า	25	5.800	1.658	(5.278, 6.322)
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	25	7.280	1.021	(6.758, 7.802)
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	25	6.440	1.158	(5.918, 6.962)

Pooled StDev = 1.30809

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

ผลิตรักข์คอมบูชา	N	Mean	Grouping
คอมบูชาผสมกระเจี๊ยบ วันที่ 10	25	7.280	a
คอมบูชาผสมตะไคร้ วันที่ 15	25	6.440	a b
คอมบูชาทางค้า	25	5.800	b

Means that do not share a letter are significantly different.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

(ฉบับที่ 204) พ.ศ.2543

เรื่อง น้ำส้มสายชู

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง น้ำส้มสายชู อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(3)(4)(5)(6)(7) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 48 (พ.ศ.2523) เรื่อง น้ำส้มสายชู ลงวันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2523

ข้อ 2 ให้น้ำส้มสายชูเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน ให้ถือว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นเพื่อจุดประสงค์ที่จะใช้ผลิตภัณฑ์นั้นในทำนองเดียวกับน้ำส้มสายชูเป็นน้ำส้มสายชู และให้หมายความรวมถึงหัวน้ำส้มด้วย

ข้อ 3 น้ำส้มสายชูแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังต่อไปนี้

(1) น้ำส้มสายชูหมัก หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำธัญพืช ผลไม้ หรือ น้ำตาล มาหมักกับส่าเหล้าแล้วหมักกับเชื้อน้ำส้มสายชูตามกรรมวิธีธรรมชาติ

(2) น้ำส้มสายชูกลั่น หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแอลกอฮอล์กลั่นเจือจาง (Dilute Distilled Alcohol) มาหมักกับเชื้อน้ำส้มสายชู หรือเมื่อหมักแล้วนำไปกลั่นอีก หรือได้จากการนำ น้ำส้มสายชูหมักตาม (1) มากลั่น

(3) น้ำส้มสายชูเทียม หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเอากรดน้ำส้ม (Acetic acid) มาเจือจาง

ข้อ 4 น้ำส้มสายชูหมักหรือน้ำส้มสายชูกลั่น ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีกรดน้ำส้มไม่น้อยกว่า 4 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร ที่ 27 องศาเซลเซียส

(2) ตรวจพบสารปนเปื้อนได้ไม่เกินปริมาณที่กำหนด ดังต่อไปนี้

(2.1) สารหนู ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม

(2.2) ตะกั่ว ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม

(2.3) ทองแดงและสังกะสี ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม

(2.4) เหล็ก ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม

(3) ไม่มีกรดน้ำส้มที่ได้มาจากการผลิตน้ำส้มสายชูหมักหรือน้ำส้มสายชูกลั่น

(4) ไม่มีกรดกำมะถัน (Sulfuric acid) หรือกรดแร่หรือสารอย่างอื่น

(5) สีสไม่มีตะกอน เว้นแต่น้ำส้มสายชูหมักตามธรรมชาติ

(6) ไม่มีหนอนน้ำส้ม (Vinegar eel)

(7) ใช้น้ำสะอาดเป็นส่วนผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (8) ให้ใช้วัตถุเจือปนอาหาร (Food Additives) ได้ ดังต่อไปนี้
- (8.1) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 70 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม
 - (8.2) กรดแอสคอร์บิก ไม่เกิน 400 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม
- (9) มีแอลกอฮอล์ตกค้าง (Residual alcohol) ไม่เกินร้อยละ 0.5
- (10) การแต่งสี ให้ใช้น้ำตาลเคี้ยวไหม้หรือสีคาราเมล
- ข้อ 5 น้ำส้มสายชูเทียม ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้
- (1) มีกรดน้ำส้มไม่น้อยกว่า 4 กรัม และไม่เกิน 7 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร ที่ 27

องศาเซลเซียส

- (2) ตรวจพบสารปนเปื้อนได้ไม่เกินปริมาณที่กำหนด ดังต่อไปนี้
 - (2.1) สารหนู ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม
 - (2.2) ตะกั่ว ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม
 - (2.3) ทองแดง และสังกะสี ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม
 - (2.4) เหล็ก ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม
- (3) ใสไม่มีตะกอน
- (4) ไม่มีกรดกำมะถันหรือกรดแร่อิสระอย่างอื่น
- (5) ไม่ใช่สี
- (6) ไม่มีการแต่งกลิ่นหรือรส
- (7) ใช้น้ำสะอาดเป็นส่วนผสม

ข้อ 6 ในการจำหน่ายน้ำส้มสายชูหรือผลิตภัณฑ์ที่เป็นกรดน้ำส้ม ห้ามแสดงคำว่า "หัวน้ำส้ม" หรือข้อความอื่นที่มีความหมายในทำนองเดียวกัน

ข้อ 7 กรดน้ำส้ม ถ้าจะจำหน่ายเป็นน้ำส้มสายชูเทียมต้องเจือจางให้มีคุณภาพหรือมาตรฐาน ตามข้อ 5

ข้อ 8 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าน้ำส้มสายชูเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

ข้อ 9 การใช้ภาชนะบรรจุน้ำส้มสายชู ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ภาชนะบรรจุ

ข้อ 10 การแสดงฉลากของน้ำส้มสายชู ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก

ข้อ 11 ให้ใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารหรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 48 (พ.ศ.2523) เรื่อง น้ำส้มสายชู ลงวันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2523 ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับยังคงใช้ต่อไปได้อีกสองปี นับแต่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 12 ให้ผู้ผลิต ผู้นำเข้าน้ำส้มสายชูที่ได้รับอนุญาตอยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ ยื่นคำขอรับเลขสารบบอาหารภายในหนึ่งปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ เมื่อยื่นคำขอดังกล่าวแล้วให้ได้รับการผ่อนผันการปฏิบัติตามข้อ 8 ภายในสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ และให้คงใช้ฉลากเดิมที่เหลืออยู่ต่อไปจนกว่าจะหมดแต่ต้องไม่เกินสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

เอกสารนี้ยังใช้บังคับอยู่ แต่อาจมีการแก้ไขเพิ่มเติมได้ หากมีการนำใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารหรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 48 (พ.ศ.2523) เรื่อง น้ำส้มสายชู ลงวันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2523 ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับยังคงใช้ต่อไปได้อีกสองปี นับแต่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 13 ประกาศนี้ ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันถัดจากวัน
ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 19 กันยายน พ.ศ.2543

กร ทัพพะรังสี

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 118 ตอนพิเศษ 6 ง. ลงวันที่ 24 มกราคม พ.ศ.2544)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**Food and Nutrition Laboratory
Institute of Nutrition, Mahidol University**

Salaya, Phuttamonthon, Nakhon Pathom 73170, THAILAND

ห้องปฏิบัติการ สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

999 ถนนพุทธมณฑล สาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

รายงานผลการทดสอบ

ตัวอย่างอาหาร: เครื่องดื่ม คอมบูชา ชาดำ + กระเจี๊ยบ

เลขที่บริการ: SFT 1261/2561

รายละเอียดของตัวอย่างอาหาร: เป็นของเหลวสีแดง บรรจุขวดแก้ว จำนวน 7 ขวด (ไม่มีฉลาก)

ผู้ขอรับบริการ: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

วันที่รับตัวอย่าง: 17 พฤษภาคม 2561

วันที่ทดสอบตัวอย่าง: 18 พฤษภาคม 2561

วิธีทดสอบ: ตามเอกสารแนบ

ผลการทดสอบ:

	A	B	Average
Caffeine (mg/100 ml)	12.45	12.17	12.31
Sulfur dioxide (mg/kg)	15.99	16.50	16.25

ห้ามนำรายงานนี้ไปประกาศโฆษณา

PROHIBITED FOR ADVERTISING

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกราช เกตวิทย์)
รองผู้อำนวยการฝ่ายทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม
ปฏิบัติหน้าที่แทน ผู้อำนวยการสถาบันโภชนาการ

รายงานผลการทดสอบ ตามหนังสือเลขที่ ศธ 0517.21/1105

ลงวันที่ 18 มิถุนายน 2561

1 / 2

The analytical results reported in this document are valid for the submitted sample only.
This document is prohibited for use in any type of advertising without written permission.
ผลการทดสอบใช้ได้กับตัวอย่างนี้เท่านั้น ห้ามนำเอกสารนี้ไปประกาศโฆษณาก่อนได้รับอนุญาต

เอกสารนี้เป็นงานบริการวิชาการ Tel. 02 441 9346, 02 800 2380 ext. 406, 418; Fax. 02 441 9344

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**Food and Nutrition Laboratory
Institute of Nutrition, Mahidol University**

Salaya, Phuttamonthon, Nakhon Pathom 73170, THAILAND

ห้องปฏิบัติการ สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

999 ถนนพุทธมณฑล สาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

เอกสารแนบ (เลขที่ SFT 1261/2561)

วิธีทดสอบ:

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ
Sulfur dioxide	Optimized Monier-Williams
Caffeine	J AOAC. No.5(71): 1068-1071



2 / 2

The analytical results reported in this document are valid for the submitted sample only.

This document is prohibited for use in any type of advertising without written permission.

ผลการทดสอบใช้ได้กับตัวอย่างนี้เท่านั้น ห้ามนำเอกสารนี้ไปประกาศโฆษณาหาก่อนได้รับอนุญาต

งานบริการวิชาการ Tel. 02 441 9346, 02 800 2380 ext. 406, 418; Fax. 02 441 9344

ไม่ว่ากรณีใดๆ หงสึน อึกหงหามมิไหตุดแปลงเนอหาและตองอางองงถึงเจาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**Food and Nutrition Laboratory
Institute of Nutrition, Mahidol University**

Salaya, Phuttamonthon, Nakhon Pathom 73170, THAILAND

ห้องปฏิบัติการ สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

999 ถนนพุทธมณฑล สาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

รายงานผลการทดสอบ

ตัวอย่างอาหาร: เครื่องดื่ม คอมบูชา ชาดำ + ตะไคร้

เลขที่บริการ: SFT 1262/2561

รายละเอียดของตัวอย่างอาหาร: เป็นของเหลวสีเหลือง บรรจุขวดแก้ว จำนวน 7 ขวด (ไม่มีฉลาก)

ผู้ขอรับบริการ: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

วันที่รับตัวอย่าง: 17 พฤษภาคม 2561

วันที่ทดสอบตัวอย่าง: 18 พฤษภาคม 2561

วิธีทดสอบ: ตามเอกสารแนบ

ผลการทดสอบ:

	A	B	Average
Caffeine (mg/100 ml)	16.38	16.74	16.56
Sulfur dioxide (mg/kg)	73.40	72.47	72.94

ห้ามนำรายงานนี้ไปประกาศโฆษณา

PROHIBITED FOR ADVERTISING

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกราช เกตวัลท์)
รองผู้อำนวยการฝ่ายทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม
ปฏิบัติหน้าที่แทน ผู้อำนวยการสถาบันโภชนาการ

รายงานผลการทดสอบ ตามหนังสือเลขที่ ศร 0517.21/ 1106 ลงวันที่ 18 มิถุนายน 2561

1 / 2

The analytical results reported in this document are valid for the submitted sample only.

This document is prohibited for use in any type of advertising without written permission.

ผลการทดสอบใช้ได้กับตัวอย่างนี้เท่านั้น ห้ามนำเอกสารนี้ไปประกาศโฆษณาก่อนได้รับอนุญาต

งานบริการวิชาการ Tel. 02 441 9346, 02 800 2380 ext. 406, 418; Fax. 02 441 9344

ไม่ว่ากรณีใดๆ หงสน อักทงหามมืเหตุดแปลงเนื้อหาและตองอองงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**Food and Nutrition Laboratory
Institute of Nutrition, Mahidol University**

Salaya, Phuttamonthon, Nakhon Pathom 73170, THAILAND

ห้องปฏิบัติการ สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

999 ถนนพุทธมณฑล สาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

เอกสารแนบ (เลขที่ SFT 1262/2561)

วิธีทดสอบ:

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ
Sulfur dioxide	Optimized Monier-Williams
Caffeine	J AOAC. No.5(71): 1068-1071



2 / 2

The analytical results reported in this document are valid for the submitted sample only.

This document is prohibited for use in any type of advertising without written permission.

ผลการทดสอบใช้ได้กับตัวอย่างนี้เท่านั้น ห้ามนำเอกสารนี้ไปประกาศโฆษณาก่อนได้รับอนุญาต

งานบริการวิชาการ Tel. 02 441 9346, 02 800 2380 ext. 406, 418; Fax. 02 441 9344

ไม่ว่ากรณีใดๆ หงสน์ อีกรหัสใหม่ให้ติดต่อขอเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้