ผลของสารก่อเจลต่อสมบัติทางกายภาพเคมี ของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

EFFECT OF GELLING AGENTS ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF GUMMY JELLY FROM KOMBUCHA BLENDED PASSION FRUIT JUICE

วศินี ศิริหิรัญ

อรอนงค์ ไพศาลธรรม

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECT OF GELLING AGENTS ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF GUMMY JELLY FROM KOMBUCHA BLENDED PASSION FRUIT JUICE

WASINEE SIRIHIRUN
ONANONG PAISANTAM

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (INDUSTRIAL MICROBIOLOGY)
DEPARTMENT OF BIOLOGY, SCHOOL OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ ผลของสารก่อเจลต่อสมบัติทางกายภาพเคมีของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

Effect of gelling agents on physicochemical properties of gummy jelly from kombucha blended passion fruit juice

ชื่อนักศึกษา นางสาววศินี ศิริหิรัญ รหัสนักศึกษา 63050518

นางสาวอรอนงค์ ไพศาลธรรม รหัสนักศึกษา 63050531

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

ภาควิชา ชีววิทยา

ปีการศึกษา 2566

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดวงใจ โอชัยกุล

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร.อิงครัต กิ่งแก้ว

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม) ประจำปีการศึกษา 2566

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.วรภัทร์ สงวนไชยไผ่วงศ์ ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร.สุทธิจิต ศรีวัชรกุล กรรมการ	
รศ.ดวงใจ โอชัยกุล กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	
ดร.อิงครัต กิ่งแก้ว กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ ผลของสารก่อเจลต่อสมบัติทางกายภาพเคมีของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส
Effect of gelling agents on physicochemical properties of gummy jelly from kombucha blended passion fruit juice

ชื่อนักศึกษา นางสาววศินี ศิริหิรัญ รหัสนักศึกษา 63050518
นางสาวอรอนงค์ ไพศาลธรรม รหัสนักศึกษา 63050531

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

ภาควิชา ชีววิทยา

ปีการศึกษา 2566

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดวงใจ โอชัยกุล

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร.อิงครัต กิ่งแก้ว

บทคัดย่อ

กัมมี่เยลลี่ เป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าพึงพอใจซึ่งขึ้นชื่อเรื่องรสชาติที่ให้ความสดชื่นและสีสันสดใส ทำให้ดูน่าดึงดูด และยังมีเนื้อสัมผัสที่นุ่ม ยืดหยุ่นเหมาะสำหรับการเคี้ยว ในทางกลับกัน คอมบูชาเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพทางเลือกที่ได้จากกระบวนการหมักยีสต์ที่เป็นประโยชน์และแบคทีเรียกรดอะซิติก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารก่อเจลต่อคุณสมบัติทางกายภาพเคมี และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส นอกจากนี้ยังมุ่งพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่โดยใช้สารก่อเจลที่มีความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุด ในตลอดกระบวนการหมักที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างของคอมบูชาลดลง ในขณะที่ปริมาณความเป็นกรดทั้งหมดและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเพิ่มถึงจุดสูงสุดในวันที่ 30 โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.37±0.04 และ 274.12±6.53 µg GAE/ml ตามลำดับ จากนั้นจึงนำมาปรับปรุงรสชาติด้วยน้ำเสาวรส ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสเผยให้เห็นความพึงพอใจสูงสุดสำหรับอัตราส่วน 7:3 (คอมบูชา: น้ำเสาวรส) จึงได้ผลิตกัมมี่เยลลี่โดยใช้คอมบูชาผสมกับน้ำเสาวรสในอัตราส่วนนี้ การตรวจสอบเพิ่มเติมเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพเคมี และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ที่ได้จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสได้ดำเนินการโดยใช้เจลาตินที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน ได้แก่ 12%, 15% และ 18% การวิเคราะห์ทางสถิติระบุว่าไม่มีความแตกต่างที่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ในด้านค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณความเป็นกรดทั้งหมด และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ในความเข้มข้นของเจลาตินที่แตกต่างกัน โดยรวมแล้วคะแนนความพึงพอใจสูงสุดคือกัมมี่เยลลี่ที่ผลิตโดยใช้เจลาตินปริมาณ 18%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสำคัญ : กัมมี่เยลลี่ คอมบูชา สารก่อเจล เสาวรส

Title	Effect of gelling agents on physicochemical properties of gummy jelly from kombucha blended passion fruit juice
Students	Miss Wasinee Sirihirun
	Miss Onanong Paisantam
Degree	Bachelor of Science (Industrial Microbiology)
Department	Biology
Faculty	Science
University	King Monkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2023
Advisor	Assoc. Prof. Duangjai Ochaikul
Co-advisor	Dr. Engkarat Kingkaew

Abstract

Gummy jelly is a delightful product known for its refreshing taste and vibrant colors, making it visually appealing. Its soft and elastic texture is perfect for chewing. Kombucha, on the other hand, is an alternative health beverage produced through the fermentation process involving beneficial yeast and acetic acid bacteria. This research aimed to explore the impact of gelling agents on the physical, chemical properties, and sensory perception of gummy jelly derived from kombucha mixed with passion fruit. Additionally, it seeks to develop gummy jelly products using optimal concentrations of gelling agents. Throughout the fermentation process at 25±2 °C, the pH of kombucha was observed to decrease, while both total acidity and total phenolic compound content increased steadily, reaching their peak on day 30 at 0.37±0.04 and 274.12±6.53 µg GAE/ml ,respectively. Following this, the taste was adjusted with passion fruit juice. Sensory evaluation revealed the highest preference for the 7:3 ratio (Kombucha : Passion fruit juice). Consequently, gummy jelly was produced using kombucha mixed with passion fruit juice in this ratio. Further investigations into the physical, chemical properties, and sensory evaluation of gummy jelly derived from kombucha mixed with passion fruit juice were conducted using varying concentrations of gelatin, including 12%, 15%, and 18%. Statistical analysis indicated no significant difference ($p > 0.05$) in acidity-alkali values, total acidity, and total phenolic compound

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

content among the different gelatin concentrations. Overall, the highest preference score was awarded to Gummy jelly produced using 18% gelatin.

Keywords ; gummy jelly , kombucha , gelling agents , passion fruit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรมฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากความกรุณาของบุคคลต่างๆหลายๆท่าน

ขอขอบพระคุณ รศ.ดวงใจ โอชัยกุล อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำปรึกษาแนะนำชี้แนะแนวทางอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำโครงงานพิเศษนี้ ตลอดจนแก้ไขให้โครงงานพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรภัทร สงวนไชยไผ่วงศ์ ประธานกรรมการ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทธิจิต ศรีวัชรกุล กรรมการ ที่ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องให้โครงงานพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเพื่อนและรุ่นพี่นักศึกษาปริญญาโทในห้องปฏิบัติการที่มีส่วนช่วยเหลือ แนะนำการใช้เครื่องมือต่างๆ และให้กำลังใจในการทำโครงงานพิเศษครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ซึ่งได้เปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนคอยช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

วศินี ศิริหิรัญ

อรอนงค์ ไพศาลธรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ข
กิตติกรรมประกาศ..... ง
สารบัญ..... จ
สารบัญตาราง..... ซ
สารบัญรูป..... ฌ
บทที่ 1 บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ..... 1
1.2 วัตถุประสงค์..... 2
1.3 ขอบเขต..... 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3
2.1 คอมบูชา..... 3
2.2 หัวเชื้อ SCOBY..... 4
2.3 การผลิตเครื่องดื่มคอมบูชา..... 5
2.4 กระบวนการหมักคอมบูชา..... 5
2.4.1 กระบวนการหมักน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์..... 5
2.4.2 กระบวนการเกิดกรดคาร์บอนิก..... 5
2.4.3 กระบวนการออกซิไดซ์แอลกอฮอล์เป็นกรดอินทรีย์ต่างๆ..... 5
2.4.4 กระบวนการผลิตแผ่นวุ้นหรือแผ่นเซลลูโลส..... 6
2.4.5 เชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในคอมบูชา..... 6
2.5 ประโยชน์ของคอมบูชา..... 7
2.6 ชาอู่หลง..... 7
2.6.1 สารอาหารในชาอู่หลง..... 7
2.6.2 การผลิตชาอู่หลง..... 8
2.6.3 ประโยชน์ของชาอู่หลง..... 8
2.7 อนุมูลอิสระ..... 9
2.7.1 สารต้านอนุมูลอิสระ..... 9
2.8 กัมมี่เยลลี่..... 10
2.8.1 กระบวนการผลิตกัมมี่..... 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.9 ส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตกัมมี่เยลลี่..... 11
2.9.1 น้ำตาล..... 11
2.9.2 กลูโคสไซรัป (แบะแซ)..... 13
2.9.3 สารก่อเจล..... 14
2.9.4 เสาวรส..... 15
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 16
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย..... 19
3.1 วัตถุดิบ..... 19
3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง..... 19
3.2.1 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด..... 19
3.2.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด..... 19
3.2.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด..... 19
3.2.4 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH..... 19
3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ..... 19
3.3.1 อุปกรณ์สำหรับหมักคอมบูชา..... 19
3.3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์..... 19
3.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... 21
3.4.1 การเตรียมคอมบูชาจากชาอู่หลง..... 21
3.4.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชา. 21
3.4.3 กระบวนการปรับปรุงรสชาติของคอมบูชาด้วยน้ำเสาวรส..... 24
3.4.4 การผลิตกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส..... 24
3.4.5 การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมเสาวรส.... 24
3.4.6 การวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยา..... 25
3.4.7 การวิเคราะห์ทางสถิติ..... 26
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล..... 27
4.1 ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีระหว่างกระบวนการหมักของคอมบูชา..... 27
4.2 ผลการศึกษาการปรับปรุรสชาติของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรในอัตราส่วนต่างๆ..... 34
4.3 ผลการศึกษาการผลิตกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส..... 35
4.3.1 ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสในกัมมี่เยลลี่..... 35
4.3.2 ผลการศึกษาปริมาณเจลาตินต่อคุณภาพของกัมมี่เยลลี่..... 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3.3 ผลการวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาของกัมมี่เยลลี่ 41
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 42
5.1 สรุปผลการวิจัย 42
5.2 ข้อเสนอแนะ 42
เอกสารอ้างอิง 43
ภาคผนวก 48
ภาคผนวก ก 49
ภาคผนวก ข 51
ภาคผนวก ค 52
ภาคผนวก ง 53
ภาคผนวก จ 54
ภาคผนวก ฉ 55
ภาคผนวก ช 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 สูตรพื้นฐานของการผลิตกัมมี่เยลลี่..... 10
3.1 ส่วนผสมและปริมาณความเข้มข้นเจลาตินที่ใช้ในการผลิตกัมมี่เยลลี่..... 25
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 14 21 และ 30 วัน..... 28
4.2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาหมัก 30 วัน ผสมน้ำเสาวรสในอัตราส่วนต่างๆ.. 35
4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสในกัมมี่เยลลี่..... 36
4.4 ค่าเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่โดยใช้ปริมาณเจลาตินที่แตกต่างกัน..... 38
4.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่คอมบูชาผสมน้ำเสาวรสเมื่อใช้ปริมาณเจลาตินแตกต่างกัน..... 40
4.6 การวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาของกัมมี่เยลลี่คอมบูชาผสมน้ำเสาวรส..... 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 คอมบูชา..... 3
2.2 หัวเชื้อ SCOBY..... 4
2.3 ลักษณะชาอู่หลง..... 8
2.4 กรรมวิธีการผลิตกัมมี่เยลลี่..... 11
2.5 เสาวรส..... 16
4.1 ค่าความเป็นกรด-ด่างของคอมบูชาจากชาอู่หลง
หมักที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน..... 29
4.2 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจากชาอู่หลง
หมักที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน..... 30
4.3 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลง
หมักที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน..... 30
4.4 ปริมาณเอทานอลของคอมบูชาจากชาอู่หลง
หมักที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน..... 31
4.5 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลง
หมักที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน..... 32
4.6 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลง
หมักที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน..... 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดที่มีความนิยมเป็นอย่างมากในกลุ่มเด็กจนถึงวัยรุ่น เนื่องจากมีสีสันสดใสและรูปร่างที่สวยงามน่ารับประทาน เนื้อสัมผัสมีความเหนียวนุ่มและยืดหยุ่นเหมาะสำหรับการเคี้ยว สารอาหารหลักของกัมมี่เยลลี่ คือ คาร์โบไฮเดรต จึงทำให้กัมมี่เยลลี่มีคุณค่าทางพลังงานสูง กัมมี่เยลลี่ประกอบด้วยน้ำตาล เป็นสารให้ความหวานช่วยให้เกิดเจลและช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ สารให้ความหวานที่นิยมใช้ในการทำกัมมี่เยลลี่ ได้แก่ กลูโคสไซรัป (glucose syrup) น้ำตาลซูโครส (sucrose) น้ำตาลอินเวิร์ต (invert syrup) (สุกัญญา และคณะ, 2563) นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยสารก่อเจล (gelling agent) โดยสารก่อเจลจะทำหน้าที่ในการขึ้นรูปและปรับปรุงโครงสร้างเนื้อสัมผัส ทั้งนี้ชนิดและปริมาณของสารก่อเจลที่แตกต่างกันจะทำให้ได้เนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่แตกต่างกัน โดยสารก่อเจลที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ เจลาติน (gelatin) เป็นสารก่อเจลที่นิยมใช้ในการเตรียมกัมมี่เยลลี่มากที่สุด เนื่องจากให้ลักษณะปรากฏของกัมมี่เยลลี่ที่มีความใส เหนียวนุ่ม และยืดหยุ่น (ณัชชากร และคณะ, 2560) นอกจากนี้ยังมีคาราจีแนน ผงวุ้น เพคติน เป็นต้น

ชาหมักหรือคอมบูชา (Kombucha) เกิดจากกระบวนการหมักของจุลินทรีย์โพรไบโอติกส์ ซึ่งจุลินทรีย์กลุ่มนี้จะอาศัยอยู่ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ มีส่วนช่วยในการปรับสมดุลลำไส้ ระบบขับถ่าย รวมถึงระบบอื่นๆของร่างกาย การบริโภคโพรไบโอติกส์เข้าไปจะช่วยเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ชนิดที่ดีให้กับลำไส้ ช่วยลดจุลินทรีย์ตัวที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์และก่อให้เกิดโทษแก่ร่างกาย (วินัย และคณะ, 2556) นอกจากประโยชน์ของโพรไบโอติกส์แล้ว คอมบูชายังมีกรดกลูคูโรนิก สาร DSL (D-saccharide acid-1,4-lactone) ที่ช่วยส่งเสริมการทำงานของตับ สามารถขับสารพิษ สารก่อมะเร็งได้ดีเพิ่มมากขึ้น และยังมีสารอนุมูลอิสระอีกหลายชนิดที่ช่วยชะลอความเสื่อมสภาพของเซลล์ต่างๆ ทำให้ร่างกายคงไว้ซึ่งความอ่อนเยาว์และมีอายุยืนยาวมากขึ้น (สายสมร, 2556) ดังนั้นคอมบูชาจึงเป็นเครื่องดื่มที่คนยุโรปและอเมริกานิยมดื่ม (บุญญิสา และคณะ, 2564)

เสาวรสพันธุ์สีม่วงมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Passiflora edulis* Sims เป็นไม้เถาเลื้อย ผลมีลักษณะเป็นทรงกลม ผลอ่อนจะเป็นสีเขียวแต่เมื่อสุกจะมีสีม่วง ภายในมีเมล็ดสีดำอยู่ในเยื่อหุ้มเมล็ดเป็นถุงจำนวนมาก จัดเป็นเสาวรสพันธุ์หวาน มีกลิ่นที่หอมเป็นเอกลักษณ์ จึงนิยมนำมาบริโภคโดยการทานสดหรือแปรรูป (ณัชชา, 2550) เสาวรสอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ แร่ธาตุ วิตามิน กรดโฟลิก คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม และไฟเบอร์ โดยทั่วไปนิยมนำไปแปรรูปเป็นน้ำผลไม้ มีสรรพคุณช่วยในเรื่องการขับถ่าย เนื่องจากมีไฟเบอร์สูงจึงสามารถช่วยกำจัดคอเลสเตอรอลในร่างกายได้ อีกทั้งยังสามารถช่วยขับสารพิษในลำไส้ ป้องกันการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ (ขวัญใจ, 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความนิยมในกัมมี่เยลลี่นั้นมาจากลักษณะที่เหนียวนุ่ม ยืดหยุ่น ร่วมกับความหวานอร่อยของผลิตภัณฑ์ซึ่งผู้บริโภคจะเพลิดเพลินกับผลิตภัณฑ์ที่สามารถเคี้ยวได้ การทำโครงงานพิเศษนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาความเข้มข้นของเจลาตินซึ่งเป็นสารก่อเจลชนิดหนึ่งที่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพเคมีและการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมเสาวรสเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ให้มีคุณภาพดีขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อศึกษาผลของสารก่อเจลต่อสมบัติทางกายภาพเคมีและการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมเสาวรส
2) พัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่โดยใช้สารก่อเจลในความเข้มข้นที่เหมาะสม

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

หมักเครื่องดื่มคอมบูชาด้วย SCOBY ซึ่งเป็นหัวเชื้อทางการค้า ศึกษาคุณภาพทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชาที่หมักเป็นระยะเวลา 30 วัน นำคอมบูชาที่ได้จากการหมักมาปรับปรุงรสชาติด้วยการผสมน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 7:3 (คอมบูชา : น้ำเสาวรส) จากนั้นนำมาผลิตกัมมี่เยลลี่ แปรผันปริมาณเจลาตินซึ่งเป็นสารก่อเจลความเข้มข้นร้อยละ 12 , 15 และ 18 ของปริมาตรทั้งหมด จากนั้นนำผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพทางเคมี และทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกความเข้มข้นของเจลาตินที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากผลิตภัณฑ์ที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงและคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมเสาวรส โดยใช้สารก่อเจลในความเข้มข้นที่เหมาะสม
2) ได้ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมเสาวรสที่มีรสชาติอร่อยและมีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คอมบูชา

คอมบูชา (Kombucha) เป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน เพราะมีประโยชน์ในการช่วยบำรุงร่างกายยาวนานกว่า 2,000 ปี (จิงจิง, 2562) โดยคอมบูชาเป็นน้ำหมักชาที่เกิดขึ้นในสมัยราชวงศ์จิ้นราว ค.ศ.212 ต่อมาความรู้เรื่องการหมักคอมบูชาได้เผยแพร่ไปยังประเทศเกาหลีช่วง ค.ศ. 414 โดยนายแพทย์คอมบู (Kom-BU) ได้นำชาหมักถวายพระจักรพรรดิแห่งญี่ปุ่นโดยอ้างว่าสามารถรักษาโรคได้สารพัดโรค จึงถูกเรียกว่าชาคอมบูหรือคอมบูชา โดยคอมบูชา คือ ชาหมักที่ได้จากการหมักชาที่เติมน้ำตาลด้วยสคูบี้หรือสโคบี้ (SCOBY) ซึ่งสรรพคุณของชาหมักนั้นดีต่อร่างกายโดยสามารถช่วยเพิ่มภูมิต้านทานและป้องกันโรค ช่วยให้ระบบย่อยอาหารทำงานได้ดีขึ้น ช่วยต้านการเกิดอนุมูลอิสระ โดยในกระบวนการหมักคอมบูชานั้น ก่อให้เกิดจุลินทรีย์และยีสต์สายพันธุ์ดีหรือโพรไบโอติกส์ปริมาณมาก ซึ่งดีต่อระบบย่อยอาหารของร่างกาย อีกทั้งยังอาจช่วยรักษาและป้องกันโรคทางเดินอาหารบางชนิดได้ (วรรณวิษา, 2562)

รูปที่ 2.1 คอมบูชา

ที่มา https://vogue.co.th/beauty/skin_care/article/kombuchaskincare

สืบค้นเมื่อวันที่ 8 พฤศจิกายน 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หัวเชื้อ SCOBY

ในกระบวนการหมักคอมบูชาจะเกิดขึ้นในสภาวะที่มีการใช้ออกซิเจน โดยอาศัยเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำงานร่วมกันสองชนิด ประกอบด้วยเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ หรือเรียกว่า Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast เรียกย่อๆว่า “SCOBY” อุณหภูมิที่เหมาะสมในกระบวนการหมักอยู่ในช่วง 18-30 องศาเซลเซียส ใช้เวลาหมักชาอย่างน้อย 1 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักจะได้ผลิตภัณฑ์ 2 ส่วน ประกอบด้วย แผ่นวุ้นหรือเซลลูโลส (cellulosic pellicle layer) ลอยอยู่ด้านบน ในส่วนนี้ไม่นิยมบริโภค เพราะมีความเปรี้ยวและความเหนียวแข็งของแผ่นวุ้น ในส่วนที่สอง คือ น้ำชาหมัก สามารถนำไปดื่มได้ โดยจะมีรสชาติหวานอมเปรี้ยว มีกลิ่นแอลกอฮอล์เล็กน้อย เนื่องจากส่วนผสมหลักเป็นกรดน้ำส้ม (acetic acid) ในน้ำชาหมักพบว่ามีสารประกอบต่างๆหลากหลายชนิดที่มีประโยชน์ต่อร่างกายและผลิตภัณฑ์จากกระบวนการเมตาบอลิซึมบางชนิดของเชื้อ SCOBY เช่น กรดอะซิติกและกรดอินทรีย์อื่นๆ มีฤทธิ์ต้านในการต้านเชื้อแบคทีเรียและป้องกันการปนเปื้อนของเครื่องดื่มชาหมักจากแบคทีเรียก่อโรคอีกด้วย (Watawana *et al*., 2015)

รูปที่ 2.2 หัวเชื้อ SCOBY

ที่มา https://www.healthline.com/nutrition/kombucha-scoby#what-it-is

สืบค้นเมื่อวันที่ 8 พฤศจิกายน 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การผลิตเครื่องดื่มคอมบูชา

การผลิตเครื่องดื่มคอมบูชาทำโดยการต้มใบชาอู่หลงร้อยละ 1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรในน้ำเดือดและเติมน้ำตาลทรายขาวร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร วางทิ้งไว้ให้เย็นและเติมแผ่นเซลลูโลสหรือหัวเชื้อ SCOBY และเติมน้ำหมักของหัวเชื้อ จากนั้นปิดด้วยผ้าขาวบางสะอาด หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 21 วัน (Massoud *et al*., 2021) และการเกิดคอมบูชาเกิดจากการนำน้ำชาอย่างชาดำหรือชาเขียว น้ำตาล จุลินทรีย์ และยีสต์ ไปหมักรวมกันอย่างน้อย 1 สัปดาห์ จนออกมาเป็นเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรด โดยมีส่วนผสมหลักเป็นกรดน้ำส้ม (Acetic Acid) รวมถึงวิตามิน B และสารต่าง ๆ

2.4 กระบวนการหมักคอมบูชา สำหรับกระบวนการหมักคอมบูชานั้นสามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.4.1 กระบวนการหมักน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ ในช่วงระยะเริ่มต้นของกระบวนการหมักยีสต์จะทำหน้าที่ย่อยน้ำตาลซูโครสด้วยเอนไซม์ไฮโดรเลสให้เป็นกลูโคสและฟรุกโตส (Balentine *et al*., 2000) กลูโคสจะถูกย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนหรือที่เรียกว่ากระบวนการหมักแอลกอฮอล์ ซึ่งผลผลิตที่ได้ในช่วงระยะเริ่มแรกจะเป็นแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์ (นงลักษณ์ และปรีชา, 2548) ดังสมการ 2.1 (Gunther, 1995)

$$\underset{\text{กลูโคส}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{แอลกอฮอล์}}{2C_2H_5OH} \longrightarrow \underset{\text{คาร์บอนไดออกไซด์}}{CO_2}$$

2.4.2 กระบวนการเกิดกรดคาร์บอนิก ภายหลังจากกระบวนการย่อยสลายน้ำตาลของยีสต์จะเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ โดยไอน้ำและความชื้นภายในชาหมักคอมบูชาจะรวมตัวกันกับคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้เกิดเป็นกรดคาร์บอนิก ส่งผลทำให้น้ำหมักคอมบูชามีความเปรี้ยวซ่าและมีฟองแก๊สเล็กน้อย ดังสมการ 2.2 (Gunther, 1995)

$$\underset{\text{คาร์บอนไดออกไซด์}}{CO_2} + \underset{\text{น้ำ}}{H_2O} \longrightarrow \underset{\text{กรดคาร์บอนิก}}{H_2CO_3}$$

2.4.3 กระบวนการออกซิไดซ์แอลกอฮอล์เป็นกรดอินทรีย์ต่างๆ ในสภาวะที่มีแอลกอฮอล์ซึ่งจะมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกลุ่มแบคทีเรียกรดอะซิติก ที่สามารถเจริญได้ดีพร้อมทั้ง

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถออกซิไดซ์แอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอะซิติกและน้ำ นอกจากกรดอะซิติกแล้ว น้ำหมักคอมบูชายังมีกรดอินทรีย์ต่างๆ เกิดขึ้น นอกจากนี้แบคทีเรียกรดอะซิติกสามารถที่จะเปลี่ยนน้ำตาลและคาเฟอีนที่เป็นส่วนประกอบของชาให้เป็นส่วนในการผลิตแผ่นวุ้นหรือเซลลูโลสบริเวณผิวหน้าของน้ำชาหมัก เมื่อเกิดกระบวนการออกซิไดซ์แอลกอฮอล์เกิดขึ้น จึงทำให้ชาหมักคอมบูชามีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่มากหรือไม่มีแอลกอฮอล์ผสม เมื่อเทียบกับเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ทั่วไป ดังสมการ 2.3 (Gunther, 1995)

$$\underset{\text{แอลกอฮอล์}}{C_2H_5OH} + \underset{\text{ออกซิเจน}}{O_2} \longrightarrow \underset{\text{กรดอะซิติก}}{CH_3COOH} + \underset{\text{น้ำ}}{H_2O}$$

2.4.4 กระบวนการผลิตแผ่นวุ้นหรือแผ่นเซลลูโลส (cellulosic pellicle layer) แผ่นวุ้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากกลุ่มแบคทีเรียกรดอะซิติก โดยสารคาเฟอีน (caffeine) และสารแซนทีน (xanthines) ที่เป็นสารประกอบของชาจะช่วยกระตุ้นให้เกิดการสร้างแผ่นวุ้นขึ้นโดยอาศัย Entner-Doudoroff pathway ซึ่งโครงสร้างของแผ่นวุ้นประกอบด้วยเฮมิเซลลูโลสและลิกนิน ในระยะเริ่มต้นของกระบวนการหมักหรือประมาณในวันที่ 3 ของการหมักคอมบูชา สามารถสังเกตเห็นแผ่นวุ้นหรือแผ่นเยื่อใสบางๆ (culture floats) เจริญปกคลุมบริเวณผิวหน้าของชาหมักซึ่งการเจริญของแผ่นวุ้นเป็นสิ่งชี้วัดได้ว่าเชื้อจุลินทรีย์นั้นมีการเจริญที่ดีและส่วนของน้ำชาหมักมีสารอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ เช่น แหล่งคาร์บอน ไนโตรเจน ออกซิเจน แร่ธาตุ เมื่อทำการหมักคอมบูชาเป็นระยะเวลานานขึ้นจะสังเกตเห็นแผ่นวุ้นที่หนาเพิ่มมากขึ้น ถ้าหากมีการเขย่า เคลื่อนย้ายภาชนะหมักหรืออุณหภูมิในการบ่มต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส แผ่นวุ้นอาจจะตกจมดิ่งอยู่บริเวณก้นของภาชนะหมัก ทั้งนี้แบคทีเรียกรดอะซิติกจะสามารถผลิตแผ่นวุ้นปกคลุมบริเวณผิวหน้าของน้ำชาหมักได้ใหม่อยู่เสมอ (Jayabalan *et al*., 2014)

2.4.5 เชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในคอมบูชา ในกระบวนการหมักคอมบูชามีเชื้อจุลินทรีย์ 2 กลุ่มหลัก คือ กลุ่มแบคทีเรียอะซิติก (Acetic acid bacteria) และกลุ่มยีสต์ (Yeast) โดยกลุ่มแบคทีเรียอะซิติกที่สามารถตรวจพบในน้ำหมักคอมบูชาประกอบด้วย *Acetobacter xylinum, A. xylinoides, A. aceti, A. pasteurianus, Bacterium gluconicum, Gluconobacter oxydans* และ *Gluconacetobacter* sp. (Yang *et al*., 2009) และยีสต์ที่สามารถตรวจพบได้จากน้ำหมักคอมบูชา ประกอบไปด้วย *Saccharomyces, Saccharomycodes, Schizosaccharomyces, Zygosaccharomyces, Brettanomyces/Dekkera, Candida, Torulospora, Koeckera apiculate, Pichia Mycotorula* และ *Mycoderma* (Jayabalan *et al*., 2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ประโยชน์ของคอมบูชา

คอมบูชาเป็นแหล่งโพรไบโอติกส์จากการหมักชากับยีสต์และแบคทีเรียที่ดีทิ้งไว้หนึ่งสัปดาห์หรือมากกว่าทำให้เกิดกรดอะซิติก โดยแบคทีเรียจำนวนมากเติบโตได้ในส่วนผสมนี้และแบคทีเรียเหล่านี้มีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอติกส์ มีส่วนช่วยในการดูดซึมสารอาหาร การป้องกันโรค และการรักษาภาวะที่ผิดปกติของร่างกาย (วีระกิจ, 2561) คอมบูชามีสารต้านอนุมูลอิสระ โดยช่วยลดการสร้างอนุมูลอิสระในร่างกาย ลดอันตรายที่เกิดจากอนุมูลอิสระ อีกทั้งยังมีส่วนช่วยปรับสมดุลระบบลำไส้ ช่วยในการย่อยอาหาร ช่วยในกระบวนการขับถ่ายของเสีย แก้ท้องผูก ลดอาการลำไส้แปรปรวน รวมทั้งยังช่วยเพิ่มแบคทีเรียชนิดดีในลำไส้ ลดแบคทีเรียไม่ดีที่อาจก่อปัญหาสุขภาพออกจากร่างกาย และเสริมภูมิคุ้มกัน เมื่อการทำงานของลำไส้ดี การขับถ่ายเป็นปกติ มีจุลินทรีย์ชนิดดีมากกว่าชนิดไม่ดี ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้จะช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันธรรมชาติของร่างกายได้ ทำให้เสี่ยงเป็นหวัดน้อยลง และช่วยลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อต่างๆ ด้วยเช่นกัน (Dufresne and Farnworth, 2000)

2.6 ชาอู่หลง

ชาอู่หลง (Oolong Tea) เป็นชาจีนแบบดั้งเดิม ทำมาจากใบของต้น Camellia sinensis ซึ่งเป็นพืชชนิดเดียวกับที่ใช้ทำชาเขียวและชาดำ (วราภรณ์, 2566) โดยผ่านกระบวนการหมักยอดใบชาสดเพียงบางส่วน ประมาณร้อยละ 10-80 จากกรรมวิธีการผลิตชาอู่หลงที่ผ่านกระบวนการกึ่งหมักนั้นจึงทำให้เกิดสารสำคัญที่เรียกว่า Oolong Tea polymerized-polyphenols หรือ OTPPs (พบได้มากในชาอู่หลง) นอกเหนือจากคาเฟอีน (caffeine) และสารในกลุ่มคาเทชิน (catechin) ที่พบได้เช่นกันในชาเขียวและชาดำ เป็นชาที่มีรสชาติเข้มข้นและมีกลิ่นหอมจึงเป็นที่นิยมดื่มกันมากในแถบประเทศจีนตอนกลาง แถบมณฑลฝูเจี๋ยนและกวางตุ้ง โดยน้ำชาที่ได้จะมีสีที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิต เช่น สีเหลืองอมเขียว สีน้ำตาลอมเขียว สีน้ำตาลอมเหลือง สีน้ำตาลอมส้ม เป็นต้น ส่วนในประเทศไทยนั้นได้มีการผลิตชาอู่หลงในแถบยอดดอยแม่สลอง ดอยวาวี จังหวัดเชียงราย ซึ่งชาที่ได้จะมีคุณภาพที่ดี มีรสชาติชุ่มคอ และมีกลิ่นหอม ซึ่งทำให้เป็นที่รู้จักและนิยมดื่มกันมากขึ้น (Hara *et al.,* 2004)

2.6.1 สารอาหารในชาอู่หลง

ชาอู่หลงมีวิตามิน แร่ธาตุ และสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นประโยชน์หลายชนิด ประกอบไปด้วย วิตามิน และเกลือแร่หลายชนิด ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ล้วนเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย และยังมีสารคาเฟอีน ซึ่งเป็นสารกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง หัวใจ และกล้ามเนื้อด้วย (ลำดวน, 2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 2.3 ลักษณะชาอู่หลง

ที่มา https://www.nanagarden.com/product/309530

สืบค้นเมื่อวันที่ 8 พฤศจิกายน 2566

2.6.2 การผลิตชาอู่หลง

การผลิตชาอู่หลง เป็นชาที่ผ่านกระบวนการหมักบางส่วน (partially fermented tea) หรือเรียกว่าชากึ่งหมัก (semi-fermented tea) การผลิตชาอู่หลงของไทยนิยมผลิตจากชากลุ่มพันธุ์จีน เช่น พันธุ์อู่หลงเบอร์ 12 พัฒนามาจากพันธุ์ชาอู่หลงชิงเซียน และอู่หลงเบอร์ 17 (อู่หลงก้านอ่อน) พัฒนามาจากพันธุ์ชาอู่หลงหยวนจือ กรรมวิธีการผลิตเริ่มจากการเก็บยอดชาสด 1 ยอดตูมและ 2-3 ใบบาน จากนั้นใบชาจะถูกลำเลียงเข้าโรงงานผึ่งกลางแจ้ง (outdoor withering) ประมาณ 20-40 นาที เพื่อให้ใบชาเกิดการคายน้ำ ในขั้นตอนต่อไปใบชาจะถูกผึ่งในร่ม (indoor withering) ในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในระหว่างผึ่งในร่มนี้ยอดชาจะถูกเขย่ากระตุ้นให้ช้ำ การผึ่งในร่มทำให้เกิดการหมักบางส่วนที่ทำให้เอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของคาเทชิน ทำให้เกิดการรวมตัวกันของคาเทชิน เพื่อให้ชาอู่หลงมีสี กลิ่น และรสชาติที่ต่างไปจากชาเขียว ภายหลังการผึ่งในร่มยอดชาจะถูกนำไปคั่วด้วยเครื่องคั่ว ตามด้วยนวด ให้เป็นเส้นหรือขึ้นรูปให้เป็นเม็ดแล้วแต่โรงงานผลิตแต่ละแห่ง จากนั้นนำไปอบแห้ง ตามด้วยการคัดเกรด และบรรจุ

2.6.3 ประโยชน์ของชาอู่หลง

ชาอู่หลงมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง จึงช่วยต่อต้านริ้วรอยที่เกิดจากการเผชิญกับรังสีอัลตราไวโอเล็ต มลภาวะต่างๆและความเครียด จึงช่วยชะลอความแก่ได้อีกด้วย รายงานของกองการป้องกันโรคและกองงานโภชนาการในกรมการแพทย์ของประเทศจีนได้รายงานว่า ชาอู่หลงมีฤทธิ์ยับยั้งสาร DEAN ที่ทำให้เกิดมะเร็งปอด และสาร MNNG ที่เป็นสารก่อมะเร็งในกระเพาะอาหารและลำไส้ ช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดการสะสมและช่วยควบคุมปริมาณของไขมันในเลือด ช่วยลดความเสี่ยงของการเป็นโรคอ้วน (OTPPs) และการดื่มชาอู่หลงยังมีประสิทธิภาพในการป้องกันและบำบัดภาวะอ้วนลงพุงหรือ Metabolic syndrome ได้ (เอกราช, 2556)

2.7 อนุมูลอิสระ

เป็นของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมในร่างกายหรือจะเรียกได้ว่า อนุมูลอิสระ (Free Radical) เป็นสนิมของเซลล์ในร่างกาย หากร่างกายมีอนุมูลอิสระมากเกินไปอาจก่อให้เกิดปัญหาตามมา คือ การอักเสบโดยเฉพาะกับระบบหัวใจและหลอดเลือด อาจเกิดปัญหาเส้นเลือดในสมองตีบ หัวใจขาดเลือด อัลไซเมอร์ในระบบอื่น นอกจากนี้อาจทำให้เกิดโรคไขข้ออักเสบ ลำไส้แปรปรวน และหากมีอนุมูลอิสระมากที่โครงสร้างระบบผิวหนังเนื้อเยื่อ อาจก่อให้เกิดการแก่เหี่ยวย่นหย่อนคล้อยของผิวได้เร็วและมากกว่าคนทั่วไป (บุหรัน, 2556)

2.7.1 สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) ได้แก่ วิตามินซี วิตามินอี ซีลีเนียม เบต้าแคโรทีน วิตามินเอ เป็นต้น เพื่อให้ร่างกายได้รับสารต้านอนุมูลอิสระพอเพียงกับความต้องการควรกินผักผลไม้สีเข้มเป็นประจำโดยล้างให้สะอาดทุกครั้ง นอกจากจะได้รับสารต้านอนุมูลอิสระแล้วยังได้รับใยอาหารด้วย ร่างกายจำเป็นต้องได้รับใยอาหารเช่นกัน เนื่องจากใยอาหารช่วยในการขับถ่าย ช่วยเพิ่มปริมาณอุจจาระ ช่วยป้องกันอาการท้องผูก เร่งการนำสารพิษที่อาจทำให้เป็นมะเร็งบางชนิดออกจากร่างกายเร็วขึ้น

สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) คือ สารประกอบที่สามารถป้องกันหรือชะลอการเกิดกระบวนการออกซิเดชั่น กระบวนการออกซิเดชั่นมีหลายรูปแบบ เช่น กระบวนการที่ทำให้เหล็กเป็นสนิม ทำให้แอปเปิ้ลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล หรือทำให้น้ำมันพืชเหม็นหืนหรือกระบวนการออกซิเดชั่นที่เกิดในร่างกาย เช่น การย่อยสลายโปรตีนและไขมันจากอาหารที่กินเข้าไป มลพิษทางอากาศ การหายใจ ควันบุหรี่ รังสียูวี ล้วนทำให้เกิดอนุมูลอิสระขึ้น ในความเป็นจริงไม่มีสารประกอบสารใดสารหนึ่งสามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชั่นได้ทั้งหมด แต่ละกลไกอาจต้องใช้สารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันในการหยุดกระบวนการออกซิเดชั่น มีงานวิจัยมากมายบ่งชี้ว่า สารต้านอนุมูลอิสระสามารถลดความเสี่ยงต่อโรคหลายโรคโดยเฉพาะโรคเรื้อรังที่สัมพันธ์ เช่น โรคมะเร็ง เบาหวาน หัวใจและหลอดเลือด โรคอัลไซเมอร์ เป็นต้น ดังนั้นบุคคลทุกเพศทุกวัยจึงควรได้รับสารต้านอนุมูลอิสระให้พอเพียงต่อความต้องการ เพื่อให้เกิดความสมดุลในร่างกายระหว่างสารต้านอนุมูลอิสระ (Rashed *et al*., 2024)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 กัมมี่เยลลี่

กัมมี่เยลลี่จัดเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดที่ได้จากการนำสารที่ทำให้เกิดเจล (Gelling agent) ผสมกับน้ำตาล กลูโคสไซรัป และกรดซิตริกในอัตราส่วนที่เหมาะสม อาจผสมส่วนผสมอื่น เช่น ผัก ผลไม้ สมุนไพร แต่งสี กลิ่น รส ผสมให้เข้ากันและให้ความร้อนจนมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นที่เหมาะสม แล้วนำไปหยอดใส่พิมพ์ เยลลี่จะแข็งตัวและมีลักษณะเป็นเจล กัมมี่เยลลี่ที่มีคุณภาพดีควรมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่เนียน อ่อนนุ่ม ใสเป็นประกาย มีสีสวยน่ารับประทาน มีความคงตัวดี เมื่อแกะออกจากพิมพ์จะมีความคงตัว ไม่ไหลไปมา สามารถตัดได้ด้วยมีดหรือช้อน โดยไม่เหนียวติดมีดหรือช้อน อาจคลุกด้วยน้ำตาลหรือแป้งบริโภคได้

2.8.1 กระบวนการผลิตกัมมี่

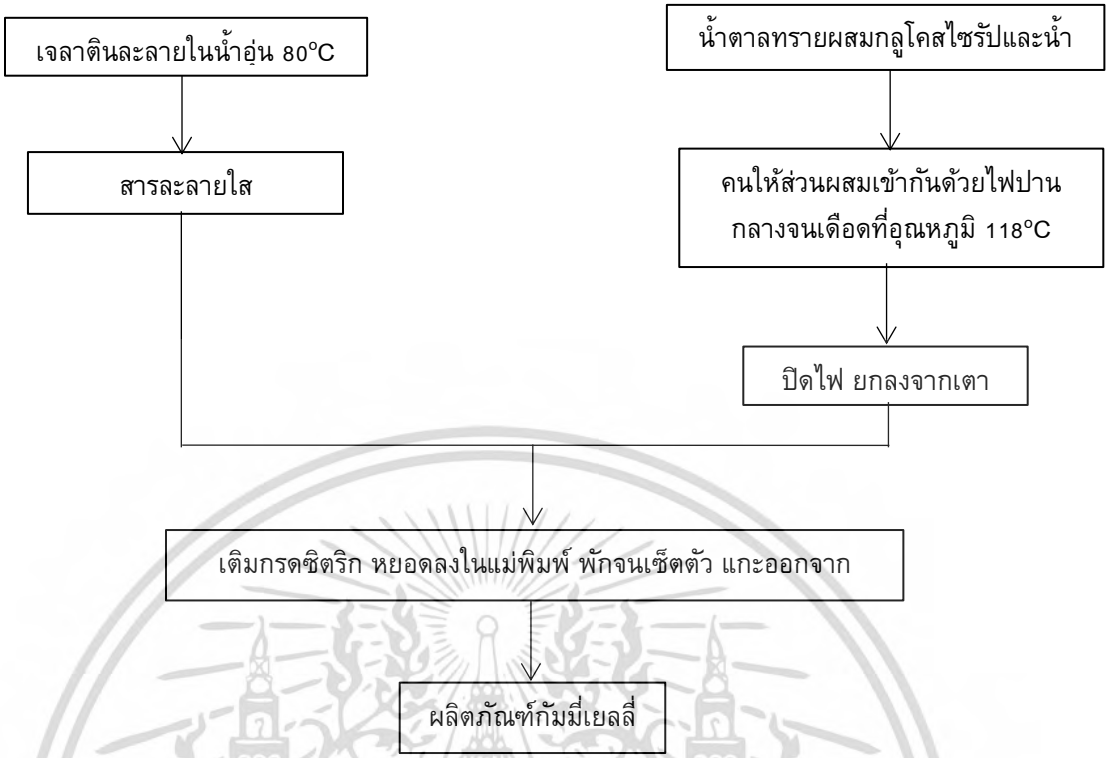
การผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ได้ดัดแปลงมาจากสูตรพื้นฐานของ Garcia (2000) ดังตาราง 2.1 และกรรมวิธีการผลิตกัมมี่เยลลี่ แสดงดังรูปที่ 2.4

ตาราง 2.1 สูตรพื้นฐานของการผลิตกัมมี่เยลลี่

ส่วนประกอบ	**ร้อยละ**
เจลาติน	8.00
ผงวุ้น	1.00
น้ำตาลทราย	33.00
กลูโคสไซรัป	31.50
น้ำอุ่น	18.00
น้ำเย็น	6.50
กรดซิตริก	3.00

ที่มา Garcia (2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 กรรมวิธีการผลิตกัมมี่เยลลี่
ที่มา Garcia (2000)

2.9 ส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตกัมมี่เยลลี่

2.9.1 น้ำตาล

น้ำตาลซูโครส (sucrose) เป็นน้ำตาลที่ใช้เป็นสารให้ความหวานอย่างกว้างขวางทั่วโลก พบอยู่ในพืชและผลไม้หลายชนิด แต่ที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตน้ำตาลทางการค้า คือ อ้อย และ หัวบีท น้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (mono-saccharide) 2 ชนิด คือ น้ำตาลฟรุกโทส (fructose) และน้ำตาลกลูโคส (glucose) เชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคซิดิก (glycosidic bond)

2.9.1.1 ประเภทของน้ำตาล

น้ำตาลทรายขาว (White sugar) เป็นน้ำตาลที่ได้จากการสกัดเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำตาลทรายดิบ สีของน้ำตาลทรายขาวนั้นมีตั้งแต่สีขาวไล่เรียงไปถึงสีเหลืองอ่อน เมื่อใช้มือสัมผัสจะรู้สึกถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นเล็กน้อย เกล็ดของน้ำตาลจับตัวไม่แน่น นิยมใช้ในครัวเรือนอย่างแพร่หลายรวมไปถึงอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสำเร็จรูป และน้ำอัดลม

น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (Refined sugar) เป็นน้ำตาลที่มีความบริสุทธิ์สูงมาก ผลึกน้ำตาลเป็นเกล็ดใส สีขาว ปราศจากสีของกากน้ำตาล เมื่อใช้มือสัมผัสแทบจะไม่มีความชื้นอยู่เลย เป็นน้ำตาลอีกชนิดที่นิยมใช้กันทั่วไปทั้งในร้านอาหาร ในครัวเรือน รวมไปถึงอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้น้ำตาลที่มีความบริสุทธ์มาก อย่างเช่น เครื่องดื่มน้ำอัดลม เครื่องดื่มบำรุงกำลัง รวมไปถึงอุตสาหกรรมยาด้วย

น้ำตาลทรายธรรมชาติ (Natural Sugar) เป็นน้ำตาลที่ได้จากอ้อย 100% โดยผ่านกระบวนการชีววิธีแทนการใช้สารเคมี ไม่ผ่านการฟอกสี สีของเกล็ดน้ำตาลธรรมชาติจะออกไปทางน้ำตาลใสๆ คล้ายสีชา เมื่อใช้มือสัมผัสรู้สึกถึงความชื้นเล็กน้อย เกล็ดของน้ำตาลจับตัวกันไม่แน่นมาก มีรสชาติหวานละมุนกว่าน้ำตาลทรายขาวที่รสจะออกไปทางหวานแหลม สามารถใช้ปรุงได้ทั้งเมนูของคาวและของหวาน รวมไปถึงเครื่องดื่มเช่นกัน

น้ำตาลทรายแดง (Soft brown sugar) เป็นน้ำตาลที่ได้จากน้ำอ้อยแบบเดียวกับน้ำตาลทรายธรรมชาติ แต่น้ำตาลทรายแดงนั้นลักษณะเป็นผงละเอียด มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ให้ความหวานน้อยกว่าน้ำตาลทรายขาว มีความชื้นสูงจึงมักจะจับตัวกันเป็นก้อน สีของน้ำตาลทรายแดงจะมีสีน้ำตาลอ่อนไล่ไปถึงสีน้ำตาลอมแดงขึ้นอยู่กับปริมาณของกากน้ำตาลที่ผสมอยู่ ถ้ามีกากน้ำตาลปะปนอยู่มากสีก็จะเข้มขึ้น รวมไปถึงรสชาติและกลิ่นก็จะชัดเจนตามไปด้วย

2.9.1.2 สรรพคุณของน้ำตาล

น้ำตาลมีสรรพคุณช่วยทำให้เลือดไหลเวียนได้ดี ช่วยรักษาปากเป็นแผล บรรเทาการปวด ลดความเครียด ถอนพิษ แก้อาการอักเสบ แก้เจ็บคอ รักษาอาการไอมีเสมหะ นอกจากนี้น้ำตาลทรายขาวที่ละลายกลายเป็นน้ำเชื่อม สามารถใช้เป็นยารักษาบาดแผลเน่าเปื่อยเรื้อรัง ทำให้แผลหายเร็วขึ้น และสำหรับผู้หญิงที่มีอาการปวดท้องน้อย ปวดประจำเดือนอยู่บ่อยครั้งหรือประจำเดือนเป็นลิ่มเลือด การนำน้ำอุ่นผสมกับน้ำตาลทรายแดง 1 แก้ว สามารถช่วยลดบรรเทาการปวดท้องจากประจำเดือนได้

2.9.1.3 ประโยชน์ของน้ำตาล

น้ำตาลเป็นสารที่ให้ความหวานและให้พลังงานแก่ร่างกาย โดยน้ำตาล 1 กรัม จะให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี น้ำตาลเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อชีวิตมาก เนื่องจากการทำงานของอวัยวะภายในร่างกายและเนื้อเยื่อต่างๆของร่างกายก็ล้วนแล้วแต่ต้องใช้พลังงานจากน้ำตาล นอกจากนี้การหายใจ การขับปัสสาวะ การไหลเวียน การย่อยอาหารก็ล้วนแล้วแต่ต้องการความร้อนจากน้ำตาล หรือแม้แต่ตั้งแต่การคลอดจากครรภ์มารดา ในการดำรงชีวิตเราจะขาดน้ำตาลไม่ได้ แม้อาหารที่จำเป็นของทารกก็ยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นน้ำนมที่มีน้ำตาลผสมอยู่ สรุปคือพลังงานในการเคลื่อนไหวของมนุษย์ 70% มาจากน้ำตาล ถ้าขาดน้ำตาลมนุษย์ก็จะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

2.9.1.4 โทษของน้ำตาล

เนื่องจากร่างกายยังจำเป็นต้องได้รับสารอาหารต่างๆอย่างครบถ้วนในปริมาณที่เพียงพอ น้ำตาลก็เช่นเดียวกัน หากร่างกายขาดน้ำตาลก็จะส่งผลทำให้ภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ อาจจะทำให้มีอาการต่างๆ ตามมา เช่น หน้ามืด เวียนหัวและรู้สึกอ่อนเพลีย โดยเฉพาะผู้ที่เป็นเบาหวาน แม้ว่าไม่ควรรับประทานน้ำตาลมากเพื่อควบคุมไม่ให้ระดับน้ำตาลในเลือดขึ้นสูง แต่ควรรับประทานในปริมาณที่พอเหมาะ เพื่อควบคุมระดับน้ำตาลไม่ให้ต่ำลง อีกทั้งน้ำตาลเป็นสารเร่งผิวหนังเหี่ยวย่นและริ้วรอย ก่อให้เกิดอนุมูลอิสระ การรับประทานน้ำตาลมากเกินไปอาจทำให้ผิวเสีย หน้าแก่ เพราะน้ำตาลทำปฏิกิริยาเปลี่ยนโครงสร้างของคอลลาเจนทำให้อีลาสติกน้อยลง ซึ่งอีลาสติกเป็นโปรตีนที่ทำให้ผิวกระชับและมีความยืดหยุ่น

2.9.2 กลูโคสไซรัป (แบะแซ)

เป็นสารให้ความหวาน (sweetener) เป็นสารชีวโมเลกุลที่ได้จากการย่อยแป้งมันสำปะหลัง โดยจะมีลักษณะเหนียวใส หนืด มีทั้งแบบใสและสีเหลืองน้ำตาล ส่วนใหญ่จะใช้เพื่อช่วยทำให้น้ำตาลรัดตัวเร็วขึ้น ใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด เช่น ลูกกวาด ท๊อฟฟี่ต่างๆ ผลไม้กวน น้ำผลไม้ ผงไอศกรีม ครีมเทียม และเครื่องดื่มต่างๆ โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ แบะแซน้ำ ที่มักจะใช้ในการทำอาหารหรือเป็นส่วนผสมในอาหารทั่วไป และแบะแซผง นิยมใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์

2.9.2.1 ประโยชน์ของกลูโคสไซรัป

กลูโคสไซรัปเป็นสารให้ความหวานที่นิยมใช้ให้ความหวานแทนน้ำตาล นิยมใช้กันทั้งในอุตสาห-กรรมอาหาร ผลิตภัณฑ์แปรรูป ขนมหวาน น้ำหวาน ลูกกวาด ลูกอม มีความข้นหนืดเหมือนแป้ง มีความหวานต่ำ สามารถใช้กลูโคสไซรัปเป็นส่วนผสมในอาหารแทนการใช้น้ำตาลสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน นอกจากใช้แทนน้ำตาลแล้วกลูโคสไซรัปยังสามารถช่วยให้น้ำตาลรัดตัวเร็วขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับน้ำตาล เช่น น้ำจิ้ม ทอฟฟี่ เป็นต้น

2.9.2.2 โทษของกลูโคสไซรัป

หากรับประทานในปริมาณที่มากเกินกว่าที่ร่างกายต้องการอาจทำให้เกิดน้ำตาลในเลือดสูง จึงทำให้มีความเสี่ยงอาจเกิดโรคระดับน้ำตาลในเลือดสูง เป็นภาวะที่ร่างกายมีระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดสูงกว่าปกติ ซึ่งทำให้เสี่ยงต่อการเป็นโรคอ้วน ไขมันอุดตันเส้นเลือด ปวดศีรษะ และอาจเป็นโรคเบาหวานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.3 สารก่อเจล

2.9.3.1 เจลาติน (gelatin)

เจลาตินเป็นไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) ซึ่งเป็นโปรตีนที่ได้จากการเสียสภาพธรรมชาติและสกัดได้จากคอลลาเจน ซึ่งเป็นโปรตีนธรรมชาติที่มีอยู่ในกระดูก หนังสัตว์ และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันของสัตว์ เช่น ควาย หมู วัว โดยใช้ความร้อนและกรดหรือด่างเพื่อย่อยหรือสลายให้โมเลกุลของคอลลาเจนเล็กลงเปลี่ยนเป็นเจลาติน เจลาตินมีลักษณะเป็นแผ่น ชิ้น เกร็ด หรือผงสีเหลืองอ่อนหรือสีเหลืองอำพัน ละลายได้ในน้ำร้อนไม่ละลายในน้ำเย็นแต่จะอ่อนนุ่ม พองตัว และอุ้มน้ำได้ 5-10 เท่าของน้ำหนักเดิม ละลายได้ในกรดแอซีติก (acetic acid) ไม่ละลายในอีเทอร์ คลอโรฟอร์ม และเอทานอล 98 เปอร์เซ็นต์ (พิมพ์เพ็ญ, 2555)

2.9.3.1.1 คุณค่าทางโภชนาการของเจลาติน

เจลาติน 1 กรัมให้พลังงานเพียง 3.5 กิโลแคลอรี่และมีคุณภาพของโปรตีนต่ำ เพราะขาดกรดอะมิโนที่จำเป็น คือ ทริปโตเฟน (tryptophan) และเมทไธโอนีน (methionine) ดังนั้นการรับประทานเจลาตินควรรับประทานควบคู่กับโปรตีนชนิดอื่นที่มีคุณภาพดีกว่า เช่น โปรตีนไข่ขาว เป็นต้น

2.9.3.1.2 ประโยชน์ของเจลาติน

เจลาตินอุดมไปด้วยโปรตีนและกรดอะมิโนหลายชนิดจึงเป็นประโยชน์ต่อร่างกายและสุขภาพ เช่น ซ่อมแซมและฟื้นฟูร่างกาย โปรตีนเป็นสารอาหารที่ประกอบอยู่ในทุกส่วนของร่างกาย ร่างกายจึงต้องการโปรตีนเพื่อซ่อมแซมและฟื้นฟูส่วนที่สึกหรออยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อร่างกายได้รับบาดเจ็บหรือเกิดการเจ็บป่วย บรรเทาอาการกระดูกและข้อต่อ โดยเจลาตินจะช่วยเพิ่มคอลลาเจนภายในข้อต่อจึงอาจช่วยบรรเทาความผิดปกติของกระดูกและข้อต่อ บำรุงสมอง

2.9.3.2 คาราจีแนน (carageenan)

คาราจีแนน เป็นโพลีแซคคาไรด์ซัลเฟตที่สกัดจากสาหร่ายทะเลสีแดง แบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ แคปป้า (kappa) ไอโอต้า (iota) และแลมป์ด้า (lambda) คาราจีแนนทั้ง 3 ชนิด มีองค์ประกอบเป็นน้ำตาลกาแลคโตสที่ถูกเอสเตอริไฟด์ด้วยกรดซัลฟิวริกที่ตำแหน่งและระดับแตกต่างกัน (นิธิยา, 2539 และ Piculell, 1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.3.3 ผงวุ้น (agar)

ผงวุ้น คือ สารไฮโครคอลลอยด์ที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีแดงที่อยู่ในไฟลัม *Rhodophyta* สาหร่ายทะเลสีแดงที่นำมาใช้ในการสกัดวุ้นส่วนใหญ่เป็นสาหร่ายในกลุ่ม *Gracilaria spp.* ซึ่งพบมากตามชายฝั่งทะเลของประเทศญี่ปุ่น เมกซิโก โปรตุเกต เดนมาร์ก และโมรอคโค ส่วนสาหร่ายทะเลสีแดงชนิดที่พบในเมืองไทย ได้แก่ สาหร่ายผมนาง (Gracilaria fisheri) พบมากในอ่าวปัตตานีและทะเลสาบสงขลา (Ruangchuay *et al.,* 2007) มีโครงสร้างที่ยังไม่แน่ชัดโดยประกอบด้วยโพลีแซคคาไรด์อย่างน้อย 2 ชนิด คือ อะการ์โรส (agarose) และอะกาโรแพคติน (agaropectin) โดยอะการ์โรสเป็น neutral polymer ที่มีโมเลกุลต่อกันเป็นเส้นตรงยาว ด้วยโมเลกุลของอะกาโรบิโอตนี้จะประกอบไปด้วย 1,4-linkaged 3,6-anthdro L-galactose และ 1,3 linkagec D-galactose ส่วนอะกาโรแพคตินเป็นซัลเฟตโพลีแซคคาร์ไรด์ที่ประกอบด้วยอการ์โรสและอัตราส่วนต่างๆของเอสเตอร์ซัลเฟต,กรดดี-กลูโคโลนิก และกรดไพรูวิค

2.9.3.4 แซนแทนกัม (xanthangum)

แซนแทนกัม ได้จากกระบวนการหมักของจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Xanthomonas* ชนิดที่ใช้ผลิตในระดับอุตสาหกรรม คือ *Xanthomonas compestris* เป็นเฮเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์ (heteropoly saccharide) ที่มีน้ำตาลกลูโคส แมนโนส และกรดกลูดูโรนิก ในอัตราส่วน 2.8:3:2 มีหมู่อะซิติลร้อยละ 4.7 และกรดไพรูวิกประมาณร้อยละ 3 สารละลายแซนแทนกัมให้ความหนืดสูงแม้ที่ความเข้มข้นต่ำ ความหนืดของสารละลายแซนแทนกัมจะคงที่ถึงแม้อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงในช่วง 0 - 100 องศาเซลเซียส แซนแทนกัมไม่มีสมบัติเป็น gelling agent แต่สามารถเกิด weak gel ได้ (Urlacher and Noble, 1999)

2.9.4 เสาวรส

เสาวรส หรือกะทกรกฝรั่ง มีถิ่นฐานกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้ จัดเป็นไม้ประเภทเถาเลื้อย ผลทรงกลม เปลือกแข็ง มีทั้งพันธุ์ที่เป็นสีม่วงและสีเหลือง เป็นผลไม้ที่ค่อนข้างมีน้ำเยอะ รสชาติออกเปรี้ยวและหอม นิยมนำมาทำเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ โดยเฉพาะในช่วงหน้าร้อนที่จะได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เพราะให้ความสดชื่น ช่วยดับกระหายคลายร้อนได้ดี อีกทั้งเสาวรสยังสามารถนำมาประกอบอาหารหลากหลายเมนู เป็นผลไม้ที่ให้คุณประโยชน์และมีสรรพคุณทางยาอย่างมากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 เสาวรส

2.9.4.1 ลักษณะของเสาวรส

ผลเสาวรสเป็นทรงกลม ผลอ่อนจะเป็นสีเขียวและเมื่อสุกจะมีหลายสีแล้วแต่พันธุ์ ซึ่งจะมีสีเหลือง สีส้ม สีม่วง ด้านในของเปลือกจะเป็นสีขาว ในประเทศไทยปลูก 3 สายพันธุ์ ซึ่งในแต่ละพันธุ์ก็จะมีสรรพ คุณและประโยชน์ของเสาวรสที่แตกต่างกันไป

พันธุ์ผลสีม่วง (Passiflora edulis Sims) เมื่อผลสุกจะมีเปลือกสีม่วง น้ำจะมีรสชาติที่ดีกว่าพันธุ์อื่น ๆ มีกรดต่ำ และเหมาะจะทานแบบสด ๆ ได้เพราะจะมีรสชาติหวาน

พันธุ์ผลสีเหลือง (Passiflora edulis Flavicarpa) พันธุ์นี้น้ำจะมีความเป็นกรดสูง เมื่อสุกเปลือกจะมีสีเหลือง เหมาะที่จะส่งเข้าโรงงานเพื่อทำการแปรรูปมากกว่าการรับประทานแบบสด

พันธุ์ลูกผสม พันธุ์นี้จะเป็นการผสมระหว่างพันธุ์ผลสีม่วงและพันธุ์สีเหลือง โดยมีลักษณะเด่นของทั้ง 2 สายพันธุ์รวมกัน จึงเหมาะจะปลูกเพื่อการทำน้ำเสาวรส

2.9.4.2 สรรพคุณของเสาวรส

เสาวรสอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ แร่ธาตุ วิตามิน และไฟเบอร์ ดีต่อการขับถ่ายเพราะมีไฟเบอร์สูง จึงสามารถช่วยขจัดคอเลสเตอรอลในร่างกายได้ อีกทั้งยังช่วยขับสารพิษในลำไส้ ป้องกันโรค มะเร็งลำไส้ บำรุงสายตาได้เพราะอุดมไปด้วยวิตามินเอ และพบว่ามีสารฟลาโวนอยด์ เช่น เบต้าแคโรทีน และคริบโทแซนทินเบต้า ซึ่งสารเหล่านี้มีคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระ

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปิติพร (ม.ป.ป.) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากแก้วมังกรสีแดง (Hylocereus sp.) โดยการศึกษาผลของปริมาณน้ำแก้วมังกร (X1 : 5 -10%) ปริมาณเจลาติน (X2 : 7 - 11%) และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราส่วนระหว่างซูโครส/กลูโคสไซรัป (X3 : 1/1-2/1) ที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ (Y) ได้แก่ คุณภาพทางด้านเคมี ด้านกายภาพ และทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้แผนการทดลองแบบ Box-Behnken Design ที่มี 3 ปัจจัย ปัจจัยละ 3 ระดับ และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย โดยวิธีการแสดงผลตอบสนองแบบโครงร่างพื้นผิว (Response surface methodology, RSM) จากผลการทดลองพบว่าอัตราส่วนระหว่างซูโครส/กลูโคสไซรัปมีผลต่อคะแนน ความชอบรวม โดยสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ประกอบด้วย น้ำแก้วมังกร 7%, เจลาติน 7%, น้ำตาลซูโครส 36%, กลูโคสไซรัป 24%, สารละลายกรดซิตริก (ความเข้มข้น 30%) 3% และน้ำ 23% ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นนี้มีค่าคะแนนความชอบรวมเท่ากับ 7.77 มีปริมาณบีตาเลน 1.53 mg/100g, ค่า hardness 4.27 N, ค่า cohesiveness 0.95, ค่า springiness index 0.95, ค่า gumminess 4.06 N, ค่า adhesiveness 0.01 ml2t-2, ค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 33.02, 15.39 และ 3.81 ตามลำดับ และจากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง

ธีรวรรณ (2560) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่รางจืด โดยศึกษาปริมาณเจลาติน กลูโคสไซรัป น้ำตาลทรายและศึกษาอัตราส่วนของน้ำต่อใบรางจืดเพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสม ซึ่งปริมาณที่เหมาะสมของส่วนผสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่รางจืด คือ กลูโคสไซรัปร้อยละ 32.63 น้ำตาลทรายร้อยละ 32.63 ปริมาณน้ำรางจืด (อัตราส่วนน้ำ 90 : ใบรางจืด 10) ร้อยละ 25.75 เจลาตินร้อยละ 7.25 และปริมาณกรดซิตริกร้อยละ 1.75 โดยผลิตภัณฑ์มีค่า hardness 2,962.57 กรัม cohesiveness มีค่า 0.93 springiness มีค่า 0.87 chewiness มีค่า 2,923.17 กรัม และ gumminess มีค่า 2,821.51 กรัม ด้าน สีมีค่า L* 38.94 ค่า a* -0.86 และค่า b* 9.01 ผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (aw) 0.70 ปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 1.74 และตรวจไม่พบการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

Maekawa *et al*., (2011) พบว่าการดื่มชาอู่หลงสามารถทำให้น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย มวลไขมันรวมในร่างกาย ไขมันในช่องท้อง เส้นรอบวงเอว เส้นรอบวงสะโพก และความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนังลดลงอย่างปลอดภัย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Nakamura *et al.,* (2008) ที่พบว่าการดื่มชาอู่หลงสามารถช่วยลดไขมันสะสมในช่องท้องและขนาดรอบวงเอว และการศึกษาจากจีนซึ่งมีกลุ่มตัวอย่างเป็นคนอ้วนจำนวน 102 ราย พบว่า เมื่อให้กลุ่มตัวอย่างดื่มชาอู่หลงทุกวัน ติดต่อกัน 6 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มตัวอย่างร้อยละ 22 มีน้ำหนักตัวลดลงเกินกว่า 3 กิโลกรัม โดยส่วนที่ลดจะเป็นไขมันบริเวณท้องมากกว่าส่วนอื่น

Hayrunisa *et al*., (2023) ศึกษาจุลชีววิทยาและฤทธิ์ต้านจุลชีพของคอมบูชา พบว่าคอมบูชาเป็นแหล่งของความหลากหลายทางชีวภาพ และเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการแยกและจำแนกลักษณะเฉพาะของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพซึ่งมีผลส่งเสริม

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุขภาพและคุณสมบัติต้านจุลชีพต่อเชื้อโรคหลายชนิด จุลินทรีย์ที่พบในคอมบูชาส่วนใหญ่เป็น *Gluconacetobacter*, *Acetobacter*, *Komagataeibacter* และ *Gluconobacter*

Santos *et al*., (2023) ศึกษาผลของความเข้มข้นของเนื้อเสาวรสและเพคตินต่อการผลิตเครื่อง-ดื่มชีวภาพที่หมักด้วย *Lacticaseibacillus rhamnosus* ATCC 7569 โดยเครื่องดื่มที่เตรียมนั้นได้ใช้ความเข้มข้นของเนื้อเสาวรสที่ต่างกัน (20,35 และ 50% โดยปริมาตรต่อปริมาตร) และใช้เพคตินที่สกัดได้จากเปลือกเสาวรส (5,12.5 และ 20 กรัม/ลิตร) การประเมินความอยู่รอดของจุลินทรีย์โพรไบโอติก, pH, สารประกอบฟีนอกลิก และน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดได้ถูกศึกษาหลังจากหมักเครื่องดื่มเป็นเวลา 28 วันและเก็บรักษาเครื่องดื่มในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าความเข้มข้นของเนื้อเสาวรสและเพคตินที่ใช้ไม่ส่งผลต่อการเจริญของโพรไบโอติก ปริมาณกรดแลคติกและ pH ในระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ผลเสาวรส พันธุ์สีม่วง จากจังหวัดนครราชสีมา

3.1.2 ใบชา เบอร์ 1 ตราสามม้า

3.1.3 น้ำตาลทรายขาว

3.1.4 ผงเจลาติน ตรา McGarrett

3.1.5 แบะแซ (glucose syrup) ตรา ปลาแฟนซีคาร์ฟ

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก)

3.2.1.1 0.1 N sodium hydroxide

3.2.1.2 0.1% phenolpthalein

3.2.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

3.2.2.1 สารละลายฟีนอล ความเข้มข้นร้อยละ 5% (w/v)

3.2.2.2 กรดซัลฟิวริก ความเข้มข้นร้อยละ 98

3.2.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

3.2.3.1 สารละลายกรดแกลลิก

3.2.3.2 Folin-ciocaltau reagent ความเข้มข้นร้อยละ 10

3.2.3.3 สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้นร้อยละ 7.5

3.2.4 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH

3.2.4.1 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์

3.2.4.2 70% ethanol

3.2.4.3 95% ethanol

3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.3.1 อุปกรณ์สำหรับหมักคอมบูชา

3.3.3.1 โหลแก้ว

3.1.3.2 ผ้าขาวบาง

3.3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

3.3.1 พิมพ์ซิลิโคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ช้อนโต๊ะ

3.3.3 ช้อนตักสาร

3.3.4 ถุงร้อน

3.3.5 ถุงซิปล็อค

3.3.6 syringe

3.3.7 กระชอน

3.3.8 หม้อ

3.3.9 ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 และ 500 มิลลิลิตร

3.3.10 กระบอกตวง ขนาด 100 และ 1,000 มิลลิลิตร

3.3.11 บีกเกอร์ ขนาด 50 และ 100 มิลลิลิตร

3.3.12 ปิเปตต์แก้ว

3.3.13 ไมโครปิเปตต์

3.3.14 ทิป

3.3.15 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.3.16 ไฟแช็ค

3.3.17 คีมคีบ (forceps)

3.3.18 จุกยาง

3.3.19 ขวดน้ำกลั่น

3.3.20 บิวเรตต์

3.3.21 กรวยแก้ว

3.3.22 หลอด centrifuges ขนาด 50 มิลลิลิตร

3.3.23 96-well plate

3.3.24 คิวเวตต์

3.3.25 หลอดทดลอง

3.3.26 เครื่องฆ่าเชื้อความดันไอน้ำ (Autoclave)

3.3.27 เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate reader)

3.3.28 เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge)

3.3.29 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

3.3.30 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer)

3.3.31 เครื่อง Refractometer

3.3.32 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

3.3.33 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.4.1 การเตรียมคอมบูชาจากชาอู่หลง

3.4.1.1 การเตรียมหัวเชื้อคอมบูชา

ต้มน้ำสะอาดปริมาตร 1.2 ลิตรให้เดือด ใส่ชาอู่หลงร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ห่อด้วยผ้าขาวบาง ต้มนาน 5 นาที เมื่อครบเวลาให้นำใบชาออก เติมน้ำตาลทรายขาวร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร คนจนละลายแล้วยกลงจากเตา ทิ้งไว้ให้เย็น แบ่งใส่โหลแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วปริมาตรโหลละ 500 มิลลิลิตร ปิดด้วยผ้าขาวบางที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วและรัดด้วยหนังยาง จากนั้นเติมแผ่นเซลลูโลสจากหัวเชื้อเดิมร้อยละ 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรและน้ำหมักจากหัวเชื้อเดิมร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

3.4.1.2 กระบวนการหมักคอมบูชาจากชาอู่หลง

ต้มน้ำสะอาดปริมาตร 1.5 ลิตรให้เดือด ใส่ชาอู่หลงร้อยละ 1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ห่อด้วยผ้าขาวบาง ต้มนาน 5 นาทีแล้วตักชาออก เติมน้ำตาลทรายขาวร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร คนจนละลายแล้วยกลงจากเตา ทิ้งไว้ให้เย็น แบ่งใส่โหลแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วปริมาตรโหลละ 700 มิลลิลิตร ปิดด้วยผ้าขาวบางที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วและรัดด้วยหนังยาง จากนั้นเติมแผ่นเซลลูโลสจากหัวเชื้อที่ได้จากข้อ 3.4.1.1 ร้อยละ 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรและน้ำหมักจากหัวเชื้อที่ได้จากข้อ 3.4.1.1 ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน เก็บตัวอย่างในวันที่ 0 14 21 และ 30 วัน เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณเอทานอล ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH

3.4.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชา

3.4.2.1 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

ทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างโดยใช้เครื่อง pH meter ก่อนจะทำการวัดค่าจะต้องสอบเทียบหรือ calibrate เครื่องก่อน การสอบเทียบเครื่องวัดค่า pH เป็นขั้นตอนที่จำเป็นในการใช้เครื่องวัดค่า pH เนื่องจากอิเล็กโทรดเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา การวัดค่า pH ที่แม่นยำไม่สามารถทำได้เว้นแต่ว่าเครื่องวัดนั้นได้รับการสอบเทียบกับบัฟเฟอร์มาตรฐาน หากไม่มีการสอบเทียบที่เหมาะสมเครื่องจะไม่สามารถระบุค่า pH ของสารละลายที่กำลังทดสอบได้ จึงจำเป็นต้องสอบเทียบกับน้ำยาบัฟเฟอร์เพื่อความแม่นยำของเครื่อง ซึ่งมี 3 ชนิด ได้แก่ บัฟเฟอร์ 4.01 , 7.01 และ 10.01

3.4.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) (AOAC,2000)

นำตัวอย่างคอมบูชาที่หมักในวันที่ 0 14 21 และ 30 มาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นดูดสารละลายตัวอย่างคอมบูชาปริมาตร 10 มิลลิลิตรผสมกับน้ำปราศจากคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาตร 90 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ จากนั้นหยดฟีนอล์ฟทาลีน 3 หยด เขย่าให้เข้ากัน นำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน NaOH ความเข้มข้น 0.1 N จนสารละลาย

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ...

เกิดการเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ จากนั้นนำค่าที่บันทึกได้ไปคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ตามสมการที่ 1

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก)} = \frac{\mathbf{C \times V \times Mw \times 100}}{\text{ปริมาตรคอมบูชา}(\mathbf{ml}) \times 1000} \quad \text{(สมการที่ 1)}$$

C = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน NaOH

V = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต

Mw = มวลโมเลกุลของกรดอะซิติก มีค่าเท่ากับ 60.05 กรัม

3.4.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Zoecklein et al.,1995)

วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดด้วยวิธี Phenol-Sulfuric โดยอบน้ำตาลกลูโคสในตู้อบอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ทำการเตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคสความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยชั่งน้ำตาลกลูโคส 0.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายแต่ละความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองหลอดละ 1 มิลลิลิตร เติมสารละลายฟีนอลร้อยละ 5 โดยมวลต่อปริมาตรหลอดละ 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นเติมกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นร้อยละ 98 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ผสมสารละลายให้เข้ากัน เมื่อครบเวลานำมาวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส ทำ blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนความเข้มข้นของสารละลายกลูโคส

จากนั้นดูดตัวอย่างคอมบูชาหมักในวันที่ 0 14 21 และ 30 มา 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองและเติมสารละลายฟีนอลร้อยละ 5 โดยมวลต่อปริมาตรหลอดละ 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นเติมกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นร้อยละ 98 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เขย่าให้เข้ากัน ทำ blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่างคอมบูชาก่อน เมื่อครบเวลานำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร บันทึกค่าที่ได้ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส เพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ดังสมการที่ 2

$$\text{ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)} = \frac{\text{ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 } \mathbf{nm} \times (\text{อัตราการเจือจาง})}{\text{ค่าความชันของกราฟมาตราฐาน}} \quad \text{(สมการที่ 2)}$$

3.4.2.4 การวิเคราะห์ปริมาณเอทานอล

วิเคราะห์ปริมาณเอทานอลด้วยวิธีแก๊สโครมาโตกราฟี Gas-chromatography : GC) โดยใช้แก๊สไนโตรเจนเป็นแก๊สพาหะ คอลัมน์ที่ใช้เป็นคอลัมน์ชนิด DB1 นำตัวอย่างคอมบูชาที่หมักในวันที่ 0 14 21 และ 30 วัน ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลายมาตรฐานโพรพานอลความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยปริมาตรที่ผ่านการกรองฆ่าเชื้อปริมาตร 500 ไมโครลิตร จากนั้นฉีดเข้าเครื่องแก๊สโคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาโตกราฟีเพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณเอทานอล บันทึกโครมาโตแกรม (chromatogram) โดยใช้ซอฟต์แวร์ Lab Solution lite รายงานเป็นค่าร้อยละ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 โดยปริมาตรเพื่อคำนวณหาปริมาณเอทานอลในตัวอย่าง

3.4.2.5 การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

เตรียมสารละลายกรดแกลลิกความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยชั่งกรดแกลลิก 0.01 กรัมละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้เป็น 10 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตร นำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 0, 50, 100, 150, 200, 250 และ 300 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ดูดสารละลายกรดแกลลิก 20 ไมโครลิตรลงในไมโครเพลท เติม Folin-ciocaltau reagent ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 7.5 ปริมาตร 80 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตรด้วยเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate reader) และนำค่าที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐาน

นำตัวอย่างคอมบูชาหมักในวันที่ 0 14 21 และ 30 มาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที ดูดสารละลายตัวอย่างคอมบูชาปริมาตร 20 ไมโครลิตรลงในไมโครเพลท เติม Folin-ciocaltau reagent ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 7.5 ปริมาตร 80 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร ด้วยเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate reader) และนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก และรายงานผลการทดลองเป็นไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร (µg GAE/ml)

3.4.2.6 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH

ศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิระโดยใช้วิธี DPPH radical scavenging ดัดแปลงวิธีการของ Blois (1958) เริ่มจากนำตัวอย่างคอมบูชาที่หมักในวันที่ 0 14 21 และ 30 ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นดูดตัวอย่างคอมบูชาปริมาตร 100 ไมโครลิตรผสมกับ DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ ที่ละลายในเอทานอลปริมาตร 100 ไมโครลิตร พร้อมทั้งทำชุดควบคุม (control) โดยใช้สารละลาย DPPH ที่ละลายในเอทานอลปริมาตร 100 ไมโครลิตร บ่มไว้ในมืดเป็นเวลา 30 นาที วิเคราะห์ตามวิธีการเดียวกัน หลังจากนั้นทำการวัดฤทธิ์การต้านอนุมูลอิระด้วยเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate Reader) ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสามารถคำนวณได้ ดังสมการที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ = $\frac{\text{A control} - \text{A sample}}{\text{A control}}$ x 100 (สมการที่ 3)

A control = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH ที่ละลายในเอทานอล

A sample = ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างกับสารละลาย DPPH

A blank = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างและเอทานอล

3.4.3 การเตรียมน้ำเสาวรส

นำผลเสาวรสล้างน้ำให้สะอาดและเช็ดให้แห้ง นำมาผ่าครึ่ง ใช้ช้อนควักเอาเนื้อออกให้หมด นำเนื้อที่ได้มาคั้นเอาน้ำเสาวรส โดยห่อด้วยผ้าขาวบางที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว บีบคั้นเอาน้ำเสาวรสออกมา จากนั้นนำมากรองด้วยผ้าขาวบางอีกครั้งเพื่อให้ได้เฉพาะน้ำเสาวรส

3.4.4 กระบวนการปรับปรุงรสชาติของคอมบูชาด้วยน้ำเสาวรส

นำคอมบูชาที่หมักเป็นเวลา 30 วันมากรองเอาแผ่นเซลลูโลสออกจากน้ำหมัก จากนั้นนำคอมบูชาที่กรองได้ผสมน้ำเสาวรสในอัตราส่วนต่างๆ โดยผสมเท่ากับ 9:1 7:3 และ 5:5 (ปริมาตรต่อปริมาตร) จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4 เพื่อเอาตะกอนออก บรรจุลงขวดแก้ว ปิดฝาให้สนิท นำไปพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกอัตราส่วนที่ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับสูงที่สุด จากนั้นนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตกัมมิ่เยลลี่ต่อ

3.4.5 การผลิตกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

3.4.5.1 ศึกษาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่

นำคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสปริมาตร 150 มิลลิลิตร เติมน้ำตาลทราย 40 กรัม เติมกลูโคสไซรัป 50 กรัม นำส่วนผสมทั้งหมดมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส นาน 3-5 นาที คนส่วนผสมทั้งหมดให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นแบ่งส่วนผสมที่ได้มา 100 มิลลิลิตร นำมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส และค่อยๆเติมปริมาณเจลาตินที่ศึกษา คือ ร้อยละ 12 15 และ 18 น้ำหนักต่อปริมาตรลงไป คนให้ละลายจนเป็นเนื้อเดียวกันนาน 5-10 นาที เทลงพิมพ์และเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำกัมมี่เยลลี่ที่ได้มาแกะออกจากพิมพ์และบรรจุลงในถุง ส่วนประกอบและปริมาณในการทำกัมมี่เยลลี่คอมบูชาผสมเสาวรส แสดงดังตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมและปริมาณเจลาตินที่ใช้ในการผลิตกัมมี่เยลลี่

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)		
	สูตรที่ 1 (12%)	สูตรที่ 2 (15%)	สูตรที่ 3 (18%)
เจลาติน (กรัม)	12	15	18
คอมบูชาผสมเสาวรส (มิลลิลิตร)	150	150	150
น้ำตาลทรายขาว (กรัม)	40	40	40
กลูโคสไซรัป (กรัม)	50	50	50

3.4.6 การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมเสาวรส

3.4.6.1 การวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส

เตรียมตัวอย่างกัมมี่เยลลี่เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิลิตร วัดค่าเนื้อสัมผัสโดยใช้วิธี Texture Profile Analysis (TPA) ได้แก่ hardness (ค่าความแข็ง) , chewiness (แรงที่ใช้ในการเคี้ยวหรือบดตัวอย่างจนเสียรูป) , cohesiveness (ค่าที่บ่งบอกถึงความแข็งแรงของพันธะหรือแรงยึดเกาะกันภายในตัวอย่าง) , springiness (ค่าความสามารถในการคืนตัวกลับมาเหมือนเดิมเมื่อมีการถอนแรงออกไป) ด้วยเครื่อง Texture analyzer ใช้หัววัดชนิด cylinder probe 20 มิลลิลิตร กำหนดความเร็วในการวัด (test speed) 1 มิลลิลิตรต่อวินาที และระยะทางในการกด (deformation) ร้อยละ 80

3.4.6.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคโดยใช้วิธีการประเมินแบบ Hedonic nine point scale ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนทั้งหมด 30 คน เป็นนักศึกษาของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบ่งเป็น 5 ลักษณะ คือ สี กลิ่น รสชาติ ความยืดหยุ่นและความชอบโดยรวม ให้คะแนนความชอบตั้งแต่ 1-9 โดยคะแนนเท่ากับ 9 หมายถึงชอบมากที่สุดและคะแนนเท่ากับ 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด

3.4.7 การวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยา

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่คอมบูชาผสมเสาวรส 10 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 90 มิลลิลิตร นำไปตีป่นด้วยเครื่องตีป่น จากนั้นทำการเจือจางตัวอย่างโดยใช้น้ำกลั่นเจือจางตัวอย่างที่ระดับการเจือจาง 10^{-1}-10^{-5} แล้ว spread plate ตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นลงบนอาหาร NA (Nutrient Agar) และอาหาร PDA (Potato Dextrose Agar) โดยปิเปตตัวอย่างด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ ใช้แท่งแก้วรูปตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอลเกลี่ยกระจายตัวอย่างให้ทั่วผิวหน้าอาหาร นำตัวอย่างที่ได้ไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องชาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำมาตรวจนับปริมาณของแบคทีเรียและยีสต์ รา

3.4.8 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางสถิติดำเนินการโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) จำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองด้วย Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีระหว่างกระบวนการหมักของคอมบูชา

4.1.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง

จากการหมักคอมบูชาจากชาอู่หลงที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วันและเก็บตัวอย่างวันที่ 0 14 21 และ 30 พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของวันที่ 0 14 21 และ 30 เท่ากับ 4.49±0.11 3.90±0.20 3.59±0.21 และ 3.39±0.30 ตามลำดับ โดยพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงตามระยะเวลาของการหมัก แสดงดังตารางที่ 4.1 และรูป 4.1 ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงเนื่องจากยีสต์ในคอมบูชาใช้น้ำตาลเปลี่ยนเป็นเอทานอล ขณะเดียวกันแบคทีเรียอะซิติกจะใช้น้ำตาลเปลี่ยนเป็นกรดอินทรีย์ เช่น กรดอะซิติก กรดแลคติก และกรดกลูโคนิก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Oliveira *et al*., (2023) เปรียบเทียบระหว่างคอมบูชาจากชาเขียวหมักที่อุณหภูมิห้องกับชาเขียวที่ไม่ผ่านการหมัก ซึ่งได้ศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่างพบว่าในช่วง 7 วันของการหมัก ค่าความเป็นกรด-ด่างของคอมบูชาลดลงเมื่อเทียบกับชาเขียวที่ไม่ผ่านการหมักและมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thida *et al*,. (2019) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของคอมบูชาที่หมักจากชาอู่หลงและชาดำในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคและความเป็นพิษต่อมะเร็งลำไส้ใหญ่ พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของวันที่ 0 เท่ากับ 3.92 และในวันสุดท้ายของการหมักคือวันที่ 15 ค่าความเป็นกรด-ด่างของคอมบูชาที่ผลิตจากชาอู่หลงและชาดำเท่ากับ 2.89 และ 2.70 ตามลำดับ จากการทดลองที่ได้พบว่าในระหว่างกระบวนการหมักค่าความเป็นกรด-ด่างของคอมบูชาลดลงน้อยมาก อาจเนื่องมาจากกระบวนการหมักหมักที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส มีผลทำให้กระบวนการหมักเกิดน้อยกว่าการหมักที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส)

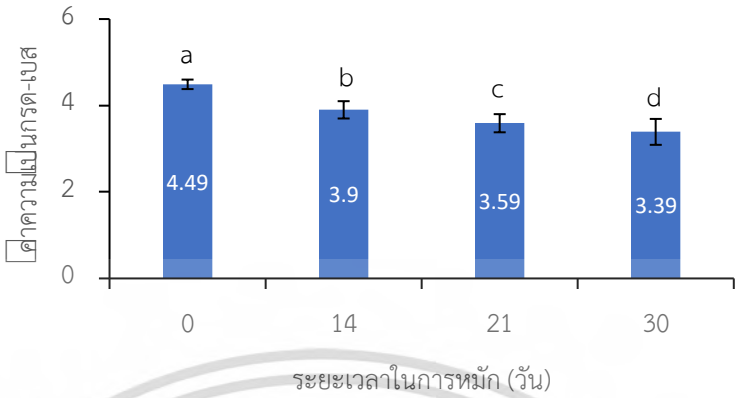
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 14 21 และ 30 วัน

ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	คุณภาพทางเคมีของคอมบูชา					
	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)	ปริมาณเอทานอล (กรัมต่อลิตร)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (µg GAE/ml)	ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH (ร้อยละ)
0	4.49±0.11^{a}	0.04±0.02^{d}	113.28±4.49^{a}	1.89±0.02^{a}	249.20±7.28^{c}	89.10±0.68^{a}
14	3.90±0.20^{b}	0.14±0.05^{c}	105.22±3.61^{ab}	1.41±0.05^{a}	255.78±7.09^{bc}	95.92±0.28^{a}
21	3.59±0.21^{c}	0.20±0.07^{b}	96.29±3.71^{b}	1.24±0.03^{a}	266.14±6.62^{ab}	94.60±0.73^{a}
30	3.39±0.30^{d}	0.37±0.04^{a}	91.75±3.43^{b}	1.03±0.01^{a}	274.12±6.53^{a}	92.25±0.32^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c d ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

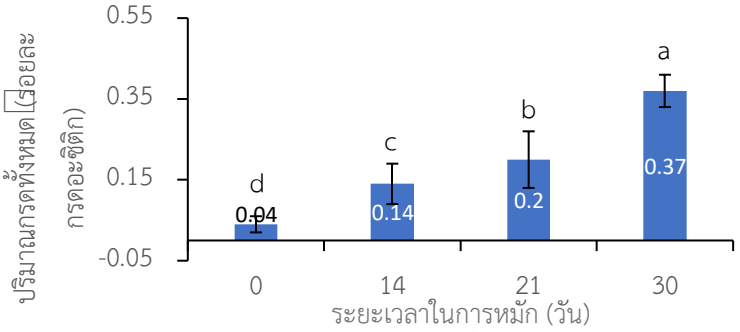


รูปที่ 4.1 ค่าความเป็นกรด-ด่างของคอมบูชาจากชาอู่หลง หมักที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

4.1.2 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก)

จากการหมักคอมบูชาจากชาอู่หลงที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่าปริมาณกรดทั้งหมดของคอมบูชาเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก วันที่ 0 14 21 และ 30 คอมบูชามีปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.04±0.02 0.14±0.05 0.20±0.07 และ 0.37±0.04 ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) แสดงดังรูปที่ 4.2 และตารางที่ 4.1 ปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด-ด่างที่ลดลงสอดคล้องกับงานวิจัยของ Voraluck *et al*,. (2023) ศึกษาบทบาทของการใช้คลื่นอัลตร้าโซนิคต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตคอมบูชาจากชาดำ และศึกษาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติกที่เกิดขึ้นระหว่างการหมัก พบว่าคอมบูชามีปริมาณกรดเพิ่มขึ้นและสูงสุดในวันสุดท้ายของการหมัก เนื่องจากในระหว่างกระบวนการหมักแบคทีเรียจะเปลี่ยนเอทานอลเป็นกรดอะซิติก

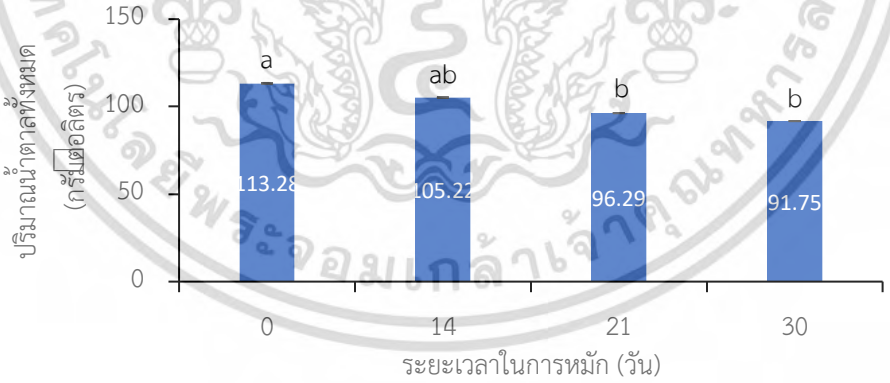
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจากชาอู่หลง หมักที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

4.1.3 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

จากผลการทดลองพบว่าระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชา ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดจะลดลงตามระยะเวลาของการหมัก วันที่ 0 14 21 และ 30 คอมบูชามีปริมาณน้ำตาลเท่ากับ 113.28±4.49 105.22±3.61 96.29±3.71 และ 91.75±3.43 กรัมต่อลิตรตามลำดับ คอมบูชาเริ่มต้นของการหมักมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดแตกต่างทางสถิติกับคอมบูชาหมัก 30 วัน แสดงดังรูปที่ 4.3 และตารางที่ 4.1 เนื่องจากในการหมักคอมบูชามีการเติมน้ำตาลซูโครสเพื่อเป็นแหล่งคาร์บอนสำหรับการเจริญของยีสต์และแบคทีเรียที่มีในคอมบูชา โดยยีสต์มีการใช้น้ำตาลซูโครสในการเจริญเติบโตและผลิตเอทานอล ในขณะที่แบคทีเรียใช้น้ำตาลในการเจริญและผลิตกรดอะซิติก (Gaggia *et al.*, 2019)

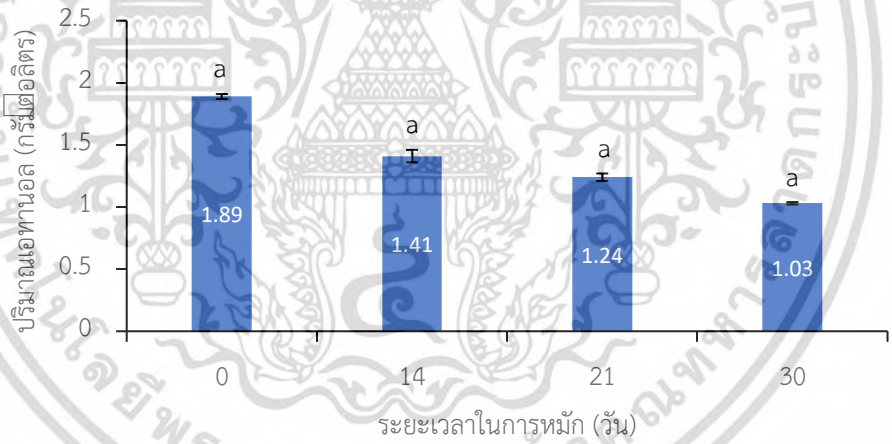


รูปที่ 4.3 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลง หมักที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ปริมาณเอทานอล

จากการหมักคอมบูชาจากชาอู่หลงที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วันและเก็บตัวอย่างวันที่ 0 14 21 และ 30 พบว่าจากการเก็บตัวอย่างวันที่ 0 14 21 และ 30 ปริมาณเอทานอลในคอมบูชามีปริมาณที่ลดลง เท่ากับ 1.89±0.02 1.41±0.05 1.24±0.03 และ 1.03±0.01 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$) แสดงดังรูปที่ 4.4 และตารางที่ 4.1 โดยปกติปริมาณเอทานอลในคอมบูชาทั่วไป คือ 0–3.5% (v/v) (Harrison & Curtin, 2021; de Miranda *et al.*, 2022) และเครื่องดื่มจะต้องติดฉลากว่าเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์หากมีปริมาณแอลกอฮอล์เกิน 1.2% โดยเมื่อสังเกตจะพบว่าปริมาณเอทานอลลดลงตามระยะเวลาของการหมัก เนื่องจากทำการหมักคอมบูชาที่อุณหภูมิต่ำคือ 25±2 องศาเซลเซียส และการเก็บตัวอย่างไว้นานเกินไปก่อนที่จะนำมาวิเคราะห์ปริมาณเอทานอล ทำให้ปริมาณเอทานอลระเหยออกไปและอาจส่งผลต่อการผลิตเอทานอลในคอมบูชา งานวิจัยของ Júlia *et al.*, (2023) ทำการศึกษากระบวนการกรองคอมบูชาด้วยเมมเบรนพบว่าหมักคอมบูชาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง พบว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจะผลิตเอทานอลน้อยกว่าคอมบูชาที่อุณหภูมิห้องปกติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้

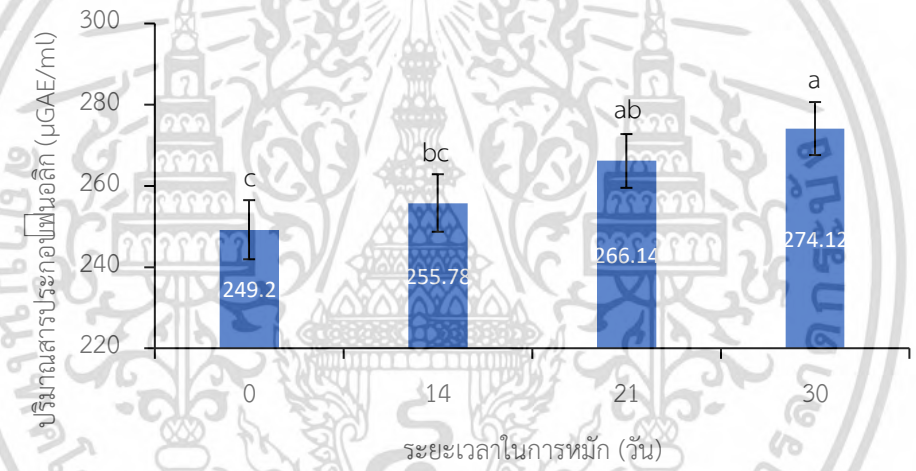


รูปที่ 4.4 ปริมาณเอทานอลของคอมบูชาจากชาอู่หลง หมักที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

จากการหมักคอมบูชาจากชาอู่หลง พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยระหว่างกระบวนการหมัก วันที่ 0 14 21 และ 30 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 249.20±7.28 255.78±7.09 266.14±6.62 และ 274.12±6.53 µg GAE/ml ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) แสดงดังรูปที่ 4.5 และตารางที่ 4.1 สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Wang et al.,2020) รายงานว่าในระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชา สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก การเปลี่ยนแปลงของสารประกอบฟีนอลิกจะแตกต่างกันตามปริมาณของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในหัวเชื้อคอมบูชา (Dufreshe and Farnworth , 2000) แบคทีเรียอะซิติกและยีสต์ที่มีในหัวเชื้อคอมบูชาสามารถที่จะผลิตเอนไซม์ย่อยสลายสารประกอบฟีนอลิกที่มีโมเลกุลซับซ้อนให้มีโมเลกุลที่เล็กลงมีผลทำให้สารประกอบฟีนอลิกมีค่าเพิ่มขึ้น

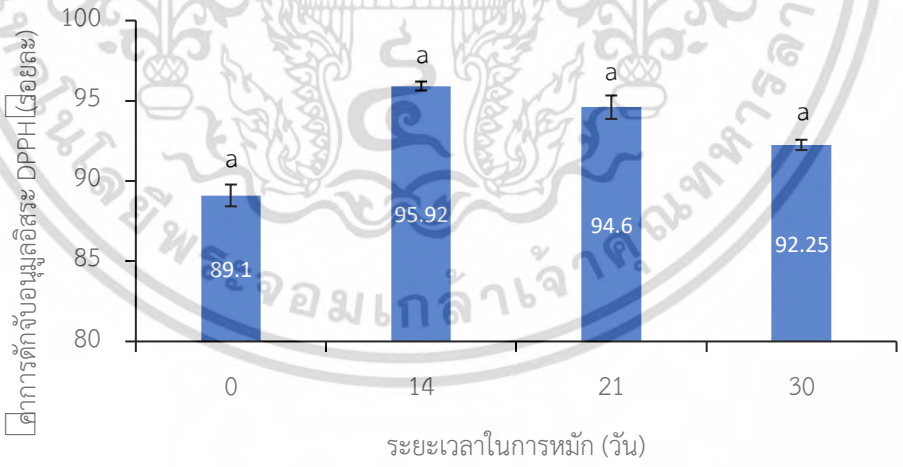


รูปที่ 4.5 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของคอมบูชาจากชาอู่หลง หมักที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH

จากการหมักคอมบูชาจากชาอู่หลงที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน วิเคราะห์ค่าการดักจับอนุมูลอิสระของคอมบูชาในระหว่างกระบวนการหมัก พบว่าค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH สูงขึ้นในวันที่ 14 มีค่าร้อยละ 95.92±0.28 หลังจากนั้นค่าการดักจับอนุมูลอิสระของคอมบูชาจะลดลงเล็กน้อย ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.6 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chakravorty et al., (2016) ซึ่งได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงจุลินทรีย์และคุณภาพทางเคมีระหว่างการหมักชาคอมบูชา โดยงานวิจัยนี้ได้ทดสอบประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH, ABTS, ไฮดรอกซิล และ ไนตริกออกไซด์ ของชาคอมบูชาโดยคำนวณค่า IC50 ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระของชาคอมบูชาเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับชาที่ไม่ได้หมัก ประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS เพิ่มขึ้นร้อยละ 39.7 และ 38.36 ตามลำดับ หลังการหมัก 21 วัน คอมบูชาส่วนใหญ่ประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพมากมาย เช่น สารประกอบฟีนอลิก โพลีฟีนอล กรดอะมิโน (Malbaša *et al*., 2021) และ D-saccharic acid-1,4 lactone (DSL) (Wang *et al*., 2014) รวมทั้ง แอลกอฮอล์ เอสเทอร์ และกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ อีกมากมาย Costa *et al*., (2021) รายงานว่าค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาจะเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด



รูปที่ 4.6 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาจากชาอู่หลง หมักที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจากวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH พบว่าคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักเป็นระยะเวลา 30 วัน มีปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด จึงเลือกคอมบูชาหมักเป็นระยะเวลา 30 วัน มาใช้ในการศึกษาต่อไป

4.2 ผลการศึกษาการปรับปรุงรสชาติของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสในอัตราส่วนต่างๆ

จากการนำคอมบูชาจากชาอู่หลงหมักเป็นระยะเวลา 30 วัน ปรับปรุงรสชาติด้วยน้ำเสาวรส เพื่อให้ส่วนผสมมีรสชาติที่ดียิ่งขึ้นก่อนนำมาใช้เป็นส่วนผสมของกัมมี่เยลลี่ ในอัตราส่วนคอมบูชาต่อน้ำเสาวรส 9:1 7:3 และ 5:5 (ปริมาตรต่อปริมาตร) นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าคอมบูชาต่อน้ำเสาวรสอัตราส่วน 7:3 ได้รับคะแนนด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงกว่าคอมบูชาต่อน้ำเสาวรสอัตราส่วน 9:1 และ 5:5 คะแนนด้านสีของคอมบูชาต่อน้ำเสาวรสอัตราส่วน 7:3 9:1 และ 5:5 เท่ากับ 7.27±1.14 6.53±1.04 และ 6.43±0.73 ตามลำดับ คะแนนด้านกลิ่นของคอมบูชาต่อน้ำเสาวรสอัตราส่วน 7:3 9:1 และ 5:5 เท่ากับ 7.20±1.03 7.00±1.41 และ 6.67±0.99 ตามลำดับ คะแนนด้านรสชาติของคอมบูชาต่อน้ำเสาวรสอัตราส่วน 7:3 9:1 และ 5:5 7.00±0.91 6.50±1.38 และ 6.03±1.27 ตามลำดับ คะแนนความชอบโดยรวมของคอมบูชาต่อน้ำเสาวรสอัตราส่วน 7:3 9:1 และ 5:5 เท่ากับ 7.47±0.73 6.30±1.26 และ 6.17±1.20 ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.2 จึงได้คัดเลือกคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสอัตราส่วน 7:3 ซึ่งมีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติและความชอบโดยรวมสูงมากที่สุดมาใช้ในการศึกษาต่อไป เนื่องจากอัตราส่วน 7:3 มีกลิ่นการหมักของคอมบูชาที่ไม่แรงเกินไป เมื่อผสมกับน้ำเสาวรสที่มีกลิ่นหอมของเสาวรสทำให้เกิดกลิ่นหอมพอดี ในขณะที่คอมบูชาอัตราส่วน 9:1 ได้กลิ่นการหมักของคอมบูชาแรงเกินไป กลบกลิ่นของน้ำเสาวรสทั้งหมด และคอมบูชาอัตราส่วน 5:5 มีกลิ่นและรสชาติของน้ำเสาวรสกลบกลิ่นของคอมบูชาทำให้ดื่มแล้วเหมือนดื่มน้ำเสาวรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาหมัก 30 วัน ผสมน้ำเสาวรสในอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วนคอมบูชา : น้ำเสาวรส	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส			
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
9:1	6.53±1.04^{b}	7.00±1.41^{a}	6.50±1.38^{ab}	6.30±1.26^{b}
7:3	7.27±1.14^{a}	7.20±1.03^{a}	7.00±0.91^{a}	7.47±0.73^{a}
5:5	6.43±0.73^{b}	6.67±0.99^{a}	6.03±1.27^{b}	6.17±1.20^{b}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.3 ผลการศึกษาการผลิตกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

4.3.1 ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของกัมมี่เยลลี่

จากการนำคอมบูชาหมักที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน ผสมกับน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 7:3 (คอมบูชาต่อน้ำเสาวรส) นำมาใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตกัมมี่เยลลี่ มีการเติมเจลาตินเป็นสารก่อเจลปริมาณที่แตกต่างกัน คือ ร้อยละ 12 15 และ 18 น้ำหนักต่อปริมาตรของส่วนผสมปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากผลการทดลองพบว่ากัมมี่เยลลี่ที่ใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 12 15 และ 18 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.41±0.01 4.40±0.02 และ 4.40±0.03 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.3 กัมมี่เยลลี่ใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 12 15 และ 18 มีปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) 0.18±0.04 0.20±0.02 และ 0.22±0.22 ตามลำดับ กัมมี่เยลลี่ใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 12 15 และ 18 มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 118.33±1.02 114.58±1.35 และ 106.67±1.05 กรัมต่อลิตรตามลำดับ กัมมี่เยลลี่ใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 12 15 และ 18 มีปริมาณเอทานอล 0.77±0.02 0.76±0.02 และ 0.76±0.01 กรัมต่อลิตรตามลำดับ กัมมี่เยลลี่ใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 12 15 และ 18 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 62.23±0.56 63.22±0.45 และ 63.34±0.32 µg GAE/ml ตามลำดับ และกัมมี่เยลลี่ใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 12 15 และ 18 มีค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ร้อยละ 74.16±0.06 74.21±0.06 และ 74.11±0.08 ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่า กัมมี่เยลลี่ที่ใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 12 15 และ 18 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณเอทานอล ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	คุณภาพทางเคมีของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส					
	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)	ปริมาณเอทานอล (กรัมต่อลิตร)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (µg GAE/ml)	ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH (ร้อยละ)
12	4.41±0.01[a]	0.18±0.04[a]	118.33±1.02[a]	0.77±0.02[a]	62.23±0.56[a]	74.16±0.06[a]
15	4.40±0.02[a]	0.20±0.02[a]	114.58±1.35[a]	0.76±0.02[a]	63.22±0.45[a]	74.21±0.06[a]
18	4.40±0.03[a]	0.22±0.02[a]	106.67±1.05[a]	0.76±0.01[a]	63.34±0.32[a]	74.11±0.08[a]

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.3.2 ผลการศึกษาปริมาณเจลาตินต่อคุณภาพของกัมมี่เยลลี่

4.3.2.1 ค่าการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

ในการศึกษานี้ใช้เจลาตินเป็นส่วนประกอบในการทำกัมมี่เยลลี่ เจลาตินทำหน้าที่ในการขึ้นรูปและปรับปรุงโครงสร้างและเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ จะทำให้ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มีเนื้อสัมผัสเหนียว นุ่ม และมีความยืดหยุ่น จากผลการทดลองใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 12 15 และ 18 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร นำกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสและวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยวิธี Texture profile analysis (TPA) พบว่าปริมาณเจลาตินมีผลต่อเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ การใช้เจลาตินเพิ่มขึ้น ความแข็ง (Hardness) หรือแรงที่ใช้ในการทำให้ตัวอย่างกัมมี่เยลลี่เสียรูปร่างมีค่าเพิ่มขึ้น กัมมี่เยลลี่ที่ใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 12 15 และ 18 มีค่าความแข็งเท่ากับ 315.25±0.03 559.82±1.69 และ 816.59±2.21 ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.4 ความเหนียว (Gumminess) หรือแรงที่ใช้ในการทำให้อาหารกึ่งแข็งแตกจนอยู่ในสภาพพร้อมที่จะกลืน การใช้ปริมาณเจลาตินเพิ่มขึ้นทำให้กัมมี่เยลลี่มีความเหนียวเพิ่มขึ้น การใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 12 15 และ 18 กัมมี่เยลลี่มีความเหนียวเท่ากับ 13.61±1.09 33.89±3.30 และ 60.66±1.45 ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.4 แรงยึด (cohesiveness) ที่เกิดขึ้นภายในตัวอย่างกัมมี่เยลลี่และค่าความยืดหยุ่น (springiness) มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเจลาตินเพิ่มขึ้น แสดงดังตารางที่ 4.4 พบว่ากัมมี่เยลลี่ที่ใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 12 15 และ 18 มีแรงยึด (cohesiveness) เท่ากับ 0.03±0.01 0.06±0.01 และ 0.09± ตามลำดับ กัมมี่เยลลี่มีค่าความยืดหยุ่น (springiness) เท่ากับ 0.72±0.04 1.10±0.05 และ 1.50±0.02 mm ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) สำหรับค่าความทนต่อการเคี้ยวอาหารแข็งพร้อมกลืน (chewiness) มีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณเจลาติน โดยการใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 12 15 และ 18 มีค่าการทนต่อการเคี้ยวเท่ากับ 0.02±0.01 0.04±0.01 และ 0.11±0.03 Nm ตามลำดับ จากผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการทดลองของเฉลิมพล (2552) ได้ศึกษาผลของเจลาตินและกรดซิตริกต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่รสตะไคร้ พบว่าเมื่อปริมาณเจลาตินเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่า springiness, hardness และ chewiness เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ค่าเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่โดยใช้ปริมาณเจลาตินที่แตกต่างกัน

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	Hardness (N)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (N)	Chewiness (Nm)
12	315.25±0.03^{c}	0.03±0.01^{b}	0.72±0.04^{c}	13.61±1.09^{c}	0.02±0.01^{b}
15	559.82±1.69^{b}	0.06±0.01^{b}	1.10±0.05^{b}	33.89±3.30^{b}	0.04±0.01^{b}
18	816.59±2.21^{a}	0.09±0.02^{a}	1.50±0.02^{a}	60.66±1.45^{a}	0.11±0.03^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.3.2.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนด้านสี กลิ่น ของกัมมี่เยลลี่ที่ใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 12 น้อยกว่าการใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 15 และ 18 และแตกต่างทางถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.5 สำหรับคะแนนด้านความเปรี้ยว พบว่าปริมาณเจลาตินร้อยละ 12 ผู้ทดสอบให้คะแนนด้านความเปรี้ยวและความหวานมากที่สุด โดยมีคะแนนเท่ากับ 7.00±1.41 และ 6.53±1.14 ตามลำดับ และความยืดหยุ่นของกัมมี่เยลลี่พบว่าปริมาณเจลาตินร้อยละ 18 มีคะแนนด้านความยืดหยุ่นสูงกว่าใช้เจลาตินร้อยละ 12 และ 15 การใช้เจลาตินร้อยละ 18 น้ำหนักต่อปริมาตร มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด 7.43 ± 0.08 และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 ($p < 0.05$) กับการใช้เจลาตินร้อยละ 12 และ 15 จากการทดสอบพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่ใช้เจลาตินร้อยละ 18 เนื่องจากเนื้อสัมผัสที่ไม่แข็งและนิ่มเกินไป สอดคล้องกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสที่ใช้เครื่องมือวิเคราะห์ สำหรับกัมมี่เยลลี่ที่ใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 12 มีรสชาติดี แต่มีความยืดหยุ่นน้อยทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมต่ำสุด และแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) กับกัมมี่เยลลี่ที่ใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 18 จากผลการทดลองข้างต้นได้คัดเลือกปริมาณเจลาตินร้อยละ 18 น้ำหนักต่อปริมาตรมาใช้ในการศึกษาต่อในการวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาได้นำคอมบูชาหมักเป็นระยะเวลา 30 วัน ผสมกับน้ำเสาวรสอัตราส่วน 7:3 (ปริมาตรต่อปริมาตร) นำมาเป็นส่วนประกอบในการทำกัมมี่เยลลี่ โดยแปรผันปริมาณเจลาติน ซึ่งใช้เป็นสารก่อเจลในกัมมี่เยลลี่ ปริมาณร้อยละ 12 15 และ 18 น้ำหนักต่อปริมาตร พบว่ากัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 18 ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความยืดหยุ่นสูง รสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสเมื่อใช้ปริมาณเจลาตินแตกต่างกัน

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัส					
	สี	กลิ่น	ความเปรี้ยว	ความหวาน	ความยืดหยุ่น	ความชอบโดยรวม
12	6.30±1.26^{b}	6.96±1.07^{ab}	7.00±1.41^{a}	6.53±1.14^{a}	3.16±1.29^{c}	5.56±1.55^{b}
15	7.23±1.07^{a}	6.36±1.35^{b}	6.60±1.04^{ab}	5.83±1.12^{ab}	5.13±1.48^{b}	6.16±1.21^{b}
18	7.26±1.14^{a}	7.06±1.20^{a}	6.03±1.27^{b}	5.73±1.95^{b}	7.23±1.14^{a}	7.43±0.08^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.3.3 ผลการวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาของกัมมี่เยลลี่

ผลการวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ พบว่าผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเท่ากับ 3.7 x 10^3 CFU ต่อกัมมี่เยลลี่ 1 กรัม และปริมาณยีต์ ราและมีปริมาณน้อยกว่า 42 CFU ต่อกัมมี่เยลลี่ 1 กรัม แสดงดังตารางที่ 4.6 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 520/2547 เรื่องเยลลี่แห้ง มีการระบุไว้ว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจพบในกัมมี่เยลลี่ต้องไม่เกิน 1x10^4 CFU ต่อกัมมี่เยลลี่ 1 กรัม มีปริมาณยีต์และราไม่เกิน 100 CFU ต่อกัมมี่เยลลี่ 1 กรัม ทั้งนี้เนื่องจากในกระบวนการผลิตกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส มีการให้ความร้อนเพื่อคนให้ส่วนผสมเข้ากัน มีผลให้ปริมาณจุลินทรีย์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาของกัมมี่เยลลี่คอมบูชาผมน้ำเสาวรส

จุลินทรีย์	ปริมาณจุลินทรีย์ (CFU ต่อกรัมของกัมมี่เยลลี่)
แบคทีเรียทั้งหมด	3.70 x 10^3
ยีสต์และรา	4.20 x 10^1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

1. จากการหมักคอมบูชาเป็นเวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างในวันที่ 0 14 21 และ 30 พบว่าคอมบูชาที่หมักเป็นเวลา 30 วัน มีปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) สูงสุด ร้อยละ 0.36±0.04 และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก เท่ากับ 270.47±2.11 µg GAE/ml สูงกว่าคอมบูชาหมัก 0 14 และ 21

2. นำคอมบูชาหมักเป็นเวลา 30 วัน มาผสมน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 7:3 ปริมาตรต่อปริมาตร (น้ำหมักคอมบูชา : น้ำเสาวรส) ได้รับคะแนนความชอบการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงที่สุด สูงกว่าอัตราส่วน 9:1 และ 5:5

3. นำคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสอัตราส่วน 7:3 มาเป็นส่วนประกอบในการผลิตกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมเสาวรส และศึกษาปริมาณเจลาตินซึ่งเป็นสารก่อเจลในกัมมี่เยลลี่ พบว่าการใช้เจลาตินร้อยละ 18 น้ำหนักต่อปริมาตร ให้ค่าเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ที่มีความแข็ง (hardness), ความเหนียว (cohesiveness) และค่าการออกแรงเคี้ยว (chewiness) มากกว่าการใช้เจลาตินร้อยละ 12 และ 15 นอกจากนี้มีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยเฉพาะในส่วนของความชอบโดยรวมสูงที่สุดเท่ากับ 7.43±0.08

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมเสาวรส กัมมี่เยลลี่ที่ใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 18 พบว่ามีปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) สูงสุดร้อยละ 0.22±0.02 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และค่าการดักจับอนุมูลอิสระสูงสุดเท่ากับ 63.34±0.32 µg GAE/ml และร้อยละ 74.11±0.08 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่ากัมมี่เยลลี่ที่ใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 12 และ 15

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาปริมาณสารก่อเจลที่มีผลต่อคุณลักษณะทางกายภาพเคมีของกัมมี่เยลลี่ผสมเสาวรส การปรับปรุงรสชาติของคอมบูชาผสมเสาวรส การทดสอบนื้อสัมผัส รวมถึงการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่ากัมมี่เยลลี่ยังไม่มีความคงตัวมากนัก ดังนั้นควรศึกษาปริมาณและชนิดของสารก่อเจลชนิดอื่นร่วมด้วยเพื่อพัฒนาให้กัมมี่เยลลี่มีความคงตัวมากขึ้น นอกจากนี้ควรศึกษาอายุการเก็บรักษากัมมี่เยลลี่ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนากัมมี่เยลลี่ที่ผลิตขึ้น และควรพัฒนาในส่วนของรสชาติกัมมี่เยลลี่โดยการใช้ผลไม้ชนิดอื่นๆร่วมด้วยเพื่อให้มีรสชาติที่หลากหลายและรับประทานได้ง่ายมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กมลพร สิทธิไตรย์ จตุพัฒน์ สมัปปิโต จิตตะวัน กุโบลา เพียรพรรณ สุภะโคตร พนิดา สำเรียนรัมย์ และพลอยไพลิน ยอดเจริญ. 2562. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัว. การเกษตรราชภัฏ. ฉบับที่ 18 (1), หน้า 39-40.

กุลพร พุทธมี จิรพร สวัสดิการ และศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล. 2557. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่หนามแดง. รายงานวิจัย, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

ณัชชา บุญปลื้ม. 2550. การประเมินคุณค่าทางโภชนาการและสารต้านโภชนะในวัสดุเหลือทิ้งจากการทำน้ำเสาวรส. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ, คณะเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ณัชชากร วรสาร นภภัค ใจภักดี และเอกพล ลิ้มพงษา. 2560. การเตรียมและประเมินผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่มีส่วนผสมของกลูโคแมนแนน. รายงานการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติ. วันที่ 10 มีนาคม 2560 ณ อาคารพจน์ สารสิน มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 932-939

นักสิทธิ์ ปัญโญใหญ่. 2561. การสกัดและคุณลักษณะของเจลาตินสกัดจากหนังกระบือ. รายงานวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. หน้า 1-81.

บุญญิสา ป้อมเมือง. 2564. การศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้นเพื่อพัฒนาแผนธุรกิจผลิต และจัดจำหน่ายชาหมักคอมบูชาสำเร็จรูปแบบผง. สารนิพนธ์การจัดการมหาบัณฑิต. วิทยาลัยการจัดการ. มหาวิทยาลัยมหิดล. หน้า 1-72.

สนธิรัตน์ เจริญรักษ์. 2559. การผลิตเครื่องดื่มชาหมักคอมบูชาโดยเชื้อบริสุทธิ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาจุลชีววิทยาประยุกต์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 1-88.

สินินาถ สุขไกว. 2555. การผลิตเจลาตินและเจลาตินไฮโดรเจนไลเสทจากหนังปลาสำหรับการพัฒนาเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต , สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. หน้า 1-188.

สุกัญญา เขียวสะอาด สรัญญา ชวนพงษ์พานิช และอัศวิน ดาดูเคล. 2563. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ฉบับที่ 28 (12) : หน้า 2185-2200.

อัจฉริยา ชมเชย. 2560. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากสมุนไพรพื้นบ้าน. การประชุมสวนสุนันทาวิชาการ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชาติครั้งที่ 1. หน้า 365-372.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกราช บำรุงพืชน์. 2556. ชาอู่หลงกับสุขภาพ. วารสารพยาบาลทหารบก. ฉบับที่ 14 เล่มที่ 3 : หน้า 203-206.

Cole, C.G.B. 2000. **Gelatin**. in Frederick, J.F. (ed.). Encyclopedia of Food Science and Technology, 2nd ed. New York : John Wiley & Sons.

Dan, D., Adila, S., Min, L., Si-Yu, H., Ruo-Gu, X., Ao, S., Ren-You, G., Hua-Ban, L. 2022. "Fermentation with tea residues enhances antioxidant activities and polyphenol contents in kombucha beverages." *Antioxidants and Bioactive Compounds in Fermented Foods*, 11(1) : 1-17.

Ebersole, B., Liu, Y., Schmidt, R., Eckert, M., & Brown, P.N. 2017. "Determination of ethanol in kombucha products: Single-laboratory validation." *Journal of AOAC International*, 100 : 1-5.

Garcia, T. 2000. "Analysis and gelatin-based confections." *The Manufactoring Confectioner*, 80 : 1-9.

Harrison, K., and Curtin, C. 2021. "Microbial composition of SCOBY starter cultures used by commercial Kombucha brewers in North America". *Microorganisms*, 9 : 1-21.

Hayeong, K., Seong, H., Juho, L., Kibum, J., Tae-hui, Y., Il-seop, K., Seung Wook, K., Taeyoon, K., Doman, K. 2023. "Enhancement of the phenolic compounds and antioxidant activities of Kombucha prepared using specific bacterial and yeast." *Food Bioscience*, 56 : 1-11.

Hayrunisa, I., Maria, R.C., Milena, S., Burcu Irem Omurtag, K., Antonio, B. 2023. "Microbiology and antimicrobial effects of kombucha, a short overview." *Food Bioscience*, 56 : 1-12.

Jordan Teixeira, O., Fernanda Machado da, C., Taiciane Gonçalvez da, S., Greice Dotto, S., Elisa dos Santos, P., Paola Quevedo da, C., Robson, A., Paulo Cavalheiro, S., Simone, P. 2023. "Green tea and kombucha characterization: Phenolic composition, antioxidant capacity and enzymatic inhibition potential." *Food Chemistry*, 408 : 1-7.

Júlia, D., Guilherme, F., Jocelei, D., Tayse Circe, T., Venina dos, S., Camila, B., Ana Carolina, D. 2023. "Membrane separation process of microfiltration applied to the filtration of kombuchas." *Food Chemistry Advances*, 3 : 1-6.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Karolina, J., Justyna, K., Joanna, K., Katarzyna, J. 2020. "Chemical profile and antioxidant activity of the kombucha beverage derived from white, green, black and red tea." *Antioxidants in Foods*, 9(5) : 1-15.

Komatsu, T., Nakamori, M., Komatsu, K., Hosoda, K., Okamura, M., Toyama, K., Yoshiyuki, I., Tohru, S., Daisuke, K., Shigeru, Y. 2003. "Oolong tea increases energy metabolism in Japanese females." *Journal of Investigative Medicine*, 50(3-4) : 1-6.

Martin, S., Cristina, L., Adrien, W., Ursula, S., Micheal, T. 1995. "Microbiology and fermentation balance in a kombucha beverage obtained from a tea fungus fermentation." *Microbiol*, 18 : 1-5.

Paula, T., Blanca del, N., Susana, V., Josefina, M., Diego, P., Ramon, P., Juan, C. 2021. "Microbiological and sensory characterization of kombucha SCOBY for culinary applications." *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 23 : 1-8.

Rashed, H., Majedul, H., Amirul, H., Shahin, S., Mahbubur, R., Aftab, AS., Khabir, US. 2024. "Antioxidant activity study and GC-MS profiling of *Camellia sinensis* Linn." *Heliyon* : 1-9.

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 : 1-13.

Malbasa, R., Loncar, E., Djuric, M. 2008. "Comparison of the products of Kombucha fermentation on sucrose and molasses." *Food Chemistry*, 106(3) : 1-7.

Rong-Rong, H., Chen, L., Lin, B.H., Matsui, Y., Yao, X.S., Kurihara, H. 2009. "Beneficial effects of oolong tea consumption on diet-induced overweight and obese subjects." *Chin J Integr Med*, 15(1) : 1-8.

Sae-tan, S. 2017. "Systematic review: Hypolipidemic activity of oolong tea polymerized polyphenols." *Journal of Health Research*, 30(6) : 1-9.

Santos, M.R., Mendes, R.M.L., Ribeiro, E. 2023. "Effects of pulp and pectin concentrations

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

of passion fruit from Caatinga (Passiflora cincinnata Mast.) on the production of symbiotic beverages." *Food Chemistry Advances*, 3 : 1-9.

Seydi, Y., Sergen, T. 2019. "Evaluation of microbiological, physicochemical and sensorial properties of purple basil kombucha beverage." *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(9) : 1-7.

Sheng-Che, Chu, Chinshuh, Chen. 2006. "Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of kombucha." *Food Chemistry* : 1-6.

Somnath, C., Semantee, B., Antonis, C., Writachit, C., Debanjana, B., Ratan, G. 2016. "Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics." *International Journal of Food Microbiology*, 220 : 1-10.

Stanner, S., Weichselbaum, E. 2013. "Antioxidants." *Encyclopedia of Human Nutrition*, 3 : 1-11.

Thida, K., Sakunnee, B., Yingmanee, T. 2019. "Efficacy of kombucha obtained from green, oolong, and black teas on inhibition of pathogenic bacteria, antioxidation, and toxicity on colorectal cancer cell line." *Microorganisms*, 7 : 1-18.

Maekawa, T., Nakamura, J., Kitagawa, Y., Shibata, H., Teramoto, T., Tsuchida, T. 2011. "Effect of long-term intake of "KURO-oolong tea OTPP" on body fat mass and metabolic syndrome risk in over weight volunteers." *Jpn Pharmacol Ther*, 39(10) : 1-9.

Voraluck, S., Somkiat, J., Chananda, T., Thapanee, C. 2023. "Role of ultrasonic-assisted fermentation on kombucha black tea process enhancements." *Burapha Science Journal*, 28 (1) : 1-21.

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

[Online]. Available : https://www.mangozero.com/kombucha-healthy-drink/ (25 กันยายน 2566)

[Online]. Available : https://www.thrivewellnessth.com/post/6_benefits_kombucha (25 กันยายน 2566)

[Online]. Available : https://www.nonthavej.co.th/Probiotics.php (25 กันยายน 2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[Online]. Available : https://www.wongkarnpat.com/viewpat.php?id=221
(25 กันยายน 2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การเตรียมสารละลาย

1. สารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก

เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก ความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยชั่งกรดแกลลิก 0.01 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 50 100 150 200 250 และ 300 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 N

เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 N ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร โดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร นำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโดยไทเทรตกับสารละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต

3. สารละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต ($KHC_8H_4O_4$)

นำสารมาตรฐานโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต (Mw = 204.23 g/mol) ไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ นำมาชั่ง 0.1- 0.15 กรัม ละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตร 25 มิลลิลิตร

4. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน

เตรียมสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน โดยชั่งฟีนอล์ฟทาลีน 0.1 กรัม ละลายในเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 และปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตร 10 มิลลิลิตร

5. สารละลายกลูโคสมาตรฐาน

เตรียมสารละลายกลูโคสมาตรฐานความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยอบกลูโคสที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ จากนั้นนำกลูโคสมาชั่ง 0.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 0 20 40 60 80 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เตรียมสารละลาย DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ที่ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ เตรียมในปริมาตร 100 มิลลิลิตร โดยชั่งสารละลาย DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ปริมาณ 7.886 มิลลิกรัม ละลายในเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 ปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร โดยในขั้นตอนการละลายและการเก็บรักษาควรทำในที่ทึบแสง

7. Folin-Ciocalteu reagent

เตรียมสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยนำสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent มา 1 มิลลิลิตร นำมาปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร 10 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar (NA)

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar (NA) โดยชั่ง Nutrient Agar (NA) 4.6 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 200 มิลลิลิตร คนจนกระทั่งอาหารเลี้ยงเชื้อละลายเข้ากันจนมีสีใสและนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2. อาหารเลี้ยงเชื้อ Yeast extract Peptone Dextrose (YPD)

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Yeast extract Peptone Dextrose (YPD) โดยชั่ง Yeast extract 1.0 กรัม Dextrose 4.0 กรัม Peptone 4.0 กรัม และเติมผงวุ้น (Agar) 3.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 200 มิลลิลิตร คนจนกระทั่งอาหารเลี้ยงเชื้อละลายเข้ากันจนมีสีใสและนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

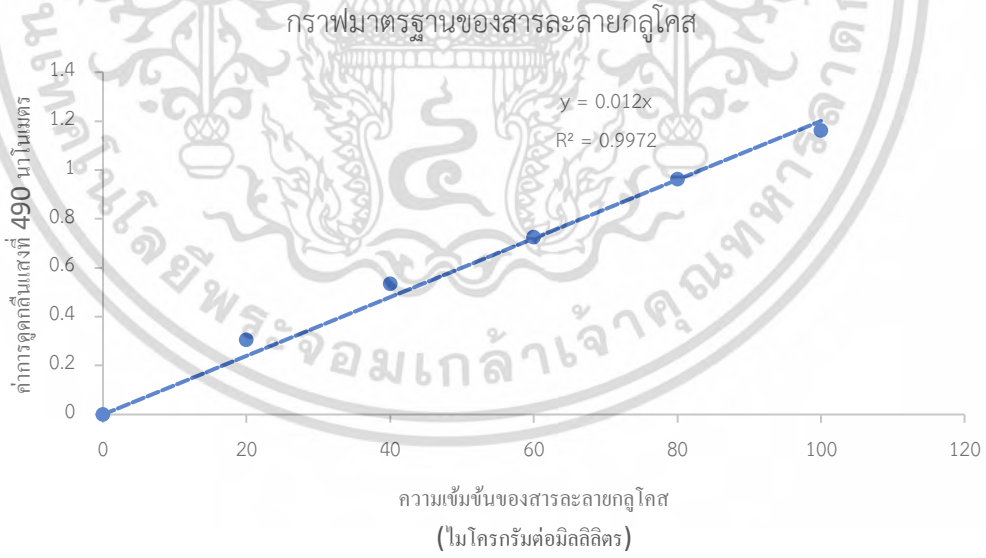
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

กราฟมาตรฐานของสารละลายกลูโคส

ตารางที่ ค-1 ความเข้มข้นของสารละลายกลูโคสและค่าการดูดกลืนแสงที่ 490 นาโนเมตร

ความเข้มข้นของสารละลายกลูโคส (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 490 นาโนเมตร
0	0.000
20	0.304
40	0.535
60	0.726
80	0.963
100	1.160



รูปที่ ค-1 กราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส

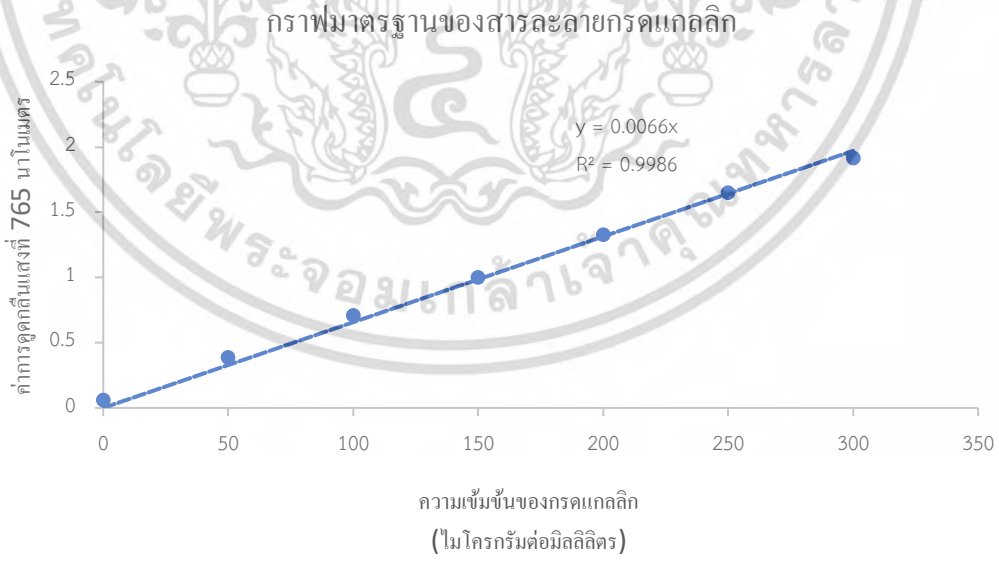
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

กราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิก

ตาราง ง-1 ความเข้มข้นของกรดแกลลิกและค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร

ความเข้มข้นของกรดแกลลิก (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร
0	0.061
50	0.387
100	0.712
150	1.003
200	1.327
250	1.651
300	1.917



รูปที่ ง-1 กราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิก

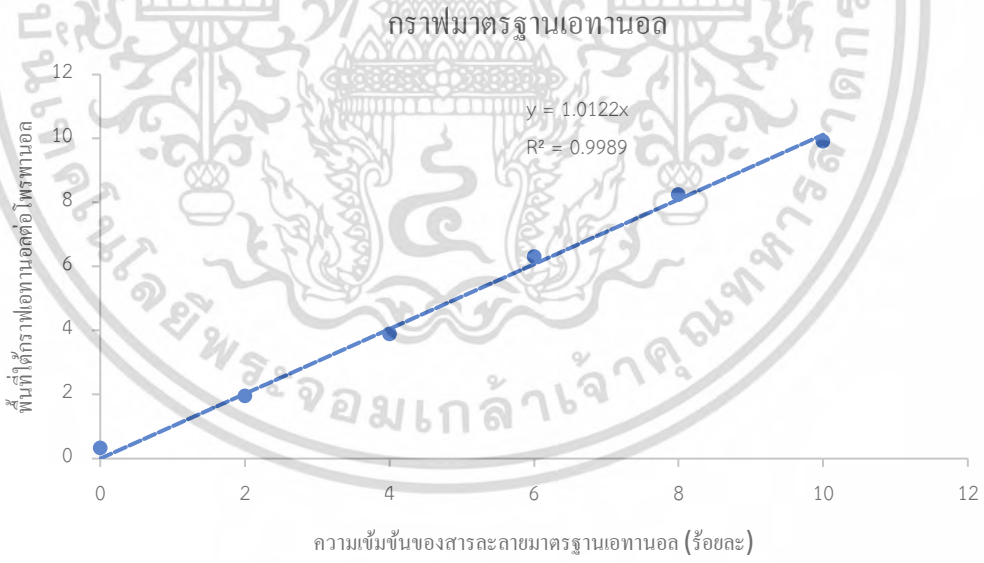
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

กราฟมาตรฐานของสารละลายเอทานอล

ตาราง จ-1 กราฟมาตรฐานของสารละลายเอทานอลวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ

ความเข้มข้นของเอทานอล (% v/v)	พื้นที่ใต้กราฟเอทานอลต่อโพรพานอล
0	0.335
2	1.967
4	3.898
6	6.310
8	8.253
10	9.928



รูปที่ ง-1 กราฟมาตรฐานของสารละลายเอทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

แบบประเมินทางประสาทสัมผัส

แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่คอมบูชาผสมน้ำเสาวรสเมื่อใช้ปริมาณเจลาตินแตกต่างกัน

เพศผู้ทดสอบ : ( ) ชาย ( ) หญิง **อายุ** _____**วันที่**_____

คำแนะนำ : กรุณาประเมินตัวอย่างตามลำดับที่เสนอจากซ้ายไปขวา ประเมินคุณค่าทางประสาทสัมผัสแล้วให้คะแนนความชอบ 1-9 คะแนน โดยกำหนดให้

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

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง		
	123	456	789
สี			
กลิ่น			
ความเปรี้ยว			
ความหวาน			
ความยืดหยุ่น			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

……

……

……

……

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 14 21 และ 30 วัน

4.1.1 ค่าความเป็นกรด-ด่างของคอมบูชาจากชาอู่หลงที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
0	4.49 ± 0.11^{a}
14	3.90 ± 0.20^{b}
21	3.59 ± 0.21^{c}
30	3.39 ± 0.30^{d}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c d ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ S ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.094	3	0.698	1084.358	< 0.001
Within Groups	0.005	8	0.001		
Total	2.099	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05			
Day	N	1	2	3	4
30	3	3.3917			
21	3		3.5950		
14	3			3.9017	
0	3				4.4983
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4.1.2 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก)
0	0.04 ± 0.02^{d}
14	0.14 ± 0.05^{c}
21	0.20 ± 0.07^{b}
30	0.37 ± 0.04^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c d ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.173	3	0.058	786.632	< 0.001
Within Groups	0.001	8	0.000		
Total	0.174	11			

Duncan

		Subset for alpha = 0.05			
Day	N	1	2	3	4
0	3	0.0420			
14	3		0.1373		
21	3			0.2002	
30	3				0.3661
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาจากชาอู่หลงที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)
0	113.28±4.49[a]
14	105.22±3.61[ab]
21	96.29±3.71[b]
30	91.75±3.43[b]

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c d ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	821.003	3	273.668	4.815	0.034
Within Groups	454.722	8	56.840		
Total	1275.725	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
Day	N	1	2
30	3	91.7500	
21	3	96.3933	
14	3	105.2233	105.2233
0	3		113.2800
Sig.		0.069	0.227

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4.1.4 ปริมาณเอทานอลของคอมบูชาจากชาอู่หลงที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	ปริมาณเอทานอล (กรัมต่อลิตร)
0	1.89±0.02[a] (0.24%)
14	1.41±0.05[a] (0.18%)
21	1.24±0.03[a] (0.16%)
30	1.03±0.01[a] (0.13%)

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c d ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.019	3	0.006	0.629	0.616
Within Groups	0.081	8	0.010		
Total	0.100	11			

Duncan

		Subset for alpha = 0.05
Day	N	
30	3	0.1310
21	3	0.1577
14	3	0.1787
0	3	0.2393
Sig.		0.250

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของคอมบูชาจากชาอู่หลงที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (µg GAE/ml)
0	249.20±7.28^{c}
14	255.78±7.09^{bc}
21	266.14±6.62^{ab}
30	274.12±6.53^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c d ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1093.746	3	364.582	5.591	0.023
Within Groups	521.644	8	65.206		
Total	1615.390	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05		
Day	N	1		
0	3	249.2033		
14	3	255.7767	255.7767	
21	3		266.1367	266.1367
30	3			274.1200
Sig.		0.348	0.155	0.261

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4.1.6 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH (ร้อยละ) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH (ร้อยละ)
0	89.10±0.68[a]
14	95.92±0.28[a]
21	94.60±0.73[a]
30	92.25±0.32[a]

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c d ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	80.670	3	26.890	1.952	0.200
Within Groups	110.179	8	13.772		
Total	190.849	11			

Duncan

		Subset for alpha = 0.05
Day	N	1
0	3	89.0959
30	3	92.2510
21	3	94.6002
14	3	95.9208
Sig.		0.067

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาหมัก 30 วัน ผสมน้ำเสาวรสในอัตราส่วนต่างๆ

4.2.1 คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสด้านสี

อัตราส่วนคอมบูชา : น้ำเสาวรส	คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสด้านสี
9 : 1	6.53 ± 1.04^{b}
7 : 3	7.27 ± 1.14^{a}
5 : 5	6.43 ± 0.73^{b}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12.422	2	6.211	6.380	0.003
Within Groups	84.700	87	0.974		
Total	97.122	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
Combucha : Passion fruit	N	1	2
5 : 5	30	6.4333	
9 : 1	30	6.5333	
7 : 3	30		7.2667
Sig.		0.696	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

4.2.2 คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

อัตราส่วนคอมบูชา : น้ำเสาวรส	คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสด้านกลิ่น
9 : 1	7.00 ± 1.41^{a}
7 : 3	7.20 ± 1.03^{a}
5 : 5	6.67 ± 0.99^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.356	2	2.178	1.613	0.205
Within Groups	117.467	87	1.350		
Total	121.822	89			

Duncan

		Subset for alpha = 0.05
Combucha : Passion fruit	N	1
5 : 5	30	6.6667
9 : 1	30	7.0000
7 : 3	30	7.2000
Sig.		0.096

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสด้านรสชาติ

อัตราส่วนคอมบูชา : น้ำเสาวรส	คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสด้านรสชาติ
9 : 1	6.50 ± 1.38^{ab}
7 : 3	7.00 ± 0.91^{a}
5 : 5	6.03 ± 1.27^{b}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14.022	2	7.011	4.823	0.010
Within Groups	126.467	87	1.454		
Total	140.489	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
Combucha : Passion fruit	N	1	2
5 : 5	30	6.0333	
9 : 1	30	6.5000	6.5000
7 : 3	30		7.0000
Sig.		0.137	0.112

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

4.2.1 คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม

อัตราส่วนคอมบูชา : น้ำเสาวรส	คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม
9 : 1	6.30 ± 1.26^{b}
7 : 3	7.47 ± 0.73^{a}
5 : 5	6.17 ± 1.20^{b}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	30.689	2	15.344	12.844	< 0.001
Within Groups	103.933	87	1.195		
Total	134.622	89			

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
Combucha : Passion fruit	N	1	2
5 : 5	30	6.1667	
9 : 1	30	6.3000	
7 : 3	30		7.4667
Sig.		0.638	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสในกัมมี่เยลลี่

4.3.1 ค่าความเป็นกรด-ด่างของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสในกัมมี่เยลลี่

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
12	4.41±0.01[a]
15	4.40±0.02[a]
18	4.40±0.03[a]

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.001	3	0.000	0.755	0.487
Within Groups	0.007	8	0.000		
Total	0.008	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1
18	3	4.4017
15	3	4.4067
12	3	4.4167
Sig.		0.270

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4.3.2 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสในกัมมี่เยลลี่

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก)
12	0.18±0.04[a]
15	0.20±0.02[a]
18	0.22±0.02[a]

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.004	3	0.002	2.372	0.127
Within Groups	0.012	8	0.001		
Total	0.015	11			

Duncan

		Subset for alpha = 0.05
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1
12	3	0.1850
15	3	0.2050
18	3	0.2200
Sig.		0.056

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสในกัมมี่เยลลี่

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)
12	118.33±0.04[a]
15	114.58±0.06[a]
18	106.67±0.04[a]

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	141.724	3	70.862	0.195	0.833
Within Groups	1090.625	8	363.542		
Total	1232.349	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1
18	3	106.6700
15	3	114.5800
12	3	118.3300
Sig.		

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4.3.4 ปริมาณเอทานอลของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสในกัมมี่เยลลี่

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	ปริมาณเอทานอล (กรัมต่อลิตร)
12	0.77±0.02 (0.10%)[a]
15	0.76±0.02 (0.10%)[a]
18	0.76±0.01 (0.10%)[a]

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.115	3	0.057	0.821	0.484
Within Groups	0.419	8	0.070		
Total	0.534	11			

Duncan

		Subset for alpha = 0.05
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1
18	3	0.7593
15	3	0.7650
12	3	0.7784
Sig.		0.319

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสในกัมมี่เยลลี่

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (µg GAE/ml)
12	62.23±0.56[a]
15	63.22±0.45[a]
18	63.34±0.32[a]

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.018	3	0.009	44.333	0.006
Within Groups	0.001	8	0.000		
Total	0.018	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1	2
15	3	63.2200	
12	3	63.2300	
18	3		63.3400
Sig.		0.530	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4.3.6 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสในกัมมี่เยลลี่

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH (ร้อยละ)
12	74.16±0.06[a]
15	74.21±0.06[a]
18	74.11±0.08[a]

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.010	3	0.005	0.000	1.000
Within Groups	577.320	8	192.440		
Total	577.330	11			

Duncan

		Subset for alpha = 0.05
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1
18	3	75.1150
12	3	74.1655
15	3	74.2169
Sig.		0.995

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ค่าเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่โดยใช้ปริมาณเจลาตินที่แตกต่างกัน

4.4.1 ค่า Hardness (N)

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	ค่า Hardness (N)
12	315.25±0.03^{c}
15	559.82±1.69^{b}
18	816.59±2.21^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	377077.087	2	188538.543	45443.871	< 0.001
Within Groups	24.893	6	4.149		
Total	377101.980	8			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05		
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1	2	3
12	3	315.2567		
15	3		559.8233	
18	3			816.5900
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4.4.2 ค่า Cohesiveness

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	ค่า Cohesiveness
12	0.03 ± 0.01^{b}
15	0.06 ± 0.01^{b}
18	0.09 ± 0.02^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.004	2	0.002	13.233	0.006
Within Groups	0.001	6	0.000		
Total	0.005	8			

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1	2
12	3	0.0372	
15	3	0.0604	
18	3		0.0911
Sig.		0.069	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 ค่า Springiness (mm)

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	ค่า Springiness (mm)
12	0.72 ± 0.04^{c}
15	1.10 ± 0.05^{b}
18	1.50 ± 0.02^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.908	2	0.454	292.983	< 0.001
Within Groups	0.009	6	0.002		
Total	0.918	8			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05		
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1	2	3
12	3	0.7221		
15	3		1.1066	
18	3			1.5003
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4.4.4 ค่า Gumminess (N)

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	ค่า Gumminess (N)
12	13.61 ± 1.09^{c}
15	33.89 ± 3.30^{b}
18	60.66 ± 1.45^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3340.558	2	1670.279	352.881	< 0.001
Within Groups	28.400	6	4.733		
Total	3368.957	8			

Duncan

		Subset for alpha = 0.05		
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1	2	3
12	3	13.6192		
15	3		33.8987	
18	3			60.6620
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.5 ค่า Chewiness (Nm)

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	ค่า Chewiness (Nm)
12	0.02 ± 0.01^{b}
15	0.04 ± 0.01^{b}
18	0.11 ± 0.03^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.015	2	0.007	26.006	0.001
Within Groups	0.002	6	0.000		
Total	0.017	8			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1	2
12	3	0.0261	
15	3	0.0409	
18	3		0.1189
Sig.		0.326	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ 4.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสเมื่อใช้ปริมาณเจลาตินแตกต่างกัน (หมักระยะเวลา 30 วัน)

4.5.1 คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ด้านสี

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสด้านสี
12	6.30 ± 1.26^{b}
15	7.23 ± 1.07^{a}
18	7.26 ± 1.14^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	18.067	2	9.033	6.687	0.002
Within Groups	117.533	87	1.351		
Total	135.600	89			

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1	2
12	3	6.3000	
15	3		7.2333
18	3		7.2667
Sig.		1.000	0.912

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ด้านกลิ่น

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสด้านกลิ่น
12	6.96 ± 1.07^{ab}
15	6.36 ± 1.35^{b}
18	7.06 ± 1.20^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8.600	2	4.300	2.927	0.059
Within Groups	127.800	87	1.469		
Total	136.400	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1	2
15	3	6.3667	
12	3	6.9667	6.9667
18	3		7.0667
Sig.		0.058	0.750

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

4.5.3 คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ด้านความเปรี้ยว

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสด้านความเปรี้ยว
12	7.00 ± 1.41^{a}
15	6.60 ± 1.04^{ab}
18	6.03 ± 1.27^{b}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14.156	2	7.078	4.522	0.014
Within Groups	136.167	87	1.565		
Total	150.322	89			

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1	2
18	3	6.0333	
15	3	6.6000	6.6000
12	3		7.0000
Sig.		0.083	0.219

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.4 คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ด้านความหวาน

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสด้านความหวาน
12	6.53 ± 1.14^{a}
15	5.83 ± 1.12^{ab}
18	5.73 ± 1.95^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11.400	2	5.700	2.702	0.073
Within Groups	183.500	87	2.109		
Total	194.900	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1	2
18	3	5.7333	
15	3	5.8333	5.8333
12	3		6.5333
Sig.		0.790	0.065

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

4.5.5 คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ด้านความยืดหยุ่น

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสด้านความยืดหยุ่น
12	3.16 ± 1.29^{c}
15	5.13 ± 1.48^{b}
18	7.23 ± 1.14^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	248.156	2	124.078	72.448	< 0.001
Within Groups	149.000	87	1.713		
Total	397.156	89			

Duncan

		Subset for alpha = 0.05		
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1	2	3
12	3	3.1667		
15	3		5.1333	
18	3			7.2333
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.6 คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ด้านความชอบโดยรวม

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม
12	5.56 ± 1.55^{b}
15	6.16 ± 1.21^{b}
18	7.43 ± 0.08^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	54.489	2	27.244	18.388	< 0.001
Within Groups	128.900	87	1.482		
Total	183.389	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1	2
12	3	5.5667	
15	3	6.1667	
18	3		7.4333
Sig.		0.060	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำรับรองเล่มโครงงานพิเศษ

วันที่ 13 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2567

ข้าพเจ้า นางสาว วศินี ศิริหิรัญ รหัสประจำตัว 63050518

นางสาว อรอนงค์ ไพศาลธรรม รหัสประจำตัว 63050531

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม ภาควิชาชีววิทยา ขอรับรองว่าโครงงานพิเศษ เรื่อง

ชื่อภาษาไทย ผลของสารก่อเจลต่อสมบัติทางกายภาพเคมีของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

ชื่อภาษาอังกฤษ Effect of gelling agents on physicochemical properties of gummy jelly from kombucha blended passion fruit juice

ปีการศึกษา 2566

เป็นผลงานวิจัยที่มิได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มโครงงานพิเศษฉบับสมบูรณ์แล้ว

โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 2.45%

ลงชื่อ วศินี ศิริหิรัญ ลงชื่อ อรอนงค์ ไพศาลธรรม

(นางสาววศินี ศิริหิรัญ) (นางสาวอรอนงค์ ไพศาลธรรม)

นักศึกษา นักศึกษา

ข้าพเจ้า รศ. ดวงใจ โอชัยกุล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ ได้ตรวจสอบโครงงานพิเศษของนักศึกษาข้างต้น แล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ

(รศ.ดวงใจ โอชัยกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้