การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

Development of gummy jelly product from kombucha blend with passion fruit juice

กัมปนาท คำเสือ

ธนัชชา หนูวงศ์

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF GUMMY JELLY PRODUCT FROM KOMBUCHA BLEND WITH PASSION FRUIT JUICE

GAMPANAT KHAMSUA
TANATCHA NOOWONG

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (INDUSTRIAL MICROBIOLOGY)
DEPARTMENT OF BIOLOGY, SCHOOL OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส Development of gummy jelly product from kombucha blend with passion fruit juice
ชื่อนักศึกษา	นายกัมปนาท คำเสือ รหัสนักศึกษา 62050567 นางสาวธนัชชา หนูวงศ์ รหัสนักศึกษา 62050600
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดวงใจ โอชัยกุล

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม) ประจำปีการศึกษา 2565

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อโครงงานพิเศษ การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส
Development of gummy jelly product from kombucha blend with passion fruit juice

ชื่อนักศึกษา นายกัมปนาท คำเสือ รหัสนักศึกษา 62050567
นางสาวธนัชชา หนูวงศ์ รหัสนักศึกษา 62050600

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

ภาควิชา ชีววิทยา

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)

ปีการศึกษา 2565

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดวงใจ โอชัยกุล

บทคัดย่อ

คอมบูชาเป็นเครื่องดื่มที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ซึ่งเกิดจากชาและน้ำตาลหมักด้วยยีสต์และแบคทีเรีย โครงงานพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชา พบว่าการนำคอมบูชาหมักเป็นเวลา 21 วัน มีปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ร้อยละ 2.51 ± 0.03 น้ำหนักต่อปริมาตร ปริมาณสารประกอบฟินอลิก 360.10 ± 0.05 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 96.33 ± 0.06 ซึ่งสูงกว่าคอมบูชาหมักเป็นเวลา 14 วัน คอมบูชาผสมน้ำเสาวรสอัตราส่วน 7 : 3 นำมาใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตกัมมี่เยลลี่ ผลวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดยใช้วิธีวิเคราะห์โปรไฟล์เนื้อสัมผัส พบว่าค่าเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ที่เตรียมโดยใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 15 น้ำหนักต่อปริมาตร ปริมาณคอมบูชาร้อยละ 85 ปริมาตรต่อปริมาตร มีค่าความแข็ง (hardness) ความเหนียว (gumminess) และค่าการบดเคี้ยว (chewiness) ต่ำ ขณะเดียวกันการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดเท่ากับ 7.93 ± 0.96 ดังนั้นการนำคอมบูชาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ จะช่วยส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์มีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค

คำสำคัญ : คอมบูชา น้ำเสาวรส กัมมี่เยลลี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title Development of gummy jelly product from kombucha blend with passion fruit juice

Students Mr. Gampanat Khamsua Student ID 62050567
Miss Tanatcha Noowong Student ID 62050600

Degree Bachelor of Science (Industrial Microbiology)

Department Biology

School Science

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

Academic Year 2022

Advisor Assoc. Prof. Daungai Ochaikul

Abstract

Kombucha is a healthy drink , which is caused by the fermentation of tea and sugar with the yeast and bacteria. The aim of this project were to develop gummy jelly from kombucha. The results showed that kombucha was fermented for 21 days had higher total acidity (% acetic acid) , total phenolic content and DPPH scavenging activity was 2.51 ± 0.03 % , 360.10 ± 0.05 µg GAE/ml and 96.33 ± 0.06 % , respectively than 14 days of kombucha , Kombucha blended with passion fruit juice , the ratio of 7 : 3 so using to ingrediented on gummy jelly. The effect of using gelatin concentrations and the level of kombucha beverage on the quality of gummy jelly was also studied. 15 % gelatin concentration and 85 % kombucha beverage caused changes in the texture properties of gummy jelly , resulting in decreasing in hardness , chewiness and gumminess of the product. Hedonic scores showed that the overall liking of gummy jelly product by using 15 & gelatin and 85 % kombucha beverage was 7.93 ± 0.96. Development gummy jelly with kombucha could be health benefit to consumer.

Keywords : Kombucha , Passion fruit juice , Gummy jelly

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยในหัวข้อการผลิตกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมเสาวรส โครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก รศ.ดวงใจ โอชัยกุล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิด ช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอดจนโครงงานเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นอกจากนี้ คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.สุทธิจิต ศรีวัชรกุล ที่กรุณาให้เกียรติเป็นประธานกรรมการสอบและมี ผศ.ดร.วรภัทร์ สงวนไชยไผ่วงศ์ เป็นกรรมการในการสอบโครงงานพิเศษ ซึ่งอาจารย์ทั้งสองได้กรุณาให้คำแนะนำเพื่อให้โครงงานพิเศษฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่คอยอำนวยความสะดวกในการเบิกอุปกรณ์ และสารเคมีแก่คณะผู้จัดทำ ขอขอบพระคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนที่มีส่วนร่วมในการ ให้คำแนะนำ และช่วยเหลือในการทำโครงงานพิเศษฉบับนี้ ทางคณะผู้จึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

กัมปนาท คำเสือ
ธนัชชา หนูวงศ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ข
กิตติกรรมประกาศ..... ค
สารบัญ..... ง
สารบัญตาราง..... ฉ
สารบัญรูป ..... ช
บทที่ 1 บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 ขอบเขต..... 3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4
2.1 คอมบูชา 4
2.1.1 การผลิตเครื่องดื่มคอมบูชา 4
2.1.2 จุลินทรีย์ที่สำคัญในคอมบูชา..... 5
2.2 ปฏิกิริยาการเกิดคอมบูชา 5
2.3 ประโยชน์ของชาอู่หลง 5
2.4 ชาอู่หลง..... 6
2.4.1 กระบวนการผลิตชาอู่หลง..... 7
2.4.2 จุลินทรีย์ที่สำคัญในคอมบูชา..... 7
2.5 อนุมูลอิสระ..... 7
2.5.1 สารต้านอนุมูลอิสระ..... 8
2.6 กัมมี่เยลลี่..... 8
2.7 กระบวนการผลิตกัมมี่เยลลี่..... 8
2.8 ส่วนประกอบที่ใช้ผลิตกัมมี่เยลลี่..... 10
2.8.1 น้ำตาล..... 10
2.8.2 สารก่อเจล 12
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 18
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 20
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี..... 20
3.1.1 วัตถุดิบ 20
3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง..... 20
3.1.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย (ต่อ) **หน้า**

3.2.3 การผลิตกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาประสบน้ำเสาวรส 22
3.2.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชา ... 24
3.2.5 การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่คอมบูชาผสมน้ำเสาวรส 27
3.2.6 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของกัมมี่เยลลี่คอมบูชาผสมน้ำเสาวรส . 27
3.2.7 การวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยา 29
3.2.8 การวิเคราะห์ทางสถิติ 29

บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 30

4.1 ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชา 30
4.2 ผลการศึกษาการปรับปรุงรสชาติคอมบูชาด้วยการผสมน้ำเสาวรส 32
4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและค่ากันแบบจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส 33
4.4 ผลการศึกษาการผลิตกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส 34
4.4.1 ผลการศึกษาปริมาณเจลาตินต่อคุณภาพของกัมมี่เยลลี่ 34
4.4.2 ผลการศึกษาปริมาณคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสต่อคุณภาพของกัมมี่เยลลี่ 37
4.4.3 ผลวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส ... 41
4.4.4 ผลการวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยากัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส 41

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 42

5.1 สรุปผลการวิจัย 42
5.2 ข้อเสนอแนะ 42

เอกสารอ้างอิง 44
ภาคผนวก 45
ภาคผนวก ก 46
ภาคผนวก ข 47
ภาคผนวก ค 48
ภาคผนวก ง 49
ภาคผนวก จ 50
ภาคผนวก ฉ 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แหล่งอาหารที่สำคัญของสารต้านอนุมูลอิสระ 6
2.2 สูตรพื้นฐานของกัมมี่เยลลี่ 9
2.3 คุณค่าทางโภชนาการของเสาวรสสายพันธุ์สีม่วง 17
3.1 ส่วนประกอบและปริมาณส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตกัมมี่เยลลี่ 22
3.2 ส่วนประกอบและปริมาณของสารประกอบที่ใช้ผลิตกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส 24
4.1 คุณค่าทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชา ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 21 วัน 31
4.2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาชาหมัก 21 วันผสมน้ำเสาวรส อัตราส่วนต่างๆ 32
4.3 คุณค่าทางเคมีและค่าดักจับอนุมูลอิสระของคอมบูชาและคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส 33
4.4 ค่าเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ที่เตรียมโดยปริมาณเจลตินที่แตกต่างกัน 35
4.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสเมื่อใช้ ปริมาณเจลาตินที่แตกต่างกัน 36
4.6 ค่าเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ที่เตรียมโดยปริมาณคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสแตกต่างกัน 38
4.7 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสเมื่อใช้ ปริมาณคอมบูชา ผสมน้ำเสาวรสที่แตกต่างกัน 39
4.8 คุณภาพทางเคมีและค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชา ผสมน้ำเสาวรส ใช้เจลาตินร้อยละ 15 น้ำหนักต่อปริมาตรและคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส ร้อยละ 80 โดยปริมาตร 40
4.9 คุณค่าทางโภชนาการของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส 41
4.10 การวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส 38
ค-1 ความเข้มข้นของสารละลายกลูโคสและค่าการดูดกลืนแสง 490 นาโนเมตร 48
ง-1 ความเข้มข้นของกรดแกลลิกและค่าการดูดกลืนแสง 765 นาโนเมตร 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	กระบวนการผลิตคอมบูชา	4
2.2	ลักษณะของชาอู่หลง	6
2.3	กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่	9
2.4	ลักษณะของเสาวรส	14
3.1	กรรมวิธีการผลิตกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส	22
4.1	ลักษณะปรากฏของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันผู้คนเริ่มหันมาดูแลใส่ใจสุขภาพของตัวเองกันมากขึ้นไม่ว่าจะเป็นการออกกำลังกาย การเลือกทานอาหารที่มีประโยชน์รวมถึงการมองหาอาหารเสริมหรือเครื่องดื่มที่ดีต่อสุขภาพมาดื่มแทนเครื่องดื่มอื่นๆที่ไม่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ซึ่งหนึ่งในเครื่องดื่มเหล่านั้นก็คือ“คอมบูชา (Kombucha)” หรือชาหมัก เป็นเครื่องดื่มที่คนรู้จักคุ้นเคยมานานนับพันปีเป็นเครื่องดื่มที่มีรสเปรี้ยวอมหวานมีความซ่าเล็กน้อย มีกลิ่นและรสชาติเป็นเอกลักษณ์ (https://www.sgethai.com/article/kombucha สืบค้นเมื่อวันที่ 9 กันยายน 2565)

คอมบูชาเป็นเครื่องดื่มที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพซึ่งเกิดจากการหมักชาและน้ำตาลด้วยเชื้อยีสต์และแบคทีเรียที่อยู่ร่วมกัน ชาโดยทั่วไปที่ใช้สำหรับหมักคอมบูชาคือชาดำ แต่สามารถใช้ชาเขียวหรือชาอู่หลงแทนได้ (Ruyi et al., 2022) เวลาที่ทำการหมักจะอยู่ที่ 7-14 วัน คอมบูชาอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น กรดอะซิติก กรดแลคติก โพลีฟีนอล เป็นต้น (Mohsin et al., 2022) สารประกอบที่มีส่วนช่วยในการสร้างรสชาติของคอมบูชา คือ กรดกลูโคนิกซึ่งช่วยให้เครื่องดื่มมีรสเปรี้ยวอมหวาน ในขณะที่กรดอะซิติกสร้างรสฝาด (Li et al., 2022) นอกจากนี้ยังมีการผลิต D-saccharic acid-1,4-lactone (DSL) ที่สามารถสามารถลดคอเลสเตอรอลได้ ดังนั้นคอมบูชาจึงมีประโยชน์มากมาย เช่น ต้านเชื้อจุลินทรีย์ มีฤทธิ์การต้านอนุมูนอิสระ รักษาแผลในกระเพาะอาหาร ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล (Wang et al., 2022) ปรับสมดุลระบบลำไส้ ช่วยในการย่อยอาหาร มีฤทธิ์ยับยั้งการเกิดโรคเบาหวาน ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด (Li et al., 2022)

เสาวรส (กะทกรกฝรั่ง กะทกรกสีดา หรือ กะทกรกยักษ์) ถิ่นกำเนิดอยู่ที่ทวีปอเมริกาใต้ เป็นไม้เถาเลื้อย ผลอ่อนสีเขียว มีลักษณะกลม เมื่อสุกผลเสาวรสจะมีหลายสีแล้วแต่สายพันธุ์ คือ สีม่วง สีส้ม สีเหลือง ซึ่งในประเทศไทยจะนิยมปลูกทั้ง 3 สายพันธุ์ ชั้นในสุดของเปลือกเป็นเยื่อสีขาวเรียกว่า “รก” ภายในมีเมล็ดสีดำจำนวนมาก อยู่ในเยื่อหุ้มเมล็ดเป็นถุงมีกลิ่นคล้ายฝรั่งรสออกเปรี้ยวจัดแต่บางสายพันธุ์จะมีรสเปรี้ยวอมหวาน (https://food.trueid.net/detail/mPx2ZQ4OdB2r สืบค้นเมื่อวันที่ 15 กันยายน 2565) เสาวรสอุดมยังไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ แร่ธาตุ วิตามิน กรดโฟลิก คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม และไฟเบอร์ โดยทั่วไปนิยมนำไปแปรรูปเป็นน้ำผลไม้ มีสรรพคุณช่วยเรื่องการขับถ่าย ด้วยความที่มีไฟเบอร์สูง จึงสามารถช่วยขจัดคอเลสเตอรอลในร่างกายได้ อีกทั้งยังช่วยขับสารพิษในลำไส้ ป้องกันโรคมะเร็งลำไส้ได้ มีวิตามินเอ ช่วยบำรุงสายตา วิตามินบี 2 ช่วยบำรุงผิวพรรณ เล็บ เส้นผม ลดริ้วรอย และลดไขมันในเลือด (ขวัญใจ กลิ่นจงกล, 2556)

ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดที่มีความนิยมเป็นอย่างมากทั้งในกลุ่มเด็กจนถึงวัยรุ่น เนื่องจากมีสีสันสดใสและรูปร่างที่สวยงามน่ารับประทาน มีรสชาติออกหวานอมเปรี้ยว เนื้อสัมผัสมีของกัมมี่เยลลี่จะมีความเหนียวนุ่มและยืดหยุ่นเหมาะสำหรับการเคี้ยว กัมมี่เยลลี่มีสารอาหารหลัก คือ คาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นสารอาหารหลักที่สำคัญต่อร่างกาย และมีคุณค่าทางด้านพลังงานสูง กัมมี่เยลลี่มีส่วนประกอบของสารที่ทำให้เกิดเจล ที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน คือ คาราจีแนน เจลาติน แพกติน เป็นต้น มีน้ำตาลเป็นสารให้ความหวาน ช่วยให้เกิดเจลและยังช่วยยืดอายุการเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รักษาผลิตภัณฑ์ ในปัจจุบันสารให้ความหวานที่อนุญาตให้ใช้ในกัมมี่เยลลี่มีหลายชนิด เช่น กลูโคสไซรัป ฟรุกโตสไซรัป เป็นต้น (สุกัญญา เขียวสะอาด และคณะ, 2563)

กัมมี่เยลลี่ มีส่วนประกอบสำคัญที่ทำมาจาก เจลาติน (Gelatin) ซึ่งองค์ประกอบภายในเจลาตินนี้อุดมไปด้วย คอลลาเจน ที่มีศักยภาพในการเสริมสร้างความแข็งแรง ซ่อมแซมให้กับกระดูก เนื้อเยื่อภายในร่างกาย และมีโปรตีน กรดอะมิโนสูงร้อยละ 98 – 99 อีกร้อยละ 1 – 2 เป็นน้ำกับวิตามิน รวมถึงแร่ธาตุเล็กน้อย รวมทั้งยังถูกนำมาใช้ในการปรุงอาหาร ทำขนม หรือมีการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยปรับรูปแบบ เพื่อให้รับประทานง่ายขึ้นด้วยการอัดเม็ดชนิดแคปซูลเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเสริม ปรับปรุงสุขภาพของกระดูกเนื่องจากเจลาตินที่ใช้ทำเจลลี่มีไลซีน (lysine) ที่ช่วยเสริมสร้างกระดูกทำให้ร่างกายดูดซึมแคลเซียมจากอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันได้ดี บางกรณีผู้คนรับประทานเจลาตินเพื่อลดความเสี่ยงของโรคกระดูกพรุน และปกป้องไม่ให้กระดูกเสื่อมสภาพอีกด้วย ดูแลผิวพรรณ ในส่วนประกอบของเจลาตินนี้ส่วยใหญ่ถูกสร้างมาจากคอลลาเจน จึงช่วยให้ผิวพรรณแลดูอ่อนเยาว์ เพราะร่างกายของเราที่เติบโตขึ้น ทำให้เกิดริ้วรอยตามวัย เช่น รอยเหี่ยวย่นบนหน้าผาก จากการศึกษาของทีมวิจัยปี 2016 พบว่า การบริโภคคอลลาเจน สามารถปรับปรุงร่องรอยอันไม่พึงประสงค์บนใบหน้าและยังเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ผิวทำให้ผิวพรรณมีสุขภาพดีอยู่เสมอ (https://hellokhunmor.com สืบค้นเมื่อวันที่ 15 กันยายน 2565)

นอกจากเจลลาตินแล้วยังมีการผสมผงวุ้นลงไปในกัมมี่เยลลี่ เพื่อให้ตัวกัมมี่เยลลี่มีความคงตัว ผงวุ้นที่ใช้กันโดยทั่วไปถูกสกัดมาจากสาหร่ายสีแดง 2 ชนิด คือ Gelidium (สาหร่ายเขากวาง) และ Gracilaria (สาหร่ายผมนาง) ประโยชน์ของผงวุ้น คือ จะให้แคลอรีในปริมาณที่ต่ำเหมาะกับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก มีไฟเบอร์สูงถึงร้อยละ 80 สามารถช่วยเรื่องระบบขับถ่ายได้ดีและยังช่วยดูดซับไขมันส่วนเกิน (https://www.gourmetandcuisine .com/stories/detail/1564 สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กันยายน 2565)

โครงงานพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปลี่ยนรูปลักษณ์ของเครื่องดื่มสุขภาพคอมบูชาเป็นผลิตภัณฑ์กัมมี่คอมบูชาซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เด็กและวัยรุ่นนิยมรับประทาน มีการนำน้ำเสาวรสเข้ามาปรับปรุงรสชาติของคอมบูชาให้มีสี กลิ่น และรสชาติดีขึ้น ศึกษาระยะเวลาการหมักคอมบูชา ปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตกัมมี่เยลลี่ และปริมาณของคอมบูชาที่ใช้จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี รวมทั้งทดสอบทางประสาทสัมผัส

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์คอมบูชาที่มีลักษณะเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ มาเป็นผลิตภัณฑ์ในลักษณะกัมมี่เยลลี่

2. ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ เช่น ลักษณะเนื้อสัมผัส ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

หมักเครื่องดื่มคอมบูชาด้วย SCOBY ซึ่งเป็นหัวเชื้อทางการค้า ศึกษาระยะเวลาการหมัก 14 และ 21 วัน นำคอมบูชาที่ได้จากการหมักผสมน้ำเสาวรส นำมาผลิตกัมมี่เยลลี่ แปรผันความเข้มข้นของเจลาตินที่ใช้ และปริมาณคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี เช่น สี ลักษณะเนื้อสัมผัส ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อดูการยอมรับของผู้บริโภค

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส ได้ผลิตภัณฑ์ในรูปแบบใหม่ ซึ่งเป็นที่นิยมในกลุ่มเด็กวัยรุ่น

2. ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชา จะมีสารที่เป็นประโยชน์จากคอมบูชา เช่น สารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และเมื่อรับประทานแล้วทำให้อิ่มท้อง ไม่หิวอาหาร สามารถลดน้ำหนักได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

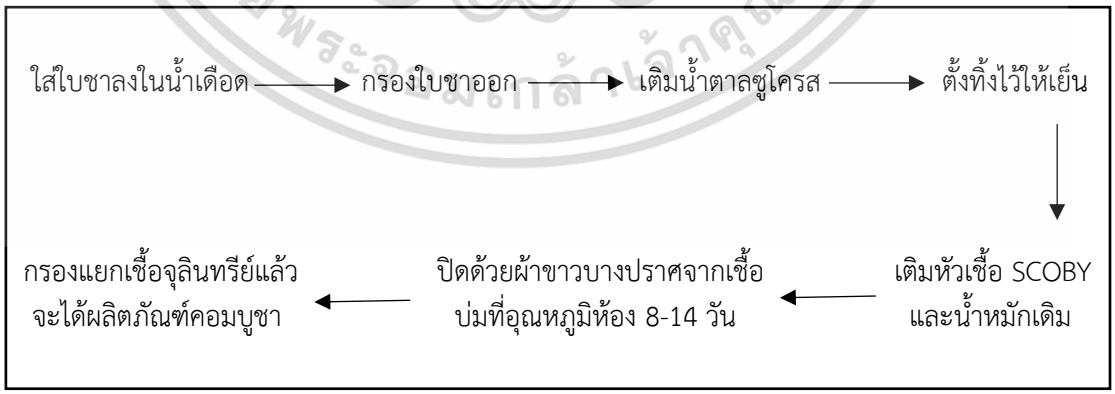
บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คอมบูชา

ปัจจุบันการบริโภคเครื่องดื่มสมุนไพรได้เพิ่มขึ้นในทั่วโลกเนื่องจากมีผลดีต่อสุขภาพ เมื่อกว่า 2,500 ปีที่แล้วชาวแมนจูเรียได้มีการคิดค้นเครื่องดื่มหมักที่มีรสหวานอมเปรี้ยว โดยกลายเป็นที่นิยมทั่วประเทศจีน โดยการแพร่ขยายไปยังประเทศญี่ปุ่น โดยพวกเขาเรียกมันว่า คอมบูชา ซึ่งมาจากคำว่า คอมโบที่หมายถึงสาหร่ายและชาที่หมายถึงชา ชาหมักคอมบูชาจัดเป็นตระกูลอาหารหมักหรือแปรรูป เช่น โยเกิร์ต น้ำส้มสายชู และชีส โดยทั่วไปอาหารหมักดองเป็นผลมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดรสชาติ คอมบูชาหรือชาหมักเป็นเครื่องดื่มที่คนรู้จักคุ้นเคยมานานและเชื่อกันว่าเครื่องดื่มชนิดนี้ส่งผลดีต่อสุขภาพเพราะไม่เพียงมีสรรพคุณเช่นเดียวกับชาแต่ยังประกอบด้วยโพรไบโอติกส์หรือเชื้อจุลินทรีย์และยีสต์ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายทั้งยังอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยทำลายเชื้อแบคทีเรียที่อันตรายและเชื้อโรคได้อีกหลายชนิดด้วย คอมบูชาเป็นเครื่องดื่มชาที่หมักจากจุลินทรีย์โดยกลุ่มแบคทีเรียและยีสต์ที่อยู่ร่วมกัน (Dufresne and Farnworth, 2000 ; Jayabalan et al., 2014) คอมบูชาแบบดั้งเดิมได้มาจากใบชาดำหรือชาเขียว เติมน้ำตาลร้อยละ 5-10 โดยปริมาตรและหัวเชื้อคอมบูชาที่ประกอบด้วยน้ำจากหัวเชื้อคอมบูชาชุดก่อนหน้าและ SCOBY หรือลักษณะที่เป็นแผ่นเซลลูโลส (Marsh et al., 2014; May et al., 2019)

2.1.1 การผลิตเครื่องดื่มคอมบูชา

โดยการผลิตเครื่องดื่มคอมบูชานั้นทำได้โดยต้มใบชาดำหรือชาเขียวร้อยละ 1-2 โดยน้ำหนักในน้ำเดือดและเติมน้ำตาลซูโครสร้อยละ 5-7 น้ำหนักต่อปริมาตรและหลังจากนั้นกรองใบชาออก เติมแผ่นเซลลูโลสหรือ SCOBY และน้ำหัวเชื้อลงไปคลุมด้วยผ้าสะอาด หมักที่อุณหภูมิห้องประมาณ 8-14 วัน



รูปที่ 2.1 กระบวนการผลิตคอมบูชา
ที่มา : Massoud et al., (2021)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 จุลินทรีย์ที่สำคัญในคอมบูชา

จุลินทรีย์ในคอมบูชาที่สำคัญ คือ แบคทีเรียอะซิติกและยีสต์ โดยจะมีการสร้างแผ่นเซลลูโลสบนผิวหน้าของคอมบูชา แบคทีเรียที่พบ เช่น *Acetobacter xylinum*, *Acetobacter xylinoides*, *Acetobacter aceti*, *Acetobacter pasteurianus*, *Bacterium gluconicum* และยีสต์ เช่น *Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomycodes ludwigii*, *Candida kefyr, Pichia* sp. และ *Brettanomyces bruxellensis* (Massoud et al., 2021)

2.2 ปฏิกิริยาการเกิดคอมบูชา

ในช่วงระยะเริ่มต้นของกระบวนการหมัก ยีสต์จะทำหน้าที่ย่อยน้ำตาลซูโครสด้วยเอนไซม์ไฮโดรเลสให้เป็นกลูโคสและฟรุกโตส (Dufresne and Farnworth., 2000) กลูโคสจะถูกย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนหรือที่เรียกว่ากระบวนการหมักแอลกอฮอล์ซึ่งผลผลิตที่ได้ในช่วงระยะเริ่มแรกจะเป็นแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์ (นงลักษณ์ และปรีชา, 2548) ภายหลังจากกระบวนการย่อยสลายน้ำตาลของยีสต์จะเกิดคาร์บอนไดออกไซด์โดยไอน้ำและความชื้นภายในชาหมักคอมบูชาจะรวมตัวกันกับคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้เกิดเป็นกรดคาร์บอนิกส่งผลทำให้น้ำหมักคอมบูชามีความเปรี้ยวซ่าและมีฟองก๊าซเล็กน้อย ในสภาวะที่มีแอลกอฮอล์ซึ่งจะมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกลุ่มแบคทีเรียอะซิติกที่สามารถเจริญได้ดีพร้อมทั้งสามารถออกซิไดซ์แอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอะซิติกและน้ำ นอกจากกรดอะซิติกแล้วน้ำหมักคอมบูชายังมีกรดอินทรีย์ต่างๆเกิดขึ้น นอกจากนี้แบคทีเรียอะซิติกสามารถที่จะเปลี่ยนน้ำตาลและคาเฟอีนที่เป็นส่วนประกอบของชาให้เป็นส่วนประกอบในผลิตแผ่นวุ้นหรือเซลลูโลสบริเวณผิวหน้าของน้ำชาหมักคอมบูชา

2.3 ประโยชน์ของคอมบูชา

คอมบูชาเป็นแหล่งที่ดีของโพรไบโอติก จึงมีส่วนช่วยปรับสมดุลระบบลำไส้ ช่วยในการย่อยอาหาร ช่วยในกระบวนการขับถ่ายของเสีย แก้ท้องผูก ลดอาการลำไส้แปรปรวน รวมทั้งยังช่วยเพิ่มแบคทีเรียชนิดดีในลำไส้ และไล่แบคทีเรียตัวร้ายที่อาจก่อปัญหาสุขภาพออกจากร่างกาย เมื่อการทำงานของลำไส้ราบรื่นไปด้วยดี ขับถ่ายเป็นปกติ มีจุลินทรีย์ชนิดดีมากกว่าชนิดไม่ดี ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้จะช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันธรรมชาติของร่างกายเราได้ ทำให้เสี่ยงเป็นหวัดน้อยลง และช่วยลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อต่างๆ ด้วยเช่นกัน สารต้านอนุมูลอิสระจะได้จากน้ำชาในคอมบูชา ไม่ว่าจะใช้ชาเขียวหรือชาดำหมักก็จะได้สารที่ดีต่อสุขภาพตัวนี้แน่นอน โดยสารต้านอนุมูลอิสระก็จะมีส่วนช่วยปกป้องเซลล์ต่างๆ ไม่ให้ถูกทำลาย ช่วยลดความเสี่ยงการมีเนื้อร้าย และยังมีงานวิจัยพบว่า สารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากอาหารและเครื่องดื่ม จะให้คุณประโยชน์ที่ดีต่อสุขภาพได้มากกว่าสารต้านอนุมูลอิสระที่อยู่ในรูปแบบอาหารเสริม (https://health.kapook.com/view253225.html สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2565)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ชาอู่หลง

ชาอู่หลง คือ ชากึ่งหมัก ทำด้วยวิธีการผ่านกระบวนการบีบนวดและหมัก รสชาติชุ่มคอและมีกลิ่นหอม จากการวิเคราะห์สารสำคัญในชาอู่หลง พบว่ามีสารจากใบชาที่เรียกว่า Semi-fermentation หรือ การบ่มชาแบบกึ่งหมัก ซึ่งจะทำให้เกิดสารที่เรียกว่า อู่หลงพอลีเมอไรซ์โพลีฟีนอลเกิดขึ้น (Oolong Tea Polymerized Polyphenols ; OTPP) โดยสาร OTPP สามารถพบได้ในชาอู่หลงชนิดเดียวเท่านั้น การวิจัยพบว่าชาอู่หลงนั้นมีประโยชน์กับร่างกายหลายด้าน ได้แก่ มีฤทธิ์ยับยั้งสารต้านอนุมูลอิสระ DPPH และยังมีแหล่งอาหารของสารต้านอนุมูลอิสระดังแสดงในตารางที่ 2.1 ช่วยลดระดับไขมันในเลือด (Rong-rong et al., 2009) ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (Hosoda et al., 2003) ลดความดันโลหิต (Yang and Koo., 2000) ป้องกันโรคอ้วน (Han et al., 1999; Rumpler et al., 2001; Komatsu et al., 2003) รวมทั้งยังลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและโรคที่เกี่ยวกับหลอดเลือด (Yang and Koo., 1997)

ตารางที่ 2.1 แหล่งอาหารที่สำคัญของสารต้านอนุมูลอิสระ

สารอาหาร	**แหล่งอาหาร**
วิตามินซี	ฝรั่ง ส้ม มะขามป้อม มะละกอสุก พริกชีฟ้าเขียว บล็อคโคลี่ คะน้า สะเดา ใบปอ ผักหวาน ผักกาดเขียว สับปะรด
วิตามินอี	น้ำมันจากจมูกข้าวสาลี น้ำมันดอกทานตะวัน น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกคำฝอย เมล็ดทานตะวัน เมล็ดอัลมอลต์
ซีลีเนียม	อาหารทะเล ปลาทูน่า เนื้อสัตว์และตับ บะหมี่ ไก่ ปลา ขนมปังโฮลวีต
วิตามินอี	ตับหมู ตับไก่ ไข่ น้ำนม พืชผักที่มีสีเขียวเข้ม ผลไม้ที่มีสีเหลืองส้ม เช่น ตำลึง กวางตุ้ง ผักบุ้ง ฟักทอง มะม่วงสุก มะละกอสุก มะเขือเทศ
แคโรทีนอยด์	ผักที่มีสีเขียวเข้ม ผลไม้ที่มีสีเหลืองส้ม

รูปที่ 2.2 ลักษณะของชาอู่หลง
ที่มา : https://www.thailandcoffee.net/oolong-tea-story/ สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 กระบวนการผลิตชาอู่หลง

ชาอู่หลง เป็นชาที่ผ่านกระบวนการหมักบางส่วน (partially fermented tea) หรือเรียกว่าชากึ่งหมัก (semi-fermented tea) โดยจะหมักไม่เกินร้อยละ 20 การผลิตชาอู่หลงของไทยนิยมผลิตจากชากลุ่มพันธุ์จีน เช่น พันธุ์อู่หลงเบอร์ 12 และอู่หลงเบอร์ 17 (อู่หลงก้านอ่อน) ขั้นตอนที่ 1 เก็บใบชา (Tea plucking) เก็บยอดชาสด 1 ยอดตูมและ 2 - 3 ใบบาน เป็นขั้นตอนที่ต้องอาศัยความละเอียดในการเก็บ จึงต้องใช้แรงงานคน เพื่อให้ได้ชาที่มีคุณภาพ เนื่องจากสารสำคัญ เช่น สาร polyphenols พบมากในยอดชาเท่านั้น จากนั้นใบชาจะถูกลำเลียงเข้าโรงงานเพื่อผึ่งกลางแจ้งประมาณ 20 - 40 นาทีเพื่อให้ใบชาเกิดการคายน้ำ ขั้นตอนที่ 2 ผึ่งชา (Withering) นำใบชาที่ผึ่งแดดเรียบร้อยแล้วมาผึ่งต่อในร่มโดยจะนำไปผึ่งในห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างที่ผึ่งยอดชาจะถูกเขย่ากระตุ้นให้ช้ำ การผึ่งในร่มทำให้เกิดการหมักบางส่วนเพื่อทำให้เกิดการรวมตัวกันของคาเทชินซึ่งเป็นสารประกอบใหม่ที่ทำให้ชาอู่หลงมีสี กลิ่น และรสชาติที่ต่างไปจากชาอื่น ขั้นตอนที่ 3 คั่วชา (Pan firing) หรือ นึ่งชา (Steaming) หลังจากสิ้นสุดกระบวนการในขั้นตอนที่ 2 แล้วนั้นยอดชาที่ได้จะถูกนำไปคั่วด้วยเครื่องคั่ว เพื่อเป็นการหยุดปฏิกิริยาการหมักนั่นเอง ขั้นตอนที่ 4 นวดชา (Rolling) หลังจากคั่วเสร็จก็นวดให้ขึ้นรูปเป็นเม็ด การนวดจะทำให้เซลล์ของใบชาบางส่วนแตก สารประกอบในเซลล์จะไหลออกมานอกเซลล์และเคลือบใบชาไว้ อีกทั้งยังทำให้บรรจุได้มากขึ้นและไม่หักง่ายอีกด้วย ขั้นตอนที่ 5 อบแห้ง (Drying) นำยอดชาที่ขึ้นรูปแล้วไปอบแห้ง โดยจะทำให้ความชื้นในใบชาเหลือประมาณร้อยละ 5 เพื่อเป็นการรักษาอายุของใบชาให้ยาวนาน ขั้นตอนที่ 6 คัดบรรจุ (Sorting and packing) คัดแยกเศษก้านใบชา สิ่งเจือปนต่าง ๆ ออก แล้วบรรจุลงห่อบรรจุภัณฑ์ (http://www.missteathai.com/article/5/กรรมวิธีการผลิตชาอู่หลง สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2565)

2.4.2 ประโยชน์ของชาอู่หลง

ชาอู่หลงเป็นชาที่มีการบ่มแบบกึ่งหมักทำให้ได้สารออกฤทธิ์ที่มีชื่อว่า Oolong Tea PolymerizedPolyphenols (OTPP) มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ลดการดูดซึมไขมัน โดยการยับยั้งเอนไซม์ไลเปส ทำให้ไขมันถูกขับออกทางอุจจาระมากขึ้น และช่วยกระตุ้นระบบการเผาผลาญเพิ่มการเผาผลาญไขมันในร่างกายรวมถึงมีผลในการช่วยลดน้ำหนัก ดังนั้น การดื่มชาอู่หลงร่วมกับอาหารไขมันสูงหรือดื่มเป็นเครื่องดื่ม อาจมีส่วนช่วยลดการดูดซึมไขมันสู่ร่างกาย ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเรื้อรัง เช่น โรคอ้วน โรคหัวใจและหลอดเลือด ในเรื่องของความปลอดภัยในปัจจุบันยังไม่มีงานวิจัยหรือการศึกษาที่พบรายงานผลข้างเคียงที่อันตรายต่อผู้บริโภค

2.5 อนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ (Free Radicals) มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคเรื้อรังที่ไม่ติดต่อที่เป็นสาเหตุการตายอันดับต้นๆ ของคนไทยและประชาชนทั่วโลก เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคเบาหวาน และโรคมะเร็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระหรือสารพฤกษาเคมี (Phytochemicals) ได้แก่ วิตามินซี วิตามินอี ซีลีเนียม เบต้าแคโรทีน วิตามินเอ เป็นต้น เพื่อให้ร่างกายได้รับสารต้านอนุมูลอิสระพอเพียงกับความต้องการ เราควรกินผัก-ผลไม้ สีเข้มเป็นประจำโดยล้างให้สะอาดทุกครั้ง นอกจากจะได้รับสารต้านอนุมูลอิสระแล้วยังได้รับใยอาหารด้วย ร่างกายของเราจำเป็นต้องได้รับใยอาหารเช่นกัน เนื่องจากใยอาหารช่วยในการขับถ่าย ช่วยเพิ่มปริมาณอุจจาระ ช่วยป้องกันอาการท้องผูก ช่วยนำโคเลสเตอรอลออกจากร่างกาย เร่งการนำสารพิษที่อาจทำให้เป็นมะเร็งบางชนิดออกจากร่างกายเร็วขึ้น

สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ในทางเคมี คือ สารประกอบที่สามารถป้องกันหรือชะลอการเกิดกระบวนการออกซิเดชั่น กระบวนการออกซิเดชั่นมีหลายรูปแบบ เช่น กระบวนการที่ทำให้เหล็กเป็นสนิม ทำให้แอปเปิ้ลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล หรือทำให้น้ำมันพืชเหม็นหืนหรือกระบวนการออกซิเดชั่นที่เกิดในร่างกาย เช่น การย่อยสลายโปรตีนและไขมันจากอาหารที่กินเข้าไป มลพิษทางอากาศ การหายใจ ควันบุหรี่ รังสียูวี ล้วนทำให้เกิดอนุมูลอิสระขึ้น ภายในร่างกายของเราซึ่งสร้างความเสียหายต่อร่างกายได้ ไม่มีสารประกอบสารใดสารหนึ่งสามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชั่นได้ทั้งหมด แต่ละกลไกอาจต้องใช้สารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันในการหยุดกระบวนการออกซิเดชั่น บทบาทของสารต้านอนุมูลอิสระคือสามารถป้องกันหรือกำจัดอนุมูลอิสระได้จึงมีความสำคัญ มีงานวิจัยมากมายบ่งชี้ว่า สารต้านอนุมูลอิสระสามารถลดความเสี่ยงต่อโรคหลายโรคโดยเฉพาะโรคเรื้องรังที่สัมพันธ์ เช่น โรคมะเร็ง เบาหวาน หัวใจและหลอดเลือด โรคอัลไซเมอร์ เป็นต้น (http://medinfo2.psu.ac.th สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2565)

2.6 กัมมี่เยลลี่

กัมมี่เยลลี่เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาด โดยได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก โดยมีลักษณะเฉพาะของกัมมี่เยลลี่คือเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะในรูปแบบของเจล มีความใส เนื้อสัมผัสเนียน มีความยืดหยุ่น เหนียวนุ่ม โดยจะมีส่วนประกอบหลัก เช่น น้ำตาล สารก่อให้เกิดเจล และกรด เป็นต้น ซึ่งสารที่ก่อให้เกิดเจล ได้แก่ เจลาติน อะการ์ คาราจีแนน เป็นต้น ซึ่งจะทำหน้าที่ในการขึ้นรูปโครงสร้างของเนื้อสัมผัส จะทำให้ได้เนื้อสัมผัสที่แตกต่างและเกิดความหลากหลายของผลิตภัณฑ์

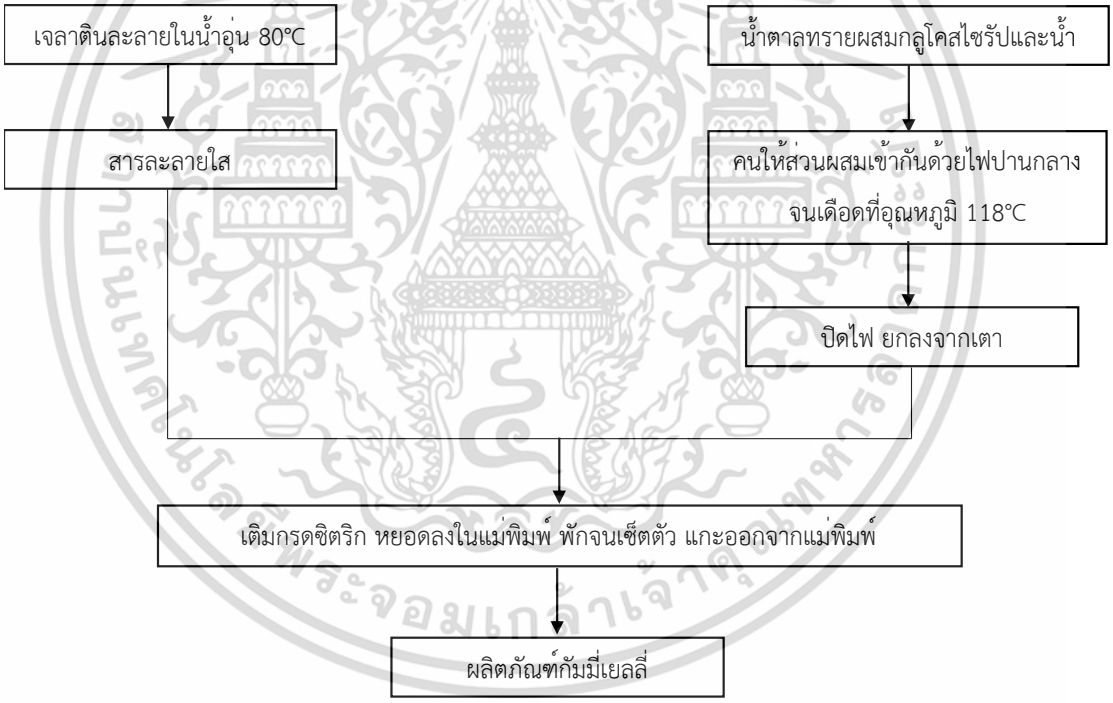
2.7 กระบวนการผลิตกัมมี่เยลลี่

ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่สูตรพื้นฐานและกระบวนการผลิตดัดแปลงจาก Garcia (2000) แสดงดังตารางที่ 2.2 และกรรมวิธีการผลิตกัมมี่เยลลี่แสดงดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่

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



รูปที่ 2.3 กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่

ที่มา : Garcia (2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ส่วนประกอบที่ใช้ผลิตกัมมี่เยลลี่

2.8.1 น้ำตาล

สารประกอบคาร์โบไฮเดรตประเภทโมโนแซ็กคาไรด์ (monosaccharide) และไดแซ็กคาไรด์ (disaccharide) ซึ่งมีรสหวาน โดยทั่วไปจะได้มาจากอ้อย มะพร้าว จะเรียกอาหารที่มีรสหวานว่าน้ำตาลแทบทั้งสิ้น เช่น ทำมาจากตาลจะเรียกว่าตาลโตนด ทำมาจากมะพร้าวจะเรียกว่าน้ำตาลมะพร้าว ทำมาจากงวงจากจะเรียกว่าน้ำตาลจาก ทำมาจากงบจะเรียกว่า น้ำตาลงบ ทำมาจากอ้อยแต่ยังไม่ได้ทำเป็นน้ำตาลทรายจะเรียกว่าน้ำตาลทรายดิบ ถ้านำมาทำเป็นเม็ดจะเรียกว่าน้ำตาลทราย หรือถ้านำมาทำเป็นก้อนแข็งคล้ายกรวดจะเรียกว่าน้ำตาลกรวด ฯลฯ น้ำตาลจะมีอยู่ด้วย 3 ชนิดใหญ่ๆ คือ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว หรือโมโนแซ็กคาไรด์ (monosaccharide) เช่น กลูโคส (glucose) ฟรักโทส (fructose) กาแล็กโทส (galactose) น้ำตาลโมเลกุลคู่ หรือ ไดแซ็กคาไรด์ (disaccharide) เช่น ซูโครส (sucrose) แล็กโทส (lactose) มอลโทส (maltose) น้ำตาลโมเลกุลใหญ่ หรือ โพลีแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) เช่น แป้ง (starch) ไกลโคเจน (glycogen) เซลลูโลส (cellulose)

2.8.1.1 ประเภทของน้ำตาล

น้ำตาลทรายดิบ (Raw Sugar) คือ น้ำตาลทรายที่ใช้ส่งออกเพื่อจำหน่ายในต่างประเทศ หรือเก็บไว้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำตาลทรายขาว โดยน้ำตาลทรายดิบจะมีสีน้ำตาลเข้ม มีสิ่งสกปรกเจือปนอยู่ และมีความบริสุทธิ์ต่ำ

น้ำตาลทรายดิบคุณภาพสูง (High Pol Sugar) คือ น้ำตาลทรายดิบที่นำมาผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์บางส่วน สีของน้ำตาลเป็นสีเหลืองแกมน้ำตาล สามารถนำไปบริโภคได้โดยตรง แต่ไม่เป็นที่นิยมของคนส่วนใหญ่ ยกเว้นในประเทศที่กำลังพัฒนาและมีกำลังซื้อค่อนข้างต่ำ เนื่องจากน้ำตาลชนิดมีราคาถูกกว่าน้ำตาลทรายขาว

น้ำตาลทรายขาว (White Sugar) คือ น้ำตาลที่ได้มาจากการสกัดเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำตาลทรายดิบ และเป็นที่นิยมในการใช้บริโภค

น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (Refined Sugar) คือ น้ำตาลที่ผ่านกระบวนการผลิตคล้ายกับน้ำตาลทรายขาว แต่จะมีความบริสุทธิ์มากกว่า มีลักษณะเป็นเม็ดสีขาวใส นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้น้ำตาลที่มีความบริสุทธิ์มาก เช่น เครื่องดื่มประเภทน้ำอัดลม เครื่องดื่มบำรุงกำลัง รวมไปถึงอุตสาหกรรมยา เป็นต้น

น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ (Super Refined Sugar) คือ น้ำตาลที่ผ่านกระบวนการผลิตเหมือนน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ แต่จะมีความบริสุทธิ์มากกว่า นิยมนำไปใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้น้ำตาลที่มีความบริสุทธิ์มาก ๆ เป็นส่วนประกอบ

น้ำตาลปี๊บ (Paste Sugar) คือ น้ำตาลที่ได้จากเอาน้ำตาลทรายขาวมาเคี่ยวจนมีความเข้มตามที่กำหนด แล้วนำไปบรรจุขณะยังร้อนและผึ่งให้น้ำตาลแข็งตัวโดยใช้ลมเย็น

น้ำตาลทรายแดง (Brown Sugar) คือ น้ำตาลที่ได้จากการเอาน้ำตาลทรายดิบมาละลายกับน้ำอ้อยใสและน้ำเชื่อมดิบในอัตราส่วนที่กำหนด

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำเชื่อม (Liquid Sugar) คือ น้ำตาลที่ได้จากการแปรสภาพจากผลึกของน้ำตาลเป็นน้ำเชื่อม นิยมนำมาใช้เพื่อความสะดวกในกระบวนการผลิตต่าง ๆ เช่น น้ำอัดลม เครื่องดื่มชูกำลัง ฯลฯ

น้ำตาลแร่ธรรมชาติ (Mineral Sugar) คือ น้ำตาลที่ได้จากการผสมคาราเมลซึ่งได้มาจากการเคี่ยวน้ำตาลกับโมลาสซึ่งมีแร่ธาตุธรรมชาติจากอ้อย แล้วจึงนำไปผสมกับน้ำตาลทรายขาวตามสัดส่วนที่เหมาะสม เพื่อให้แร่ธาตุจากอ้อยที่สูญเสียไปกับกากน้ำตาลในกระบวนการตกผลึกของน้ำตาลกลับคืนสู่น้ำตาล

กากน้ำตาล (Molasses) คือ ผลพลอยได้จากการผลินน้ำตาล นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำคัญในภาคอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ การผลิตสุรา แอลกอฮอล์ ผลิตผงชูรส น้ำส้มสายชู เป็นต้น (https://www.csdlabservices.com/2019 /news-5/ สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2565)

2.8.1.2 สรรพคุณของน้ำตาลทรายแดง

น้ำตาลทรายแดงมีรสหวาน มีสรรพคุณช่วยบำรุงกำลัง ช่วยทำให้เลือดไหลเวียนได้สะดวกมากยิ่งขึ้น ช่วยแก้อาการปวด สำหรับสตรีที่อยู่ในระหว่างมีประจำเดือนถูกความเย็น มีอาการปวดประจำเดือน ปวดท้องน้อยหรือปวดเอว ประจำเดือนเป็นลิ่ม การดื่มน้ำผสมกับ น้ำตาลทรายแดงอุ่นๆ 1 แก้ว ก็จะทำให้สบายขึ้นได้ (เอ็จ สโรบล และคณะ, 2547)

2.8.1.3 ประโยชน์ของน้ำตาล

น้ำตาลเป็นสารที่ให้ความหวานและให้พลังงานแก่ร่างกาย (โดยน้ำตาล 1 กรัม จะให้พลังงาน 4 แคลอรี) ทำให้ชีวิตมีรสชาติ ทำให้รู้สึกสดชื่นกระชุ่มกระชวย น้ำตาลเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อชีวิตมาก เนื่องจากการทำงานของอวัยวะภายในร่างกายและเนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกาย ก็ล้วนแล้วแต่ต้องใช้พลังงานจากน้ำตาล นอกจากนี้การหายใจ การขับปัสสาวะ การไหลเวียน การย่อยอาหารก็ล้วนแล้วแต่ต้องการน้ำตาลแทบทั้งสิ้น หรือแม้แต่ตั้งแต่การคลอดจากครรภ์มารดา ในการดำรงชีวิตเราจะขาดน้ำตาลไม่ได้ แม้อาหารที่จำเป็นของทารกก็ยังเป็นน้ำนมที่มีน้ำตาลผสมอยู่ สรุปก็คือ พลังงานในการเคลื่อนไหวของมนุษย์ร้อยละ 70 มาจากน้ำตาล ถ้าขาดน้ำตาลมนุษย์ก็จะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ กลูโคส (glucose) เป็นแหล่งอาหารที่จำเป็นของเซลล์ เนื้อเยื่อ และอวัยวะภายในร่างกาย ทำให้ไกลโคเจน (glycogen) ในตับเพิ่มขึ้น ช่วยทำให้การเผาผลาญ (Metabolism) ของเนื้อเยื่อดีขึ้น และในขณะที่น้ำตาลในเลือดลดน้อยลง กลูโคสยังเป็นสารที่ช่วยกระตุ้นการทำงานของหัวใจได้เป็นอย่างดี กลูโคส (glucose) สามารถทำให้ร่างกายมีความต้านทานต่อโรคติดต่อได้ ดังนั้นในการรักษาโรคกลูโคสจึงถูกนำไปใช้เป็นยารักษาโรคอย่างกว้างขวาง เนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ ในร่างกาย ต้องการกลูโคส เพื่อเป็นวัตถุในการให้พลังงานและสารประกอบที่สำคัญอื่นๆ เช่น สมองต้องการกลูโคสวันละ 110-130 กรัม ไตและเม็ดเลือดแดงต้องการกลูโคสเป็นอาหาร ส่วนหัวใจจะทำงานได้ก็ต้องอาศัยกลูโคสมาทดแทนพลังงานที่สูญเสียไป และจากผลการทดลองหัวใจของสัตว์นอกร่างกาย พบว่ากลูโคสมีฤทธิ์กระตุ้นหัวใจของสัตว์ทดลอง ส่วนอวัยวะภายในร่างกายอื่นๆ ถ้าขาดกลูโคสก็จะสามารถใช้กรดไขมันมาเป็นแหล่งให้พลังงานได้แล็กโทสแม้จะไม่มีรสหวาน แต่ก็เป็นอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของทารก โดยแล็กโทสจะทำหน้าที่ป้องกันจุลินทรีย์ที่จำเป็นในลำไส้ของทารก ช่วยในการดูดซึมของแคลเซียม ทำให้ทารกสามารถย่อยและดูดซึม (แต่ผู้ใหญ่ถ้ากินแล้วกลับจะทำให้ย่อยยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

และทำให้ท้องเสีย) น้ำตาลทรายขาวนอกจากจะช่วยทำให้อาหารมีรสชาติหวานแล้ว น้ำตาลทรายยังช่วยในการถนอมอาหารและหมักอาหารได้อีกด้วย

2.8.1.4 โทษของน้ำตาล

การรับประทานน้ำตาลทรายมากเกินไปจะทำให้เกิดโทษได้ เช่น ทำให้อ้วน เป็นโรคเบาหวาน ทำให้หลอดเลือดหัวใจตีบ ระบบการย่อยอาหารไม่ดี มีกรดในกระเพาะอาหารมากเกินไป ทำให้ฟันผุ ฯลฯ น้ำตาลมีผลเพิ่มปริมาณของไขมันร้าย หรือ ไขมันเลว (LDL) และไปลดปริมาณของไขมันดี (HDL) การรับประทานน้ำตาลทรายมากจนเกินไปจะทำให้ต้องใช้อินซูลินมากเกินไป ถ้ารับประทานเป็นระยะเวลานานก็สามารถทำให้เกิดโรคเบาหวานได้ และในคนที่บริโภคน้ำตาลมากจนเกินไปในช่วง 40 ปีแรกของชีวิต จะมีโอกาสเป็นโรคเบาหวานมากกว่าคนอื่น ๆ เพราะน้ำตาลจะไปทำให้ตับอ่อนที่ทำหน้าที่ผลิตอินซูลินเสื่อมสมรรถภาพ เมื่อรับประทานเข้าไปมาก ๆ จึงทำให้น้ำตาลในเลือดสูงขึ้น

2.8.2 สารก่อเจล

2.8.2.1 เจลาติน

เจลาตินเป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่ไม่มีสี สามารถละลายได้ในน้ำอุ่น และจะมีลักษณะหยุ่นๆ คล้ายวุ้นหรือเยลลี่เมื่อเย็นตัวลง เจลาตินนั้นประกอบไปด้วยกรดอะมิโนที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายหลายชนิดและให้พลังงานต่ำ โดยเจลาตินถูกสกัดออกมาระหว่างขั้นตอนการผลิตคอลลาเจนซึ่งเป็นการนำชิ้นส่วนของสัตว์ อย่างกระดูก เอ็น หรือผิวหนังสัตว์ (https://www.pobpad.com /เจลาติน สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2565)

เจลาตินได้จากเนื้อเยื่อเกี่ยวพันของสัตว์ พืช และเครื่องในของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิด โดยมีการผลิตผงเจลาตินที่เกิดจากหนังหมูร้อยละ 46 หนังวัวร้อยละ 29.4 กระดูกวัวร้อยละ 23.1 และอื่นๆร้อยละ 1.5 และยังสามารถสกัดได้จากพืชที่มีคอลลาเจน และโปรตีนด้วย

เจลาตินจากสัตว์ โปรตีนสามารถสกัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย การสกัดได้จากกระดูก เกล็ดปลา เมือก หนังสัตว์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และสัตว์ที่มีคอลลาเจนและโปรตีนอยู่

เจลาตินจากพืช ผู้ที่ทานมังสวิรัติ เลือกที่จะไม่บริโภคส่วนผสมเจลาติน ทดแทนการใช้เจลาตินจากสัตว์ ใช้มาเป็นเจลาตินจากพืชแทน

เจลาตินจากสารสังเคราะห์ เจลาตินทั่วไปสกัดจากธรรมชาติ แต่เมื่อสารสังเคราะห์มีการสกัดที่ง่ายกว่า และไม่ยุ่งยาก จึงมีการสกัดเจลาตินจากการสังเคราะห์ วิธีการสกัดที่แตกต่างไปจากการสกัดเจลาตินจากธรรมชาติเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เจลาตินใช้การย่อยสลายของคอลลาเจน โดยใช้กรดกับด่าง สารสังเคราะห์ก็จำเป็นที่จะต้องใช้กรดกับด่างที่มาจากสารเคมีสกัดด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2.1.1 คุณค่าทางโภชนาการของเจลาติน

เจลาตินมีปริมาณแคลอรี่ต่ำ 3.5 กิโลแคลลอรี่ต่อกรัม เจลาตินเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพต่ำ เนื่องจากมีกรดอะมิโนที่จำเป็น (Essential Amino Acid) ชนิดทริพโตเฟน (Tryptophan) และมีการพบสารมีปริมาณจำกัดที่เรียกว่า เมไทโอนิน (methionine) กล่าวคือเจลาตินไม่ใช่โปรตีนที่มีคุณสมบัติที่ดีควรรับประทานโปรตีนในชนิดต่างๆที่มีคุณภาพที่ดี เช่น ในไข่ขาวซึ่งมีโปรตีนที่ดีและมีคุณภาพมากที่สุด โดยปกตินั้นจะใส่เจลาติน เพื่อให้ขนมนั้น ๆ มีลักษณะที่นุ่มนิ่มขึ้น เช่น เยลลี่ เม็ดเยลลี่ มาชแมลโล อาหารเคลือบน้ำตาล เคลือบผิวขนม เค้กแช่แข็ง เคลือบทอฟฟี่ ช็อกโกแลต หรือหมากฝรั่ง กัมมีแบร์ หมากฝรั่ง นูกัต ลิโคริส ขนมเคี้ยวหนึบ แยม ชีสเค้ก ซีเรียลบาร์ เป็นต้น

2.8.2.1.2 ประโยชน์ของเจลาติน

เจลาตินมีประโยชน์ต่อผู้บริโภคคือเสริมสร้างสุขภาพ เล็บ ผม ผิวหน้า ข้อต่อ และกระดูกให้แข็งแรง และช่วยชะลอการแก่ก่อนวัย อีกทั้งโปรตีนจากเจลาตินยังช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ช่วยให้ฟื้นตัวหลังจากทำงาน หรือออกกำลังกายให้ดีขึ้น ถูกนำไปใช้ในการประกอบการผลิตในอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น เป็นส่วนผสมของยารักษาโรค อาหารเสริมต่างๆ ทั้งชนิดเม็ดและแคปซูล การผลิตครีมอาบน้ำ ครีมกันแดด โลชั่นบำรุงผิว ครีมบำรุงผม เป็นส่วนประกอบการทำอาหารประเภทต่างๆ เช่น วุ้น ลูกอม เค้ก ช็อคโกแลต เครื่องดื่ม และเคลือบผิวอาหาร (https://www. sgethai .com/article/ เจลาติน-คืออะไร สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2565)

2.8.2.2 ผงวุ้น

ผงวุ้นคือ สารสกัดที่ทำจากสาหร่าย Gracilaria ซึ่งเป็นสาหร่ายสีแดงจากมหาสมุทรแปซิฟิก นำมาสกัดจนได้เป็นผงวุ้นสีขาวนวล สามารถนำไปใช้ประกอบอาหาร ซึ่งเป็นส่วนองค์กอบสำคัญในการทำให้อาหารมีความคงตัว นุ่มหนึบ หรือกรอบได้ตามความต้องการ ผงวุ้นจึงไม่มีส่วนประกอบของสัตว์ คนที่รับประทานอาหารวีแกน และอาหารมังสวิรัติจึงสามารถนำมาประกอบอาหาร และรับประทานได้โดยไม่ต้องกังวล (https://www.telephoneagar.com/ what-is-agar-agar/ สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2565)

2.8.2.2.1 ประโยชน์ของผงวุ้น

อุตสาหกรรมของหวาน เรียกได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมหลักที่นำวุ้นมาใช้กันอย่างแพร่หลายเลยก็ว่าได้ เพราะวุ้นสำหรับของหวานแล้วสามารถสร้างสรรค์ให้เกิดได้หลากหลายเมนู ที่ไม่ว่าในเมนูไหนวุ้นเป็นส่วนประกอบก็มักจะกลายเป็นเมนูที่มีหลากรสสัมผัส

อุตสาหกรรมการทำอาหาร นอกจากวุ้นที่เราใช้ในการทำขนมหวานเป็นหลักแล้ว วุ้นยังถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารอื่นๆ ด้วย เช่นอาหารกระป๋อง เพราะวุ้นจะช่วยป้องกันการยุ่ย หรือเละของเนื้อสัมผัสจากเนื้อสัตว์ต่างๆ และทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะชิ้นเล็กแบบการบด จับตัวกันได้ดียิ่งขึ้น และอุตสาหกรรมนม หรือการทำไอศกรีมก็มีการใช้วุ้นเป็นส่วนประกอบเพื่อให้เกิดความคงตัวหรือมีเนื้อสัมผัสที่ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านเทคโนโลยีชีวภาพ หรืออื่นๆ แม้แต่อุตสาหกรรมด้านยาก็มีการนำไปใช้เพื่อช่วยในด้านการยืดหยุ่น และสัมผัสที่ลื่น หรือการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพราะวุ้นสามารถเป็นตัวกลางที่ดีที่ทำให้เกิดยึดเกาะและดูดซึมอาหารได้ดี

อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ในด้านเครื่องสำอางวุ้นถือเป็นหนึ่งในสารก่อเจลที่มีประสิทธิภาพมาก เพราะมีพลังในการทำให้เกิดเจลได้มากกว่าการใช้เจลาตินจากสัตว์

อุตสาหกรรมยา วุ้นมีคุณสมบัติทำหน้าที่เป็นยาระบายอ่อนๆ จึงมักใช้เป็นส่วนประกอบในการทำยาระบาย เพราะจะช่วยในการย่อยอาหาร และช่วยล้างสารพิษในร่างกาย เพราะมันสามารถดูดซับน้ำได้ดี และวุ้นยังมีเส้นใยที่ละลายน้ำได้ ซึ่งมีส่วนช่วยลดคอเลสเตอรอลที่ไม่ดีออกไป เพราะมันจะทำหน้าที่ในการดักจับไขมัน และน้ำตาลในอาหาร (https://agarmermaid.com/what-does-jelly-come-from/ สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2565)

2.8.2.3 เสาวรส

เสาวรส หรือกะทกรกฝรั่ง (passion fruit) เป็นพืชในตระกูล *Passifloraceae* ซึ่งในประเทศไทยมีพืชในตระกูลเดียวกันนั้น คือ กะทกรก (*Passiflora foetida*) สุคนธรส (*Passiflora quadragunlaris*) และเสาวรส (*Passiflora laurifolia*) ถิ่นกำเนิดดั้งเดิมของเสาวรสอยู่บริเวณตอนใต้ของประเทศบราซิลและเริ่มมีการแพร่ขยายไปปลูกในภูมิภาคต่างๆได้แก่ ไต้หวันและฮาวาย ตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 19 เป็นต้นมา สำหรับประเทศไทยได้นำพันธุ์เสาวรสเข้ามาปลูกตั้งแต่ปีพ.ศ.2498 และมีชื่อเรียกในภาษาไทยต่างๆ กัน เช่น เสาวรส กะทกรกยักษ์ กะทกรกฝรั่ง กระทกรกสีดาและเสาวรสสีดา เป็นต้น (ลพ ภวภูตานนท์, 2545)

รูปที่ 2.4 ลักษณะของเสาวรส
ที่มา : https://hellokhunmor.com สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2.3.1 ลักษณะของเสาวรส

เสาวรสเป็นไม้ผลประเภทเลื้อยมีอายุหลายปี ลำต้นเป็นเถา สีเขียวข้างในกลวง ใบมีสีเขียวเข้มหรือเขียวแซมแดงม่วงขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ ใบจริงโดยทั่วไปเป็นใบเดี่ยวมี 3 แฉกแต่ใบจริงในขณะที่เป็นต้นกล้าจะเป็นรูปไข่ไม่มีแฉก ตามขอบใบจะมีหยักละเอียดโดยรอบ มีมือจับหรือ หนวดอยู่ตามข้อม้วนขดเป็นวงสำหรับยึดลำต้นให้เลื้อยเกาะหลักที่ปักผยุงไว้ ดอกเป็นดอกเดี่ยว แบบสมบูรณ์เพศเกิดจากตาดอกบริเวณง่ามใบ มีกลิ่นหอมและสีสันสะดุดตากลีบดอกแยกจากกันมีสีขาวบริเวณรอบๆ กลางใบจะมีสีม่วง ดอกจะออกจากโคนกิ่งไปยังปลายกิ่งตามลำดับและเจริญเติบโตเป็นผลต่อไป ผลมีหลายลักษณะคือผลกลม รูปไข่และผลรียาว เมื่อสุกจะมีสีต่างๆ กัน เช่น ม่วงเข้ม ม่วงแดง ส้มหรือเหลืองขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ เปลือกผลและเนื้อส่วนนอกแข็งไม่นิยมรับประทาน ภายในผลมีเมล็ดสีน้ำตาลเข้มหรือดำ เป็นจำนวนมาก ซึ่งเมล็ดจะมีรกเป็นเยื่อเมือก สีเหลืองหรือสีส้ม ลักษณะเหนียวข้นและมีกลิ่นหอมเฉพาะตัวห่อหุ้มอยู่โดยรอบ เยื่อหุ้มเมล็ดหรือรกมีความเป็นกรดสูง สามารถรับประทานสดหรือใช้ผสมทำเป็นอาหารและเครื่องดื่มได้ (ลพ ภวภูตานนท์, 2545)

สำหรับพันธุ์เสาวรสที่นิยมปลูกในประเทศไทยมี 3 พันธุ์ (ลพ ภวภูตานนท์, 2545; ศุภวัชร สิงห์ทองและคณะ, 2556) ได้แก่

1. พันธุ์สีม่วง ชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Passiflora edulis* Sims เสาวรสชนิดนี้ลักษณะเปลือกของผลจะมีสีม่วง มีผิวเป็นมัน มีลักษณะกลมหรือเป็นรูปไข่ เส้นผ่านศูนย์กลางผลประมาณ 4-5 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 50-60 กรัมต่อผล ผลสุกมีรสหวานและกลิ่นหอมกว่าเสาวรสพันธุ์สีเหลือง เหมาะสำหรับรับประทานสด

2. พันธุ์สีเหลือง ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Passiflora edulis* Flavicarpa เสาวรสชนิดนี้ลักษณะเปลือกของผลจะมีสีเหลือง มีผิวเป็นมันขนาดใหญ่กว่าพันธุ์ผลสีม่วง มีเส้นผ่านศูนยก์ลาง 5-7 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 80-120 กรัมต่อ ผลเนื้อในให้ความเป็นกรดสูงกว่าพันธุ์ผลสีม่วงจึงมีรสเปรี้ยวมากและใช้แปรรูปมากกว่ารับประทานสด

3. พันธุ์ลูกผสมเป็นพันธุ์ที่เกิดจากการผสมระหว่างพันธุ์ผลสีม่วงกับพันธุ์ผลสีเหลือง เพื่อคัดเลือกต้นพันธุ์ใหม่ที่รวมลักษณะผลที่เด่นของแต่ละพันธุ์ไว้ทำให้มีลักษณะผลใหญ่ ให้ผลดก มีรกห่อหุ้ม เมล็ดมากเปลือกบาง ต้านทานโรค พันธุ์ลูกผสมนี้เหมาะสำหรับปลูกเพื่ออุตสาหกรรมการทำน้ำเสาวรสเพราะสามารถเก็บผลผลิตป้อนเข้าโรงงานได้ตลอดทั้งปี

2.8.2.3.2 โภชนาการของเสาวรส

เนื้อในหรือรกหุ้มเมล็ดของ ผลเสาวรสสามารถรับประทานได้ทั้งเมล็ด โดยผ่าแบ่งครึ่งแล้วโรยน้ำตาลทรายลงไปเพียงเล็กน้อย แค่เพียงเท่านี้สามารถรับประทานได้แล้วหรือสามารถนำไปทำเป็นแยมผลไม้ น้ำคั้น ส่วนเนื้อเสาวรสจะมีกลิ่นหอมและมีกรดมากใช้ผสมเป็นเครื่องดื่มหรือผสมกับน้ำผลไม้อื่นๆ เพื่อเพิ่มรสชาติและกลิ่นหอม ซึ่งในปัจจุบันกำลังเป็นที่นิยมอย่างมากในต่างประเทศและเป็นที่ต้องการของอุตสาหกรรมแปรรูปหลายแห่งในประเทศไทย เพราะนอกเหนือจากการทำให้เครื่องดื่มมีรสชาติและกลิ่นดีขึ้นแล้ว น้ำเสาวรสยังให้คุณค่าทางโภชนาการดังตารางที่ 2.2 วิตามินซีที่พบในน้ำเสาวรสมีปริมาณสูงโดยมีรายงานว่าวิตามินซีที่พบในน้ำเสาวรสมีปริมาณสูงกว่าผลไม้หลายชนิด เช่น ส้ม มะม่วง สับปะรด อะโวกาโด เป็นต้น (Vinci et al., 1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากองค์ประกอบทางโภชนาการที่พบทำให้ผู้บริโภคจำนวนมากหันมาบริโภคเสาวรสเพิ่มขึ้น นอกจากผลเสาวรสที่นำมารับประทานหรือแปรรูปเป็นน้ำเสาวรสแล้ว ส่วนต่าง ๆ ของเสาวรสยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ สำหรับเมล็ดที่ผ่านการคั้นน้ำแล้วสามารถนำมาสกัดเป็นน้ำมันพืชได้ เนื่องจากในเมล็ดเสาวรสมีน้ำมันอยู่สูงถึงร้อยละ 27 และคุณภาพใกล้เคียงกับน้ำมันในเมล็ดฝ้าย ซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้เช่น การผลิตน้ำมันพืช เครื่องสำอาง ยา และใช้ทำเนยเทียม นอกจากนี้ (Agizzio et al., 2003) รายงานว่าเมล็ดเสาวรสมีสาร albumin-homologous protein ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ สำหรับส่วนเปลือกเสาวรสที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปน้ำเสาวรสสามารถนำไปหมักทำเป็นอาหารสัตว์และปุ๋ยหมักได้ (ลพ ภวภูตานนท์, 2545; ศุภวัชร สิงห์ทอง และคณะ, 2556)

ตารางที่ 2.3 คุณค่าทางโภชนาการของน้ำเสาวรสพันธุ์สีม่วงที่ผลิตจากวัตถุดิบ 100 กรัม

ปริมาณคุณค่าทางโภชนาการ	**ปริมาณ**
พลังงาน	51 กิโลแคลอรี่
ไขมันทั้งหมด	0.050 กรัม
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	13.60 มิลลิกรัม
เส้นใยอาหาร	0.20 มิลลิกรัม
น้ำ	85.62 กรัม
วิตามินต่างๆ	
วิตามินซี	29.80 มิลลิกรัม
ไรโบฟลาวิน	0.13 มิลลิกรัม
ไนอะซิน	1.46 มิลลิกรัม
วิตามินบี 6	0.05 มิลลิกรัม
โฟเลต	7.00 ไมโครกรัม
วิตามินเอ	717 IU
แร่ธาตุ	
แคลเซียม	4.00 มิลลิกรัม
เหล็ก	0.24 มิลลิกรัม
แมกนีเซียม	17.00 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	13.00 มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	278.00 มิลลิกรัม
โซเดียม	6.00 มิลลิกรัม
สังกะสี	0.05 มิลลิกรัม
ทองแดง	0.05 มิลลิกรัม

ที่มา : Counter (2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภาสุรี และคณะ, (2562) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยนำมาในใช้ในปริมาณ 150 กรัม 250 กรัม และ 350 กรัม และนำมอลทิทอลมาใช้ทดแทนการใช้น้ำตาลซูโครส สำหรับคุณสมบัติทางเคมีพบว่ามีค่า วอเตอร์แอคทีวิตี้ (a_w) อยู่ในช่วง 0.87-0.90 และค่าความเป็นกรด-เบส อยู่ในช่วง 2.84 - 3.34 และมีการเพิ่มปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ จึงส่งผลทำให้ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) ค่าสีเหลือง (b*) และค่า pH มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีระดับนัยสำคัญ แตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กล่าว คือ การเพิ่มปริมาณของน้ำมะม่วงหหาวมะนาวโห่ส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ คือ ทำให้ค่าความแข็ง ความยืดหยุ่น และการบดเคี้ยวลดลงตามปริมาณของตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่าปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ปริมาณ 250 กรัม ได้คะแนนความชอบรวมโดยรวม และได้ทำการใช้มอลทิทอลทดแทนซูโครสที่ร้อยละ 0 50 และ 100 (w/w) โดยเมื่อมีการเติมมอลทิทอล ทำให้ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) ค่าสีเหลือง (b*) ค่า pH และค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ขณะที่ค่าความแข็ง (hardness) และค่าการบดเคี้ยว(chewiness) ลดลงตามระดับมอลทิทอลที่เพิ่มขึ้น กัมมี่เยลลี่ที่ผลิตด้วยมอลทิทอลร้อยละ 100 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากมอลทิทอลร้อยละ 50 อย่างมีนัยสำคัญ มีแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) โดยเฉพาะในการใช้มอลทิทอลแทนซูโครสได้ถึงร้อยละ 100 ผลเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ให้สีตามธรรมชาติ อีกทั้งยังพบสารแอนโทไซยานิน และจากการใช้ซูโครสจึงนำมอลทิทอลมาทดแทน จึงถือว่าเป็นข้อดีของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่นี้ นับว่าเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับเด็กที่มักรับประทานผักและผลไม้ได้ค่อนข้างน้อย ผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำตาล ผู้บริโภคที่รักสุขภาพ และยังเป็นแนวทางการเพิ่มมูลค่าให้กับมะม่วงหาวมะนาวโห่อีกด้วย

สุกัญญา และคณะ, (2563) ได้ทำการศึกษาการผลิตกัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค โดยทำการศึกษาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมไปใช้ในการวิจัยต่อไป (ร้อยละ 6 ร้อยละ 8 และร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก) และศึกษาปริมาณความเข้มข้นของน้ำสกัดจากดอกบุนนาคที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่ (ร้อยละ 5 ร้อยละ 10 และร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก) จากการทดลอง ผลที่ได้คือปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในการนำมาทำเป็นกัมมี่เยลลี่ คือ เจลาตินที่ร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก ได้กัมมี่เยลลี่ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับที่จำหน่ายกันทั่วไปในท้องตลาด และผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด และความเข้มข้นน้ำสกัดดอกบุนนาคร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุด ในการที่นำมาผลิตกัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค เนื่องจากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่ คือจะใช้ความเข้มข้นของน้ำสกัดดอกบุนนาค (ร้อยละ 15) ร้อยละ 6.50 ปริมาณเจลาตินร้อยละ 8 ปริมาณน้ำอุ่นร้อยละ 18 น้ำตาลทรายร้อยละ 33 กลูโคสไซรัปร้อยละ 31.50 และสารละลายกรดซิตริก (ร้อยละ 50) ร้อยละ 3 (โดยน้ำหนัก) โดยผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรด-เบส อยู่ที่ 3.24 มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix) 73.5 องศาบริกซ์ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 87.04 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกัมมี่เยลลี่ 100 กรัม และยังมีฤทธิ์การการต้านอนุมูลอิสระ DPPH 75.64 มิลลิกรัมสมมูลของต่อกัมมี่เยลลี่ 100 กรัม โดยงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและยังมีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่สะดวกต่อการบริโภคและยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสมุนไพรบุนนาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abaci et al., (2022) คอมบูชามีถิ่นกำเนิดในประเทศจีนเมื่อ 2,000 ปีที่แล้ว เป็นเครื่องดื่มรสเปรี้ยวอมหวาน ซึ่งเตรียมแบบดั้งเดิมด้วยการหมักชาดำ ระหว่างการหมักคอมบูชาซึ่งประกอบด้วยสารประกอบที่เป็นกรดเป็นส่วนใหญ่จุลินทรีย์ และแอลกอฮอล์จำนวนเล็กน้อย จะเกิดแผ่นฟิล์มที่เรียกว่า SCOBY โดยแบคทีเรียในคอมบูชาส่วนใหญ่เป็น *Acetobacteraceae Kombucha* เป็นแหล่งสำคัญของวิตามินบีรวม โพลีฟีนอลและกรดอินทรีย์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรดอะซิติก ปัจจุบันคอมบูชามีแนวโน้มที่จะผสมผสานร่วมกับพืชชนิดอื่น ๆ ซึ่งนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงในองค์ประกอบต่างๆ การศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าคอมบูชามีฤทธิ์ทางชีวภาพที่ต้องการ เช่น ต้านจุลชีพ สารต้านอนุมูลอิสระ ป้องกันตับ ต้านมะเร็ง ต้านการอักเสบ เป็นต้น มีรายงานการศึกษาเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ข้อมูลของงานวิจัยนี้แสดงถึงประโยชน์ของเครื่องดื่มคอมบูชาที่มีผลดีต่อสุขภาพและชี้ให้เห็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์แก่ร่างกาย

Massoud et al., (2021) ศึกษาองค์ประกอบของคอมบูชาพบว่ามีกรดอินทรีย์และวิตามินหลายชนิดในเครื่องดื่มคอมบูชา เช่น กรดอะซิติก โฟลิก แลคติก กลูโคนิก คาร์บอนิก กลูโคโรนิก ออกซาลิก มาลิกและกรดซิตริก วิตามินซี วิตามินบี1 วิตามินบี3 วิตามินบี12 เช่นเดียวกันกับส่วนประกอบของชา เช่น คาเทชิน ไทอาฟลาวิน และฟลาโวนอล และเอ็นไซม์บางชนิดรวมถึงอินเวอร์เทส อะไมเลส และเอนไซม์ออกซิเดชั่นชนิดอื่นๆ กรดอุสนิกก็เป็นหนึ่งในยาปฏิชีวนะตามธรรมชาติที่มีอยู่ในเครื่องดื่มคอมบูชา ซึ่งมีคุณสมบัติต้านเชื้อแบคทีเรียและไวรัส มีประสิทธิภาพในการต่อต้านแบคทีเรียแกรมบวกเช่น *Enterococcus faecalis* และ *Staphylococcus aureus* นอกจากนี้พบว่ายังมีสารต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มคอมบูชา เช่น โพลิฟีนอลและสารประกอบอื่นๆ ซึ่งช่วยในการรักษาโรคเรื้อรังที่เกิดจากอาการเครียด ช่วยซ่อมแซมและป้องกันความเสียหายของเซลล์ในร่างกาย ช่วยลดโรคที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบ ระบบภูมิคุ้มกันล้มเหลว และลดการก่อตัวของเนื้องอกมะเร็ง โดยงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบที่เป็นประโยชน์ในคอมบูชา การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย รวมทั้งสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในเครื่องดื่มคอมบูชาซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 ใบชา เบอร์1 ตราสามม้า
3.1.1.2 น้ำตาลทรายแดง ตราลิน
3.1.1.3 ผลเสาวรส พันธุ์เสาวรสสีม่วง จากจังหวัดเชียงใหม่
3.1.1.4 ผงวุ้น ตราโทรศัพท์
3.1.1.5 เจลาตินผง ตราแม็กกาแรต
3.1.1.6 แบะแซ (Glucose syrup) ตราปลาแฟนซีคาร์ฟ

3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.1.2.1 70% Ethanol
3.1.2.2 95% Ethanol
3.1.2.3 0.1N Sodium hydroxide
3.1.2.4 0.1% Phenolphthalein
3.1.2.5 2,2-diphenyl-1-picryhydrazyl (DPPH)

3.1.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.3.1 ผ้าขาวบาง
3.1.3.2 โหลแก้วสำหรับหมักคอมบูชา
3.1.3.3 หนังยาง
3.1.3.4 ช้อนโต๊ะ
3.1.3.5 พิมพ์ซิลิโคน
3.1.3.6 ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 และ 500 มิลลิลิตร
3.1.3.7 กระบอกตวง 100 และ 1,000 มิลลิลิตร
3.1.3.8 บีกเกอร์ขนาด 50 และ 100 มิลลิลิตร
3.1.3.9 ขวดเก็บตัวอย่าง
3.1.3.10 ตะเกียงแอลกอฮอล์
3.1.3.11 คีมคีบสแตนเลส (forceps)
3.1.3.12 ขวดน้ำกลั่น
3.1.3.13 จุกยาง
3.1.3.14 หลอดเซนตริฟิวจ์ขนาด 50 มิลลิลิตร
3.1.3.15กรวยแก้ว
3.1.3.16 บิวเรตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.17 96-Well plate
3.1.3.18 หลอดทดลอง
3.1.3.19 คิวเวตต์
3.1.3.20 ทิป
3.1.3.21 ไมโครปิเปต
3.1.3.22 เครื่อง Autoclave
3.1.3.23 เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate reader)
3.1.3.24 เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centifuge)
3.1.3.25 เครื่อง Hand Refractometer
3.1.3.26 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
3.1.3.27 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser)
3.1.3.28 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
3.1.3.29 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water activity)

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.2.1 การเตรียมคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

3.2.1.1 การเตรียมหัวเชื้อคอมบูชา

ต้มน้ำสะอาดให้เดือด ใส่ชาอู่หลง ร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ห่อด้วยผ้าขาวบาง ต้มนาน 5 นาที เมื่อครบ 5 นาทีนำใบชาออก เติมน้ำตาลทรายแดงร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร คนจนละลาย ยกลงจากเตา ทิ้งไว้ให้เย็น นำใส่โหลแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อปิดด้วยผ้าขาวบางที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วและรัดด้วยหนังยาง จากนั้นเติมแผ่นเซลลูโลสจากหัวเชื้อเดิมร้อยละ 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรและน้ำหมักจากหัวเชื้อเดิมร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 วัน

3.2.1.2 กระบวนการหมักคอมบูชาและปรับปรุงรสชาติด้วยน้ำเสาวรส

ต้มน้ำสะอาดให้เดือด ใส่ชาอู่หลงร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ห่อด้วยผ้าขาวบาง ต้มนาน 5 นาที นำชาออก เติมน้ำตาลทรายแดงร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร คนจนละลายยกลงจากเตา ทิ้งไว้ให้เย็น นำใส่โหลที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ปิดด้วยผ้าขาวบางที่ผ่านการฆ่าเชื้อและรัดด้วยหนังยาง จากนั้นเติมแผ่นเซลลูโลสจากหัวเชื้อในข้อ 3.2.1.1 ร้อยละ 3 โดยมวลต่อปริมาตร และน้ำหมักจากหัวเชื้อในข้อ 3.2.1.1 ร้อยละ 10 โดยต่อปริมาตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 21 วัน เก็บตัวอย่างในวันที่ 0 14 และ 21 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดและค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH เพื่อคัดเลือกระยะเวลาในการหมักของคอมบูชาที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากค่าการดักจับอนุมูลอิสระที่สูง นำมาเป็นส่วนผสมของการผลิตกัมมี่เยลลี่คอมบูชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 กระบวนการปรับปรุงรสชาติของคอมบูชาด้วยน้ำเสาวรส

นำคอมบูชาที่หมักได้ กรองเอาแผ่นเซลลูโลสออกจากน้ำหมัก นำคอมบูชาที่กรองได้ผสมกับน้ำเสาวรสในอัตราส่วนต่างๆ น้ำคอมบูชาต่อน้ำเสาวรสเท่ากับ 9 : 1 , 7 : 3 และ 5 : 5 ปริมาตรต่อปริมาตร กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4 เพื่อเอาตะกอนออก จากนั้นบรรจุขวดแก้วปิดฝาให้สนิท นำไปพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกอัตราส่วนที่ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับสูง นำมาใช้ในการผลิตกัมมี่เยลลี่คอมบูชาต่อไป

3.2.3 การผลิตกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

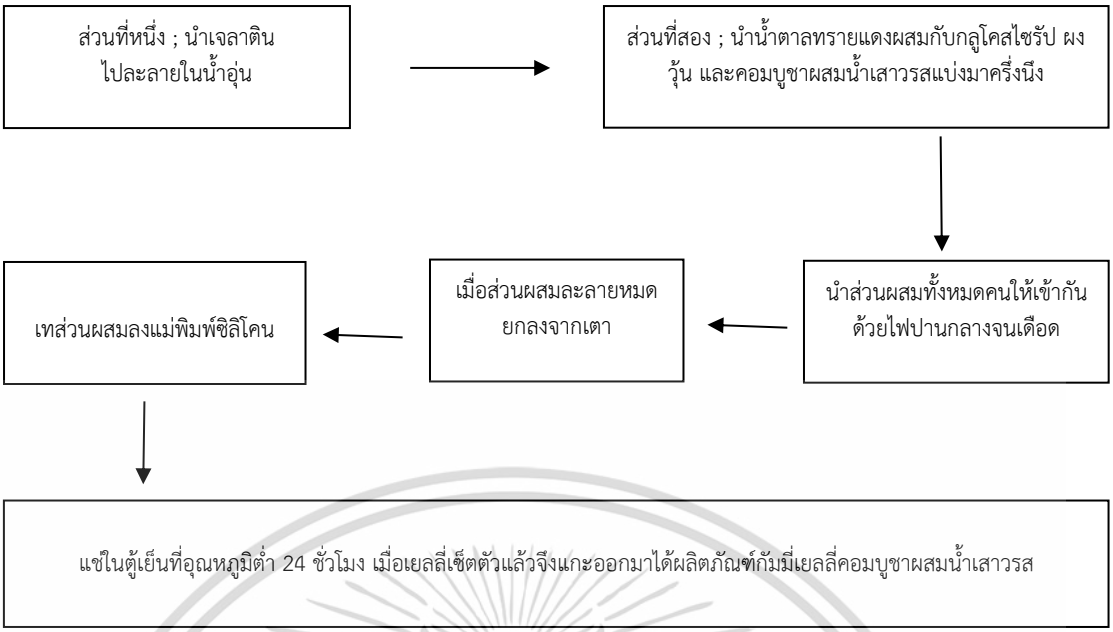
นำคอมบูชาที่ผสมน้ำเสาวรสในอัตราส่วนที่ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับสูงเป็นส่วนผสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่คอมบูชา ซึ่งกระบวนการผลิตกัมมี่เยลลี่ดัดแปลงจาก Garcia (2000) แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบและปริมาณของส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

ส่วนประกอบ	**ปริมาณ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)**
เจลาติน	15-25
ผงวุ้น	1.00
น้ำตาลทราย	15
กลูโคสไซรัป	15
คอมบูชาผสมเสาวรส	50-80
น้ำสะอาด	ปรับให้ได้ 125 มิลลิลิตร

ที่มา : ดัดแปลงจาก Garcia (2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 กรรมวิธีการผลิตกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส
ที่มา : ดัดแปลงจาก Garcia (2000)

3.2.3.1 ศึกษาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่

ส่วนประกอบและปริมาณของส่วนประกอบที่ใช้ในการเตรียมกัมมี่เยลลี่ แสดงดังตารางที่ 3.1 เตรียมผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ โดยใช้ปริมาณเจลาตินที่แตกต่างกันดังนี้ ร้อยละ 15 20 และ 25 น้ำหนักต่อปริมาตร นำเจลาตินละลายในน้ำที่อุณหภูมิ 60 - 70 องศาเซลเซียส

อีกส่วนหนึ่งนำน้ำตาลทราย กลูโคสไซรัป ผงวุ้น และน้ำเย็นหรือคอมบูชา ผสมเข้าด้วยกันด้วยไฟปานกลางจนเดือด จากนั้นนำมาผสมกับสารละลายเจลาตินผสมให้เข้ากัน หยอดลงในพิมพ์นำไปวางในตู้เย็น (4 - 10 องศาเซลเซียส) นาน 24 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดการสร้างเจลที่ดีและนำออกจากพิมพ์ เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในภาชนะบรรจุปิดสนิท เพื่อนำไปทดสอบคุณสมบัติต่างๆ เช่น วัดค่าเนื้อสัมผัสและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส คัดเลือกปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมนำมาใช้ในการศึกษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ส่วนประกอบและปริมาณของส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ,น้ำหนักต่อปริมาตร)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
เจลาติน	15	20	25
ผงวุ้น	1.00	1.00	1.00
น้ำตาลทราย	15	15	15
กลูโคสไซรัป	14	14	14
คอมบูชาผสมเสาวรส	50	50	50
น้ำเปล่า	30	25	20

3.2.3.2 ศึกษาปริมาณคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่

คอมบูชาผสมน้ำเสาวรสในปริมาณที่แตกต่างกันดังนี้ ร้อยละ 50 65 และ 80 โดยปริมาตร ใช้ปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมซึ่งได้จากการศึกษาข้างต้น นำมาเป็นส่วนประกอบในการผลิตกัมมี่เยลลี่ กระบวนการทำเช่นเดียวกับหัวข้อ 3.2.3.1 วิเคราะห์คุณสมบัติของกัมมี่เยลลี่เช่นเดียวกันกับข้างต้น

3.2.4 การวิเคราะหคุณภาพทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชา

3.2.4.1 วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

โดยการใช้เครื่อง pH meter จะต้องทำการสอบเทียบหรือ Calibrate คือการทำให้เครื่องมือวัดพีเอชมีความแม่นยำเพราะว่าเครื่องวัดจะจดจำค่าน้ำยามาตรฐานต่างๆ กระบวนการสอบเทียบเครื่องวัดค่าพีเอชต้องทำภายใต้อุณหภูมิคงที่ 25°C ± 5 °C จะต้องใช้สารละลายน้ำยามาตรฐาน pH บัฟเฟอร์ 3 ชนิดคือได้แก่น้ำยามาตรฐาน pH 4.01 6.86 และ 9.18 หรือในบางรุ่นอาจใช้ น้ำยามาตรฐาน pH 4.01 7.01 และ 10.01 และต้องเตรียมน้ำสะอาดเพื่อล้างหัววัด

3.2.4.2 วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก)

นำตัวอย่างคอมบูชาที่หมักในวันที่ 0 14 และ 21 ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 9,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 20 นาที จากนั้นดูดสารละลายตัวอย่างคอมบูชา 10 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำปลอดคาร์บอนไดออกไซด์ 90 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ จากนั้นหยดฟีนอล์ฟทาลีน (phenolphthalein) 3 หยด ผสมทั้งหมดให้เข้ากัน นำไปไทเทรตกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ จนสารละลายเกิดการเปลี่ยนสีเป็นสีชมพูอ่อน แล้วบันทึกปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไป ทำเช่นเดียวจำนวน 3 ซ้ำ จากนั้นนำค่าที่บันทึกไว้ไปคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) จากสมการที่ 1 (AOAC, 2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) = $\frac{C \times V \times M.W. \times 100}{\text{ปริมาตรคอมบูชา } (ml) \times 1{,}000}$ ..... (1)

C = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน NaOH (โมลต่อลิตร)
V = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต (มิลลิลิตร)
M.W. = มวลโมเลกุลของกรดอะซิติก มีค่าเท่ากับ 60.05 กรัม

3.2.4.3 วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

ด้วยวิธี Phenol-Sulfuric (Zoecklein และคณะ, 1995) ทำการอบน้ำตาลกลูโคสในตู้อบอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นจนน้ำตาลกลูโคสเย็นลง เตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคสความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิตร โดยชั่งสาร 0.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิคร ปิเปตสารละลายในแต่ละความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80, 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองหลอดละ 1 มิลลิลิตร เติมสารละลายฟีนอลร้อยละ 5 โดยมวลต่อปริมาตรหลอดละ 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน จากนั้นเติมกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นร้อยละ 98 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ผสมสารละลายให้เข้ากัน ทำแบลงก์โดยใช้น้ำกลั่นแทนความเข้มข้นของสารละลายกลูโคส ก่อนทำการวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส จากนั้นทำการดูดตัวอย่างคอมบูชา 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง และเติมสารละลายฟีนอลร้อยละ 5 โดยมวลต่อปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้าด้วยกัน เติมกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นร้อยละ 98 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ผสมสารละลายให้เข้ากัน ทำแบลงก์โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่างคอมบูชาก่อนทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร บันทึกค่าที่ได้ คำนวณค่าโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส เพื่อหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ดังสมการที่ 2

น้ำตาลทั้งหมด (กรัมต่อลิตร) = $\frac{\text{ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น } 490\ nm \times (\text{อัตราการเจือจาง})}{\text{ค่าความชันของกราฟมาตรฐาน}}$ ..... (2)

3.2.4.4 วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

สร้างกราฟมาตรฐานกรดแกลลิกเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยชั่งกรดแกลลิก 0.01 กรัม ละลายในน้ำกลั่นและทำการปรับปริมาตรให้เป็น 10 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตรนำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นด้วยความเข้มข้นต่างๆดังนี้ 0 50 100 200 400 และ 600 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ดูดสารละลายกรดแกลลิก 20 ไมโครลิตรลงในไมโครเพลท ตามด้วย 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) และนำค่าที่ได้มาสร้างกราฟมาตฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำตัวอย่างคอมบูชาที่หมักในวันที่ 0 14 และ 21 ปั่นแหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 9,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที ดูดสารละลายตัวอย่างคอมบูชาปริมาตร 20 ไมโครลิตรลงในไมโครเพลท ตามด้วย 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) นำมาเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก (Gallic acid) และรายงานผลการทดลองเป็นไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร (µg GAE/ml)

3.2.4.5 วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH

การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยใช้วิธี DPPH radical scavenging ดัดแปลงวิธีการของ Blois (1958) เริ่มจากนำตัวอย่างคอมบูชาที่หมักในวันที่ 0, 14 และ 21 ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 9,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นทำตัวอย่างคอมบูชาปริมาตร 100 ไมโครลิตร ผสมกับ DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ ที่ละลายในเอทานอล ปริมาตร 100 ไมโครลิตร พร้อมทั้งทำชุดควบคุม (control) โดยใช้สารละลาย DPPH ที่ละลายในเอทานอลปริมาตร 100 ไมโครลิตร บ่มไว้ในมืดเป็นเวลา 30 นาที วิเคราะห์ตามวิธีการเดียวกัน หลังจากนั้นทำการวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate Reader) ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสามารถคำนวณได้ ดังสมการที่ 3

$$\text{ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ DPPH} = \frac{A\ control - A\ sample}{A\ control} \times 100 \quad \text{..... (3)}$$

เมื่อ A control เป็นค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH ที่ละลายในเอทานอล
A sample เป็นค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างกับสารละลาย DDPH
A blank เป็นค่าการดูดกลืนของแสงของตัวอย่างและเอทานอล

3.2.5 การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

3.2.5.1 ค่าเนื้อสัมผัส

เตรียมตัวอย่างกัมมี่เยลลี่เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิลิตร วัดค่าเนื้อสัมผัส โดยวิธี Texture Profile Analysis (TPA) ได้แก่ hardness (ค่าแรงที่เกิดจากการกดเพื่อให้ตัวอย่างเสียรูป) , chewiness (แรงที่ใช้ในการเคี้ยวหรือบดตัวอย่างจนเสียรูป) , cohesiveness (ค่าที่บ่งบอกถึงความแรงของพันธะหรือเป็นแรงยึดเกาะกันภายในตัวอย่าง) , springiness (ค่าความสามารถในการคืนตัวกลับมาเหมือนเดิมเมื่อมีการถอนแรงออกไป) ด้วยเครื่อง Texture analyzer ใช้หัววัดชนิด cylinder probe 20 มิลลิลิตร กำหนดความเร็วในการวัด (test speed) 1 มิลลิลิตรต่อวินาที และระยะทางในการกด (deformation) ร้อยละ 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคโดยใช้วิธีการประเมินแบบ Hedonic nine point scale ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนทั้งหมด 30 คน เป็นนักศึกษาของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบ่งเป็น 5 ลักษณะคือ สี กลิ่น รสชาติ ความยืดหยุ่น ความชอบโดยรวม ให้คะแนนความชอบตั้งแต่ 1-9 โดยคะแนนเท่ากับ 9 หมายถึงชอบมากที่สุดและคะแนนเท่ากับ 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด

3.2.6 วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

ผลิตกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส โดยใช้ปริมาณเจลาตินและปริมาณคอมบูชาที่เหมาะสมซึ่งได้จากการศึกษาในขั้นต้น นำผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่ได้วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ เช่น เถ้า ความชื้น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และ ไขมัน

3.2.6.1 ความชื้น

ทำการวิเคราะห์ความชื้นโดยนำถ้วยอะลูมิเนียมอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง พักใน Desiccater 30 นาที ชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนัก (W1) ชั่งตัวอย่าง 2-3 กรัม เกลี่ยกระจายให้ทั่วภาชนะ บันทึกน้ำหนัก (W2) อบในตู้อบลมร้อน 105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่หรือ 16-18 ชั่วโมง พักใน Desiccater 30 นาทีชั่งและบันทึกน้ำหนัก (W3) สามารถคำนวณได้ ดังสมการที่ 4

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{W2-W3}{W2-W1} \times 100 \qquad \text{..... (4)}$$

3.2.6.2 ปริมาณเถ้า

ทำการวิเคราะห์เถ้าโดยเผาถ้วยกระเบื้องที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส 1.5 ชั่วโมง พักใน Desiccater 30 นาที ชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนัก (W1) ชั่งตัวอย่าง 2-3 กรัม เกลี่ยกระจายตัวอย่าง บันทึกน้ำหนัก (W2) เผาในเตาเผา (muffle furnance) 550 องศาเซลเซียส 2-3 ชั่วโมงหรือจนได้เถ้าสีขาว พักใน Desiccater 30 นาที ชั่งและบันทึกน้ำหนัก (W3) สามารถคำนวณได้ ดังสมการที่ 5

$$\text{เถ้า (\%)} = \frac{W3-W1}{W2-W1} \times 100 \qquad \text{..... (5)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6.3 ปริมาณไขมัน

ทำการวิเคราะห์ไขมันโดยนำกัมมี่เยลลี่ทำการชั่งน้ำหนัก 2-3 กรัม บนกระดาษกรองและบันทึกน้ำหนัก (W1) ห่อตัวอย่างใส่ใน Thimble ปิดด้วยสำลี อบ Extraction cup 105 องศาเซลเซียส นำออกมาพัก ชั่งและบันทึกน้ำหนัก (W2) เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 150 mL ลงใน Extraction cup ใส่ Thimble ที่มีกัมมี่เยลลี่ลงใน Extraction cup ต่อมานำ Extraction cup ต่อเข้าเครื่องสกัดไขมันตั้งค่าการทำงานของเครื่อง โดยต้มสกัด 30 นาที จากนั้นชะตัวอย่าง 1 ชั่วโมง อบ Extraction cup 30 นาที นำ Extraction cup พักใน Desicator และชั่งน้ำหนัก (W3) สามารถคำนวณได้ ดังสมการที่ 6

$$\text{ไขมัน (\%)} = \frac{W3-W2}{W1} \times 100 \quad \text{..... (6)}$$

3.2.6.4 ปริมาณโปรตีน

ทำการวิเคราะห์โปรตีนโดยชั่งตัวอย่างกัมมี่เยลลี่น้ำหนัก 2-2.5 กรัม ในกระดาษชั่งสารและบันทึกน้ำหนัก นำตัวอย่างใส่ในหลอดย่อยโปรตีน เติมคะตะลิสผสม 2 เม็ด ลงในหลอดย่อยโปรตีน เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร ย่อยเป็นเวลานาน 1-1.5 ชั่วโมง จะได้ของเหลวสีเขียวใส พักให้เย็น โดยห้ามแช่น้ำแข็งหรืออ่างน้ำแข็ง กลั่นด้วย NaOH ดักจับสารด้วยกรดบอริก 50 มิลลิลิตร และหยดอินดิเคเตอร์6-10 หยด ในขวดรูปชมพู่ ไทเทรตกับ HCl 0.1 N จนได้จุดยุติสีชมพู-แดง สามารถคำนวณได้ ดังสมการที่ 7

โปรตีน (%) = ปริมาณไนโตรเจน (% โดยน้ำหนัก) × 6.25 ..... (7)

3.2.6.5 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (%) = 100 - (ความชื้น + โปรตีน + ไขมัน + เถ้า)

3.2.7 วิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยา

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่คอมบูชาผมน้ำเสาวรส 10 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 90 มิลลิลิตร ตีป่นด้วยเครื่องตีป่น ปิเปตตัวอย่างกัมมี่เยลลี่ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อจากนั้นทำการเจือจางตัวอย่างโดยใช้น้ำกลั่น เจือจางตัวอย่างที่ระดับการเจือจาง 10^{-1}-10^{-5} ทำการ spread plate ตัวอย่างลงบนอาหาร NA (Nutreint Agar) และ อาหาร NB (Nutreint Broth) โดยใช้แท่งแก้วรูปตัวแอลกระจายตัวอย่างให้ทั่วผิวหน้าอาหาร จากนั้นไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศสซาเซลเซียส เป็ยเวลา 48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.8 วิเคราะห์ทางสถิติ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีระหว่างกระบวนการหมักของคอมบูชา

จากการหมักคอมบูชาจากชาอู่หลง ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 0 14 และ 21 วัน พบว่า ค่าความเป็นกรด-เบสลดลงตามระยะเวลาในการหมัก พบว่าวันที่ 0 14 และ 21 มีความเป็นกรด-เบส 3.62 ± 0.04 , 2.79 ± 0.03 และ 2.51 ± 0.03 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) สัมพันธ์กับปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) เพิ่มขึ้น วันที่ 0 14 และ 21 คอมบูชามีปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.03 ± 0.00 , 0.50 ± 0.01 และ 0.89 ± 0.01 ที่น้ำหนักต่อปริมาตร ตามลำดับ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของคอมบูชาจะลดลงตามระยะเวลาการหมักสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงตามระยะเวลาการหมักเช่นกัน วันที่ 0 14 และ 21 คอมบูชามีปริมาณน้ำตาล 158.49 ± 0.05 , 128.95 ± 0.03 และ 97.85 ± 0.01 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าคอมบูชามีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.1 สอดคล้องกับ Suttipipatkul et al., (2023) พบว่าในระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชาปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการหมัก สำหรับสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมัก วันที่ 21 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด 360.10 ± 0.05 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมัก วันที่ 0 14 และ 21 มีค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ร้อยละ 79.07±0.00 , 94.00 ± 0.04 และ 96.33 ± 0.06 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.1 ในระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชา ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH เพิ่มขึ้นโดยสอดคล้องกับการทดลองของ Jayabalan et al., (2014)กล่าวว่าสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชาจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของกระบวนการหมัก จากผลการทดลอง ได้คัดเลือกคอมบูชาหมักเป็นระยะเวลา 21 วัน มาใช้ในการผลิตกัมมี่เยลลี่ เนื่องจากคอมบูชามีปริมาณกรดทั้งหมดสูงรวมทั้งปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและค่าการดักจับอนุมูลอิสระสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 คุณภาพทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระระหว่างกระบวนการหมักคอมบูชาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 21 วัน

ระยะเวลาในการหมัก	คุณภาพทางเคมีของคอมบูชา					
	ค่าความเป็นกรด-เบส	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก)	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Brix)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)	ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด (μGAE/ml)	ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH (ร้อยละ)
0	3.62 ± 0.04^{a}	0.03 ± 0.00^{c}	11.00 ± 0.03^{a}	158.49 ± 0.05^{a}	217.29 ± 0.00^{c}	79.07 ± 0.00^{b}
14	2.79 ± 0.03^{b}	0.50 ± 0.01^{b}	10.00 ± 0.01^{b}	128.95 ± 0.03^{b}	270.85 ± 0.08^{b}	94.00 ± 0.04^{a}
21	2.51 ± 0.03^{c}	0.89 ± 0.01^{a}	8.97 ± 0.06^{c}	97.85 ± 0.01^{c}	360.10 ± 0.05^{a}	96.33 ± 0.06^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.2 ผลการศึกษาการปรับปรุงรสชาติของคอมบูชาด้วยการผสมกับน้ำเสาวรสอัตราส่วนต่างๆ

จากการทดลองนำคอมบูชาหมักเวลา 21 วัน มีรสชาติเปรี้ยวมากเกินไป และมีกลิ่นหมักที่แรงมาก ไม่สามารถนำมาให้ผู้ทดสอบทำการชิมได้ จึงได้นำน้ำเสาวรสมาผสมในอัตราส่วนต่างๆเพื่อลดกลิ่นหมักและมีกลิ่นหอมของเสาวรส จากการนำคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสอัตราส่วน 9 : 1 , 7 : 3 และ 5 : 5 โดยปริมาตร นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสอัตราส่วน 7 : 3 ได้รับคะแนนด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงสุด เท่ากับ 7.27 ± 1.18 , 6.77 ± 1.38 , 7.13 ± 1.25 และ 7.07 ± 1.33 ตามลำดับ แสดงดังตาราง 4.2 โดยเฉพาะคะแนนด้านความชอบโดยรวมมีความแตกต่างทางด้านสถิติ ($p < 0.05$) กับอัตราส่วน 5 : 5 จึงได้คัดเลือกอัตราส่วน 7 : 3 มาใช้ในการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาหมัก 21 วัน ผสมน้ำเสาวรสอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วนของคอมบูชา : น้ำเสาวรส	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส			
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
9 : 1	6.87 ± 1.50[a]	6.37 ± 1.30[a]	6.50 ± 1.71[a]	6.57 ± 1.25[a]
7 : 3	7.27 ± 1.18[a]	6.77 ± 1.38[a]	7.13 ± 1.25[a]	7.07 ± 1.33[a]
5 : 5	7.13 ± 1.36[a]	6.57 ± 1.22[a]	6.77 ± 1.38[a]	5.63 ± 1.42[b]

หมายเหตุ
- ผลการทดลองแสดงในรูปเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร [a b] ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางเคมีและค่าดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาและคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

ตัวอย่าง	คุณภาพทางเคมีของคอมบูชา											
	ค่าความเป็นกรด-เบส	Sig (2-tailed)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก)	Sig (2-tailed)	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (°Brix)	Sig (2-tailed)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)	Sig (2-tailed)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (µGAE/ml)	Sig (2-tailed)	ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH (ร้อยละ)	Sig (2-tailed)
คอมบูชา	2.51 ± 0.03	0.00	0.89 ± 0.01	0.01	8.97 ± 0.06	0.00	97.85 ± 0.01	0.00	360.10 ± 0.06	0.03	96.33 ± 0.06	0.052
คอมบูชาผสมน้ำเสาวรส	2.23 ± 0.02		1.13 ± 0.06		8.02 ± 0.00		65.21 ± 0.00		366.35 ± 0.63		96.58 ± 0.01	

จากผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.3 เมื่อนำคอมบูชา หมักเป็นเวลา 21 วัน นำมาผสมกับน้ำเสาวรสอัตราส่วนคอมบูชาต่อน้ำเสาวรส 7 : 3 นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี เปรียบเทียบกับคอมบูชาหมัก 21 วันที่ไม่ได้ผสมน้ำเสาวรส พบว่าคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสอัตราส่วน 7 : 3 นอกจากผู้ทดสอบให้คะแนนทางด้านรสชาติและการยอมรับโดยรวมสูงแล้ว เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่ามีปริมาณกรดทั้งหมดสูงกว่าคอมบูชา อาจเนื่องจากน้ำเสาวรสมีความเป็นกรดสูง เมื่อนำมาผสมกับคอมบูชาทำให้ส่วนผสมที่ได้มีความเป็นกรดเพิ่มขึ้นและปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดและค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH 366.35 ± 0.63 ไมโครกรัมแกลลิกต่อมิลลิลิตร และร้อยละ 96.58 ± 0.01 ตามลำดับ มีปริมาณสูงกว่าคอมบูชาหมัก 21 วัน เนื่องจากน้ำเสาวรสมีกรดอินทรีย์ต่างๆที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เมื่อนำมาผสมกับคอมบูชาทำให้ส่วนผสมมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น

4.4 ผลการศึกษาการผลิตกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

นำคอมบูชาหมักเป็นเวลา 21 วัน ผสมน้ำเสาวรสอัตราส่วน คอมบูชาต่อน้ำเสาวรส 7 : 3 โดยปริมาตร นำมาเป็นส่วนผสมในการทำกัมมี่เยลลี่

4.4.1 ผลการศึกษาปริมาณเจลาตินต่อคุณภาพของกัมมี่เยลลี่

4.4.1.1 ค่าวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่

เจลาตินนิยมนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ จะทำหน้าที่ในการขึ้นรูปและปรับปรุงโครงสร้างและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่แห้งจะมีเนื้อสัมผัสอ่อนค่อนข้างนุ่ม เหนียว และมีความยืดหยุ่น จากการใช้ปริมาณเจลาตินความเข้มข้นร้อยละ 15 , 20 และ 25 น้ำหนักต่อปริมาตร ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ที่ได้ พบว่า กัมมี่เยลลี่ที่มีส่วนผสมของเจลาตินในความเข้มข้นต่างๆ มีรสชาติหวานอมเปรี้ยว มีค่าความเป็นกรด-เบสอยู่ในช่วง 2.5 ถึง 3.5

จากการวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสโดยวิธี Texture profile analysis พบว่า ปริมาณเจลาตินมีผลต่อค่าเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ โดยเมื่อปริมาณเจลาตินเพิ่มขึ้น ความแข็ง (Hardness) หรือแรงที่ใช้ในการทำให้ตัวอย่างเสียรูป มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 21.70 ± 0.55 N เป็น 30.96 ± 0.51 N ในขณะที่ความเหนียว (Gumminess) หรือแรงที่ใช้ในการทำให้อาหารกึ่งแข็งแตกกระจายจนอยู่ในสภาพพร้อมที่จะกลืน ซึ่งบอกความเหนียวที่มีอยู่ในอาหารกึ่งแข็งตลอดการเคี้ยว มีค่าเพิ่มขึ้นลง 12.76 ± 0.78 N เป็น 17.52 ± 0.99 N การทนต่อความเคี้ยวอาหารแข็งพร้อมจะกลืน มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.06 ± 0.01 N เป็น 0.13 ± 0.04 N แสดงให้เห็นว่าเมื่อปริมาณเจลาตินซึ่งใช้เป็นสารก่อเจลเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 15 เป็นร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น จึงต้องใช้พลังงานในการบดเคี้ยวเพิ่มขึ้น แรงยึด (cohesiveness) ที่เกิดขึ้นภายในตัวอย่างและความยืดหยุ่น (springness) มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันสอดคล้องกับการทดลองของ เฉลิมพล (2552) รายงานว่าปริมาณเจลาตินเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าความยืดหยุ่น ความแข็งและการเคี้ยวมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มปริมาณเจลาตินซึ่งเป็นสารก่อเจลในกัมมี่เยลลี่ร้อยละ 15 , 20 และ 25 น้ำหนักต่อปริมาตร มีผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทั้งด้าน ความแข็ง แรงยึดเหนี่ยว ความเหนียว ความยืดหยุ่น และการทนต่อการเคี้ยว แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ที่เตรียมโดยใช้ปริมาณเจลาตินที่แตกต่างกัน

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	Hardness (N)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (N)	Chewiness (Nm)
15	21.70 ± 0.55^{c}	0.44 ± 0.01^{c}	5.27 ± 0.24^{c}	12.76 ± 0.78^{c}	0.06 ± 0.01^{c}
20	28.77 ± 0.00^{b}	0.65 ± 0.06^{b}	6.32 ± 0.32^{b}	15.32 ± 0.41^{b}	0.08 ± 0.00^{b}
25	30.96 ± 0.51^{a}	0.87 ± 0.05^{a}	8.15 ± 0.57^{a}	17.52 ± 0.99^{a}	0.13 ± 0.04^{a}

หมายเหตุ
- ผลการทดลองแสดงในรูปเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.4.1.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนด้านสี กลิ่น ของกัมมี่เยลลี่ที่ใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 15 20 และ 25 ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.5 สำหรับคะแนนด้านความเปรี้ยว ความหวาน และความยืดหยุ่นของกัมมี่เยลลี่ พบว่าปริมาณเจลาตินร้อยละ 15 มีคะแนนด้านความเปรี้ยว ความหวาน และความยืดหยุ่นสูงกว่าใช้เจลาตินร้อยละ 20 และ 25 โดยเฉพาะการใช้เจลาตินในปริมาณมาก มีผลทำให้กัมมี่เยลลี่แข็ง มีความยืดหยุ่นลดลง การใช้เจลาตินร้อยละ 15 น้ำหนักต่อปริมาตร มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด 6.93 ± 1.20 และแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการใช้เจลาตินร้อยละ 20 และ 25 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่ใช้เจลาตินร้อยละ 15 เนื่องจากเนื้อสัมผัสที่ไม่แข็งและนิ่มเกินไป สอดคล้องกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสที่ใช้เครื่องมือวิเคราะห์ จากผลการทดลองข้างต้น คัดเลือกปริมาณเจลาตินร้อยละ 15 น้ำหนักต่อปริมาตรมาใช้ในการศึกษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 การทดสอบทางประสาทผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสเมื่อใช้ปริมาณเจลาตินแตกต่างกัน (หมัก 21 วัน)

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส					
	สี	กลิ่น	ความเปรี้ยว	ความหวาน	ความยืดหยุ่น	ความชอบโดยรวม
15	7.10 ± 1.24 [a]	6.43 ± 1.28[a]	5.50 ± 1.68[a]	6.10 ± 1.58[a]	6.40 ± 1.43[a]	6.93 ± 1.20[a]
20	7.27 ± 1.18 [a]	6.33 ± 1.04[a]	5.30 ± 1.64[a]	5.57 ± 1.61[b]	6.40 ± 1.56[a]	6.50 ± 1.31[b]
25	6.87 ± 1.50 [a]	6.23 ± 1.50[a]	4.93 ± 1.60[b]	5.30 ±1.55[c]	5.60 ± 1.98[b]	5.97 ± 1.83[b]

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร [a b c] ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.4.2 ผลการศึกษาปริมาณคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่

ลักษณะที่ปรากฏของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส มีสีเหลืองตามธรรมชาติของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส เนื้อกัมมี่เยลลี่มีลักษณะใส เนื่องจากสารก่อเจลที่ใช้ในการทำกัมมี่เยลลี่ คือ เจลาติน ทำให้เจลที่ได้ใส มีผิวที่เรียบ เนื้อสัมผัสไม่นุ่มมาก มีความยืดหยุ่นเล็กน้อย มีกลิ่นหอมตามธรรมชาติของน้ำเสาวรส แสดงดังรูปที่ 4.1 ความคงรูปของกัมมี่เยลลี่จะลดลง เมื่อปริมาณคอมบูชาผสมเสาวรสเพิ่มขึ้น ลักษณะของกัมมี่เยลลี่อ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเยลลี่แห้ง มผช 520/2547 ระบุว่าเยลลี่แห้งจะต้องมีลักษณะเป็นชิ้นแห้ง ไม่เกาะติดกัน มีสีและกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ เนื้อสัมผัสต้องเหนียว นุ่ม ไม่แข็งกระด้าง ซึ่งผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่ผลิตได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

(A) (B) (C)

รูปที่ 4.1 ลักษณะปรากฏของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส ที่มีปริมาณน้ำหมักคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส ร้อยละ 50 (A) ร้อยละ 65 (B) และร้อยละ 80 (C) โดยปริมาตร

4.4.2.1 วิเคราะห์เนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่

ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากน้ำหมักคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส โดยใช้ปริมาตรเจลาตินที่ได้จากการศึกษาข้างต้น (ร้อยละ 15 น้ำหนักต่อปริมาตร) แปรผันปริมาณคอมบูชาร้อยละ 50 65 และ 80 โดยปริมาตร นำผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่วิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้วยใช้ Texture profile analysis แสดงดังตารางที่ 4.6 พบว่าปริมาณคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 80 โดยปริมาตร ทำให้ค่าความแข็ง (hardness) ค่าแรงที่ใช้บดเคี้ยวอาหาร (chewiness) ค่าความยืดหยุ่น (springiness) ค่าความเหนียว (gumminess) ลดลงต่ำกว่าการใช้ปริมาณน้ำหมักคอมบูชาผสมเสาวรสร้อยละ 50 และ 65 อาจเนื่องมาจากเจลาตินซึ่งเป็นสารก่อเจลในงานวิจัยนี้เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำหมักคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-เบส ของส่วนผสมอาจส่งผลต่อความแข็งแรงของเจลกัมมี่เยลลี่ เฉลิมพล (2552) รายงานว่าปริมาณเจลาตินเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าความยืดหยุ่น ความแข็งและการเคี้ยวมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6 ค่าเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ที่เตรียมโดยใช้ปริมาณคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสแตกต่างกัน

ปริมาณของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส	Hardness (N)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (N)	Chewiness (Nm)
ร้อยละ 50	22.85 ± 1.61^{a}	0.66 ± 0.05^{a}	5.55 ± 0.07^{a}	12.76 ± 0.66^{a}	0.07 ± 0.00^{a}
ร้อยละ 65	22.15 ± 1.12^{a}	0.56 ± 0.04^{b}	5.56 ± 0.11^{a}	11.92 ± 1.07^{a}	0.07 ± 0.01^{a}
ร้อยละ 80	19.69 ± 2.12^{b}	0.47 ± 0.02^{c}	5.52 ± 0.11^{a}	11.44 ± 0.87^{b}	0.06 ± 0.01^{a}

หมายเหตุ
- ผลการทดลองแสดงในรูปเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.4.2.2 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ที่ใช้ปริมาณน้ำหมักคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 50 65 และ 80 โดยปริมาตร พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนด้านสี กลิ่น ความเปรี้ยว ความหวาน ความยืดหยุ่น และความชอบโดยรวมในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่ใช้น้ำหมักคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 80 สูงกว่าการใช้ปริมาณคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 50 และ 65 และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) กับกัมมี่เยลลี่ที่ใช้น้ำหมักคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 65 แต่แตกต่างทางสถิติกับการใช้น้ำหนักคอมบูชาผสมเสาวรสร้อยละ 50 โดยเฉพาะด้านความเปรี้ยว,ควมหวาน ,ความยืดหยุ่น และความชอบโดยรวม แสดงดังตารางที่ 4.7 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดในกัมมี่เยลลี่ที่มีปริมาณคอมบูชาร้อยละ 80 เพราะให้เนื้อสัมผัสไม่แข็งและนิ่มเกินไปสอดคล้องกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสที่ใช้เครื่องมือวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสเมื่อใช้ปริมาณน้ำหมักคอมบูชาแตกต่างกัน

ปริมาณของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส					
	สี	กลิ่น	ความเปรี้ยว	ความหวาน	ความยืดหยุ่น	ความชอบโดยรวม
ร้อยละ 50	7.07 ± 1.36[a]	6.80 ± 1.77[a]	6.33 ± 1.40[c]	6.57 ± 1.22[b]	6.27 ± 1.78[b]	6.90 ± 1.03[b]
ร้อยละ 65	7.27 ± 1.36[a]	7.10 ± 1.22[a]	6.87 ± 1.18[b]	7.20 ± 1.11[a]	6.50 ± 1.71[b]	7.43 ± 0.96[a]
ร้อยละ 80	7.40 ± 1.40[a]	7.13 ± 1.26[a]	7.13 ± 1.43[a]	7.27 ± 1.29[a]	7.17 ± 1.10[a]	7.93 ± 0.96[a]

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร [a b c] ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.8 คุณภาพทางเคมีและค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส ใช้เจลาตินร้อยละ 15 น้ำหนักต่อปริมาตรและคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 80 โดยปริมาตร

ตัวอย่าง	คุณภาพทางเคมีของคอมบูชา					
	ค่าความเป็นกรด-เบส	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก)	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Brix)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)	ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด (μGAE/ml)	ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH (ร้อยละ)
กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส	3.05 ± 0.07	0.45 ± 0.01	73.49 ± 0.39	338.20 ± 0.00	285.10 ± 0.53	85.32 ± 0.13

4.4.3 วิเคราะห์องค์ประกอบคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสใช้เจลาตินร้อยละ 15 น้ำหนักต่อปริมาตร และคอมบูชาร้อยละ 80 โดยปริมาตร พบว่ามีความชื้นร้อยละ 27.52 เถ้าร้อยละ 0.56 โปรตีนร้อยละ 19.16 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 52.75 ไขมันร้อยละ 0.01 แสดงดังตารางที่ 4.9 มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Srisamatthakarn et al., (2016) ที่กล่าวว่าผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาด ได้รับความนิยมอย่างมากในกลุ่มเด็กจนถึงวัยรุ่น เนื่องจากมีรูปร่างและสีสันที่สวยงาม รสหวานอมเปรี้ยว มีเนื้อสัมผัสที่เหนียวนุ่มและมีความยืดหยุ่น สารอาหารหลัก ของกัมมี่เยลลี่ คือ คาร์โบไฮเดรต ทำให้กัมมี่เยลลี่มีคุณค่าด้านพลังงานสูง

ตารางที่ 4.9 คุณค่าทางโภชนาการของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

รายการวิเคราะห์	ปริมาณ
ความชื้น (ร้อยละ)	27.74 ± 0.28
เถ้า (ร้อยละ)	0.59 ± 0.15
โปรตีน (ร้อยละ)	19.27 ± 0.79
ไขมัน (ร้อยละ)	0.02 ± 0.01
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	52.38 ± 0.53

4.4.4 วิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

ผลการวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ พบว่าผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ปริมาณยีสต์และราต่ำกว่า 10 CFU ต่อกัมมี่เยลลี่ 1 กรัม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 520/2547 เรื่องเยลลี่แห้ง มีการระบุไว้ว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจพบในกัมมี่เยลลี่ต้องไม่เกิน $1x10^4$ CFU ต่อกัมมี่เยลลี่ 1 กรัม มีปริมาณยีสต์และราไม่เกิน 100 CFU ต่อกัมมี่เยลลี่ 1 กรัม

ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาของกัมมี่เยลลี่คอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (CFU ต่อกรัมของกัมมี่เยลลี่)	< 25
ยีสต์และรา (CFU ต่อกรัมของกัมมี่เยลลี่)	< 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

1. จากการหมักคอมบูชาเป็นเวลา 21 วัน เก็บตัวอย่างในวันที่ 0 14 และ 21 พบว่าคอมบูชาหมัก 21 วัน มีปริมาณกรดทั้งหมดสูงสุดร้อยละ 0.89 ± 0.01 น้ำหนักต่อปริมาตร มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและค่าการดักจับอนุมูลอิสระสูงสุดเท่ากับ 420.38 ± 0.04 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตรและร้อยละ 96.33 ± 0.06 ตามลำดับ

2. นำคอมบูชาหมักเป็นเวลา 21 วัน ผสมน้ำเสาวรส อัตราส่วนน้ำหมักคอมบูชาต่อน้ำเสาวรสเท่ากับ 7 : 3 ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงกว่าอัตราส่วน 9 : 1 และ 5 : 5

3. ศึกษาคุณภาพทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสเปรียบเทียบกับคอมบูชาที่หมักเป็นเวลา 21 วัน พบว่าคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสอัตราส่วน 7 : 3 มีปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก) ปริมาณสารประกอบฟีนอกลิกทั้งหมดและค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่าคอมบูชาที่ไม่ได้ผสมน้ำเสาวรส

4. นำคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสอัตราส่วน 7 : 3 เป็นส่วนประกอบในการผลิตกัมมี่เยลลี่และศึกษาปริมาณเจลาตินซึ่งเป็นสารก่อเจลในกัมมี่เยลลี่ พบว่าการใช้เจลาตินร้อยละ 15 น้ำหนักต่อปริมาตร ค่าเนื้อสัมผัสของเยลลี่กัมมี่มีความแข็ง (hardness) น้อย ความเหนียว (cohesiveness) น้อย ค่าการออกแรงเคี้ยว (chewiness) น้อยกว่าการใช้เจลาตินร้อยละ 20 และ 25 รวมทั้งมีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยเฉพาะคะแนนความชอบโดยรวมสูงเท่า 6.93 ± 1.20

5. ผลิตกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส โดยใช้เจลาตินร้อยละ 15 น้ำหนักต่อปริมาตรและแปรผันปริมาณน้ำหมักคอมบูชา พบว่า การใช้น้ำหมักคอมบูชาร้อยละ 80 มีค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง (hardness) ค่าความเหนียว (gumminess) และการออกแรงเคี้ยว (chewiness) ต่ำกว่าการใช้ปริมาณน้ำคอมบูชาร้อยละ 50 และ 65 รวมทั้งคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบให้คะแนนด้านสี กลิ่น ความหวาน ความเปรี้ยว ความยืดหยุ่น และความชอบโดยรวมสูงเช่นกัน

6. จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสเปรียบเทียบกัมมี่เยลลี่สูตรพื้นฐาน พบว่ากัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมเสาวรสมีปริมาณกรด 3.05 ± 0.07 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 285.10 ± 0.53 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร และค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ร้อยละ 85.32 ± 0.13 ซึ่งสูงกว่ากัมมี่เยลลี่สูตรพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของกัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส พบว่ามีความชื้นร้อยละ 27.74 ± 0.28 เถ้าร้อยละ 0.59 ± 0.15 โปรตีนร้อยละ 19.27 ± 0.79 ไขมันร้อยละ 0.02 ± 0.01 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 52.38 ± 0.53 และมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดน้อยกว่า 25 CFU/กัมมี่เยลลี่ 1 กรัม มียีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/กัมมี่เยลลี่ 1 กรัม ซึ่งอยู่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช 520/2547 ของผลิตภัณฑ์เยลลี่แห้ง

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการปรับปรุงรสชาติ และศึกษาคุณภาพทางเคมี กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ เนื้อสัมผัส คุณค่าทางโภชนาการ รวมทั้งทดสอบทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส ในส่วนของคุณค่าทางโภชนาการมีค่าคาร์โบไฮเดรตในปริมาณที่สูง ซึ่งอาจทำให้ส่งผลเสียต่อสุขภาพ ดังนั้นควรพัฒนาให้ค่าคาร์โบไฮเดรตในกัมมี่เยลลี่มีอยู่ในปริมาณที่เหมาะสมต่อการบริโภค และในการทดลองมีการใช้น้ำเสาวรส ซึ่งอาจมีผลทำให้การขึ้นรูปของเยลลี่ รสชาติ คุณภาพทางเคมี เนื้อสัมผัสมีลักษณะที่ยังไม่สมบูรณ์และเหมาะสม ดังนั้นควรพัฒนาโดยการใช้ผลไม้ที่หลากหลายรสชาติที่แตกต่างกันทั้งที่มีรสเปรี้ยวและรสหวาน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนากัมมี่เยลลี่เพื่อสุขภาพต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ขวัญใจ กลิ่นจงกล. 2556 “องค์ประกอบคาร์โบไฮเดรตของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทรีตเปลือกเสาวรสด้วยน้ำกึ่งวิกฤต” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร หน้า 3-4

เฉลิมพล ถนอมวงศ์. 2552 “ผลของเจลาตินและกรด ซิตริกต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่รสตะไคร้” ว.วิทยาศาสตร์ มข. 37(3): 325-332.

สุกัญญา เขียวสะอาด สรัญญา ชวนพงษ์พานิช และอัศวิน ดาดูเคล. 2020 “การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค” วารสารวิทยาศสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 28 ฉบับที่ 12 หน้า 2816-2817

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2547 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเยลลี่แห้ง) มผช. 520-2547, กรุงเทพมหานคร.

ลพ ภวภูตานนท์. 2545 “การปลูกกะทกรกฝรั่ง” ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอ็จ สโรบล พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ กล้าณรงค์ ศรีรอต เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์ สมพร อิศวิลานนท์ สิริกัญญา ขุนวิเศษ และ วิทวัส สโรบล. 2547 “โครงการศึกษาวิจัยเพื่อปรับปรุงระบบบริหารงานวิจัยและพัฒนาของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย” รายงานผลการวิจัย สถาบันอินทรีจันทรสถิตย์เพื่อการค้นคว้าและพัฒนาพืชศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หน้า 4

Dufresne, C., Farnworth, E., (2000) “Tea Kombucha and health” a review article Food: 409-421

Han, L.K., Takaku, T., Li, J., Kimura, Y., and Okuda, H. (1999). “Anti-obesity action of oolong tea” Int JObesRelatMetabDisord, 23, 98-105.

Hosoda, K., Wang, M.F., Liao, M.L., Chuang, C.K., Iha, M., and Clevidence, B. (2003). “Antihyperglycemic effect of oolong tea in type 2 diabetes” Diabetes Care, 26, 1714–1718

Jayabalan, R., Marimuthu, S., and Swaminathan, K. (2003) “Changes in content of organic acids and tea polyphenols during Kombucha tea fermentation” Food Chem. 2007; 102: 392– 398

Komatsu, T., Nakamori, M., Komatsu, K., Hosoda, K., Okamura, M., and Toyama, K. (2003). “Oolong tea increases energy metabolism in Japanese females” J Med Invest, 50, 170-175.

Kuroda, Y., and Hara, Y. (1999). “Antimutagenic and anticarcinogenic activity of tea polyphenols.Mutat” Res,436, 69-97.

Li, R., Xu, Y., Chen, J., Wang, F., Zou, C., and Yin, J. (2022) “Enhancing the proportion of gluconic acid with a microbial community reconstruction method to I mprove the taste quality of Kombucha” LWT Food Science and Technology 155: 112937

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Massoud, R., Jafaridastjerdeh, R., Naghavi, N., and Khosravidarani, K. “All Aspects of Antioxidant Properties of Kombucha Drink” Review article Volume 12, Issue 3, 2022, 4018 – 4027

Mohsin, A., Nor, N., Muhialdin, B., Roby, B., Abadl, M., Marzlan, A., Hussain, N., and Hussin, A. 2022. “The effects of encapsulation process involving arabic gum on the metabolites, antioxidant and antibacterial activity of kombucha (fermented sugared tea)” Journal of Food Hydrocolloids for Health 2 : 100072

Garcia, T. (2000) “Analysis of gelatin-based confections” Manufact. Confect. 80: 93- 101

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

Rumpler, W., Seale, J., Clevidence, B., Judd, J., Wiley, E., and Yamamoto, S.(2001). “Oolong tea increases metabolic rate and fat oxidation in men” J Nutr, 131, 2848–2852

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

Srisamatthakarn, P., Na- Nan, P., and Thongphu, S. (2016) “Development of gummy jelly product with high quality and antioxidant poperties from Phak Chiangda” Songklanakarin J. Plant Sci. 3 (Suppl. III): M11/39-47. (in Thai)

Wang, X., wang, D., wang, H., Jiao, S., Wu, J., Hou, Y., Sun, J., and Yuan, J. 2022 “Chemical profile and antioxidant capacity of kombucha tea by the pure cultured kombucha” LWT - Food Science and Technology 168 : 113931

Yang, T.T., and Koo, M.W. (1997). “Hypocholesterolemic effects of Chinese tea” Pharmacol Res, 35, 505-512

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

[Online]. Available : https://www.sgethai.com/article/kombucha ; (สืบค้นเมื่อวันที่ 9 กันยายน 2565)

[Online]. Available : https://food.trueid.net/detail/mPx2ZQ4OdB2r ; (สืบค้นเมื่อวันที่ 15 กันยายน 2565)

[Online]. Available : https://www.nstda.or.th/sci2pub/microwave-pasteurization-of-food/ ; (สืบค้น เมื่อวันที่ 15 กันยายน 2565)

[Online]. Available : https://hellokhunmor.com/ ; (สืบค้นเมื่อวันที่ 15 กันยายน 2565)

[Online]. Available : https://www.gourmetandcuisine.com/stories/detail/1564 ; (สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กันยายน 2565)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การเตรียมสารเคมี

1.สารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก

เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (gallic acid) โดยชั่งสารกรดแกลลิก 0.0.1 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร 10 ปรับปริมาตรจนครบ 10 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 50 100 200 400 และ 600 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

2.สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์

เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 โมลาร์ ในปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ทำโดยการชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ปริมาณ 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วใส่ในขวดปรับปริมาตรจนถึง 1,000 มิลลิลิตร และเขย่าให้โซเดียมไฮดรอกไซด์ละลายเข้ากันจนหมด

3.สารละลายมาตรฐานกลูโคส

เตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคสโดยการนำกลูโคสไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น จากนั้นชั่งกลูโคสที่ผ่านการอบมาแล้ว 0.01 กรัม ละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรจนถึง 100 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 20 40 60 80 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

4.สารละลาย DPPH (2,2-diphenyi-1-picrylhydrazyl)

เตรียมสารละลาย DPPH (2,2-diphenyi-1-picrylhydrazyl) ที่ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ เตรียมในปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำสาร DPPH 0.8 จำนวน 0.8 กรัม ไปละลายในเอทิลแอลกอฮอลล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร คนจนสารละลาย DPPH ละลายจนหมด โดยในขั้นตอนการทำและเก็บรักษาทำในที่ทึบแสง

5.Folin-Ciocalteu phenol reagent

เตรียมสารละลาย Folin-Ciocalteu phenol reagent ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยใส่ Folin-Ciocalteu phenol reagent ปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำมาปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ครบ 10 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1.อาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar (NA)

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar (NA) โดยการชั่ง Nutrient Broth (NB) ปริมาตร 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตร เติมผงวุ้น (Agar) 9 กรัม คนให้อาหารเลี้ยงเชื้อเข้ากัน และนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2.อาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Broth (NB)

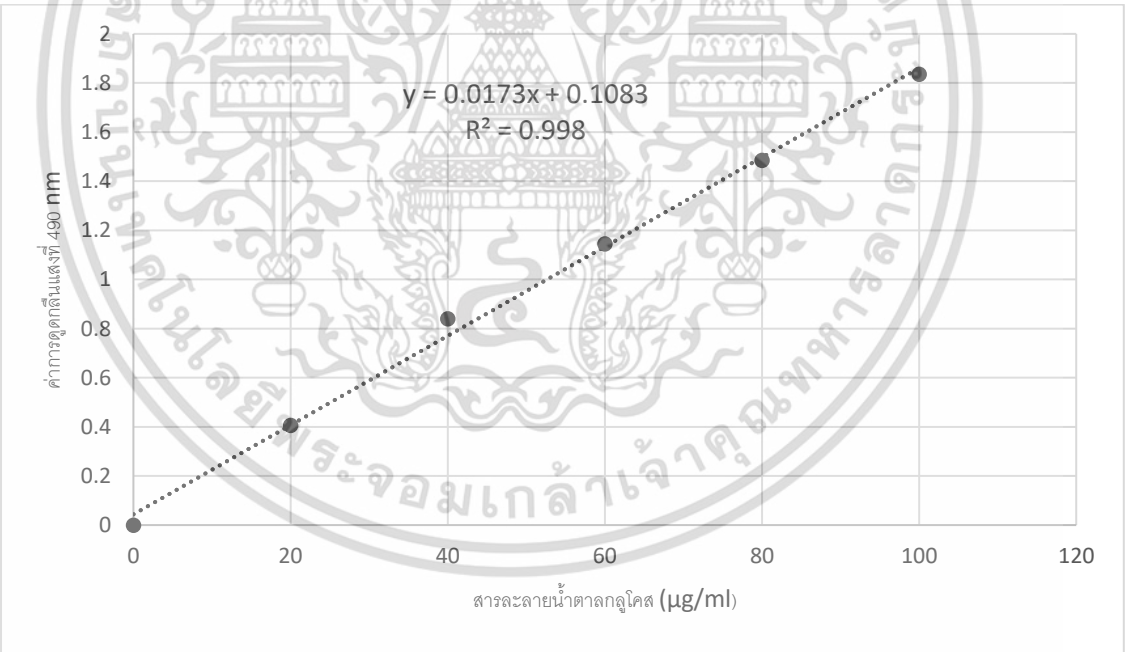
เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Broth (NB) โดยทำการชั่ง Nutrient Broth (NB) 6.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตรกรัม คนให้อาหารเลี้ยงเชื้อเข้ากันและนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
กราฟมาตรฐานของสารละลายกลูโคส

ตารางที่ ค-1 ความเข้มข้นของสารละลายกลูโคสและค่าการดูดกลืนแสง 490 นาโนเมตร

ความเข้มข้นของสารละลายกลูโคส ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร	ค่าการดูดกลืนแสง 490 นาโนเมตร
0	0.000
20	0.407
40	0.840
60	1.145
80	1.485
100	1.836



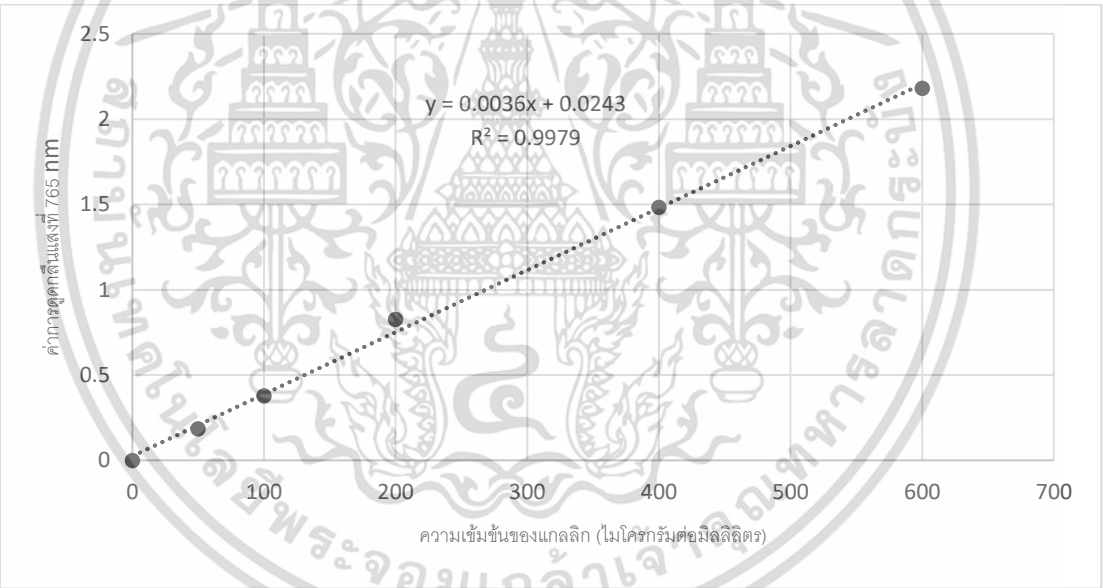
รูปที่ ค-1 กราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
กราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิก

ตารางที่ ง-1 ความเข้มข้นของกรดแกลลิกและค่าการดูดกลืนแสง 765 นาโนเมตร

ความเข้มข้นของกรดแกลลิก (µg/ml)	ค่าการดูดกลืนแสง 765 นาโนเมตร
0	0.000
50	0.185
100	0.378
200	0.827
400	1.483
600	2.181



รูปที่ ง-1 กราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
แบบประเมินทางประสาทสัมผัส

แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

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

คำแนะนำ : กรุณาประเมินตัวอย่างตามลำดับที่เสนอจากซ้ายไปขวา ประเมินคุณค่าทางประสาทสัมผัสแล้วให้คะแนนความชอบ 1-9 คะแนน ในแต่คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตามความรู้สึกของท่าน และบ้วนปากทุกครั้งหลังชิมตัวอย่างลำดับถัดไป

ระดับความชอบ 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			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่คอมบูชาผสมน้ำเสาวรสเมื่อใช้ปริมาณเจลาตินแตกต่างกัน

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

คำแนะนำ : กรุณาประเมินตัวอย่างตามลำดับที่เสนอจากซ้ายไปขวา ประเมินคุณค่าทางประสาทสัมผัสแล้วให้คะแนนความชอบ 1-9 คะแนน ในแต่คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตามความรู้สึกของท่าน และบ้วนปากทุกครั้งหลังชิมตัวอย่างลำดับถัดไป

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

คุณลักษณะ	**รหัสตัวอย่าง**		
	987	654	321
สี			
กลิ่น			
ความเปรี้ยว			
ความหวาน			
ความยืดหยุ่น			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่คอมบูชาผสมน้ำเสาวรสเมื่อใช้ปริมาณคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสแตกต่างกัน

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

คำแนะนำ : กรุณาประเมินตัวอย่างตามลำดับที่เสนอจากซ้ายไปขวา ประเมินคุณค่าทางประสาทสัมผัสแล้วให้คะแนนความชอบ 1-9 คะแนน ในแต่คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตามความรู้สึกของท่าน และบ้วนปากทุกครั้งหลังชิมตัวอย่างลำดับถัดไป

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

คุณลักษณะ	**รหัสตัวอย่าง**		
	213	546	879
สี			
กลิ่น			
ความเปรี้ยว			
ความหวาน			
ความยืดหยุ่น			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ 4.1 คุณภาพทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระระหว่างการหมักคอมบูชาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 21 วัน

4.1.1 ค่าความเป็นกรด-เบสของคอมบูชาจากชาอู่หลงระหว่างการหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 21 วัน

ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	ความเป็นกรดเบส
0	3.62 ± 0.04^{a}
14	2.79 ± 0.03^{b}
21	2.51 ± 0.03^{c}

หมายเหตุ
- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	1.977	2	0.989	936.600	0.000
Within Groups	0.660	6	0.001		
Total	1.984	8			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05		
วัน	N	1	2	3
21 วัน	3	2.5133		
14 วัน	3		2.7900	
0 วัน	3			3.6167
Sig		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) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงระหว่างการหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 21 วัน

ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดอะซิติก)
0	0.03 ± 0.00^{c}
14	0.50 ± 0.03^{b}
21	0.89 ± 0.03^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	1.263	2	0.631	6798.073	0.000
Within Groups	0.001	6	0.000		
Total	1.263	8			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05		
วัน	N	1	2	3
0 วัน	3	0.0260		
14 วัน	3		0.5033	
21 วัน	3			0.8943
Sig		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000

4.1.3 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Brix) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงระหว่างการหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 21 วัน

ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Brix)
0	11.00 ± 0.03^{a}
14	10.00 ± 0.01^{b}
21	8.97 ± 0.06^{c}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	6.202	2	3.101	2791.000	0.000
Within Groups	0.007	6	0.001		
Total	6.209	8			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05		
วัน	N	1	2	3
21 วัน	3	8.9667		
14 วัน	3		10.0000	
0 วัน	3			11.0000
Sig		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000

4.1.4 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (กรัมต่อลิตร) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงระหว่างการหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 21 วัน

ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)
0	158.49 ± 0.05[a]
14	128.95 ± 0.03[b]
21	97.85 ± 0.01[c]

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร [a b c] ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	0.066	2	0.033	1975.593	0.000
Within Groups	0.000	6	0.000		
Total	0.066	8			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05		
วัน	N	1	2	3
21 วัน	3	97.8540		
14 วัน	3		128.9576	
0 วัน	3			158.4907
Sig		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000

4.1.5 ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด (µGAE/ml) ของคอมบูชาจากชาอู่หลง ระหว่างการหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 21 วัน

ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)
0	217.29 ± 0.00^{c}
14	270.85 ± 0.08^{b}
21	360.10 ± 0.05^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	0.440	2	0.220	52.809	0.000
Within Groups	0.025	6	0.004		
Total	0.465	8			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05		
วัน	N	1	2	3
21 วัน	3	360.1005		
14 วัน	3		270.8512	
0 วัน	3			217.2934
Sig		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000

4.1.6 ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH (ร้อยละ) ของคอมบูชาจากชาอู่หลงระหว่างการหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 21 วัน

ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)
0	79.07 ± 0.00^{b}
14	94.00 ± 0.04^{a}
21	96.33 ± 0.06^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	9.264	2	4.632	121.260	0.000
Within Groups	0.306	8	0.038		
Total	9.570	10			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
วัน	N	1	2
0 วัน	3	79.0785	
14 วัน	3		94.0056
21 วัน	3		96.3316
Sig		0.973	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคอมบูชาหมัก 21 วัน ผสมน้ำเสาวรส อัตราส่วนต่างๆ

4.2.1 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี

อัตราส่วนของ คอมบูชา : น้ำเสาวรส	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี
9 : 1	6.87 ± 1.50^{a}
7 : 3	7.27 ± 1.18^{a}
5 : 5	7.13 ± 1.36^{a}

หมายเหตุ
- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	2.489	2	1.244	0.682	0.508
Within Groups	158.800	87	1.825		
Total	161.289	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05
อัตราส่วน	N1	1
9 : 1	30	6.8667
5 : 5	30	7.1333
7 : 3	30	7.2667
Sig		0.285

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000

4.2.2 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

อัตราส่วนของ คอมบูชา : น้ำเสาวรส	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น
9 : 1	6.37 ± 1.30^{a}
7 : 3	6.77 ± 1.38^{a}
5 : 5	6.57 ± 1.22^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	2.400	2	1.200	0.688	0.505
Within Groups	151.700	87	1.744		
Total	154.100	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05
อัตราส่วน	N1	1
9 : 1	30	6.3667
5 : 5	30	6.5667
7 : 3	30	6.7667
Sig		0.274

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000

4.2.3 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ

อัตราส่วนของ คอมบูชา : น้ำเสาวรส	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ
9 : 1	6.50 ± 1.71^{a}
7 : 3	7.13 ± 1.25^{a}
5 : 5	6.77 ± 1.38^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	6.067	2	3.033	1.372	0.259
Within Groups	192.333	87	2.211		
Total	198.400	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05
อัตราส่วน	N1	1
9 : 1	30	6.5000
5 : 5	30	6.7667
7 : 3	30	7.1333
Sig		0.123

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000

4.2.4 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม

อัตราส่วนของ คอมบูชา : น้ำเสาวรส	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน ความชอบโดยรวม
9 : 1	6.57 ± 1.25^{a}
7 : 3	7.07 ± 1.33^{a}
5 : 5	5.63 ± 1.42^{b}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	31.756	2	15.878	8.623	0.000
Within Groups	160.200	87	1.841		
Total	191.956	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
อัตราส่วน	N	1	2
9 : 1	30	5.6333	
5 : 5	30		6.5667
7 : 3	30		7.0667
Sig		1.000	0.157

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000

ตารางที่ 4.4 ค่าเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ที่เตรียมโดยใช้ปริมาณเจลาตินที่แตกต่างกัน

4.4.1 ค่า Hardness (N)

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	Hardness (N)
15	21.70 ± 0.55^{c}
20	28.77 ± 0.00^{b}
25	30.96 ± 0.51^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 5 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	25.986	2	12.587	3.547	0.019
Within Groups	32.754	12	2.546		
Total	58.740	14			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05		
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1	2	3
15	5	21.7003		
20	5		28.7712	
25	5			30.9634
Sig		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000

4.4.2 ค่า Cohesiveness

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	Cohesiveness
15	0.44 ± 0.01^{c}
20	0.65 ± 0.06^{b}
25	0.87 ± 0.05^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 5 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	0.050	2	0.033	15.564	0.000
Within Groups	0.027	12	0.001		
Total	0.077	14			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05		
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1	2	3
15	5	0.4429		
20	5		0.6498	
25	5			0.8687
Sig		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000

4.4.3 ค่า Springiness (mm)

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	Springiness (mm)
15	5.27 ± 0.24^{c}
20	6.32 ± 0.32^{b}
25	8.15 ± 0.57^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 5 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	2.654	2	0.009	0.458	0.752
Within Groups	1.459	12	0.075		
Total	4.113	14			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05		
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1	2	3
15	5	5.2732		
20	5		6.3212	
25	5			8.1479
Sig		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000

4.4.4 ค่า Gumminess (N)

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	Gumminess (N)
15	12.76 ± 0.78^{c}
20	15.32 ± 0.41^{b}
25	17.52 ± 0.99^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 5 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	5.618	2	1.394	3.294	0.054
Within Groups	8.291	12	0.443		
Total	13.909	14			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05		
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1	2	3
15	5	12.7579		
20	5		15.3243	
25	5			17.5211
Sig		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000

4.4.5 ค่า Chewiness (Nm)

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	Chewiness (Nm)
15	0.66 ± 0.01^{c}
20	0.08 ± 0.00^{b}
25	0.13 ± 0.04^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 5 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	0.024	2	0.074	0.654	0.479
Within Groups	0.017	12	0.005		
Total	0.041	14			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05		
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1	2	3
15	5	0.0600		
20	5		0.0812	
25	5			0.1327
Sig		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000

ตารางที่ 4.5 การทดสอบทางประสาทผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส เมื่อใช้ปริมาณเจลาตินแตกต่างกัน

4.5.1 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี
15	7.10 ± 1.24^{a}
20	7.27 ± 1.18^{a}
25	6.87 ± 1.50^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	1.984	2	1.645	0.426	0.198
Within Groups	123.547	87	1.752		
Total	125.531	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1
25	30	6.8667
20	30	7.1033
15	30	7.2667
Sig		0.285

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000

4.5.2 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น
15	6.43 ± 1.28^{a}
20	6.33 ± 1.04^{a}
25	6.23 ± 1.50^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	0.014	2	1.124	0.512	0.547
Within Groups	149.321	87	1.258		
Total	149.335	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1
25	30	6.2312
20	30	6.3298
15	30	6.4287
Sig		0.598

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000

4.5.3 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเปรี้ยว

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านความเปรี้ยว
15	5.50 ± 1.68^{a}
20	5.30 ± 1.64^{a}
25	4.93 ± 1.60^{b}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	1.254	2	1.342	0.597	0.435
Within Groups	132.047	87	1.756		
Total	133.31	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1	2
25	30	4.9286	
20	30		5.3012
15	30		5.5036
Sig		1.000	0.684

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000

4.5.4 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความหวาน

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความหวาน
15	6.10 ± 1.58^{a}
20	5.57 ± 1.61^{b}
25	5.30 ± 1.55^{c}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	2.619	2	1.647	0.674	0.543
Within Groups	149.254	87	1.254		
Total	151.873	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05		
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1	2	3
25	30	5.2998		
20	30		5.5723	
15	30			6.1019
Sig		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000

4.5.4 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความยืดหยุ่น

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านความยืดหยุ่น
15	6.40 ± 1.43^{a}
20	6.40 ± 1.56^{a}
25	5.60 ± 1.98^{b}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	1.987	2	1.495	0.657	0.491
Within Groups	127.247	87	1.427		
Total	129.234	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1	2
25	30	5.5989	
20	30		6.4007
15	30		6.4012
Sig		1.000	0.876

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000

4.5.4 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม
15	6.93 ± 1.20^{a}
20	6.50 ± 1.31^{b}
25	5.97 ± 1.83^{b}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	2.332	2	1.227	0.547	0.482
Within Groups	144.527	87	1.741		
Total	146.859	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	N	1	2
25	30	5.9706	
20	30	6.4987	
15	30		6.9334
Sig		0.549	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000

ตารางที่ 4.6 ค่าเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ที่เตรียมโดยใช้ปริมาณคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสที่แตกต่างกัน

4.6.1 ค่า Hardness (N)

ปริมาณของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส	Hardness (N)
ร้อยละ 50	22.85 ± 1.61^{a}
ร้อยละ 65	22.15 ± 1.12^{a}
ร้อยละ 80	19.69 ± 2.12^{b}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 5 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	27.574	2	13.787	4.972	0.027
Within Groups	33.276	12	2.773		
Total	60.850	14			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
ปริมาณคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส (ร้อยละ)	N	1	2
65	5	19.6850	
80	5		22.1464
50	5		22.8466
Sig		1.000	0.519

Means for groups in homogeneous subsets are displayed
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000

4.6.2 ค่า Cohesiveness

ปริมาณของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส	**Cohesiveness**
ร้อยละ 50	0.66 ± 0.05^{a}
ร้อยละ 65	0.56 ± 0.04^{b}
ร้อยละ 80	0.47 ± 0.02^{b}

หมายเหตุ
- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 5 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	0.087	2	0.044	28.190	0.000
Within Groups	0.019	12	0.002		
Total	0.106	14			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05		
ปริมาณคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส (ร้อยละ)	N	1	2	3
50	5	0.4746		
80	5		0.5583	
65	5			0.6610
Sig		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000

4.6.3 ค่า Springiness (mm)

ปริมาณของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส	Springiness (mm)
ร้อยละ 50	5.55 ± 0.07^{a}
ร้อยละ 65	5.56 ± 0.11^{a}
ร้อยละ 80	5.52 ± 0.11^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 5 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\ b\ c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	0.004	2	0.002	0.214	0.811
Within Groups	0.115	12	0.010		
Total	0.119	14			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05
ปริมาณคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส (ร้อยละ)	N	1
65	5	5.5209
50	5	5.5465
80	5	5.5609
Sig		0.551

Means for groups in homogeneous subsets are displayed
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000

4.6.4 ค่า Gumminess (N)

ปริมาณของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส	Gumminess (N)
ร้อยละ 50	12.76 ± 0.66^{a}
ร้อยละ 65	11.92 ± 1.07^{a}
ร้อยละ 80	11.44 ± 0.87^{a}

หมายเหตุ
- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 5 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	4.408	2	2.204	2.841	0.098
Within Groups	9.309	12	0.776		
Total	13.717	14			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
ปริมาณคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส (ร้อยละ)	N	1	2
65	5	11.4426	
80	5	11.9240	11.9240
50	5		12.7550
Sig		0.404	0.162

Means for groups in homogeneous subsets are displayed
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000

4.6.5 ค่า Chewiness (Nm)

ปริมาณของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส	Gumminess (N)
ร้อยละ 50	0.07 ± 0.00^{a}
ร้อยละ 65	0.07 ± 0.01^{a}
ร้อยละ 80	0.06 ± 0.01^{a}

หมายเหตุ
- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 5 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	0.000	2	0.000	1.271	0.316
Within Groups	0.000	12	0.000		
Total	0.000	14			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05
ปริมาณคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส (ร้อยละ)	N	1
65	5	0.0636
80	5	0.0659
50	5	0.0686
Sig		0.155

Means for groups in homogeneous subsets are displayed
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000

ตารางที่ 4.7 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรสเมื่อใช้ปริมาณน้ำหมักคอมบูชาแตกต่างกัน

4.7.1 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี

ปริมาณของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี
ร้อยละ 50	7.07 ± 1.36^{a}
ร้อยละ 65	7.27 ± 1.36^{a}
ร้อยละ 80	7.40 ± 1.40^{a}

หมายเหตุ
- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	0.547	2	0.214	0.422	0.965
Within Groups	12.348	87	0.895		
Total	12.895	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05
ปริมาณของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส (ร้อยละ)	N	1
50	30	7.0697
65	30	7.2719
80	30	7.4023
Sig		0.255

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000

4.5.2 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

ปริมาณของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น
ร้อยละ 50	6.80 ± 1.77^{a}
ร้อยละ 65	7.10 ± 1.22^{a}
ร้อยละ 80	7.13 ± 1.26^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\,b\,c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	0.017	2	1.175	0.422	0.531
Within Groups	17.2456	87	1.254		
Total	17.2626	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05
ปริมาณของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส (ร้อยละ)	N	1
50	30	6.8041
65	30	7.1033
80	30	7.1326
Sig		0.445

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000

4.5.3 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเปรี้ยว

ปริมาณของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเปรี้ยว
ร้อยละ 50	6.33 ± 1.40^{c}
ร้อยละ 65	6.87 ± 1.18^{b}
ร้อยละ 80	7.13 ± 1.43^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\ b\ c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	1.476	2	1.375	0.412	0.529
Within Groups	52.367	87	1.742		
Total	53.843	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05		
ปริมาณคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส (ร้อยละ)	N	1	2	3
50	30	6.3312		
65	30		6.8695	
80	30			7.1298
Sig		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000

4.5.4 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความหวาน

ปริมาณของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความหวาน
ร้อยละ 50	6.57 ± 1.22^{b}
ร้อยละ 65	7.20 ± 1.11^{a}
ร้อยละ 80	7.27 ± 1.29^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\ b\ c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	1.348	2	1.657	0.741	0.512
Within Groups	46.568	87	1.754		
Total	47.916	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
ปริมาณคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส (ร้อยละ)	N	1	2
52	30	6.5713	
65	30		7.2033
80	30		7.2694
Sig		1.000	0.756

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000

4.5.4 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความยืดหยุ่น

ปริมาณของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความยืดหยุ่น
ร้อยละ 50	6.27 ± 1.78^{b}
ร้อยละ 65	6.50 ± 1.71^{b}
ร้อยละ 80	7.17 ± 1.10^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\ b\ c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	1.477	2	1.475	0.674	0.412
Within Groups	56.144	87	1.852		
Total	57.621	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
ปริมาณคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส (ร้อยละ)	N	1	2
50	30	6.2755	
65	30	.6.4997	
80	30		7.1713
Sig		0.548	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000

4.5.4 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม

ปริมาณของคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม
ร้อยละ 50	6.90 ± 1.03^{b}
ร้อยละ 65	7.43 ± 0.96^{a}
ร้อยละ 80	7.93 ± 0.96^{a}

หมายเหตุ

- ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดลองจำนวน 30 ซ้ำ
- ตัวอักษร $^{a\ b\ c}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	1.365	2	1.147	0.512	0.324
Within Groups	72.347	87	1.963		
Total	73.712	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

		Subset for alpha = 0.05	
ปริมาณคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส (ร้อยละ)	N	1	2
50	30	6.9004	
65	30		7.4284
80	30		7.9305
Sig		1.000	0.447

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คำรับรองเล่มโครงงานพิเศษ

วันที่ 25 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2566

ข้าพเจ้า นายกัมปนาท คำเสือ รหัสประจำตัว 62050567
นางสาวธนัชชา หนูวงศ์ รหัสประจำตัว 62060600

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม ภาคชีววิทยา ขอรับรองว่าโครงงานพิเศษ เรื่อง

ชื่อภาษาไทย การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากคอมบูชาผสมน้ำเสาวรส

ชื่อภาษาอังกฤษ Development of gummy jelly product from kombucha blend with passion fruit juice

ปีการศึกษา 2565

เป็นงานวิจัยที่มิได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้วและได้แนบเอกสารการตรวจสอบจากเล่มโครงงานพิเศษฉบับสมบูรณ์แล้ว

โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 3.68 %

ลงชื่อ กัมปนาท คำเสือ ..... ลงชื่อ ธนัชชา หนูวงศ์ .....
(นายกัมปนาท คำเสือ) (นางสาวธนัชชา หนูวงศ์)
นักศึกษา นักศึกษา

ข้าพเจ้า รศ.ดวงใจ โอชัยกุล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษได้ตรวจสอบโครงงานพิเศษของนักศึกษาข้างต้นแล้ว ขอรับรองว่าเป็นงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์

ลงชื่อ .....
(รศ.ดวงใจ โอชัยกุล)
อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้