ผลิตภัณฑ์สบู่จากน้ำมันเมล็ดเทียนดำ
Soap products from Black Cumin Seed Oil
(*Nigella sativa* L.)

นางสาวชไมพร สืบวงศ์
นางสาวสุนิสา โสอุดร
นายอาณัติ มะติมุ

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลิตภัณฑ์สบู่จากน้ำมันเมล็ดเทียนดำ
Soap products from Black Cumin Seed Oil
(*Nigella sativa* L.)

T148972

นางสาวชไมพร สีบวงศ์
นางสาวสุนิสา โสอุดร
นายอาณัติ มะติมุ

เลขหมู่
เลขทะเบียน 148972
วัน,เดือน,ปี 1 8 S.ค. 2560
b 12878364
i

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOAP PRODUCTS FROM BLACK CUMIN SEED OIL

(*Nigella sativa L.*)

MISS CHAMAIPORN SUBWONG

MISS SUNISA SOUDON

MR. ANAT MATIMU

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR

THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (BIOTECHNOLOGY)

DEPARTMENT OF BIOLOGY, FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	ผลิตภัณฑ์สบู่จากน้ำมันเมล็ดเทียนดำ
	Soap products from Black Cumin Seed Oil. (*Nigella sativa* L.)
ชื่อนักศึกษา	นางสาวชไมพร สีบวงศ์ รหัสนักศึกษา 55051074
	นางสาวสุนิสา โสอุดร รหัสนักศึกษา 55051203
	นายอาณัติ มะติมุ รหัสนักศึกษา 55051219
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. พนา โลหะทรัพย์ทวี

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง(สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร. สมชาย ไกรรักษ์ ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร. สรัญญา พันธุ์พฤกษ์ กรรมการ	
ผศ.ดร. พนา โลหะทรัพย์ทวี กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	ผลิตภัณฑ์สบู่จากน้ำมันเมล็ดเทียนดำ
ชื่อนักศึกษา	นางสาวชไมพร สีบวงศ์ รหัสนักศึกษา 55051074
	นางสาวสุนิสา โสอุดร รหัสนักศึกษา 55051203
	นายอาณัติ มะติมุ รหัสนักศึกษา 55051219
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา	ชีววิทยา
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดระบัง
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. พนา โลหะทรัพย์ทวี

บทคัดย่อ

น้ำมันเมล็ดเทียนดำที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีต่างกัน (สกัดโดยวิธี soxhlet และวิธีสกัดเย็น) ถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC/MS พบว่าน้ำมันที่ได้จากวิธีสกัดเย็นมีองค์ประกอบต่างๆ มากกว่าน้ำมันที่สกัดด้วยวิธี soxhlet โดยมีกรดไลโนเลอิกเป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันที่สกัดด้วยวิธีสกัดเย็น ในขณะที่น้ำมันที่สกัดด้วยวิธี soxhlet มีองค์ประกอบหลักเป็นกรดปาล์มิติก นอกจากนี้น้ำมันเมล็ดเทียนดำที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีต่างกันถูกนำมาทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรีย โดยใช้วิธี agar well diffusion น้ำมันเมล็ดเทียนดำที่ได้จากการสกัดเย็น และสกัดด้วยวิธี soxhlet สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S.aureus* และ *B. subtilis* ซึ่งน้ำมันที่ได้จากวิธีสกัดเย็นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียได้ดีกว่าน้ำมันที่สกัดด้วยวิธี soxhlet โดยจะแสดงบริเวณที่เกิดการยับยั้งมากที่สุด ดังนั้นน้ำมันเมล็ดเทียนดำที่ได้จากวิธีการสกัดเย็นจึงถูกนำมาใช้ในการผลิตสบู่ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Soap products from Black Cumin Seed Oil. (*Nigella sativa* L.)
Student	Miss Chamaiporn Subwong Student ID. 55051076
	Miss Sunisa Soudon Student ID. 55051203
	Mr. Anat Matimu Student ID. 55051219
Degree	Bachelor of Science (Biotechnology)
Department	Biology
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2015
Advisor	Asst.Prof.Dr. Pana Lohasupthawee

Abstract

Black cumin seed oils obtained by different extraction methods (soxhlet extraction and cold press) were analyzed using GC/MS. Oils from cold press method showed more various components than from soxhlet extraction. Linoleic acid was its main component in the oils from cold press method whereas from soxhlet extraction, its main component was palmitic acid. Oils from different extraction methods were also tested for their antibacterial activities using agar well diffusion method. Both oils from cold press and soxhlet extraction could inhibit the growth of *S. aureus* and *B. subtilis.* Oils from cold press were more effective on antibacterial activity than from soxhlet extraction as it showed maximum zone of inhibition. Black cumin seed oils from cold press method were used from soap making.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผศ.ดร. พนา โลหะทรัพย์ทวี อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ซึ่งได้ให้คำแนะนำถึงประเด็นต่างๆ ในการทำวิจัยเรื่องนี้ และการค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม อันเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์และสรุปผลการศึกษารวมทั้งแก้ไขงานให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และขอขอบคุณ ผศ.ดร. สมชาย ไกรรักษ์ และ ผศ.ดร. สรัญญา พันธุ์พฤกษ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและ แสนอข้อคิดเห็นต่างๆ ของการทำวิจัยให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ ภาคชีววิทยา ทุกท่านที่ให้ความดูแล ช่วยเหลือ ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือมาตลอดหลักสูตรการศึกษา ขอขอบคุณห้องสมุดต่างๆ ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้และทำงานวิจัยฉบับนี้ ขอขอบคุณผู้ให้ข้อมูลทุกท่าน ขอขอบคุณแรงสนับสนุนและกำลังใจจากเพื่อนๆ จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ลงได้

การทำวิจัยฉบับนี้ ต้องอาศัยความทุ่มเท และความอดทนอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ซึ่งความสำเร็จในครั้งนี้เกิดขึ้นได้จากกำลังใจ และความเสียสละ ที่มีให้เสมอจากครอบครัว

สุดท้ายนี้ คุณความดีหรือประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บุพการี ผู้มีพระคุณทุกท่านและครูอาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้กับผู้วิจัยมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

ชไมพร สีบวงศ์
สุนิสา โสอุดร
อาณัติ มะติมุ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูปภาพ	ซ
สารบัญตาราง	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 สบู่	3
2.1.1 ประเภทของสบู่	4
2.1.2 การเตรียมเนื้อสบู่	4
2.1.3 ส่วนประกอบหลัก	5
2.2 เทียนดำ	8
2.2.1 ลักษณะทั่วไป	8
2.2.2 คุณสมบัติและสรรพคุณ	9
2.2.3 ข้อมูลทางเภสัชวิทยา	9
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงานวิจัย	13
3.1 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการสกัด	13
3.1.1 อุปกรณ์การสกัด	13
3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการสกัด	13
3.2 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดสอบการต้านเชื้อจุลินทรีย์	13
3.2.1 อุปกรณ์ในการทดสอบการต้านเชื้อจุลินทรีย์	13
3.2.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบการต้านเชื้อจุลินทรีย์	14
3.3 อุปกรณ์และส่วนประกอบในการผลิตสบู่	14
3.3.1 อุปกรณ์การผลิตสบู่	14
3.3.2 ส่วนประกอบและสารเคมี	14
3.4 วิธีการทดลอง	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 การสกัดน้ำมันเมล็ดเทียนดำ 15
3.4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันด้วยเครื่อง GC – MS 15
3.4.3 การตรวจสอบการต้านเชื้อจุลินทรีย์ 16
3.4.4 การผลิตสบู่ 18
3.4.4.1 สูตรสบู่ที่ใช้ในการผลิต 18
3.4.4.2 ขั้นตอนการผลิตสบู่ 18
3.4.4.3 การตรวจสอบคุณภาพสบู่ 19
3.4.4.3.1 ค่าความเป็นกรด – ด่าง 19
3.4.4.3.2 ปริมาณการเกิดฟอง 19
3.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ 19
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 20
4.1 ผลการสกัดน้ำมันเมล็ดเทียนดำ 20
4.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันด้วยเครื่อง GC – MS 20
4.3 ผลการตรวจสอบการต้านเชื้อจุลินทรีย์ 25
4.4 ผลิตภัณฑ์สบู่ 31
4.4.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพสบู่ 32
4.4.1.1 ผลการตรวจสอบค่าความเป็นเป็นกรด – ด่าง 32
4.4.1.2 ผลการตรวจสอบปริมาณการเกิดฟอง 32
บทที่ 5 สรุปผลกานวิจัยและข้อเสนอแนะ 33
5.1 สรุปผลการวิจัย 33
5.2 ข้อเสนอแนะ 33
เอกสารอ้างอิง 36
ภาคผนวก 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า

รูปที่ 1.2 ลักษณะดอกเทียนดำ 8
รูปที่ 2.2 เมล็ดเทียนดำ 8
รูปที่ 3.1 รูปแบบการเจาะหลุมบนอาหารเลี้ยงเชื้อ 17
รูปที่ 4.1 แสดงโครมาโตแกรมจากวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดร้อน ด้วยเครื่อง GC – MS 21
รูปที่ 4.2 แสดงโครมาโตแกรมจากวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็น ด้วยเครื่อง GC – MS 22
รูปที่ 4.3 ผลการยับยั้งเชื้อ *Straphylococcus aureus*. ATCC 25923 ของน้ำมันเมล็ดเทียนดำ 25
รูปที่ 4.4 ผลการยับยั้งเชื้อ *Bacillus subtilis*. ATCC 6633 ของน้ำมันเมล็ดเทียนดำ 26
รูปที่ 4.5 ผลการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli*. ATCC 25922 ของน้ำมันเมล็ดเทียนดำ 26
รูปที่ 4.6 ผลการยับยั้งเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa*. ATCC 2785 ของน้ำมันเมล็ดเทียนดำ 27
รูปที่ 4.7 ผลการยับยั้งเชื้อ *Micrococcuc luteus*. ATCC 9341 ของน้ำมันเมล็ดเทียนดำ 27
รูปที่ 4.8 แสดงลักษณะของสบู่ที่ได้จากการผลิตทั้ง 3 สูตร 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงชนิดของน้ำมันที่ทำให้เกิดคุณสมบัติต่าง ๆ ของสบู่ 5
3.1 แสดงส่วนผสมในแต่ละสูตรที่ใช้ในการทำวิจัย 18
4.1 ผลการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดร้อนด้วยเครื่อง GC – MS 23
4.2 ผลการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็นด้วยเครื่อง GC – MS 24
4.3 แสดงประสิทธิภาพในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมันเทียนดำที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ 28
4.4 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำมันเมล็ดเทียนดำที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 30
4.5 ผลการตรวจสอบค่าความเป็นกรด – ด่าง สบู่แต่ละสูตร 32
4.6 ผลการตรวจสอบค่าปริมาณการเกิดฟองสบู่แต่ละสูตร 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

สบู่ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับขจัดสิ่งสกปรก เหงื่อไคร คราบสกปรกต่าง ๆ หรือคราบไขมันที่ติดตามร่างกาย ในอดีตสบู่ไม่ได้ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ทำความสะอาดร่างกายเท่านั้น แต่สบู่เป็นสิ่งที่ช่วยในการทำความสะอาดสิ่งอื่น ๆ ด้วย ไม่ว่าจะเอามาสระผม ล้างจาน ถูบ้าน ซักผ้า แต่ต่อมาได้มีการคิดค้นสารซักฟอกที่เรียกว่า Detergent เป็นสารเคมีสังเคราะห์ที่ซึ่งมีประสิทธิภาพในการขจัดสิ่งสกปรกดีกว่า ดังนั้นสบู่จึงมีบทบาทน้อยลงเหลือเพียงใช้ชำระล้างร่างกายเท่านั้น

เนื่องจากสบู่ในท้องตลาดที่ผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรมจะมีการสกัดเอากลีเซอรีนออกไปเพื่อนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ทำให้เนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็ง และเมื่อนำมาใช้อาบอาจรู้สึกผิวแห้ง ซึ่งแตกต่างจากสบู่ที่ผลิตจากสารสกัดจากธรรมชาติที่มีความนุ่มนวลและให้ความชุ่มชื้นแก่ผิวมากกว่าสบู่ทั่วไปที่ผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม

นอกจากนี้การใช้สบู่ที่ผลิตจากสารสกัดจากธรรมชาติทำให้เกิดความปลอดภัยจากสารเคมีเนื่องจากมีการคิดค้นสารซักฟอกสังเคราะห์หรือ Detergent ขึ้นมาเพื่อเป็นสารใช้ทำความสะอาดนั้นมันจึงเป็นสารเคมีพื้นฐานที่อยู่ในรูปของเหลวและมักจะนำมาเป็นส่วนผสมหลักในสบู่ แชมพู น้ำยาล้างจาน น้ำยาล้างห้องน้ำ หรือแม้กระทั่งน้ำยาล้างผักหรือล้างขวดนม เพียงแต่ว่าเกรดและปริมาณในการนำมาใช้จะปรับให้เหมาะสมกับแต่ละผลิตภัณฑ์เท่านั้น

เทียนดำ (*Nigellla sativa*) เป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ Ranunculaceae โดยทั่วไปแล้วจะเจริญเติบโตอยู่ในแถบยุโรป เอเชียตะวันออกกกลาง และเอเชียตะวันตก เทียนดำ เป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก มีดอกเป็นสีขาวหรือสีฟ้าอ่อนอมม่วง ซึ่งมีเมล็ดขนาดเล็ก ในภาษาอาหรับเรียกว่า Habba Al-Sauda หรือ Habba Al-Barakah และในภาษาอังกฤษเรียกว่า Black seed โดยน้ำมันของเมล็ดเทียนดำ ได้ถูกนำมาใช้ ในการรักษาในสมัยโบราณในแถบเอเชียตะวันออกกลาง

เมล็ดเทียนดำมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันมากกว่า 100 ชนิด และยังอุดมไปด้วยไขมันที่จำเป็น เช่น กรดไลโนเลอิก โอเลอิก เป็นกรดไขมันหลักในกรดไขมันไม่อิ่มตัว และปาล์มิติกเป็นกรดไขมันหลักในกรดไขมันอิ่มตัว ซึ่งเป็นเมล็ดเทียนดำยังมีสรรพคุณในการลดการระคายเคืองและช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นให้กับผิว มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ และสามารถลดการอักเสบได้

นอกจากเทียนดำจะมีคุณสมบัติต่าง ๆ มากมายแล้ว การใช้น้ำมันที่สกัดจากเมล็ดเทียนดำและส่วนประกอบในการทำสบู่ที่มาจากธรรมชาติ ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ที่แพ้สารเคมีและผู้ที่ใส่ใจในการดูแลรักษาสุขภาพผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น การใช้วัตถุดิบและสารสกัดจากธรรมชาติมาเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์สบู่ จึงถือเป็นสิ่งหนึ่งที่จะช่วยลดอัตราการเสี่ยงการเกิดอาการแพ้หรือระคายเคืองต่าง ๆ และสามารถสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ผู้บริโภคได้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ผลิตผลิตภัณฑ์สบู่จากน้ำมันเมล็ดเทียนดำ
2. ศึกษาคุณสมบัติการต้านเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำมันเมล็ดเทียนดำที่สกัดด้วยวิธีสกัดร้อนกับสกัดเย็น
3. ศึกษาและเปรียบเทียบองค์ประกอบของน้ำมันเมล็ดเทียนดำที่สกัดด้วยวิธีสกัดร้อนกับสกัดเย็นโดยใช้เครื่อง GC - MS

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ทำการสกัดน้ำมันจากเมล็ดเทียนดำ (*Nigella sativa*) ด้วยตัวทำละลาย Hexane โดยวิธีการสกัด soxhlet
2. ทำการเปรียบเทียบองค์ประกอบของน้ำมันโดยใช้เครื่อง GC – MS
3. ทดสอบคุณสมบัติการต้านเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมันเมล็ดเทียนดำที่สกัดด้วยวิธีสกัดร้อนกับสกัดเย็น
4. ทำผลิตภัณฑ์สบู่จากน้ำมันเมล็ดเทียนดำที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ดีที่สุด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำผลิตภัณฑ์สบู่ที่มีส่วนประกอบของน้ำมันเทียนดำไปใช้ได้จริง
2. สามารถนำน้ำมันที่สกัดจากเมล็ดเทียนดำไปต่อยอดในการทำเครื่องสำอางชนิดอื่น ๆ ได้
3. ทราบคุณสมบัติการต้านจุลินทรีย์ของน้ำมันเมล็ดเทียนดำหลังการสกัดด้วยวิธีต่าง ๆ
4. ทราบองค์ประกอบหลักของน้ำมันเทียนดำที่สกัดเย็นและสกัดร้อน
5. พัฒนาพืชสมุนไพร มาใช้ในการต้านจุลินทรีย์แทนการใช้สารเคมี
6. สามารถเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ได

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

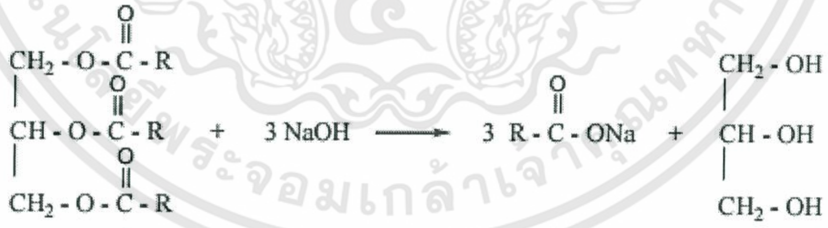
2.1 สบู่ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2554)

สบู่ เป็นผลิตภัณฑ์สำหรับทำความสะอาดร่างกายที่ได้จากปฏิกิริยาของด่างกับไขมันจากพืชหรือสัตว์ ปัจจุบัน สบู่มีการใช้ส่วนผสมชนิดต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของสบู่ให้มีลักษณะพิเศษ ตรงตามความต้องการใช้งานที่หลากหลายขึ้น

สบู่ จากคำข้างต้น หมายถึง ผลิตภัณฑ์ของสบู่ที่ทำให้เป็นก้อนหรือเป็นของเหลว พร้อมด้วยส่วนผสมต่าง ๆ เพื่อให้มีคุณสมบัติเหมาะสำหรับการใช้ทำความสะอาด ซึ่งก็คือผลิตภัณฑ์สบู่ที่เราใช้กันในทุกวันนี้ ส่วน สบู่ อีกคำที่พบในสมการเคมีจะหมายถึง สารตั้งต้นสำหรับการผลิตสบู่ นั่นก็คือ เกล็ดสบู่ (soap) ที่ได้จากปฏิกิริยาระหว่างด่างเข้มข้นกับไขมันพืชหรือสัตว์ ร่วมด้วยกับกลีเซอรีน (Glycerine) หรือกลีเซอรอล (Glycerol) ซึ่งสารทั้งสองเป็นสารตั้งต้นในการทำสบู่เหมือนกัน แต่จะให้ผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน

สบู่ หรือเกลือของกรดไขมัน เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างไขมันหรือน้ำมันที่ได้จากพืชหรือสัตว์กับสารละลายด่างที่อุณหภูมิเหมาะสมซึ่งเรียกว่าปฏิกิริยาสปอนนิฟิเคชัน

$$\text{ไขมันหรือน้ำมัน + ด่าง} \xrightarrow{\Delta} \text{สบู่ + กลีเซอรีน}$$



ไขมันหรือน้ำมัน ด่าง สบู่ กลีเซอรีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ประเภทของสบู่ (วิไลพร ปองเพียร, 2554)

แบ่งตามลักษณะของสบู่ได้ 5 ประเภทดังนี้

1. สบู่แข็ง (hard soap) เป็นสบู่ที่ได้มาจากการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดไขมันกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เนื้อสบู่ที่ได้เป็นก้อน มีลักษณะทึบแสง ควรมี pH ระหว่าง 8–10 นอกจากนี้เพื่อความสะดวกในการใช้งาน อาจทำเป็นสบู่เกล็ดหรือสบู่ผงก็ได้
2. สบู่ไขมัน (fat soap) เป็นสบู่ที่มีการเติมสารอิมอลเลียนท์ชนิดที่เป็นฟิล์มบาง ๆ ซึ่งใช้แล้วจะติดอยู่บนผิว ทำให้ผิวลื่นและป้องกันการสูญเสียความชื้นจากผิว เหมาะสำหรับคนผิวแห้ง
3. สบู่ใสหรือสบู่กลีเซอรีน (transparent soap or glycerine soap) เป็นสบู่ที่ทำเนื้อสบู่เป็นก้อน มีความแข็งพอ ๆ กับสบู่แข็ง แต่มีลักษณะใสผิวมันเป็นเงา การที่สบู่มีลักษณะใสเนื่องจากมีส่วนประกอบของ เอทานอล กลีเซอรีน และน้ำตาลทราย สบู่นี้มีความสามารถในการทำความสะอาดเหมือนกับสบู่แข็ง แต่มีราคาแพงกว่า โดยทั่วไปมักผลิตจากน้ำมันมะพร้าว น้ำมันปล์าม น้ำมันมะกอก ไขมันวัว น้ำมันละหุ่งและ ยางสน
4. ซินเดท (synndet) เป็นสบู่ที่มีส่วนผสมของสารให้ความชุมชื้น (moisturizer) กับผิวหนัง
5. สบู่เหลว (liquid soaps) เป็นสบู่ที่มีลักษณะเป็นของเหลว ควรมีค่า pH ระหว่าง 6–6.5 มีปริมาณเนื้อสบู่อยู่ร้อยละ 10–25 ส่วนที่เหลือคือ ส่วนของน้ำ เกิดจากการทำปฏิกิริยาของกรดไขมันกับเบสโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์

2.1.2 การเตรียมเนื้อสบู่ (กรรชนก และคมสัน หุตะแพทย์, 2554)

น้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ จะเป็นตัวบอกสรรพคุณของสบู่ ว่าสบู่จะมีรูปร่างหน้าตาอย่างไร เมื่ออาบน้ำแล้วฟองมากฟองน้อย ทำความสะอาดได้ดีหรือไม่ ซึ่งเราสามารถกำหนดคุณสมบัติของสบู่เราเองได้ โดยเลือกชนิดของน้ำมัน ดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงชนิดของน้ำมันที่ทำให้เกิดคุณสมบัติต่าง ๆ ของสบู่ (กรรชนก และคมสัน หุตะแพทย์, 2554)

ชนิดของน้ำมัน	เนื้อสบู่	สี	ความคงทนของเนื้อสบู่	ลักษณะฟอง	การทำความสะอาด	ความชุ่มชื้นต่อผิว
มะพร้าว	แข็งกรอบ	ขาว	ทนทาน	มาก อยู่นาน	ดีมาก	น้อย
ปาล์ม	แข็ง	ขาวนวล	ทนทาน	มาก อยู่นาน	ดีมาก	น้อย
มะกอก	นิ่ม	เหลือง	ละลายเร็ว	ละลายเป็นครีม	ดี	มาก
งา	นิ่ม	ขาวนวล	ละลายเร็ว	ละเอียด	ดี	มาก
ถั่วเหลือง	นิ่ม	เหลืองอ่อน	ปานกลาง	ละเอียด	พอใช้	พอควร
รำข้าว	นิ่ม	เหลืองอ่อน	ปานกลาง	ละเอียด	พอใช้	พอควร
ทานตะวัน	นิ่ม	เหลืองอ่อน	ปานกลาง	ละเอียด	พอใช้	พอควร
ข้าวโพด	นิ่ม	เหลืองอ่อน	ปานกลาง	ละเอียด	พอใช้	พอควร
ละหุ่ง	นิ่มมาก	เหลืองอ่อน	ละลายเร็ว	ละเอียด	พอใช้	มาก

ดังนั้น ในการทำสบู่ในแต่ละครั้ง เราอาจมีการเลือกใช้น้ำมันพืชเพียงชนิดเดียวหรือใช้น้ำมัน 2-3 ชนิด หรือมากกว่านั้นได้ เพื่อให้ได้สบู่ที่มีคุณสมบัติตามที่เราต้องการ แล้วจึงไปกำหนดสัดส่วนน้ำมันพืชแต่ละชนิดที่ต้องการใช้ผลิตสบู่ โดยมีข้อแนะนำเบื้องต้นสำหรับการทำสบู่อาบน้ำถูตัวทั่วไป ดังนี้

- น้ำมันหลัก ให้ใช้น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม ประมาณ 50-70 เปอร์เซ็นต์
- น้ำมันรอง ใช้น้ำมันมะกอก น้ำมันงา น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันรำข้าว น้ำมันทานตะวัน น้ำมันข้าวโพด ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์

2.1.3 ส่วนประกอบหลัก

1. ไขมัน

ไขมันที่ใช้ มีหลายชนิด มีทั้งน้ำมันชนิดระเหยยาก (fixed oil) และไขมัน (fat and wax) ไขมันแต่ละชนิดประกอบด้วย กรดไขมัน มากกว่า 1 ชนิด ตามธรรมชาติ กรดไขมันเหล่านี้จะไม่อยู่เดี่ยว ๆ แต่รวมตัวกับสารอื่นในไขมันอยู่ในรูปกลีเซอไรด์ เมื่อด่างทำปฏิกิริยากับกรดไขมัน กรดไขมันจะหลุดออกจากกลีเซอไรด์รวมตัวเป็นสบู่ สารที่เกาะอยู่กับกรดไขมันก็จะหลุดออกมาเป็นกลีเซอรีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดไขมันแต่ละชนิดเมื่อรวมตัวกับด่างแล้ว จะให้สบู่ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน ดังนั้นจึงจึงควรศึกษาคุณสมบัติของสบู่ที่ได้จากไขมันต่างชนิดกัน ดังนี้ เช่น น้ำมันมะพร้าว สบู่ที่ผลิตจากน้ำมันมะพร้าวจะมีเนื้อแข็ง กรอบ แตกง่าย สีขาวข้น มีฟองมาก เป็นครีมให้ฟองที่คงทนพอควร แต่มักจะทำให้ผิวแห้ง จึงนิยมใช้ในส่วนผสมไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ ต้องใช้น้ำมันอื่น ๆ ร่วมด้วย เพื่อเพิ่มความชุ่มชื้น

2. ด่าง หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ (โซดาไฟ)

ชนิดของด่างที่ใช้ มี 3 ชนิด คือ

- โซดาไฟ (Sodium hydroxide หรือ Lye หรือ Caustic Soda) ทำให้ได้สบู่ก้อนแข็ง
- โปตัสเซียม ไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide) ทำให้ได้สบู่เหลว
- น้ำขี้เถ้า ปัจจุบันนี้ ยังไม่สามารถหาข้อมูลการทำสบู่จากน้ำด่าง ซึ่งทำกันมาก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้

โซเดียมไฮดรอกไซด์ มีลักษณะเป็นเม็ดหรือเป็นเกล็ดสีขาว มีอันตราย มีคุณสมบัติเป็นด่างเข้มข้น มีฤทธิ์ในการกัดกร่อน เป็นส่วนผสมที่เราต้องระมัดระวังมากเป็นพิเศษระหว่างการทำสบู่ เพราะถ้าโดนผิวหนังก็จะแสบ หรือถ้าสูดดมไอระเหยก็จะระคายเคือง แต่หากมีความระมัดระวังก็จะไม่เกิดอันตราย และเมื่อด่างทำปฏิกิริยากับไขมันจะกลาย เป็นสบู่ ไม่หลงเหลือความเป็นด่างหรือความเป็นโซดาไฟอยู่เลย

สำหรับปริมาณของด่างที่จะใช้ทำปฏิกิริยากับน้ำมันเมล็ดเทียนดำและน้ำมันมะพร้าวจะขึ้นอยู่กับค่า saponification ของน้ำมันแต่ละชนิด

ค่า saponification คือ ปริมาณของด่างที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับน้ำมัน(ไขมัน) หนัก 1 กรัม ค่า saponification ของน้ำมันแต่ละชนิดมีดังนี้ (กรรชนก และคมสัน หุตะแพทย์, 2554)

น้ำมันมะพร้าว	=	0.169
น้ำมันปาล์ม	=	0.13
น้ำมันมะกอก	=	0.1246
น้ำมันงา	=	0.1266
น้ำมันรำข้าว	=	0.1233
น้ำมันถั่วเหลือง	=	0.1246
น้ำมันเมล็ดทานตะวัน	=	0.1256
น้ำมันข้าวโพด	=	0.126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันละหุ่ง = 0.1183

และค่า saponification ของน้ำมันเมล็ดเทียนดำ = 0.19 (M. Kamal E. Youssef และคณะ)

ตัวอย่างการคำนวณหาค่าโซเดียมไฮดรอกไซด์

ถ้าใช้น้ำมันเทียนดำ 100 กรัม จะใช้ด่าง = 100 x 0.19 = 19 กรัม

ถ้าใช้น้ำมันมะพร้าว 100 กรัม จะใช้ด่าง = 100 x 0.169 = 16.9 กรัม

ถ้าใช้น้ำมันละหุ่ง 100 กรัม จะใช้ด่าง = 100 x 0.1183 = 11.83 กรัม

ดังนั้น ถ้าเราใช้น้ำมัน 3 ชนิด คือ น้ำมันเทียนดำ 100 กรัม น้ำมันมะพร้าว 100 กรัม น้ำมันละหุ่ง 100 กรัม รวมกันเป็นน้ำหนักทั้งหมด 300 กรัม จะต้องใช้ด่างเท่ากับ 19 + 16.9 +11.83 = 47.73 กรัม

ปริมาณด่างที่ใช้ทำปฏิกิริยา ปกติ pH ของผิวหนังค่อนข้างมาทางกรดอ่อน ซึ่ง pH ของสบู่ที่ดี ควรอยู่ระหว่าง 8-10 เพื่อให้ผิวหนังที่สัมผัสสบู่ ภายหลังล้างออกสามารถปรับสภาพกลับเช่นเดิมอย่างรวดเร็ว ไม่รู้สึกระคาย

จากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ เราสามารถคำนวณปริมาณด่างที่ใช้ ให้พอดีได้ แต่ในทางปฏิบัติมักนิยมคำนวณปริมาณด่างที่ใช้น้อยกว่าพอดี เพื่อทำให้เหลือไขมัน 5-8 เปอร์เซ็นต์ หลังทำปฏิกิริยาปริมาณด่าง (เป็นกรัม) ที่ใช้ต่อไขมัน 100 กรัม ภายหลังทำปฏิกิริยาจะมีไขมันเหลือ 8 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ดี ความผิดพลาดที่อาจเกิดมาจากตราชั่ง ตวง วัด ปัจจัยการผลิตอื่น หรือวิธีการผลิตอื่นอาจทำให้ปริมาณด่างเหลือมากกว่าที่คำนวณไว้ จึงจำเป็นต้องควบคุมคุณภาพโดยการวัด pH ทุกครั้งที่ผลิต หลังจากสบู่แข็งตัวแล้ว

3. น้ำ (water)

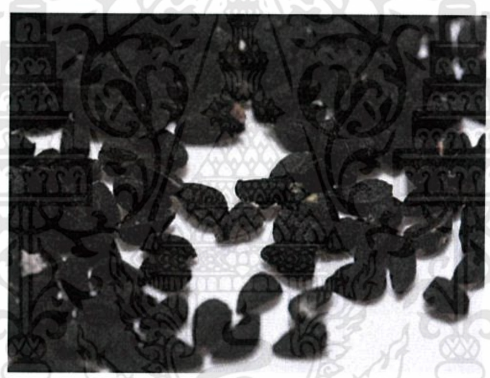
คุณภาพของน้ำที่ใช้ในการผลิตสบู่นั้น มีความสำคัญมาก น้ำกระด้างจะมีแร่ธาตุปะปน ซึ่งแทรกปฏิกิริยา อาจจะทำให้การผลิตสบู่ล้มเหลวได้ น้ำที่เหมาะสมในการทำสบู่คือ น้ำฝนที่สะอาด น้ำบริสุทธิ์ น้ำประปาก็สามารถใช้ได้ แต่ควรเป็นน้ำสะอาด โดยควรกรองเอาเศษผงและฝุ่นละอองที่ปะปนออกไปเสียก่อน

อุณหภูมิของน้ำที่จะใช้ก็มีความสำคัญ น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำที่อุณหภูมิแกติ เมื่อนำน้ำไปละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ อุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้นเกือบ 80-90 องศาเซลเซียส ปริมาณของน้ำที่จะใช้เป็นสองเท่าของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่คิดได้ ตัวอย่างเช่น ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ ทั้งหมด 47.73 กรัม ดังนั้นปริมาณน้ำ = 47.73 x 2 = 95.46 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 **เทียนดำ** (วิทยา บุญวรพัฒน์, 2550)

รูปที่ 2.1 ลักษณะดอกเทียนดำ
ที่มา : http://www.skthai.org/index.php?p=2&mo=1&c_art=219544



รูปที่ 2.2 เมล็ดเทียนดำ
ที่มา : http://frynn.com

เทียนดำ
ชื่ออื่น : เทียนดำหลวง, เฮยจ๋งเฉ่า (จีนกลาง)
ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Nigella sativa* L.(*N. glandulifera* Freyn)
ชื่อวงศ์ : Ranunculaceae

2.2.1 ลักษณะทั่วไป

เป็นพรรณไม้ล้มลุก อายุ 1 ปี สูง 30-60 ซม. ลำต้นกลม ตั้งตรง มีขนสีเหลืองอ่อนปกคลุม แตกกิ่ง ก้านบริเวณกลางลำต้น ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก ขอบใบหยักลึก ใบบนใหญ่กว่าใบล่าง ก้านใบสั้น ใบย่อยเป็นรูปสามแฉก ลักษณะเป็นเส้น ปลายแหลม มีขนปกคลุมช่วงล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบย่อยยาว 4-5 ซม. กว้าง 2-3 ซม. ดอกเป็นดอกเดี่ยวออกบริเวณปลายยอด หรือซอกใบ มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ ขนาดใหญ่และยาวกว่ากลีบดอกมาก สีขาวหรือสีฟ้าอ่อนอมม่วง กลีบดอกมีหลายกลีบ ขนาดเล็ก สีเหลืองอมเขียว ที่ปลายกลีบมีเส้นคาดสีม่วง เกสรตัวผู้สีเหลืองมีจำนวนมาก ยาวประมาณ 8-12 มม. กลีบเลี้ยงยาว 2-3 มม. มีเกสรตัวผู้มาก ผลแก่จะแตกออก ผลมีเปลือกสีขาวหรือสีขาวอมสีน้ำตาลห่อหุ้มอยู่ ผลยาวประมาณ 8-15 มม. ภายในผลมีเมล็ด เมล็ดรูปคล้ายสามเหลี่ยม ยาวประมาณ 2.5 มม. สีดำเงาและมีผิวหยาบ

2.2.2 คุณสมบัติและสรรพคุณ

- ใช้เมล็ด มีรสเผ็ด ขม ชุ่ม เป็นยาร้อนเล็กน้อย ออกฤทธิ์ต่อตับ ม้าม และธาตุ ใช้เป็นยาขับลมและความชื้นในกระเพาะและลำไส้ ช่วยย่อยอาหาร ขับเสมหะในร่างกาย แก้อาเจียน ฟอกเลือด แก้ตับโต ตับอักเสบ
- ทั้งต้น ช่วยฟอกเลือด ขับประจำเดือน ขับน้ำนม ขับปัสสาวะ ขับลม แก้ปวดตามร่างกาย
- ปริมาณที่ใช้ เมล็ด ใช้ครั้งละ 5-10 กรัม ต้มน้ำรับประทานหรือเข้ากับตำรายาอื่นรับประทาน ส่วนต้นแห้ง สามารถใช้ร่วมกับตัวยาอื่น ๆ ในตำรับยา ตามที่ต้องการ
- สารที่พบ ในเมล็ดพบสาร Damascenine, และน้ำมันระเหย Thymohydeoquinone Thymoquinone และพบสาร อัลคาลอยด์ Nigellon, Nigellimine, Kaempferol, Quercetin, และ Saponin ของเทียนดำ และยังพบโปรตีน ไขมัน เป็นต้น

2.2.3 ข้อมูลทางเภสัชวิทยา

- นำสารที่สกัดได้จากเมล็ดสดด้วยแอลกอฮอล์ ในปริมาณ 2.1 กรัมต่อ 1 กิโลกรัม มาทดลองกับสุนัข พบว่าสุนัขมีความดันโลหิตลง เมื่อทำการทดลองกับกระต่ายพบว่าไปกระตุ้นลำไส้ของกระต่ายให้บีบตัวมากขึ้น
- น้ำมันระเหยจากเมล็ดพบว่า มีฤทธิ์สามารถต่อต้านและยังยั้งเชื้อโรคได้หลายชนิด

หมายเหตุ ในวงศ์เดียวกัน ยังมีเทียนดำอีกหลายพันธุ์ เช่น *Nigella demascena* (พบในประเทศอียิปต์), *Nigella glandulifera* Freyn(พบในมณฑลซินเจียง ประเทศจีน)

โดยพันธุ์ *Nigella sativa* L. ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถพบในประเทศซีเรีย, เลบานอน อินเดีย และทิเบต โดยเทียนดำ ทั้งสามชนิด มีคุณสมบัติและสรรพคุณคล้ายกัน สามารถใช้แทนกันได้ แตกต่างกันตรงลักษณะภายนอกคือ พันธุ์ของประเทศอียิปต์ จะมีกลีบเลี้ยงออกสีอมม่วงมากกว่า และเกสรออกสีเหลืองอมเขียวมากกว่าพันธุ์จากประเทศเลบานอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิไลพร ปองเพียร (2554) การศึกษาการพัฒนาสูตรสบู่แฟนซีจากน้ำมันที่ใช้แล้ว มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการ บำบัดน้ำมันที่ใช้แล้ว พัฒนาสูตรสบู่ โดยวิธีการบำบัดน้ำมันที่ใช้แล้ว จะใช้วัสดุที่มีในท้องถิ่น คือการกรอง จะใช้ผ้าขาวบางพับหลาย ๆ ชั้น เพื่อกรองเอาสิ่งเจือปนจากอณูของอินทรียวัตถุออกจากน้ำมันที่ใช้แล้ว จากใช้น้ำส้มสายชูในอัตราส่วน 1 : 1 หมักทิ้งไว้เพื่อช่วยในการดับกลิ่นเหม็นหืนของน้ำมัน และใช้ถ่านดูดซับกลิ่นและความชื้นของน้ำมันส่วนเกินออก ขั้นตอนสุดท้ายจะใช้น้ำสะอาดลงไปปริมาตรเท่ากันกับน้ำมันเพื่อล้างทำความสะอาด การทำสบู่แฟนซีมีรูปแบบต่าง ๆ ได้สบู่แฟนซีปลาโลมา สบู่แฟนซีรูปหัวใจ สบู่แฟนซีวุ้นมะพร้าว สบู่แฟนซีรูปวงกลมหลายสีซ้อนกัน และสบู่แฟนซีรูปส้ม จากการประเมินความชอบของผู้ประเมินที่มีต่อสบู่แฟนซีที่ได้จากการวิจัย พบว่าคะแนนความชอบที่ระดับ 4 และ 5 รวมกัน ซึ่งหมายถึง ชอบและชอบมาก ตามลำดับ ทั้งนี้คะแนนความชอบโดยรวมของสบู่แฟนซีจากน้ำมันที่ใช้แล้วเท่ากับ 75.5 % และทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนใส โดยใช้วิธีการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 29-2545 และมาตราฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.94-2546 ผลิตภัณฑ์สบู่ที่ได้นั้นสามารถนำมาใช้ชำระล้างขจัดคราบสกปรกในร่างกายได้

H. Mahmoudvand และคณะ (2014) ได้ทำการศึกษากิจกรรมการต่อต้านเชื้อราของน้ำมันและสารสกัดของเทียนดำ มีองค์ประกอบหลักที่สำคัญในการทำงานคือ thymoquinone ซึ่งต่อต้าน *Trichophyton mentagrophytes., Microsporum canis.* และ *Microsporum gypseum.* ซึ่งเป็นเชื้อสายพันธุ์ที่ทำให้เกิดโรคผิวหนัง นอกจากนี้ยังมีการระบุถึงความเป็นพิษของเทียนดำต่อเซลล์ไลน์เม็ดเลือดขาวของหนู ในการศึกษากิจกรรมการการต่อต้านเชื้อราจะใช้วิธีการ disk diffusion method และการประเมินความเข้มข้นที่น้อยที่สุดในการยับยั้งของสารสกัด(MIC) โดยใช้วิธี broth macrodilution method นอกจากนี้ผลของความเป็นพิษของเทียนดำจะทดสอบโดยใช้วิธี colorimetric assay (MTT) ส่วนประกอบต่าง ๆ ของน้ำมันเมล็ดเทียนดำจะถูกระบุโดย gas chromatography/mass spectroscopy (GC/MS) analysis ผลของการศึกษาแสดงให้เห็นว่าน้ำมันและสารสกัดต่าง ๆ จากเมล็ดเทียนดำโดยเฉพาะอย่างยิ่ง tymoquinone มีความสามารถในการต่อต้านเชื้อรา *T. Mentagrophytes., M. Canis.* และ *M. Gypseum.* ซึ่งเป็นเชื้อราสายพันธุ์ที่ทำให้เกิดโรคผิวหนัง ในการประเมินผลของความเป็นพิษ สามารถสังเกตเห็นได้ว่า เทียนดำไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ไลน์เม็ดเลือดขาวของหนูเมื่อใช้ความเข้มข้นต่ำ ๆ ในขณะที่ tymoquinone เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันและสารสกัดต่าง ๆ ของเทียนดำ แสดงความเป็นพิษต่อเซลล์ไลน์เม็ดเลือดขาวของหนูสูงในการวิเคราะห์โดยGC/MS พบว่ามี tymoquinone (42.4%), p-cymene(14.1%), Carvacrol(10.5%) และ longifolene(6.1%) จากผลการศึกษาครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสบความสำเร็จในขั้นแรกในการค้นพบยาในการต่อต้านเชื้อราที่ทำให้เกิดโรคผิวหนัง ซึ่งได้รับการช่วยเหลือจากการนำเทียนดำมาใช้เป็นยาพื้นบ้านในการรักษาโรคผิวหนังติดเชื้อ

Said Gharby และคณะ (2013) ได้กล่าวว่า เมล็ดเทียนดำมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในการแพทย์อิสลามแบบดั้งเดิมและเพื่อจุดประสงค์ในการทำอาหาร น้ำมันจากเมล็ดเทียนดำนิยมทั้งมุสลิมและศาสนิกชนอื่น ๆ องค์ประกอบของน้ำมันเมล็ดเทียนดำขึ้นอยู่กับภูมิประเทศโดยทำการตรวจสอบองค์ประกอบของน้ำมันเมล็ดเทียนดำ เริ่มจากการเตรียมสารละลายที่ใช้ในวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายหรและวิธีแรงดันสกัดเย็นจากเมล็ดเทียนดำที่โตในโมร็อกโก น้ำมันที่สกัดมีเปอร์เซ็นต์ผลพลอยได้ 37% และ 27% โดยใช้วิธีตัวทำละลายหรือวิธีแรงดันสกัดเย็นตามลำดับ ในส่วนประกอบของน้ำมันเมล็ดเทียนดำจากโมร็อกโก มีความคล้ายคลึงกับประเทศแทบเมดิเตอร์เรเนียน ซึ่งคนพื้นเมืองจะรู้จักน้ำมันเมล็ดเทียนดำและรู้จักสรรพคุณของน้ำมันเมล็ดเทียนดำเป็นอย่างดี

Salih H.M. Aljabre และคณะ (2015) เมล็ด *Nigella sativa* ที่รู้จักกันทั่วไปว่า Black seed ใช้เป็นยาธรรมชาติสำหรับรักษาโรคมานานหลายศตวรรษในหลาย ๆ วัฒนธรรม เมล็ด *Nigella sativa* นี่มีส่วนประกอบที่ออกฤทธิ์จำนวนมากได้แก่ thymoquinone, thymohydroquinone, dithymoquinone, Thymol, carvacrol, nigellimine, nigellicine, nigellidine และ alphahederin ซึ่งได้มีการรายงานผลทางเภสัชวิทยาจำนวนมาก ที่มีผลเกี่ยวข้องกับหลายอวัยวะของร่างกาย ในบทความนี้เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบต่อผิวหนังของเมล็ด *Nigella sativa* นี่เป็นการนำเสนอครั้งแรกของผู้วิจัยในเรื่องนี้และคาดหวังว่าจะช่วยกระตุ้นการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบต่อผิวหนังและการประยุกต์ใช้ *Nigella sativa* เพิ่มขึ้น

Muhammad Tauseef Sultan และคณะ (2009) ได้ทำการศึกษาประวัติทางโภชนาการของเมล็ดเทียนดำพันธุ์พื้นเมืองและศักยภาพการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันระเหยยากและน้ำมันหอมระเหยพืชสมุนไพรเป็นพืชที่ได้รับการสนับสนุนอย่างยิ่งในยุคที่ผ่านมาเนื่องจากมีศักยภาพในการรักษาวัตถุประสงค์หลักของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาลักษณะความหลากหลายของเทียนดำพื้นเมือง (*Nigella sativa* L.) ซึ่งน้ำมันและน้ำมันหอมระเหยของมันเป็นที่รู้จักในชื่อว่า "Kalonji" จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันระเหยยากพบว่า มีปริมาณของคาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมันนอกจากนี้ยังมีโพแทสเซียม แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมเป็นแร่ธาตุที่โดดเด่น ในขณะที่โซเดียมเหล็ก แมงกานีส สังกะสีและทองแดงยังคงมีให้เห็นอยู่ ลักษณะของน้ำมันพบว่า มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวมีค่า 60.17 ± 1.53% เมื่อเทียบกับกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวซึ่งมีค่า 16.64 ± 0.91% และ 22.47 ± 0.59% ตามลำดับ carotenoids และ tocopherols มีปริมาณ 450.66 ± 16.21 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำมัน ในขณะที่ thymoquinone พบว่ามีปริมาณ 201.31 ± 13.17 มิลลิกรัม/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิโลกรัมของเมล็ด ในส่วนของการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยพบว่า thymoquinone, dihydrothymoquinone, p-cymene, carvacrol, α-thujene thymol, α-pinene, β-pinene และ T-anethole เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ นอกจากนี้ในการทดสอบสารต้านอนุมูลอิสระในหลอดทดลองชี้ให้เห็นว่า น้ำมันระเหยยากและน้ำมันหอมระเหยมีฤทธิ์ยับยั้งการเกิด lipid peroxidation ที่ 25.62% และ 92.56% ตามลำดับ และ 2, 2-diphenyl-1- picrylhydrazyl (DPPH) ที่ 32.32% และ 80.25% ตามลำดับ ในการนำเสนอผลการวิจัยพบว่าน้ำมันระเหยยากและน้ำมันหอมระเหยของน้ำมันเมล็ดเทียนดำเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยสารอาหารจากพืชและสามารถนำมาใช้กับความผิดปกติของการดำเนินชีวิตเช่นน้ำตาลในเลือดสูงและคอเลสเตอรอลสูงได้

Mohammad Hayatul Islam และคณะ (2012) ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของเมล็ดเทียนดำ (*Nigella sativa*) ในช่วงการเจริญต่าง ๆ ต่อแบคทีเรียที่แยกได้จากผู้ป่วย เทียนดำเป็นเครื่องเทศและเครื่องปรุงที่สำคัญซึ่งถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในอาหารยุโรปและเอเชียต่าง ๆ มันประกอบไปด้วยสรรพคุณทางยาตามที่นักวิจัยต่าง ๆ ได้แสดงไว้ การงอกเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นโดยมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในระหว่างที่มีกิจกรรมการเผาผลาญ วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อประเมินฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของเมล็ด *Nigella sativa* ที่อยู่ในขั้นตอนการgเจริญต่าง ๆ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์ของเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากผู้ป่วยจากหนอง ปัสสาวะของเหลวในช่องท้องและน้ำไขสันหลังของผู้ป่วยต่าง ๆ ค่าความเข้มข้นที่ต่ำสุดที่เกิดการยับยั้ง(MIC) ได้รับการพิจารณาโดยใช้เทคนิค macro-broth dilution สำหรับวิธีการ agar well diffusion ถูกใช้ในการทดสอบผลการต้านจุลชีพของสารสกัดจาก *Nigella sativa* ยาปฏิชีวนะบางตัวออกฤทธิ์ยับยั้งได้ดีถูกนำมาใช้เป็นตัวควบคุมในเชิงบวก นอกจากนี้ยังได้ศึกษาองค์ประกอบทางพฤกษเคมีของเมล็ด *Nigella sativa* ในระยะการเจริญเติบโตต่างของเมล็ด สารสกัดของ *Nigella sativa* ที่ทำการกลั่นด้วยเมทานอล แสดงให้เห็นฤทธิ์ต้านจุลชีพอย่างมีนัยสำคัญโดยสามารถต้านแบคทีเรียแกรมบวกคือ *Staphylococcus aureus.* และแกรมลบคือ *Escherichia coli., Klebsiella pneumonia., Pseudomonas aeruginosa.*และ *Proteus mirabilis.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการสกัด

3.1.1 อุปกรณ์การสกัด

1. เครื่องสกัดแบบ soxhlet
2. กระดาษกรอง เบอร์ 1
3. ช้อนตักสาร (spatula)
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง (analytical balance)
5. เครื่องระเหยแบบหมุน (Rotary evaporator) บริษัท Büchi; R-200

3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการสกัด

1. เฮกเซน
2. เมล็ดเทียนดำ

3.2 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดสอบการต้านเชื้อจุลินทรีย์

3.2.1 อุปกรณ์ในการทดสอบการต้านเชื้อจุลินทรีย์

1. ขวดดูแรน 500 มิลลิลิตร (duran)
2. จานเพาะเชื้อ (petri dish)
3. บีกเกอร์ขนาด 500 และ 50 มิลลิลิตร (beaker)
4. ที่เจาะจุกก๊อกขนาด 6 มิลลิเมตร (cork borer)
5. ออโต้ปิเปตขนาด 20-200 ไมโครลิตร (autopipete)
6. ข้อนตักสาร (spatula)
7. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (analytical balance)
8. หลอดทดลอง (test tube)
9. เครื่องวัดความขุ่นของเซลล์ (Turbidity Meter) บริษัท Grant bio; DEN-1B
10. ไม้พันสำลี (cotton swabs)
11. ตะเกียงแอลกอฮอล์ (alcohol burner)
12. ทิปเหลือง (tip)
13. วอร์เท็กซ์ (vortex)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. เวอร์เนียร์แคลิปเปอร์ (Vernia Caliper)
15. กระบอกตวง (cylinder)
16. ห่วงเขี่ยเชื้อ (loop)
17. เข็มเขี่ยเชื้อ (needle)
18. ที่ตั้งหลอดทดลอง (rack for tube)
19. เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ (autoclave)
20. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
21. ตู้บ่มเชื้อ (incubater)

3.2.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบการต้านเชื้อจุลินทรีย์

1. อาหาร meuller Hinton agar
2. ยาปฏิชีวนะเตตร้าไซคลิน
3. ยาปฏิชีวนะเจนต้าไมซิน
4. เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95
5. น้ำกลั่นสเตอร์ไรด์
6. น้ำเกลือความเข้มข้น 0.8 เปอร์เซ็นต์

3.3 อุปกรณ์และส่วนประกอบในการผลิตสบู่

3.3.1 อุปกรณ์การผลิตสบู่

1. เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง (analytical balance)
2. เตาไฟฟ้า (hot plate)
3. หม้อ (pot)
4. เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer)
5. ช้อนตักสาร (spatula)
6. ไม้พาย
7. บีกเกอร์ขนาด 50, 100 และ 500 มิลลิลิตร (beaker)
8. อ่างผสม (bowl)
9. แม่พิมพ์สำหรับทำสบู่ (mold soap)

3.3.2 ส่วนประกอบและสารเคมี

1. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
2. น้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. น้ำเมล็ดเทียนดำสกัดเย็น
4. น้ำมันมะพร้าว
5. น้ำมันละหุ่ง
6. ทานาคา
7. น้ำผึ้ง
8. ผงมะขาม
9. น้ำมันหอมระเหย

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การสกัดน้ำมันเมล็ดเทียนดำ

1. ทำได้โดยการนำเมล็ดเทียนดำมาล้างให้สะอาดจากนั้นนำไปอบให้แห้งในตู้อบอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นำเมล็ดเทียนดำมาบดให้ละเอียด
2. ชั่งเมล็ดเทียนดำบด 5 กรัม เทใส่ในกระดาษกรองที่พับและเย็บให้สนิท นำกระดาษกรองใส่ในแชมเบอร์
3. เทเฮกเซนใส่ในฟลาสก์ก้นกลม ปริมาณ 150 มิลลิลิตร
4. เปิดเครื่องเพื่อทำการสกัด โดยในการสกัด 1 ครั้งใช้เวลา 2 ชั่วโมง
5. นำสารละลายที่ผ่านการสกัดมาทำการระเหยตัวทำละลายออกโดยใช้เครื่องระเหยสุญญากาศที่ความดันเท่ากับ 335 mbar อุณหภูมของน้ำในวอเตอร์บาทเท่ากับ 40 องศาเซลเซียส
6. เก็บน้ำมันที่ทำการระเหยตัวทำละลายออกแล้วในขวดแก้วสีชา

3.4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันด้วยเครื่อง GC - MS

จากนั้นนำน้ำมันเมล็ดเทียนดำที่สกัดเย็นและน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดร้อนด้วยวิธี Soxhlet extraction มาวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่อง Gas Chromatography/Mass Spectro -photometer (GC - MS) ใช้ column ชนิด DB-5 ขนาด 30 เมตร x 0.25 มิลลิเมตร ความหนาแผ่นฟิล์ม 0.25 มิลลิเมตร สภาวะของ GC - MS อุณหภูมิของ column เริ่มต้นที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที และเพิ่มอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งอุณหภูมิเท่ากับ 220 องศาเซลเซียส โดยอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น 5 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิจะคงที่ ที่ 220 องศาเซลเซียส ในส่วนของ injector อุณหภูมิเท่ากับ 220 องศาเซลเซียส และ interface อุณหภูมิเท่ากับ 250 องศาเซลเซียส โดยใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก๊สฮีเลี่ยม (He) เป็น แก๊สตัวพา (carrier gas) อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที สเปกตรัมของอนุภาคมวลต่อประจุถูกบันทึกโดยใช้แรงกระทบทางไฟฟ้า 70eV. และวิเคราะห์มวลในช่วง 40-400 amu

3.4.3 การตรวจสอบการต้านเชื้อจุลินทรีย์

ในการตรวจสอบการต้านเชื้อจุลินทรีย์ จะใช้น้ำมันเมล็ดเทียนดำทั้ง 2 ชนิดในการทดสอบ คือ น้ำมันเทียนดำที่สกัดร้อนโดยวิธี soxhlet extraction และน้ำมันเทียนดำที่สกัดเย็น ในการทดสอบจะใช้เทคนิค Agar-well Diffusion โดยในการทดสอบจะใช้เชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด 5 ชนิด คือ

Straphylococcus aureus. ATCC 2592

Pseudomonas aeruginosa. ATCC 27853

Escherichia coli. ATCC 25922

Micrococcuc luteus. ATCC 9341

Bacillus subtilis. ATCC 6633

โดยใช้เอทานอลเป็น Negative control และใช้ยาปฏิชีวนะเจนต้าไมซินเป็น Positive control สำหรับ *Pseudomonas aeruginosa.* ATCC 27853 และใช้ยาปฏิชีวนะเตตร้าไซคลินเป็น Positive control สำหรับเชื้อจุลินทรีย์ที่เหลืออีก 4 ชนิด ดังที่กล่าวมา

ขั้นตอนการตรวจสอบการต้านเชื้อจุลินทรีย์ด้วยเทคนิค Agar-well Diffusion

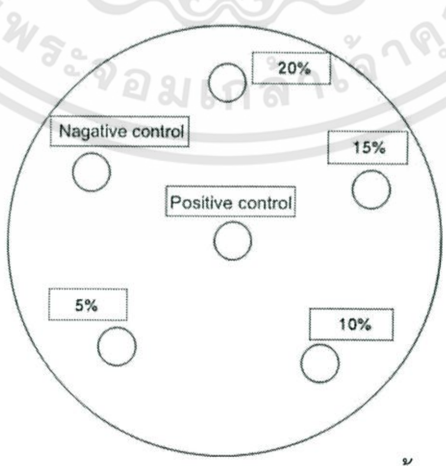
1. ทำการเตรียมอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ โดยใช้อาหาร Mueller Hilton agar 48.75 กรัม ผสมในน้ำกลั่น 1,250 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันจากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในเครื่อง autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที
2. เทอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วลงในจานเพาะเลี้ยงที่ฆ่าเชื้อแล้ว จานละ 25 มิลลิลิตร ทำการเทโดยเทคนิคปลอดเชื้อ รอจนอาหารแข็ง
3. รอดูการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอาหารเป็นเวลา 1 วัน
4. ทำการเตรียมเชื้อจุลินทรีย์ที่จะนำมาทดสอบ โดยนำห่วงเขี่ยเชื้อบนโคโลนีของเชื้อแต่ละชนิดมาผสมในน้ำเกลือความเข้มข้น 0.8% ที่สเตอไรซ์แล้ว วัดค่าความเข้มข้นของจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โดยใช้เครื่องวัดค่าความเข้มข้นจุลินทรีย์ให้ได้ความเข้มข้นในช่วง 0.5-0.7(Mcfaland standard NO. 0.5)

5. ทำการจุ่มไม้พันสำลีที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วลงในสารละลายเซลล์แขวนลอยที่เตรียมไว้ และทำการแตะปลายสำลีที่ด้านข้างของหลอดทดลองเพื่อเป็นการเอาน้ำออกไปบางส่วน
6. ทำการสวอบให้ทั่วหน้าอาหารที่เตรียมไว้ ปิดฝาจานเพาะเลี้ยง
7. ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที แต่ไม่เกิน 15 นาทีเพื่อให้เชื้อซึมลงในอาหารก่อนที่จะทำการเจาะหลุม
8. ทำการเจาะวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยที่เจาะจุกก๊อก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร โดยนำที่เจาะก็อกไปจุ่มแอลกอฮอล์และลนไฟก่อน จึงนำมาเจาะลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อจานละ 6 หลุม
9. ทำการหยอดน้ำมันเมล็ดเทียนดำทั้งที่สกัดร้อนด้วยวิธี Soxhlet extraction และน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็น ทั้ง 4 ระดับความเข้มข้น (5%, 10%, 15% และ20%) ที่เจือจางด้วยเอทานอล 95% ลงในหลุมที่เจาะ(หนึ่งหลุ่มต่อหนึ่งระดับความเข้มข้น) ยาปฏิชีวนะความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ยกเว้น *Straphylococcus aureus.* ATCC 25923 ใช้ยาปฏิชีวนะเข้มข้น 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ยาปฏิชีวนะซึ่งเป็น Positive control ลงในหลุมตรงกลาง เอทานอลซึ่งเป็น Negative control ลงในหลุมที่เหลือ โดยสารทั้งหมดจะหยอดลงหลุมละ 30 ไมโครลิตร และทำเชื้อละห้าซ้ำ ดังรูปที่ 3.1
10. ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อให้สารทดสอบต่าง ๆ ซึมเข้าสู่วุ่นอาหาร และไม่เกิดการไหลออกนอกหลุมเมื่อมีการเคลื่อนย้ายจานอาหารเพาะเลี้ยง
11. บ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน
12. บันทึกผลการทดลอง โดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางโซนใสที่เกิดขึ้นบริเวณรอบ ๆ หลุมแต่ละความเข้มข้นและหลุมยาปฏิชีวนะโดยใช้เวอร์เนียร์แคลิปเปอร์



รูปที่ 3.1 รูปแบบการเจาะหลุมบนอาหารเลี้ยงเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
148972
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 การผลิตสบู่

3.4.4.1 สูตรสบู่ที่ใช้ในการผลิต

สำหรับในงานวิจัยมีสูตรที่ใช้ในการผลิตสบู่ทั้งหมด 3 สูตรด้วยกัน สูตร โดยแต่ละสูตรจะมีชนิดและปริมาณน้ำมันที่มีแตกต่างกันออกไป รวมทั้งมีการเพิ่มส่วนผสมธรรมชาติอื่น ๆ จึงทำให้สบู่ในแต่ละสูตรมีคุณสมบัติที่ต่างกันออกไป ซึ่งในแต่ละสูตรส่วนประกอบดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนผสมในแต่ละสูตรที่ใช้ในการทำวิจัย

ส่วนผสม	อัตราส่วนในการผลิตสบู่ (กรัม)			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	
			ส่วนที่ 1	ส่วนที่ 2
น้ำมันเทียนดำ	200	200	100	-
น้ำมันมะพร้าว	200	200	100	150
น้ำมันละหุ่ง	-	-	-	100
โซเดียมไฮดรอกไซด์	71.8	71.8	35.9	32
น้ำกลั่น	145	145	75	63
เชียร์บัตเตอร์	10	20	10	-
น้ำผึ้ง	-	135	10	-
ทานาคา	-	-	10	-
ผงมะขาม	-	-	2	-

3.4.4.2 ขั้นตอนการผลิตสบู่

1. เตรียมแม่พิมพ์ใส่สบู่ โดยการนำกระดาษไขมาพับหรือตัดรองในบล็อกที่ใช้ใส่สบู่เพื่อไม่ให้สู่ติดกับแม่พิมพ์
2. ชั่งส่วนผสมตามสูตร
3. นำด่างที่ชั่งไว้มาผสมกับน้ำกลั่น โดยค่อย ๆ เติมด่างลงในน้ำ อย่างช้า ๆ ระวังไม่ให้กระเด็น คนจนละลายหมด ขั้นตอนนี้จะเกิดความร้อนของด่างที่ทำปฏิกิริยากับน้ำ อุณหภูมิจะสูงถึง 90 องศาเซลเซียส คนไปเรื่อย ๆ จนอุณหภูมิลดลงถึงประมาณ 40-45 องศาเซลเซียส
4. นำน้ำมันที่ชั่งมาผสมรวมกันในบีกเกอร์ ใส่เชียร์บัตเตอร์ลงไปด้วย(ถ้ามี) จากนั้นนำบีกเกอร์ไปอุ่นในอ่างน้ำที่มีอุณหภูมิประมาณ 40-45 องศาเซลเซียส คนจนส่วนผสมรวมกัน และวัดอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 40-45 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นำส่วนของน้ำมันและด่างผสมให้เข้ากันในอ่างผสม ใส่ส่วนผสมที่เหลือ เช่น ผงมะขาม,น้ำผึ้ง เป็นต้น อาจใส่น้ำมันหอมระเหยเพื่อแต่งกลิ่นลงไปในขั้นตอนนี้ คนไปในทิศทางเดียวกันประมาณ 30 นาทีหรือจนเนื้อสบู่เริ่มหนืดและเนียนขึ้น
6. ทำการเทส่วนผสมที่ได้ลงในแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้
7. เก็บสบู่เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ทำการแกะออกจากแม่พิมพ์ ตัดออกเป็นก้อน จากนั้นนำมาวัดค่า pH ซึ่งควรอยู่ระหว่าง pH 8-10
8. นำสบู่ห่อให้มิดชิดด้วยพลาสติกแรป เก็บต่อจนครบ 4 สัปดาห์ โดยทำการตรวจวัด pH ทุกสัปดาห์

3.4.4.3 การตรวจสอบคุณภาพสบู่

3.4.4.3.1 **ค่าความเป็นกรด – ด่าง** (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2554)

1. ตัดชิ้นสบู่เล็กน้อยเป็นแผ่นบาง ๆ ขนาดนิ้วก้อย
2. นำสบู่ละลายน้ำ 15 มิลลิลิตร (1 ช้อนโต๊ะ) กวนให้เข้ากัน
3. จุ่มกระดาษ pH ลงในน้ำ 30 วินาที จนสีกระดาษไม่เข้มขึ้นกว่าเดิม
4. นำกระดาษ pH ที่เปียกน้ำสบู่มาเทียบกับสีที่กล่อง
5. ทำการบันทึกผลทุกสัปดาห์เป็นเวลา 4 สัปดาห์

3.4.4.3.2 **ปริมาณการเกิดฟอง** (วิไลพร ปองเพียร, 2554)

1. ชั่งสบู่ 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร
2. เทใส่กระบอกตวงขนาด 250 มิลลิลิตร ปิดกระบอกตวงด้วยจุกยางหรือพาราฟิล์มให้สนิท
3. ทำการเขย่ากระบอกตวง 40 ครั้ง ตั้งทิ้งไว้ 1 นาที วัดปริมาณฟองที่เกิด
4. คำนวณปริมาณฟองที่เกิด นำค่าที่วัดได้มาลบปริมาณน้ำออก 20 มิลลิลิตร จะได้ปริมาณฟองเพียงอย่างเดียว
5. ทำการบันทึกผล โดยแต่ละสูตรทำ 3 ซ้ำ

3.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 22 นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

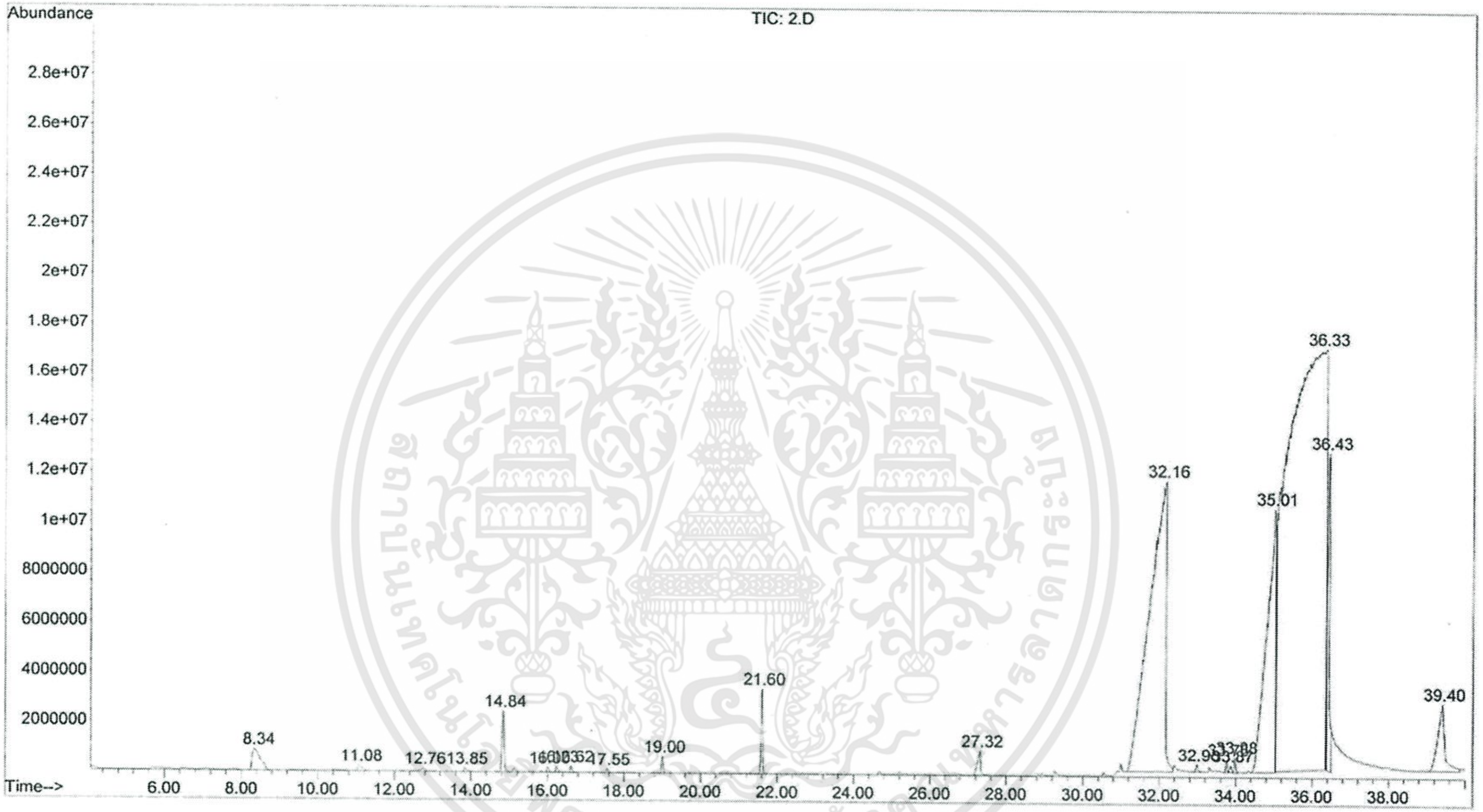
4.1 ผลการสกัดน้ำมันเมล็ดเทียนดำ

ในการสกัดน้ำมันเมล็ดเทียนดำแบบสกัดร้อนด้วยเครื่อง soxhlet โดยใช้เมล็ดเทียนดำในการสกัดทั้งหมด 1000 กรัม ทำการสกัดร่วมกับตัวทำละลายเฮกเซน นำมาทำการระเหยตัวทำละลายออก จะได้ปริมาณน้ำมันเมล็ดเทียนดำทั้งหมด 200 มิลลิลิตร

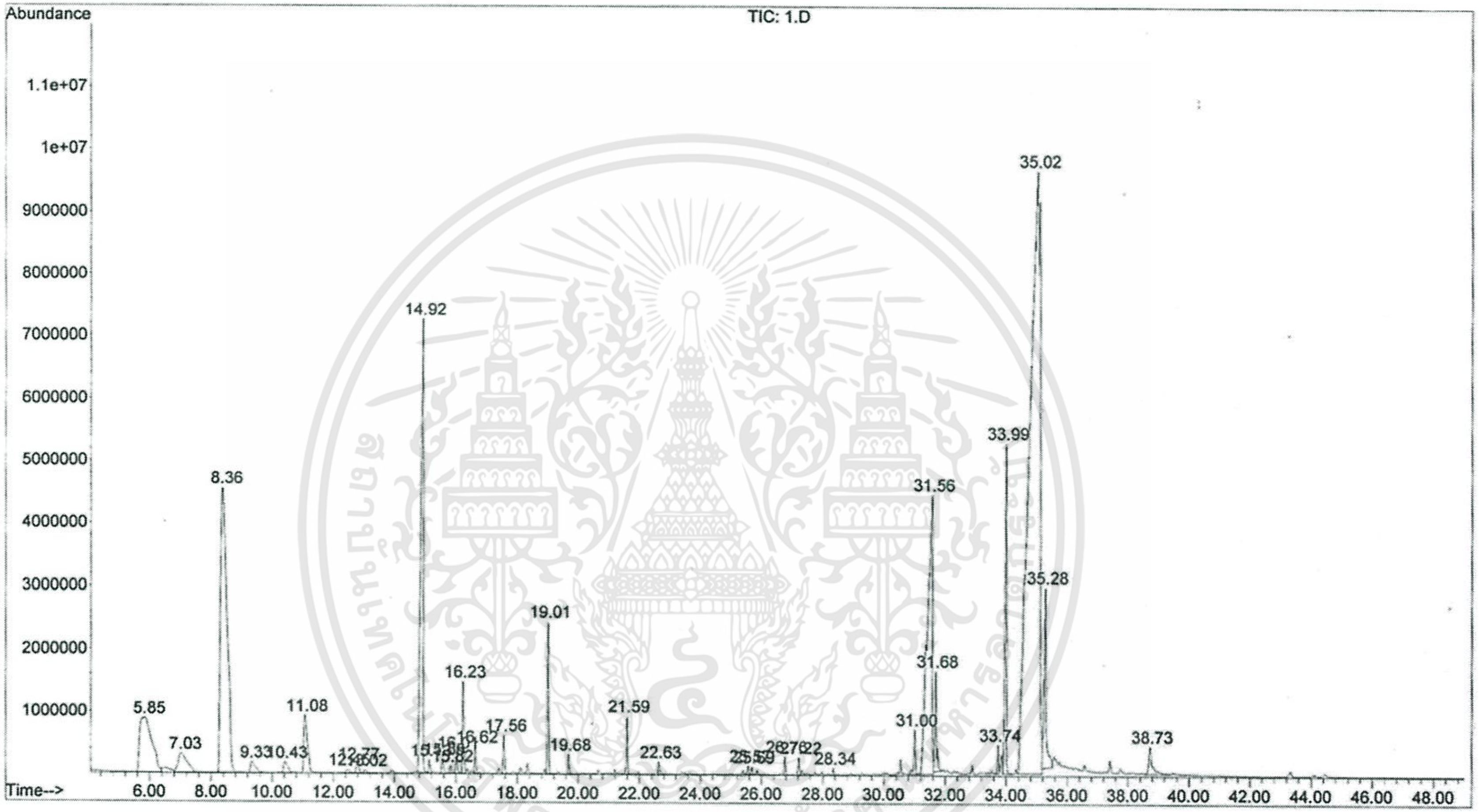
4.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันด้วยเครื่อง GC - MS

จากการนำน้ำมันเมล็ดเทียนดำทั้งสกัดร้อนและสกัดเย็นมาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันด้วยเครื่อง Gas Chromatography – Mass spectrometer (GC – MS) แสดงโครมาโตแกรมดังรูปที่ 4.1 และ 4.2 ซึ่งจากโครมาโตแกรมดังกล่าวแสดงชนิดและปริมาณของสารดังตารางที่ 4.1 และ 4.2 จะเห็นได้ว่าในน้ำมันเมล็ดเทียนดำที่สกัดร้อน มีองค์ประกอบของสารทั้งหมด 20 ชนิด ส่วนน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็น มีองค์ประกอบของสารทั้งหมด 31 ชนิด โดยน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดร้อนพบว่ามีปริมาณของ Palmitic acid มากที่สุดคือ 72.51 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็นนั้นพบว่ามีปริมาณของ Linoleic acid มากที่สุดคือ 46.29 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แสดงโครมาโตแกรมจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดร้อนด้วยเครื่อง GC - MS



รูปที่ 4.2 แสดงโครมาโตแกรมจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็นด้วยเครื่อง GC - MS

ตารางที่ 4.1 ผลการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดร้อนด้วยเครื่อง GC - MS

ลำดับ	ชนิดของสารประกอบ	ปริมาณสาร(%)	R.T. (นาที)
1	*p*-Cymene	2.62	8.35
2	γ-Terpinen	0.39	11.08
3	Octanoic acid	0.17	12.76
4	Ethylbenzaldehyde	0.16	13.85
5	Thymoquinone	2.03	14.84
6	(E,Z)-2,4-Decadienal	0.13	16.00
7	Carvacrol	0.17	16.23
8	(E,E)-2,4-Decadienal	0.18	16.62
9	α-Longipinene	0.10	17.56
10	Longifolene	0.40	19.00
11	2,4-Di-tert-butylphenol	182	21.60
12	Tetradecanoic acid	120	27.32
13	Palmitic acid	72.51	32.16
14	Cysteaminesulfonic acid	0.22	32.98
15	Methyl Linoleate	0.30	33.76
16	9-Octadecenoic acid, methyl ester	0.18	33.87
17	Citronellal	0.36	33.98
18	Linoleic acid	34.56	35.01
19	Oleic acid	-35.48	36.33
20	Stearic acid	10.81	36.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

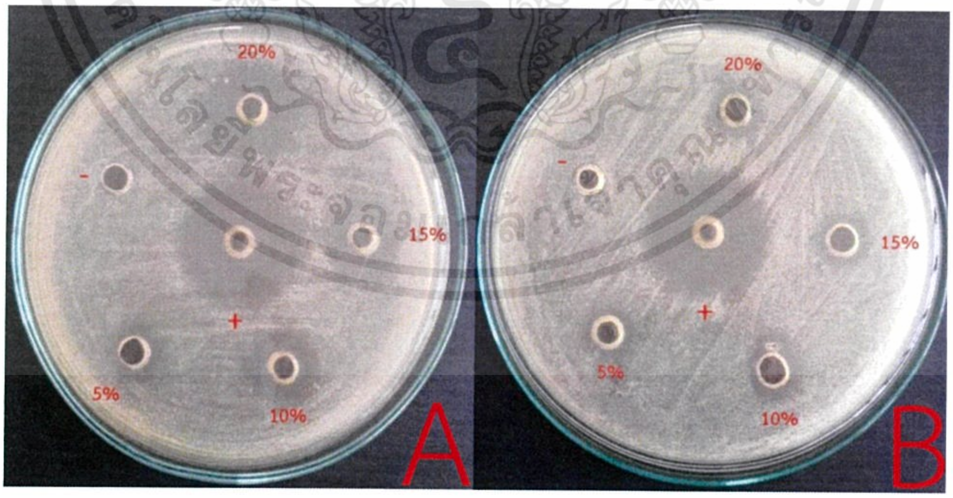
ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็นด้วยเครื่อง GC - MS

ลำดับ	ชนิดของสารประกอบ	ปริมาณสาร(%)	R.T. (นาที)
1	3-Thujene	4.78	5.85
2	Sabinene	1.21	7.03
3	*p*-Cymene	13.31	8.36
4	γ -Terpinen	0.38	9.32
5	4-Nitroanisole	1.54	11.08
6	3-methyl-3-(1-methylethenyl)	0.07	12.45
7	4-Terpineol	0.18	12.77
8	Cuminal	0.06	13.02
9	*p*-Benzoquinone	7.93	14.92
10	Trans-2-Decenal	0.15	15.13
11	Indene-1,7(4H)-dione	0.19	15.56
12	Acetic acid	0.01	15.82
13	Carvacrol	0.96	16.23
14	(E,E)-2,4-Decadienal	0.27	16.62
15	α-Longipinene	0.39	17.56
16	Isologifolene	1.41	19.01
17	Methyl azelaaldehydrate	0.19	19.68
18	2,4-Di-tert-butylphenol	0.49	21.59
19	4,7,7-Trimethylbicyclo	0.14	22.63
20	α-Gurjunene	0.08	25.57
21	6-Oxa-3,3,5-trimethyl-spiro	0.06	25.69
22	Nerol	0.17	26.76
23	Tetradecanoic acid	0.18	27.22
24	1,2,3,5-Tetramethylcyclohexane	0.05	28.34
25	Ent-pimara-8(14),15-diene	0.52	31.00
26	Palmitic acid	9.94	31.57
27	1,5,9-Decatriene,2,3,5,8-tetamethyl-	1.16	31.68
28	Methyl linoleate	0.25	33.74
29	3,5-Dimethyl-Cyclohexanol	3.58	33.99
30	Linoleic acid	46.29	35.02
31	Octadecanoic acid	2.73	35.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการตรวจสอบการต้านเชื้อจุลินทรีย์

จากการทำการทดสอบการต้านเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมันทั้งสองชนิดคือ น้ำมันเมล็ดเทียนดำที่สกัดด้วยวิธีการสกัดร้อนโดยวิธี Soxhlet extraction และการสกัดเย็น นำมาทดสอบกับเชื้อทั้ง 5 ชนิด คือ *Straphylococcus aureus*. ATCC 25923, *Pseudomonas aeruginosa*. ATCC 27853, *Escherichia coli*. ATCC 25922, *Micrococcuc luteus. ATCC 9341*, *Bacillus subtilis*. ATCC 6633 นำมาทดสอบด้วยวิธี Agar-well Diffusion โดยใช้ความเข้มข้นของน้ำมันเมล็ดเทียนดำที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 5, 10, 15, 20 (ยกเว้นเชื้อจุลินทรีย์ *Pseudomonas aeruginosa*. ATCC 27853, *Escherichia coli*. ATCC 25922, *Micrococcuc luteus. ATCC 9341*, *Bacillus subtilis*. ATCC 6633 ความเข้มข้นของน้ำมันเมล็ดเทียนดำที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 25, 50, 75, 100) ทำการทดลองทั้งหมด 5 ซ้ำ ตรวจสอบผลโดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณที่มีการยับยั้ง (inhibition zone) พบว่าน้ำมันเมล็ดเทียนดำ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *Straphylococcus aureus*. ATCC 25923 และ *Bacillus subtilis*. ATCC 6633 ดังรูปที่ 4.3 และ 4.4 ซึ่งน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้มากกว่าน้ำมันเมล็ดเทียนดำที่สกัดร้อนด้วยวิธี Soxhlet extraction สำหรับเชื้อจุลินทรีย์ *Pseudomonas aeruginosa*. ATCC 27853, *Escherichia coli*. ATCC 25922 และ *Micrococcuc luteus*. ATCC 9341 น้ำมันเมล็ดเทียนดำทั้งที่สกัดร้อนและสกัดเย็นไม่สามารถที่จะยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ในทุกความเข้มข้น ดังรูปที่ 4.5, 4.6 และ 4.7

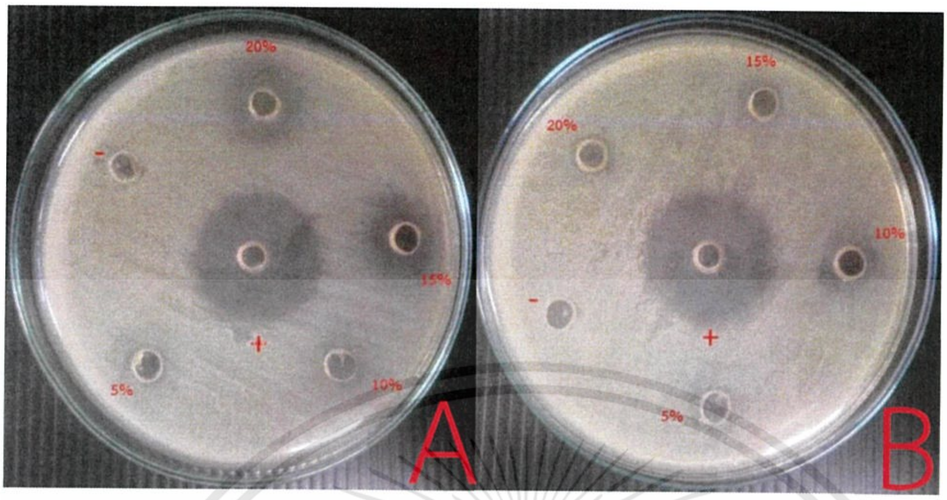


รูปที่ 4.3 ผลการยับยั้งเชื้อ *Straphylococcus aureus*. ATCC 25923 ของน้ำมันเมล็ดเทียนดำ

รูป A คือ น้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็น

รูป B คือ น้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดร้อน

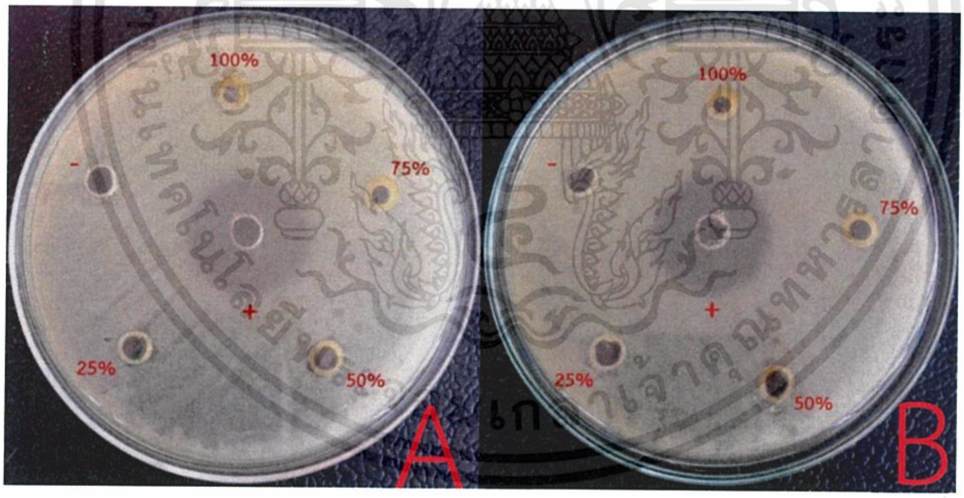
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ผลการยับยั้งเชื้อ *Bacillus subtilis*. ATCC 6633 ของน้ำมันเมล็ดเทียนดำ

รูป A คือ น้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็น

รูป B คือ น้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดร้อน

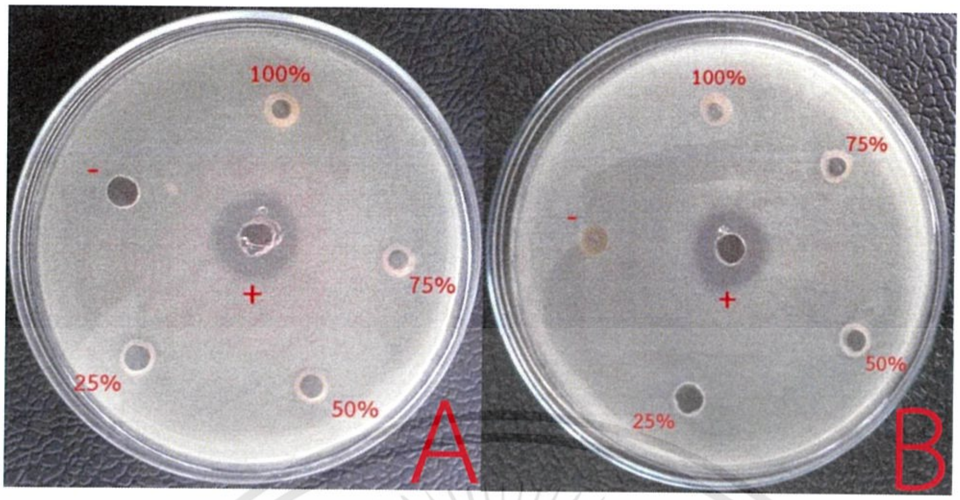


รูปที่ 4.5 ผลการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli*. ATCC 25922 ของน้ำมันเมล็ดเทียนดำ

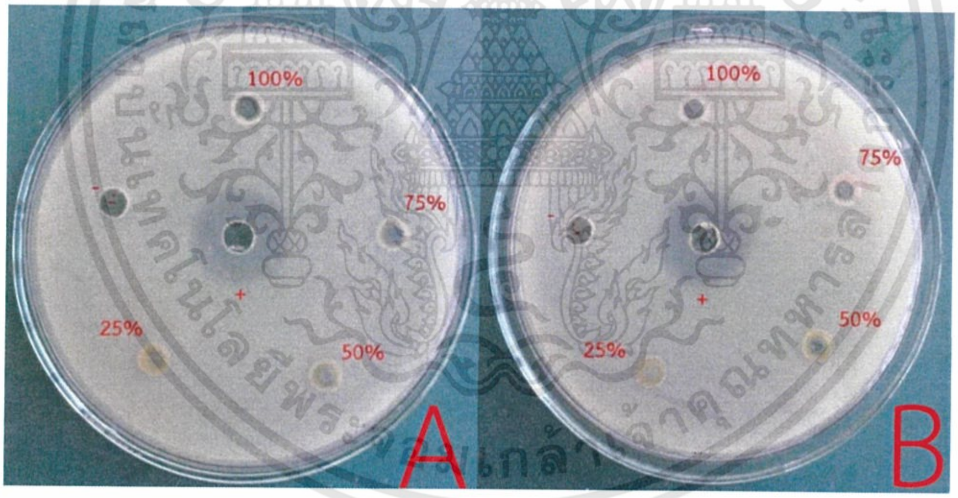
รูป A คือ น้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็น

รูป B คือ น้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ผลการยับยั้งเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa*. ATCC 27853 ของน้ำมันเมล็ดเทียนดำ
รูป A คือ น้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็น
รูป B คือ น้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดร้อน



รูปที่ 4.7 ผลการยับยั้งเชื้อ *Micrococcuc luteus. ATCC 9341* ของน้ำมันเมล็ดเทียนดำ
รูป A คือ น้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็น
รูป B คือ น้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดร้อน

จากการทำการตรวจผลการต้านเชื้อจุลินทรีย์โดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณที่เกิดการยับยั้ง (Inhibition zone) บนเชื้อทั้ง 5 ชนิด และนำมาทำการเฉลี่ยส้นผ่านศูนย์กลาง และหาค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานแต่ละความเข้มข้นของทั้ง 5 ซ้ำ ได้ผลดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงประสิทธิภาพในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมันเทียนดำที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

เชื้อจุลินทรีย์	เทคนิคการสกัด	ระดับความเข้มข้นของน้ำมันเทียนดำ (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง (มม.)
Staphylococcus aureus.	สกัดเย็น	5	8.50 ± 0.50
		10	12.00 ± 1.00
		15	15.90 ± 1.08
		20	19.60 ± 2.10
	สกัดร้อน	5	7.20 ± 0.76
		10	7.10 ± 0.74
		15	7.50 ± 1.00
		20	7.50 ± 0.87
Bacillus subtilis	สกัดเย็น	5	7.40 ± 0.55
		10	7.80 ± 0.45
		15	9.60 ± 0.55
		20	12.00 ± 2.55
	สกัดร้อน	5	6.90 ± 0.22
		10	9.00 ± 1.14
		15	8.20 ± 0.84
		20	8.00 ± 0.71
Escherichia coli.	สกัดเย็น	25	6.00 ± 0.00
		50	6.00 ± 0.00
		75	6.00 ± 0.00
		100	6.00 ± 0.00
	สกัดร้อน	25	6.00 ± 0.00
		50	6.00 ± 0.00
		75	6.00 ± 0.00
		100	6.00 ± 0.00

หมายเหตุ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมเท่ากับ 6 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3(ต่อ) แสดงประสิทธิภาพในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมันเทียนดำที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

เชื้อจุลินทรีย์	เทคนิคการสกัด	ระดับความเข้มข้นของน้ำมันเทียนดำ (ร้อยละ)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง (มม.)
pseudomonas aeruginosa	สกัดเย็น	25	6.00 ± 0.00
		50	6.00 ± 0.00
		70	6.00 ± 0.00
		100	6.00 ± 0.00
	สกัดร้อน	25	6.00 ± 0.00
		50	6.00 ± 0.00
		75	6.00 ± 0.00
		100	6.00 ± 0.00
Micrococcuc sp	สกัดเย็น	25	6.00 ± 0.00
		50	6.00 ± 0.00
		70	6.00 ± 0.00
		100	6.00 ± 0.00
	สกัดร้อน	25	6.00 ± 0.00
		50	6.00 ± 0.00
		75	6.00 ± 0.00
		100	6.00 ± 0.00

หมายเหตุ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมเท่ากับ 6 มิลลิเมตร

จากค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของแต่ละเชื้อดังตารางที่ 4.3 สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมันเมล็ดเทียนดำทั้งสองชนิด โดยนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้วิธี Duncan ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยทำการวิเคราะห์น้ำมันเทียนดำสกัดเย็นและสกัดร้อนที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 20 ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำมันเมล็ดเทียนดำที่ความเข้มข้นร้อยละ 20

เชื้อจุลินทรีย์	ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง (มม.)	
	สกัดเย็น	สกัดร้อน
Straphylococcus aureus. ATCC 25923	$19.60^{a,A} \pm 2.10$	$7.50^{ก,B} \pm 0.87$
Bacillus subtilis. ATCC 6633	$12.00^{b,A} \pm 2.55$	$8.00^{ก,B} \pm 0.71$
Escherichia coli. ATCC 25922	$6.00^{c} \pm 0.00$	$6.00^{ข} \pm 0.00$
Pseudomonas aeruginosa. ATCC 27853	$6.00^{c} \pm 0.00$	$6.00^{ข} \pm 0.00$
Micrococcuc luteus. ATCC 9341	$6.00^{c} \pm 0.00$	$6.00^{ข} \pm 0.00$

หมายเหตุ : [1]a, b,... ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันของการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์น้ำมันเทียนดำสกัดเย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

[2]ก, ข,... ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันของการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์น้ำมันเทียนดำสกัดร้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

[3]A, B,... ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างน้ำมันเทียนดำสกัดเย็นกับน้ำมันเทียนดำสกัดร้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

[4]ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมเท่ากับ 6 มิลลิเมตร

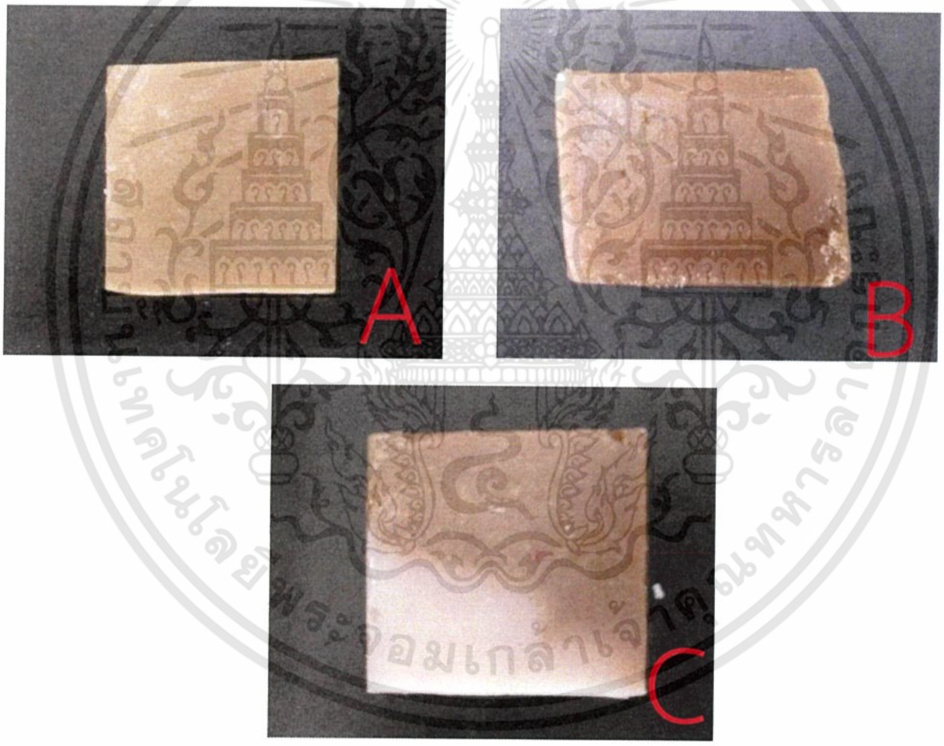
เมื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้วิธี Duncan ซึ่งทำให้พบว่าน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็นที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 20 มีความสามารถในการต้านเชื้อ *Straphylococcus aureus.* ATCC 25923 มากที่สุด ซึ่งมีค่าการยับยั้งเชื้อสูงสุดจากการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางโซนใสซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.60 ± 2.10 มิลลิเมตร ซึ่งมีค่าการยับยั้งเชื้อมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กับค่าการยับยั้งของเชื้อ *Bacillus subtilis.* ATCC 6633 , *Escherichia coli.* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa*. ATCC 27853 และ *Micrococcuc luteus.* ATCC 9341 ซึ่งเมื่อทำการเปรียบระหว่างน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็นและน้ำมันเทียนดำสกัดร้อน พบว่าน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *Straphylococcus aureus.* ATCC 25923, *Bacillus subtilis.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ATCC 6633 ได้มากกว่าน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดร้อน ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.4 ผลิตภัณฑ์สบู่

ในการผลิตสบู่ได้ใช้น้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็นในการผลิตสบู่ เนื่องจากน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ตลอดจนองค์ประกอบของน้ำมันเมล็ดเทียนดำที่ดีกว่าน้ำมันเมล็ดเมล็ดเทียนดำสกัดร้อน โดยทำการผลิตภัณฑ์สบู่ทั้งหมด 3 สูตร โดยแต่ละสูตรจะมีชนิดและปริมาณน้ำมันที่แตกต่างกันออกไป รวมทั้งมีการเพิ่มส่วนผสมธรรมชาติอื่น ๆ ด้วย ซึ่งได้ผลิตภัณฑ์สบู่ ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 แสดงลักษณะของสบู่ที่ได้จากการผลิตทั้ง 3 สูตร
รูป A คือ สบู่ที่ได้จากสูตรที่ 1
รูป B คือ สบู่ที่ได้จากสูตรที่ 2
รูป C คือ สบู่ที่ได้จากสูตรที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพสบู่

4.4.1.1 ผลการตรวจสอบค่าความเป็นกรด – ด่าง

จากการตรวจสอบค่าความเป็นกรด – ด่าง ตามวิธีของ วิทยา บุญวรพัฒน์, (2550) โดยทำการตรวจสอบค่าความเป็นกรด – ด่าง ทุกสัปดาห์ จนสบู่มีค่าความเป็นกรด – ด่างคงที่ โดยสบู่ทั้ง 3 สูตรจะมีค่าคงที่ในสัปดาห์ที่ 4 จากการตรวจสอบได้ผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการตรวจสอบค่าความเป็นกรด – ด่าง สบู่แต่ละสูตรเมื่อทิ้งสบู่ไว้ 4 สัปดาห์

สูตรที่	ค่าความเป็นกรด - ด่าง
1	9
2	8
3	9

4.4.1.2 ผลการตรวจสอบปริมาณการเกิดฟอง

จากการตรวจสอบปริมาณการเกิดฟองของสบู่แต่ละสูตร ตามวิธีของ วิไลพร ปองเพียร, (2554) ได้ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการตรวจสอบค่าปริมาณการเกิดฟองสบู่แต่ละสูตร

สูตรที่	ปริมาณการเกิดฟอง (มล.)
1	99.33
2	52
3	101

จากผลการตรวจสอบคุณภาพของสบู่ของทั้ง 3 สูตร โดยดูปริมาณการเกิดฟอง และวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง พบว่า สบู่ทั้ง 3 สูตร มีค่าความเป็นกรด – ด่าง อยู่ในเกณฑ์ที่เราต้องการ คือ อยู่ในช่วงค่าความเป็นกรด – ด่าง 8–10 ดังตารางที่ 4.5 สำหรับปริมาณการเกิดฟองดังตารางที่ 4.6 พบว่า สูตรที่ 3 มีฟองมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 101 มิลลิลิตร และสบู่สูตรที่ 2 มีปริมาณฟองน้อยที่สุด เนื่องจากว่าสูตรดังกล่าวมีการใส่น้ำผึ้งในปริมาณสูง ดังนั้นสบู่สูตรที่ 3 จึงมีคุณภาพดีที่สุด คือ มีฟองมากถึง 101 มิลลิลิตร และมีค่าความเป็นกรด – ด่าง อยู่ในช่วงที่ใช้ได้ คือ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองเป็นการเปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันเทียนดำเพื่อนำมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์สบู่ เพื่อให้ได้สบู่ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยการนำน้ำมันเทียนดำที่ได้จากการสกัดที่แตกต่างกันคือน้ำมันสกัดร้อน และน้ำมันสกัดเย็น มาทำการตรวจหาองค์ประกอบในน้ำมันด้วยเครื่อง GC – MS ผลที่ได้คือ น้ำมันเทียนดำที่สกัดเย็นมีองค์ประกอบของสารสำคัญมากกว่าน้ำมันเทียนดำสกัดร้อน โดยน้ำมันเทียนดำสกัดเย็นมีองค์ประกอบสารทั้งหมด 31 ชนิด และน้ำมันเทียนดำสกัดร้อนมีองค์ประกอบของสารทั้งหมด 20 ชนิด ซึ่งในน้ำมันเทียนดำสกัดเย็นพบว่ามีปริมาณของ linoleic acid มากที่สุดคือ 46.29 เปอร์เซ็นต์ และน้ำมันเทียนดำสกัดร้อนพบว่ามีปริมาณของ Palmitic acid มากที่สุดคือ 72.51 เปอร์เซ็นต์

จากการนำน้ำมันทั้งสองชนิดมาทำการตรวจสอบการต้านเชื้อจุลินทรีย์ ทำการทดสอบกับเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 5 ชนิด คือ *Straphylococcus aureus.* ATCC 25923, *Pseudomonas aeruginosa*. ATCC 27853, *Escherichia coli.* ATCC 25922, *Micrococcuc luteus*. ATCC 9341, *Bacillus subtilis*. ATCC 6633 ใช้เทคนิค Agar – well diffusion ในการทดสอบ ซึ่งใช้ tetracycline และ gentamycin ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็น positive control และใช้ เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เป็น negative control

ในการตรวจสอบการต้านเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมันเทียนดำ จะใช้ความเข้มข้นของน้ำมันเทียนดำที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 จากผลการทดลองเมื่อวัดขนาดของบริเวณที่เกิดการต่อต้าน (inhibition zone) พบว่าน้ำเทียนดำทั้งสองชนิดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *Straphylococcus aureus*. ATCC 25923 และ *Bacillus subtilis*. ATCC 6633 โดยน้ำมันเทียนดำที่สกัดเย็นมีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อทั้งสองชนิดนี้มากกว่าน้ำมันเทียนดำที่สกัดร้อน โดยเปรียบเทียบจากวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณที่เกิดการยับยั้ง (inhibition zone) ในส่วนของเชื้อจุลินทรีย์ *Pseudomonas aeruginosa*. ATCC 27853, *Escherichia coli.* ATCC 25922 และ *Micrococcuc luteus.* ATCC 9341น้ำมันเมล็ดเทียนดำทั้งที่สกัดร้อนและสกัดเย็นไม่สามารถที่จะยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ในทุกความเข้มข้น

จากผลการทดสอบการต้านเชื้อของน้ำมันเทียนดำ เมื่อนำมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยทำการวิเคราะห์น้ำมันเทียนดำสกัดเย็นและสกัดร้อนโดยใช้วิธี Duncan ซึ่งทำให้พบว่าน้ำมันเมล็ดเทียนดำที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 20 ทั้งที่สกัดเย็น มีความสามารถในการต้านเชื้อ *Straphylococcus aureus.* ATCC 25923 มากที่สุด ซึ่งมีค่าการยับยั้งเชื้อสูงสุดจากการวัดเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านศูนย์กลางโซนใสเท่ากับ 19.60 ± 2.10 มิลลิเมตร ซึ่งมีค่าการยับยั้งเชื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) กับค่าการยับยั้งของเชื้อ *Bacillus subtilis*. ATCC 6633, *Escherichia coli*.ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa*.ATCC 27853 และ *Micrococcuc sp*. ทั้งในน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดร้อนและสกัดเย็น และเมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการต้านเชื้อแต่ละชนิดของน้ำมันสกัดเย็นและสกัดร้อนด้วยวิธีทางสถิติ พบว่า ในเชื้อ *Straphylococcus aureus*. ATCC 25923 และ *Bacillus subtilis*. ATCC 6633 น้ำมันเทียนดำสกัดเย็น มีประสิทธิภาพในการยับยั้งได้มากกว่านำมันเทียนดำสกัดร้อน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) ในแต่ละเชื้อ

เมื่อทราบว่า น้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็นมีองค์ประกอบของสารมากกว่า และมีความสามารถในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ดีกว่าน้ำมันเทียนดำสกัดร้อน จึงนำมาทำผลิตภัณฑ์สบู่ โดยทำขึ้นมาทั้งหมด 3 สูตร จากนั้นทำการตรวจสอบคุณภาพของสบู่ โดยดูปริมาณการเกิดฟอง และวัดค่าความเป็นกรดด่าง พบว่า สบู่สูตรที่ 3 มีคุณภาพดีที่สุด คือ มีฟองมากถึง 101 มิลลิลิตร และมีค่าความเป็นกรด – ด่าง อยู่ในช่วงที่ใช้ได้ คือ 9 และเมื่อนำสบู่แต่ละสูตรมาคำนวณราคาต้นทุน และเมื่อคำนวณราคาขายต่อก้อนแล้ว พบว่า สบู่สูตรที่ 3 มีราคาต้นทุนต่ำที่สุด จึงทำให้ราคาขายต่อก้อนถูกลงด้วย

เมื่อทำการเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ (Mohammad Hayatul Islam et. al., 2012) ได้ทำการทดสอบฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรียของเทียนดำ ในระยะการเจริญต่าง ๆ ของแบคทีเรียที่แยกได้จากผู้ป่วย โดยทำการทดสอบด้วยวิธี agar – well diffusion โดยมียาปฏิชีวนะเป็น positive control พบว่าเมล็ดเทียนดำสามารถต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้คือ *Straphylococcus aureus*. และแบคทีเรียแกรมลบ คือ *Escherichia coli*., *Klebsiella pneumonia*., *Pseudomonas aeruginosa*. และ *Proteus mirabilis*. ซึ่งผลการทดลองด้านคุณสมบัติการต้านเชื้อจุลินทรีย์ของงานวิจัยนี้มีผลที่ไม่สอดคล้องกัน โดยพบว่า น้ำมันเมล็ดเทียนดำสามารถต้านได้เฉพาะแบคทีเรียแกรมบวกเท่านั้น อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบของสารภายในน้ำมันเมล็ดเทียนดำที่สกัดได้มีระดับของสารแตกต่างกัน ซึ่งอาจเป็นไปตามการศึกษาของ (Roy et. al., 2012) กล่าวว่า องค์ประกอบของน้ำมันเมล็ดเทียนดำ ขึ้นอยู่กับวิธีการสกัดและฤดูกาลที่เก็บเกี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การปรับปรุงสูตรสบู่โดยการลดปริมาณของน้ำมันเทียนดำลง จะทำให้ราคาต้นทุนในการทำสบู่ลดลง

5.2.2 ควรศึกษาวิธีการสกัดแบบอื่น ๆ เพื่อให้ได้น้ำมันเทียนดำที่มีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อแบคทีเรียอย่างกว้างขวาง ทั้งแกรมบวกและแกรมลบ

5.2.3 ควรทำการทดลองการตรวจสอบการต้านเชื้อจุลินทรีย์ของสบู่ เพื่อให้มั่นใจว่า สบู่ที่ผลิตขึ้นสามารถต้านเชื้อจุลินทรีย์ได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรรชนก และ คมสัน หุตะแพทย์. 2554. **คู่มือการทำสบู่ธรรมชาติ แชมพูสมุนไพร และยาสีฟันสมุนไพร.** สำนักงานพิพิธภัณฑ์เกษตรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว(องค์การมหาชน), ปทุมธานี.

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2536. **การควบคุมคุณภาพสมุนไพร.** เอกสารวิชาการประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ. กรุงเทพฯ.

คณะเภสัชศาสตร์ ม.มหิดล. **ยาจากสมุนไพร.** กรุงเทพฯ., Text and Journal Coorperation, 2533

คมสัน หุตะแพทย์. 2543. สะอาดและสวยด้วยสบู่ธรรมชาติ. **วารสารเกษตรกรรมธรรมชาติ.** เกษตรกรรมธรรมชาติ (1): 12-30.

พรพิมล และ พรพรรณ. 2540. **เครื่องสำอางกับงานคุ้มครองผู้บริโภค.** กองควบคุมเครื่องสำอาง สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ. 2547. **เครื่องสำอางธรรมชาติ ผลิตภัณฑ์สำหรับผิวหนัง.** พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ. 2532. **เครื่องสำอางเพื่อความสะอาด.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

วิไลพร ปองเพียร. 2554. **การพัฒนาสูตรสบู่แฟนซีจากน้ำมันที่ใช้แล้ว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

วิทยา บุญวรพัฒน์. 2550. **สารานุกรมสมุนไพรไทย-จีนที่ใช้บ่อยในประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.สถาบันการแพทย์แผนไทย. 2541. **เภสัชกรรมแผนไทย.** โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณะสุข. 2554. **คู่มือผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเพื่อเศรษฐกิจชุมชน**. พิมพ์ครั้งที่ 3. โรงพิมพ์สามเจริญพาณิชย์, กรุงเทพฯ.

Aljabre, S.H.M. Alakloby, O.M. and Randhawa, M.A. 2015. "Dermatological effects of *Nigella sativa.*" Journal of Dermatology and Dermatologic Surgery. 19(2015): 92-98.

Gharby, S. Harhar, H. Guillaume, D. Roudani, A. Boulbaroud, S. Ibrahimi, M. Ahmad, M. Sultana, S. Hadda, T.B. Chafchaouni-Moussaoui, I. Charrouf, Z. 2015. "Chemical investigation of *Nigella sativa L*. seed oil produced in Morocco." *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences.* 14: 172-177.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Islam, M.H. Ahmad, I.Z. and Salman, M.T. 2012. "Antibacterial activity of *Nigella sativa* seed in various germination phases on clinical bacterial strains isolated from human patients." Journal of Biotechnology and Pharmaceutical Research. 4(1): 8-13.

Mahmoudvand, H. Sepahvand, A. Jahanbakhsh, S. Ezatpour, B. and Ayatollahi Mousavi, S.A. 2014. "Evaluation of antifungal activities of the essential oil and various extracts of *Nigella sativa* and its main component, thymoquinone against pathogenic dermatophyte strains." *Journal de Mycologie Medicale.* 24: 155-161.

Ramadan, M.F. 2007. "Nutritional value, functional properties and nutraceuticalapplications of black cumin *(Nigella sativa L.)*" an overview. *International Journal of Food Science and Technology.* 42: 1208–1218.

Sultan, M.T. Butt, M.S. Anjum, F.M. Jamil, A. Akhtar, S. and Nasir, M. 2009. "Nutritional profile of indigenous cultivar of black cumin seeds and antioxidant potential of its fixed and essential oil." *Pakistan Journal of Botany.* 41(3): 1321-1330.

Youssef, M.K.E. Eshak, N.S. Hana, R.S. 2013. "Physicochemical Characteristics, Nutrient Content and Fatty Acid Composition of Nigella sativa Oil and Sesame Oil." *Food and Public Health.* 3(6): 309-314.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ข้อมูลดิบ

ตารางที่ ก-1 แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติการต้านเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็น

เชื้อจุลินทรีย์	เส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง (มม.)					
	ความเข้มข้น	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	ซ้ำที่ 5
Straphylococcus aureus. ATCC 25923	Positive control	22	24.5	26	23.5	25.5
	Negative control	6	6	6	6	6
	5%	8.5	9	8	9	8
	10%	12	13	11	13	11
	15%	14.5	16	17.5	16	15.5
	20%	17.5	20	19	18.5	23
Bacillus subtilis. ATCC 6633	Positive control	26	26	26	27	26
	Negative control	6	6	6	6	6
	5%	7	7	8	7	8
	10%	7	8	8	8	8
	15%	10	10	9	9	10
	20%	11	10	10	13	16

หมายเหตุ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมเท่ากับ 6 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-1(ต่อ) แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติการต้านเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็น

เชื้อจุลินทรีย์	เส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง (มม.)					
	ความเข้มข้น	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	ซ้ำที่ 5
Escherichia coli. ATCC 25922	Positive control	14	12.5	11	14	11.5
	Negative control	6	6	6	6	6
	25%	6	6	6	6	6
	50%	6	6	6	6	6
	70%	6	6	6	6	6
	100%	6	6	6	6	6
	100%	6	6	6	6	6
Micrococcuc luteus. ATCC 9341	Positive control	14	15	14	14	15
	Negative control	6	6	6	6	6
	25%	6	6	6	6	6
	50%	6	6	6	6	6
	75%	6	6	6	6	6
	100%	6	6	6	6	6

หมายเหตุ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมเท่ากับ 6 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-2 แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติการต้านเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดร้อน

เชื้อจุลินทรีย์	เส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง (มม.)					
	ความเข้มข้น	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	ซ้ำที่ 5
Straphylococcus aureus. ATCC 25923	Positive control	25	24	21	22.5	6
	Negative control	6	6	6	6	6
	5%	8	7	7.5	7.5	6
	10%	7.5	7	7	8	6
	15%	8.5	8	7	8	6
	20%	8	7.5	8	8	6
Bacillus subtilis. ATCC 6633	Positive control	26	26	26	27	26
	Negative control	6	6	6	6	6
	5%	6.5	7	7	7	7
	10%	10	7	8	10	10
	15%	8	7	9	9	8
	20%	7	9	8	8	8
Escherichia coli. ATCC 25922	Positive control	14	12	11	12	11
	Negative control	6	6	6	6	6
	25%	6	6	6	6	6
	50%	6	6	6	6	6
	75%	6	6	6	6	6
	100%	6	6	6	6	6

หมายเหตุ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมเท่ากับ 6 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-2(ต่อ) แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติการต้านเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดร้อน

เชื้อจุลินทรีย์	เส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง (มม.)					
	ความเข้มข้น	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	ซ้ำที่ 5
Pseudomonas aeruginosa. ATCC 27853	Positive control	12	13	12	13	13
	Negative control	6	6	6	6	6
	25%	6	6	6	6	6
	50%	6	6	6	6	6
	75%	6	6	6	6	6
	100%	6	6	6	6	6
Micrococcuc luteus. ATCC 9341	Positive control	14	14	15	14	14
	Negative control	0	0	0	0	0
	25%	0	0	0	0	0
	50%	0	0	0	0	0
	75%	0	0	0	0	0
	100%	0	0	0	0	0

หมายเหตุ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมเท่ากับ 6 มิลลิเมตร

ตารางที่ ก-3 แสดงผลการวัดปริมาณฟองสบู่แต่ละสูตร

สูตร	ปริมาณการเกิดฟอง (มล.)		
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3
1	80	100	100
2	50	56	50
3	90	115	98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-4 แสดงผลการตรวจสอบค่าความเป็นกรด - ด่างของสบู่แต่ละสูตร

สูตร	วัดค่าความเป็นกรด – ด่าง			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
1	11	10	9	9
2	10	9	8	8
3	10	9	9	9

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

น้ำมันเทียนดำสกัดเย็น

ใช้น้ำมันเทียนดำสกัดเย็น ตรา Halal Express โดยใช้เทคนิคการสกัดเย็น แบบบีบอัดเมล็ด ปริมาณ 2 ลิตร ในราคา 2500 บาท

ที่อยู่ร้าน: ฮาลาลเอ็กซ์เพรส ถ.ราษฎร์อุทิศ แขวงแสนแสบ เขตมีนบุรี กรุงเทพฯ 10510

รูปที่ ข-1 น้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ทางสถิติ

1. น้ำมันเทียนดำสกัดร้อน

ตารางที่ ค-1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) น้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดร้อนที่ความเข้มข้นร้อยละ 20

Diameter

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	19.000	4	4.750	19.000	.000
Within Groups	5.000	20	.250		
Total	24.000	24			

ตารางที่ ค-2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อนของน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดร้อนโดยวิธีของ Duncan ที่ความเข้มข้นร้อยละ 20

Diameter

Duncan[a]

Culture	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
E. coli.	5	6.0000	
P. aeruginosa.	5	6.0000	
M. luteus.	5	6.0000	
S.aureus.	5		7.5000
B.subtilis.	5		8.0000
Sig.		1.000	.130

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. น้ำมันเทียนดำสกัดเย็น

ตารางที่ ค-3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) น้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็นที่ความเข้มข้นร้อยละ 20

Diameter

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	720.640	4	180.160	82.453	.000
Within Groups	43.700	20	2.185		
Total	764.340	24			

ตารางที่ ค-4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อนของน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็นโดยวิธีของ Duncan ที่ความเข้มข้นร้อยละ 20

Diameter

Duncan[a]

Culture	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
E. coli.	5	6.0000		
P. aeruginosa.	5	6.0000		
M. luteus.	5	6.0000		
B.subtilis.	5		12.0000	
S.aureus.	5			19.6000
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **เปรียบเทียบผลการต้านเชื้อ *Straphylococcus aureus.* ATCC 25923 ระหว่างน้ำมันเทียนดำสกัดเย็นและสกัดร้อน ที่ความเข้มข้นร้อยละ 20**

ตารางที่ ค-5 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ผลการต้านเชื้อ *Straphylococcus aureus.* ที่ความเข้มข้นร้อยละ 20

Diameter

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	978.033	2	489.017	283.488	.000
Within Groups	20.700	12	1.725		
Total	998.733	14			

ตารางที่ ค-6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อนของน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็นโดยวิธีของ Duncan ที่ความเข้มข้นร้อยละ 20

Diameter

Duncan[a]

Culture	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
none.	5	.0000		
hot	5		7.5000	
cool	5			19.6000
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. **เปรียบเทียบผลการต้านเชื้อ *Bacillus subtilis.* ATCC 6633 ระหว่างน้ำมันเทียนดำสกัดเย็นและสกัดร้อน ที่ความเข้มข้นร้อยละ 20**

ตารางที่ ค-7 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ผลการต้านเชื้อ *Bacillus subtilis.* ที่ความเข้มข้นร้อยละ 20

Diameter

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	373.333	2	186.667	80.000	.000
Within Groups	28.000	12	2.333		
Total	401.333	14			

ตารางที่ ค-8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อนของน้ำมันเมล็ดเทียนดำสกัดเย็นโดยวิธีของ Duncan ที่ความเข้มข้นร้อยละ 20

Diameter

Duncan[a]

Culture	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
none.	5	.0000		
hot	5		8.0000	
cool	5			12.0000
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้