ฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ของน้ำมันหอมระเหยจากส้มโอ มะกรูด และเลมอน

ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OILS FROM POMELO KAFFIR LIME AND LEMON

ปีย์มนัส กมุทชาติ

สุนทรี เอมสมบุญ

สุนันทา อาจด่อน

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OILS FROM POMELO KAFFIR LIME AND LEMON

PEEMANUS KAMUTCHAT

SOONTAREE AIMSOMBOON

SUNANTHA ATDON

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 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	ฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ของน้ำมันหอมระเหยจากส้มโอ มะกรูด และเลมอน
ชื่อนักศึกษา	นายปีย์มนัส กมุทชาติ รหัส 57050728
	นางสาวสุนทรี เอมสมบุญ รหัส 57050772
	นางสาวสุนันทา อาจด่อน รหัส 57050773
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.พนา โลหะทรัพย์ทวี

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) ประจำปีการศึกษา 2560

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

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ ฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ของน้ำมันหอมระเหยจากส้มโอ มะกรูด และเลมอน

ชื่อนักศึกษา นายปีย์มนัส กมุทชาติ รหัส 57050728
นางสาวสุนทรี เอมสมบุญ รหัส 57050772
นางสาวสุนันทา อาจด่อน รหัส 57050773

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)

ภาควิชา ชีววิทยา

ปีการศึกษา 2560

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พนา โลหะทรัพย์ทวี

บทคัดย่อ

น้ำมันหอมระเหยที่นำมาใช้ในการทดสอบนี้ถูกสกัดจากเปลือกส้มโอ มะกรูดและเลมอน โดยใช้วิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ และวิเคราะห์หาองค์ประกอบของสารเคมีด้วยเครื่อง GC/MS องค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้มโอ มะกรูด และเลมอน คือ Dl-Limonene ซึ่งปรากฏมากที่สุดในน้ำมันหอมระเหยเปลือกเลมอน (ร้อยละ 68.7) และเพื่อหาฤทธิ์การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมันหอมระเหย จึงนำน้ำมันหอมระเหยมาทดสอบกับ *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Candida albicans* และ *Aspergillus niger* ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยเหล่านี้มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ โดยน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้มโอมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสำคัญ : น้ำมันหอมระเหย, ฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

Special Project Title	Antimicrobial activity of essential oils from pomelo kaffir lime and lemon
Students	Mr. Peemanus Kamutchat 57050728
	Miss Soontaree Aimsomboon 57050772
	Miss Sunantha Atdon 57050773
Degree	Bachelor of Science (Biotechnology)
Department	Biology
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2017
Advisor	Asst. Prof. Dr. Pana Lohasupthawee

ABSTRACT

Essential oils were extracted from pomelo peels, kaffir lime peels and lemon peels by water distillation and its composition was analyzed by GC/MS. The major component of pomelo, kaffir lime and lemon oils were Dl-Limonene which showed the highest level in lemon peel oil (68.7%). The antimicrobial activity of the essential oils was tested against *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Candida albicans* and *Aspergillus niger*. The result showed that the essential oils could inhibit the growth of these microorganisms. The pomelo peels oil showed the highest antimicrobial activity.

Keyword: Essential Oil, Antimicrobial activity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างดีของ ผศ.ดร.พนา โลหะทรัพย์ทวี อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนข้อคิดเห็นและความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ พร้อมทั้งตรวจทานแก้ไขปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จนกระทั่งสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.สรัญญา พันธุ์พฤกษ์ ที่กรุณารับเป็นประธานกรรมการและ ผศ.ดร.สมชาย ไกรรักษ์ ซึ่งกรุณารับเป็นกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจสอบปริญญานิพนธ์นี้ พร้อมทั้งได้ให้ข้อเสนอแนะ และปรับปรุงปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณนักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาชีววิทยาที่อำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งสำหรับบิดามารดา และครอบครัวของผู้วิจัย ที่คอยเป็นกำลังใจ ให้โอกาส และสนับสนุนในทุก ๆ ด้านเป็นอย่างดีมาโดยตลอดคุณค่าและประโยชน์ที่ได้จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นายปีย์มนัส กมุทชาติ
นางสาวสุนทรี เอมสมบุญ
นางสาวสุนันทา อาจด่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 น้ำมันหอมระเหย essential oil 3
2.1.1 ผลของน้ำมันหอมระเหยต่อร่างกาย 3
2.1.2 ลักษณะของน้ำมันหอมระเหย 3
2.2 เลมอน 4
2.2.1 การจำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์ของเลมอน 4
2.2.2 ลักษณะของผลเลมอน 4
2.2.3 ลักษณะของดอกเลมอน 4
2.2.4 ลักษณะของลำต้นเลมอน 5
2.2.5 ลักษณะของใบเลมอน 5
2.2.6 ประโยชน์ของเลมอน 5
2.3 ส้มโอ 6
2.3.1 การจำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์ของส้มโอ 6
2.3.2 ลักษณะของลำต้นส้มโอ 6
2.3.3 ลักษณะของผลส้มโอ 6
2.3.4 ลักษณะของเมล็ดส้มโอ 7
2.3.5 ลักษณะของดอกส้มโอ 7
2.3.6 ลักษณะของใบส้มโอ 7
2.3.7 สรรพคุณของส้มโอ 8
2.3.8 พันธุ์และชนิดของส้มโอตามสีเนื้อ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4 มะกรูด 8
2.2.1 การจำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์ของมะกรูด 9
2.2.2 ลักษณะของลำต้นมะกรูด 9
2.2.3 ลักษณะของใบมะกรูด 9
2.2.4 ลักษณะของดอกมะกรูด 9
2.2.5 ลักษณะของผลมะกรูด 10
2.5 GC/MS Analysis 10
2.5.1 องค์ประกอบสำคัญของเครื่อง GC 11
2.5.2 องค์ประกอบสำคัญของเครื่อง MS 12
2.5.3 ข้อดีของเครื่อง GC-MS 12
2.6 *Escherichia coli* 12
2.5.1 การจำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์ของ *Escherichia coli* 12
2.7 *Staphylococcus aureus* 13
2.5.1 การจำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์ของ *Staphylococcus aureus* 13
2.8 *Candida albicans* 14
2.5.1 การจำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์ของ *Candida albicans* 14
2.9 *Aspergillus niger* 14
2.5.1 การจำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์ของ *Aspergillus niger* 15
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 17
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี 17
3.2 วัสดุอุปกรณ์ 17
3.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 17
3.3.1 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มโอ มะกรูด และเลมอน 17
3.3.2 การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย ด้วยเครื่อง GC-MS 18
3.3.3 การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ 18
3.3.4 การหาค่าความเข้มข้นที่น้อยที่สุดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ จุลินทรีย์และความเข้มข้นที่น้อยที่สุดที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ 20
3.3.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 21

4.1 การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย 21

4.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ 21

4.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด 23

4.1.3 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยเลมอน 25

4.2 ปริมาณและผลได้ของน้ำมันหอมระเหย 27

4.3 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ 27

4.3.1 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E. coli* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ 28

4.3.2 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E. coli* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด 29

4.3.3 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E. coli* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยเลมอน 31

4.3.4 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *S. aureus* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ 32

4.3.5 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *S. aureus* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด 33

4.3.6 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *S. aureus* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยเลมอน 35

4.3.7 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *C. albicans* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ 36

4.3.8 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *C. albicans* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด 38

4.3.9 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *C. albicans* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยเลมอน 39

4.3.10 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *A. niger* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ 41

4.3.11 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *A. niger* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด 42

4.3.12 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *A. niger* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยเลมอน 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3.13 การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทร์โดยดปรียบเทียบความเข้มข้นเดียวกันของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด 45
4.4 การศึกษาความเข้มข้นที่ต่ำที่สุดของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้และความเข้มข้นที่ต่ำที่สุดสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ 48
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 50
5.1 สรุปผลการวิจัย 50
5.2 ข้อเสนอแนะ 50
เอกสารอ้างอิง 51
ภาคผนวก 54
ภาคผนวก ก 55
ภาคผนวก ข 56
ภาคผนวก ค 68
ภาคผนวก ง 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 แสดงองค์ประกอบและร้อยละของสารประกอบในน้ำมันหอมระเหยส้มโอ..... 21
4.2 แสดงองค์ประกอบและร้อยละของสารประกอบในน้ำมันหอมระเหยมะกรูด..... 23
4.3 แสดงองค์ประกอบและร้อยละของสารประกอบในน้ำมันหอมระเหยเลมอน..... 25
4.4 ปริมาณและผลได้ของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน..... 27
4.5 แสดงความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *E. coli*..... 28
4.6 แสดงความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *E. coli*.. 29
4.7 แสดงความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอนต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *E. coli*.. 31
4.8 แสดงความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* 32
4.9 แสดงความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *S. aureus*..... 34
4.10 แสดงความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอนต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *S. aureus*..... 35
4.11 แสดงความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *C. albicans*..... 37
4.12 แสดงความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *C. albicans*..... 38
4.13 แสดงความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอนต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *C. albicans*..... 40
4.14 แสดงความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *A. niger* 41
4.15 แสดงความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *A. niger* 43
4.16 แสดงความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอนต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *A. niger* 44
4.17 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลาง clear zone ของเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน ความเข้มข้น 100%..... 46
4.18 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลาง clear zone ของเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน ความเข้มข้น 80%..... 46
4.19 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลาง clear zone ของเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน ความเข้มข้น 60%..... 47
4.20 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลาง clear zone ของเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน ความเข้มข้น 40%..... 47
4.21 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลาง clear zone ของเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน ความเข้มข้น 20%..... 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.22 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางการเจริญของเชื้อราในแต่ละสารสกัดที่ความเข้มข้นเดียวกัน..... 48
4.23 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ ด้วยวิธี Agar well diffusion method..... 48
4.24 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *A. niger.* ด้วยวิธี Poisoned food technique..... 49
1ข ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ของสารสกัดเดียวกันที่ความเข้มข้นต่างๆ..... 56
2ข ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ของสารสกัดต่างชนิดกันที่ความเข้มข้นเดียวกัน..... 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 ลักษณะของผลเลมอน..... 4
2.2 ลักษณะของดอกเลมอน..... 5
2.3 ลักษณะของต้นเลมอน..... 5
2.4 ลักษณะของผลส้มโอ..... 7
2.5 ลักษณะของดอกส้มโอ..... 7
2.6 ลักษณะของเนื้อส้มโอสีขาว..... 8
2.7 ลักษณะของเนื้อส้มโอสีแดงหรือชมพู..... 8
2.8 ลักษณะของใบมะกรูด..... 9
2.9 ลักษณะของดอกมะกรูด..... 10
2.10 ลักษณะของผลมะกรูด..... 10
2.11 ลักษณะของเครื่อง GC-MS..... 11
2.12 ลักษณะของ E. coli..... 12
2.13 ลักษณะของ S. aureus..... 13
2.14 ลักษณะของ C. albicans..... 14
2.15 ลักษณะของ A. niger..... 15
4.1 โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยส้มโอที่สกัดด้วยไอน้ำ..... 22
4.2 โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดที่สกัดด้วยไอน้ำ..... 24
4.3 โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยเลมอนที่สกัดด้วยไอน้ำ..... 26
4.4 ร้อยละผลได้ของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน..... 27
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอกับการยับยั้ง
การเจริญเติบโตของ E. coli..... 28
4.6 บริเวณยับยั้งของเชื้อ E. coli ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอที่ความเข้มข้นต่างๆ..... 29
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดกับการยับยั้ง
การเจริญเติบโตของ E. coli..... 30
4.8 บริเวณยับยั้งของเชื้อ *E. coli* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยมะกรูด..... 30
4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอนกับการยับยั้ง
การเจริญเติบโตของ E. coli..... 31
4.10 บริเวณยับยั้งของเชื้อ *E. coli* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยเลมอน..... 32
4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอกับการยับยั้งการเจริญ
การเจริญเติบโตของ *S. aureus*..... 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.12 บริเวณยับยั้งของเชื้อ *S. aureus* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ..... 33
4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดกับการยับยั้ง
การเจริญเติบโตของ *S. aureus*..... 34
4.14 บริเวณยับยั้งของเชื้อ *S. aureus* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยมะกรูด..... 35
4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอนกับการยับยั้ง
การเจริญเติบโตของ *S. aureus*..... 36
4.16 บริเวณยับยั้งของเชื้อ *S. aureus* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยเลมอน..... 36
4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอกับการยับยั้ง
การเจริญเติบโตของ *C. albicans*..... 37
4.18 บริเวณยับยั้งของเชื้อ *C. albicans* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ..... 38
4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดกับการยับยั้ง
การเจริญเติบโตของ *C. albicans*..... 39
4.20 บริเวณยับยั้งของเชื้อ *C. albicans* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยมะกรูด..... 39
4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอนกับการยับยั้ง
การเจริญเติบโตของ *C. albicans*..... 40
4.22 บริเวณยับยั้งของเชื้อ *C. albicans* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยเลมอน..... 41
4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอกับการยับยั้ง
การเจริญเติบโตของ *A. niger*..... 42
4.24 บริเวณยับยั้งของเชื้อ *A. niger* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ..... 42
4.25 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดกับการยับยั้ง
การเจริญเติบโตของ *A. niger*..... 43
4.26 บริเวณยับยั้งของเชื้อ *A. niger* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยมะกรูด..... 44
4.27 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอนกับการยับยั้ง
การเจริญเติบโตของ *A. niger*..... 45
4.28 บริเวณยับยั้งของเชื้อ *A. niger* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยเลมอน..... 45
1ง ภาพแสดง clear zone ของ *E. coli* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด..... 69
2ง ภาพแสดง clear zone ของ *S. aureus* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด..... 70
3ง ภาพแสดง clear zone ของ *C. albicans* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด..... 71
4ง ภาพแสดงการเจริญของ *A. niger* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด..... 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยขึ้นชื่อว่าเป็นประเทศแห่งเกษตรกรรม เพราะเป็นแหล่งผลิตพืชผลทางการเกษตรได้เป็นจำนวนมากและมีความหลากหลาย เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีสภาพภูมิอากาศภูมิประเทศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชและยังมีความอุดมสมบูรณ์ในทุก ๆ ด้าน จึงทำให้สามารถสร้างรายได้ให้กับประชาชนและประเทศได้เป็นจำนวนมาก เช่น การส่งออกทุเรียน มังคุด ส้มโอ มะม่วง ลำไย ฯลฯ หรือแม้แต่ส่งขายภายในประเทศ ทำให้ปัจจุบันพบว่ามีของเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก เช่น ซากของพืชผลทางการเกษตรที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ซึ่งหากนำของเหลือใช้ทางการเกษตรมาประยุกต์ใช้จะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับของเหลือทิ้งและเพิ่มรายได้ให้มากยิ่งขึ้น

การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากเปลือกของส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม เปลือกมะกรูดและเปลือกเลมอน อีกทั้งเพื่อศึกษาหาความเข้มข้นต่ำที่สุดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และความเข้มข้นต่ำที่สุดที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยทำการทดสอบภายในห้องปฏิบัติการ เหตุผลที่เลือกส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามเนื่องจากมีกลิ่นที่หอม มีราคาสูงกว่าส้มโอสายพันธุ์อื่น ๆ จุดเด่นของส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามอยู่ที่เนื้อของส้มโอมีสีแดงเข้มสวยงามและยังมีรสชาติที่หวานอร่อยไร้รสขม ซึ่งหากนำทุกส่วนของส้มโอมาใช้ประโยชน์ได้หมดถือเป็นการใช้วัตถุดิบได้อย่างคุ้มค่าและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเปลือกส้มโออีกด้วย ส่วนมะกรูดนั้นเป็นพืชที่นิยมปลูกกันทุกบ้าน เนื่องจากมีประโยชน์หลากหลาย สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลากชนิด ใบและผลของมะกรูดพบว่ามีต่อมน้ำมันอยู่ แต่ในส่วนของผลจะมีต่อมน้ำมันมากกว่าในส่วนของใบ โดยในผิวมะกรูดจะมีน้ำมันหอมระเหยประมาณ 4% และในส่วนของใบนั้นจะมีน้ำมันหอมระเหยอยู่ประมาณ 0.08% และยังสกัดได้ยากกว่า แต่น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากใบมะกรูดนั้นจะให้กลิ่นที่มากกว่า นอกจากมะกรูดจะใช้ประกอบอาหารต่าง ๆ ได้แล้วก็ยังมีประโยชน์ในด้านอื่น ๆ อีกมากมาย ไม่ว่าจะเป็นในด้านของความสวยความงามและยังใช้ทำยาสมุนไพรได้อีกด้วย ส่วนเลมอนหรือมะนาวเหลืองพบว่าปัจจุบันสามารถปลูกได้ในประเทศไทย เลมอนมีปริมาณกรดซิตริกสูงสามารถใช้ในการถนอมอาหารหรือใช้กับเครื่องดื่มที่มีรสเปรี้ยว ส่วนผิวและกากใยของเลมอนจะมีเพกตินซึ่งจะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อช่วยให้น้ำกับน้ำมันรวมตัวกัน ทำให้ข้นเหนียวขึ้น และยังนิยมสกัดน้ำมันจากเปลือกของเลมอนมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ยา และเครื่องสำอาง อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน ได้แก่ การทดสอบฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์
2. เพื่อศึกษาค่าความเข้มข้นที่ต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และค่าความเข้มข้นที่ต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์
3. เพื่อหาผลได้ของน้ำมันหอมระเหยจากผิวส้มโอ, ผิวมะกรูด และผิวเลมอน
4. เพื่อนำเปลือกส้มโอ เปลือกเลมอน และเปลือกมะกรูด ที่เป็นขยะมูลฝอยจากตลาดมาแปรรูปให้เกิดมูลค่า
5. เพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยของเปลือกส้มโอพันธุ์ ทับทิมสยาม มะกรูด และเลมอน โดยการใช้ชุดสกัด และการทดสอบฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ของสารสกัดทั้ง 3 ชนิด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่เปลือกส้มโอ เปลือกมะกรูด และเปลือกเลมอน
2. ทราบฤทธิ์ของสมุนไพรในการต้านการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เพื่อนำสารสกัดที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์
3. ลดปริมาณขยะมูลฝอยจากตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 น้ำมันหอมระเหย essential oil (โบทานิคเอสเซนส์, 2559)

น้ำมันหอมระเหยเป็นสารอินทรีย์ที่พืชผลิตขึ้นมาตามธรรมชาติ แล้วเก็บไว้ตามส่วนต่าง ๆ เช่น ผิวของผล กลีบดอก เกสร ราก เปลือกของลำต้น หรือยางที่ออกมาจากเปลือก เป็นต้น น้ำมันหอมระเหยมีลักษณะเป็นของเหลวแต่ไม่เหนียวเหนอะหนะ มีกลิ่นหอมแต่จะระเหยได้ง่าย เมื่อได้รับความร้อนอนุภาคเล็ก ๆ ของน้ำมันหอมระเหยจะระเหยออกมาเป็นไอทำให้เราได้กลิ่นหอม กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยในส่วนของดอกไม้จะมีบทบาทที่สำคัญที่ช่วยในการดึงดูดแมลงให้มาผสมเกสร ปกป้องการรุกรานจากศัตรู อีกทั้งยังช่วยรักษาความชุ่มชื้น

2.1.1 ผลของน้ำมันหอมระเหยต่อร่างกาย

2.1.1.1 มีส่วนช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของระบบเลือด ช่วยให้ร่างกายสามารถขจัดของเสีย

2.1.1.2 มีส่วนช่วยเสริมภูมิต้านทานร่างกายและชะลอการเหี่ยวย่นของผิว

2.1.1.3 มีส่วนช่วยระบบการทำงานของน้ำเหลือง เม็ดเลือดขาว ที่ขจัดเชื้อโรคที่เข้าสู่ร่างกาย

2.1.1.4 มีส่วนช่วยต่อระบบย่อยอาหาร กล้ามเนื้อในระบบย่อยอาหาร ช่วยขับลมลดแก๊ส

2.1.1.5 มีส่วนช่วยต่อระบบประสาท กระตุ้นความจำ อารมณ์ ช่วยผ่อนคลาย

2.1.1.6 มีส่วนช่วยต่อระบบสืบพันธุ์ ฮอร์โมนเพศ เช่น รักษาสมดุลของรอบเดือน

2.1.1.7 มีผลต่อโครงสร้างร่างกาย รักษาแผล สร้างเซลล์ใหม่

2.1.2 ลักษณะของน้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหย มีลักษณะเป็นของเหลวที่คล้ายน้ำมัน มีสีใสและมีกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์สามารถระเหยได้ที่อุณหภูมิห้อง น้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไป เช่น ต้นส้ม สามารถกลั่นน้ำมันหอมระเหยออกมาได้หลายชนิด คือ เนโรลี่กลั่นจากดอกส้ม มีราคาที่แพงที่สุด ส่วนเพตติเกรนสกัดจากเปลือกและใบของต้นส้ม ส่วนน้ำมันที่สกัดจากเปลือกของผลส้มจะมีราคาถูก

เปลือกและลำต้น : ซีดาร์, อบเชย, เพตติเกรน, ไม้จันทน์

ดอก : ลาเวนเดอร์, กุหลาบ, เนโรลี่, คาโมไมล์, เจอเรเนี่ยม, กระดังงา, มะลิ, จำปา, ลั่นทม, ซ่อนกลิ่น

ผล : ส้ม, มะกรูด, พริกไทยดำ, เมล็ดแครอท, เลมอน, มะนาว, ลูกจันทน์เทศ, เกรฟฟรุต

รากและหัว : ขิง, กระชาย, ไพล, เวเลเรียน, หญ้าแฝก, สไปนาร์ด

ยางไม้ : กฤษณา, กำยาน, เมอร์, แฟรงคินเซนส์

ใบ : โหระพา, อบเชย, ตะไคร้หอม, ยูคาลิปตัส, ไซเพรส, ตะไคร้, เมลิสซา, เปปเปอร์มิ้นท์, ทีทรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เลมอน (medthai, 2556)

เลมอนเป็นผลไม้ที่จัดอยู่ในตระกูลส้ม เป็นไม้พุ่ม ใบเดี่ยว เมื่อนำมาขยี้จะมีกลิ่นหอมแรง ปลายยอดมีหนามแหลม ส่วนดอกของเลมอนมีสีขาว กลิ่นหอม ส่วนผลเลมอนมีรูปร่างกลมรี ปลายผลมีติ่งแหลม ผลอ่อนมีสีเขียว เมื่อสุกจะเป็นสีเหลือง ในผลมีเมล็ดหลายเมล็ด เนื้อผลฉ่ำ มีรสเปรี้ยว

2.2.1 การจำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์ของเลมอน

อาณาจักร :	Plantae
หมวด :	Magnoliophyta
ชั้น :	Magnoliopsida
ชั้นย่อย :	Rosidae
อันดับ :	Sapindales
วงศ์ :	Rutaceae
สกุล :	Citrus
สปีชีส์ :	*C. × limon*
ชื่อสามัญ :	Lemon (อ่านว่า เล-ม่อน)
ชื่อวิทยาศาสตร์ :	*Citrus limon*

รูปที่ 2.1 ลักษณะผลของเลมอน
(ที่มา : medthai, 2558)

2.2.2 ลักษณะของผลเลมอน

มีลักษณะทรงกลมรี ปลายผลมีติ่งแหลม ขั้วหัวของผลเป็นจุก ผิวเปลือกหนาเรียบมัน ผลอ่อนมีสีเขียว เมื่อผลสุกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ภายในผลจะมีเนื้อฉ่ำน้ำ มีเมล็ดอยู่เป็นจำนวนมากอยู่ข้างในรสชาติเปรี้ยวจัด เมล็ดมีลักษณะทรงรี สีขาวนวล ดังรูปที่ 2.1

2.2.3 ลักษณะของดอกเลมอน

มีดอกเดี่ยวอยู่เป็นกระจุก กลีบดอกสีขาว เกสรสีเหลือง และมีกลิ่นหอม ดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 ลักษณะของดอกเลมอน
(ที่มา : medthai, 2558)

2.2.4 ลักษณะของลำต้นเลมอน

เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ทรงพุ่ม เนื้อไม้แข็งและเหนียว มีกิ่งหนามแหลมยาวที่ปลายยอด กิ่งอ่อนสีเขียว กิ่งแก่มีสีน้ำตาล ดังรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 ลักษณะของต้นเลมอน
(ที่มา : medthai, 2558)

2.2.5 ลักษณะของใบเลมอน

ใบมีสีเขียวเป็นใบเดี่ยว มีลักษณะทรงรี พื้นผิวใบเรียบเกลี้ยงเป็นมันค่อนข้างหนา มีกลิ่นหอมเพราะมีต่อมน้ำมันอยู่ ใบด้านบนสีเข้ม ใต้ใบจะมีสีอ่อนกว่า

2.2.6 ประโยชน์ของเลมอน

2.2.6.1 ช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระและเสริมสร้างภูมิคุ้มกันโรค อีกทั้งยังช่วยป้องกันหวัด
2.2.6.2 มีสารที่ช่วยต่อต้านมะเร็งหลายชนิด
2.2.6.3 เปลือกของเลมอนช่วยรักษาอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ จุกเสียดแน่นท้อง
2.2.6.4 ช่วยลดขนาดและละลายก้อนนิ้วในถุงน้ำดีและไตให้ขับออกมาทางปัสสาวะ
2.2.6.5 ความเปรี้ยวและความเป็นกรดของเลมอนถูกนำไปใช้ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อทดแทนกรดชนิดอื่นที่มีราคาสูงกว่า
2.2.6.6 ช่วยฆ่าเชื้อแบคทีเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6.7 เปลือกเลมอนมีฤทธิ์ในการช่วยฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ และได้มีการนำมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด น้ำยาล้างจาน เพื่อช่วยฆ่าเชื้อโรคและแบคทีเรีย

2.3 ส้มโอ (พืชเกษตร, 2559)

ส้มโอเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ลำต้นมีสีน้ำตาล มีหนามเล็ก ๆ ใบเป็นหนาแข็งสีเขียวเข้ม มีกลิ่นหอม โคนก้านใบมีหูใบแผ่ออกเป็นรูปหัวใจเหมือนใบมะกรูดคือแบ่งใบเป็น 2 ตอน ดอกออกเป็นช่อสั้นหรือดอกเดี่ยวอยู่ตามบริเวณง่ามใบมีสีขาว ผลกลมโตบางพันธุ์ตรงขั้วมีจุกสูงขึ้นมา ผิวผลเมื่ออ่อนมีสีเขียว เมื่อแก่เปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง ผิวของผลไม่เรียบ ผิวของเปลือกผลมีต่อมน้ำมันกระจายทั่วไป ภายในผลเป็นช่อง มีแผ่นบางสีขาวกั้นเนื้อให้แยกออกจากกัน เนื้อแต่ละส่วน เรียกว่า "กลีบ" ผลส้มโอมีเปลือกหนาทำให้สามารถเก็บรักษาได้นาน มีวิตามินซีมาก ส้มโอเป็นไม้ผลที่ปลูกในทุกภาคของไทย เช่น ชุมพร, นครปฐม,นครศรีธรรมราช, เชียงใหม่, เชียงราย

2.3.1 การจำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์ของส้มโอ

อาณาจักร : Plantae
หมวด : Magnoliophyta
ชั้น : Magnoliopsida
ชั้นย่อย : Rosidae
อันดับ : Sapindales
วงศ์ : Rutaceae
สกุล : Citrus
สปีชีส์ : *C. maxima*
ชื่อสามัญ : Pomelo, Pummel, Shaddock, Pumpelmoes, Pomplemose
ชื่อวิทยาศาสตร์ : Citrus maxima (Burm.) Merrill, C. grandis (L.) Osbeck

2.3.2 ลักษณะของลำต้นส้มโอ

ลำต้นส้มโอมีลักษณะค่อนข้างเป็นเหลี่ยม และมีรูปทรงที่ไม่แน่นอน มีความสูงของลำต้นประมาณ 5-15 เมตร ลำต้นแตกกิ่งแขนงมากกิ่งอ่อนมีขนปกคลุม ลำต้นยาวประมาณ 1-5 เซนติเมตร ลำต้นมีทรงพุ่มบริเวณส่วนปลายของลำต้น ขนาดทรงพุ่มประมาณ 3-4 เมตร เปลือกลำต้นมีสีน้ำตาลอมเทาส่วนเนื้อไม้มีลักษณะเหนียวแต่ไม่แข็งกิ่งหักได้ยาก

2.3.3 ลักษณะของผลส้มโอ

ผลส้มโอมีรูปร่างค่อนข้างกลม บางพันธุ์มีขั้วผลเรียวแหลม ผลมีขนาดใหญ่ประมาณ 10-13 เซนติเมตร ผลอ่อนมีสีเขียวผลสุกมีสีเขียวอมเหลืองหรือสีเหลืองทองตามสายพันธุ์ เปลือกหนาประมาณ 1.5-2 เซนติเมตร แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ประกอบด้วยชั้นนอกสุดเรียกว่า flavedo มีสีเขียวอมเหลืองมีต่อมน้ำมันจำนวนมาก ชั้นต่อมา เรียกว่า albedo เป็นส่วนที่เป็นเนื้อเยื่ออ่อนนุ่มสีขาวมีความหนามาก และชั้นที่สามเป็นเนื้อเยื่อของพูที่หุ้มรอบเนื้อผล ส่วนเนื้อผลแบ่งออกเป็นกลีบ ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียงติดกันเป็นวงกลมเรียกกลีบเนื้อผลว่า juice sac ภายในกลีบจะฉ่ำด้วยน้ำที่ให้รสหวานหรือหวานอมเปรี้ยว ดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 ลักษณะของผลส้มโอ
(ที่มา : พืชเกษตร, 2559)

2.3.4 ลักษณะของเมล็ดส้มโอ

เมล็ดส้มโอเป็นผลไม้ที่มีเมล็ดค่อนข้างน้อย แต่บางพันธุ์มีเมล็ดมาก เมล็ดรวมกันอยู่ตรงแกนกลางของผล มีจำนวนตั้งแต่ 0-265 เมล็ด/ผล เมล็ดมีทั้งขนาดใหญ่ และขนาดเล็ก เมล็ดมีรูปร่างแบน และผิวย่น เปลือกเมล็ดมีสีเขียวอมเหลือง และเป็นร่องลึก ขนาดเมล็ดกว้าง 0.6-1.2 เซนติเมตร

2.3.5 ลักษณะของดอกส้มโอ

ดอกส้มโอจะออกเป็นช่อหรืออาจจะออกเป็นดอกเดี่ยวออกบริเวณปลายของกิ่งอ่อน จะมีช่อดอกที่เกิดบริเวณปลายยอด และตายอดด้านข้าง แต่ละช่อมีดอก 1-20 ดอก ดอกมีขนาดใหญ่ และสมบูรณ์เพศที่ผสมเกสรในดอกตัวเอง แต่ละดอกมีขนาด 3-7 เซนติเมตร ประกอบด้วยกลีบเลี้ยงที่ฐานดอก 3-5 กลีบ ส่วนกลีบดอกมีสีขาว กลีบดอกมีรูปหอกจำนวน 4-5 กลีบ กว้างประมาณ 1.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 3.5-4.0 เซนติเมตร แผ่นกลีบดอกหนา ด้านในกลีบดอกมีเกสรตัวผู้จำนวน 20-25 อัน เรียงซ้อนกันเป็นวงกลมรอบรังไข่ และมีฐานเกสรเชื่อมติดกันเป็นกลุ่ม 4-5 กลุ่ม ส่วนด้านในสุดเป็นรังไข่ที่แบ่งเป็นช่องๆ 11-16 ช่อง ดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 ลักษณะของดอกส้มโอ
(ที่มา : พืชเกษตร, 2559)

2.3.6 ลักษณะของใบส้มโอ

ส้มโอเป็นพืชใบเลี้ยงคู่แตกออกเป็นใบเดี่ยวเรียงวนสลับกันบนกิ่ง ใบมีขนาดใหญ่ สีเขียวเข้ม แผ่นใบหนาเป็นเป็นมันกว้าง 10-12 เซนติเมตร ยาว 15-20 เซนติเมตร ใบประกอบด้วยแผ่นใบ ก้านใบ รูปร่างคล้ายรูปไข่ยาว ฐานใบแหลมป้าน ปลายใบมน มีรอยเว้าตรงกลางเป็นรูปหัวใจ ขอบใบจะมีหยัก ด้านบนมีสีเขียวเข้มมันวาว ส่วนแผ่นใบด้านล่างเป็นสีเขียวอ่อนและมีขนนุ่มปกคลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7 สรรพคุณของส้มโอ

2.3.7.1 เนื้อส้มโอ มีสารโมโนเทอร์ปีนในเนื้อส้มโอช่วยป้องกันโรคมะเร็ง, ใช้ทารักษาอาการปวดบวมจากแมลงกัดต่อย, ช่วยในการขับลม, ช่วยเจริญอาหาร, ช่วยให้กระปรี้กระเปร่า

2.3.7.2 ใบส้มโอ ใบนำมาขยี้ทาระงับอาการปวดบวมจากแมลงกัดต่อย, ใบนำมาตากแห้ง และชงดื่มเป็นชา อีกทั้งยังแก้อาการปวดท้อง, รักษาโรคลำไส้อักเสบ, แก้อาการปากและลำคออักเสบ, ช่วยขับเสมหะ

2.3.7.3 ราก เปลือก และแก่นลำต้น ช่วยขับปัสสาวะ, ขับพยาธิ, ขับลมในกระเพาะ

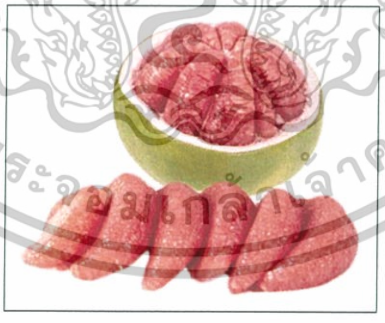
2.3.8 พันธุ์และชนิดของส้มโอตามสีเนื้อ

2.3.8.1 White or colorless pulp เป็นส้มโอที่เนื้อไม่มีสีหรือมีสีขาว ได้แก่ พันธุ์ขาวน้ำผึ้ง, พันธุ์ขาวแป้น, พันธุ์ขาวพวง, พันธุ์ขาวใหญ่, พันธุ์ขาวแตงกวา ดังรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 ลักษณะของเนื้อส้มโอสีขาว

(ที่มา : http://www.bangkokbiznews.com/blog/detail/635200)

2.3.8.2 Pigmented pulp เป็นส้มโอที่มีเนื้อสีแดงหรือสีชมพู ได้แก่ พันธุ์ทับทิมสยาม, พันธุ์ขาวทองดี, พันธุ์ท่าข่อย ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ลักษณะของเนื้อส้มโอสีแดงหรือชมพู

(ที่มา : https://thakolsrifarm.com/fresh-fruits/pomeloes/?lang=th)

2.4 มะกรูด (medthai, 2556)

มะกรูดเป็นไม้ต้นขนาดเล็กกิ่งก้านอ่อนหนามตั้งตรงใบเดี่ยวเรียงสลับ ก้านใบแผ่ออกเป็นปีกรูปไข่ ดอกมีขนาดเล็กสีขาว มีกลิ่นหอม ผลมีน้ำน้อยรสเปรี้ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 การจำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์ของมะกรูด

อาณาจักร : Plantae
อันดับ : Sapindales
วงศ์ : Rutaceae
สกุล : Citrus
สปีชีส์ : *C. hystrix*
ชื่อสามัญ : kaffir lime, porcupine orange, leech lime,
ชื่อท้องถิ่น : มะกรูด, ส้มมั่วผี, มะหูด, ส้มมะกรูด, ส้มกรูด, มะขุน, มะขูด
ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Citrus hystrix* DC.

2.4.2 ลักษณะของลำต้นมะกรูด

ต้นมะกรูดเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก เนื้อไม้แข็ง เปลือกเรียบสีน้ำตาลอ่อน ลำต้นแตกกิ่งก้านจำนวนมากตั้งแต่ระดับล่างของลำต้นทำให้มีลักษณะเป็นพุ่ม ตามลำต้น และกิ่งมีหนามแหลมยาว

2.4.3 ลักษณะของใบมะกรูด

ใบมะกรูดเป็นใบประกอบออกเป็นใบเดี่ยว มีก้านใบแผ่ออกเป็นครีบหนา เรียบ ผิวมันสีเขียวและจะเข้มขึ้นตามอายุของใบ ใบจะมีลักษณะคอดที่กลางใบทำให้ใบแบ่งออกเป็น 2 ตอน หรือคล้ายใบไม้สองใบต่อกัน ขนาดใบกว้างประมาณ 2.5-5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 5-12 เซนติเมตร มีกลิ่นหอมมากเพราะมีต่อมน้ำมันอยู่ ดังรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 ลักษณะของใบมะกรูด
(ที่มา : medthai, 2556)

2.4.4 ลักษณะของดอกมะกรูด

ดอกมะกรูดเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ดอกออกเป็นช่อมีสีขาว แทงออกบริเวณส่วนยอดหรือตามซอกใบ แต่ละช่อมีดอกประมาณ 1-5 ดอก หลีบดอกมีสีขาวครีม 5 กลีบ มีขนปกคลุมภายในดอกมีเกสรมีสีเหลือง ดอกมีกลิ่นหอมเล็กน้อย และเมื่อแก่จะร่วงง่าย ดังรูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.9 ลักษณะของดอกมะกรูด
(ที่มา : http://puechkaset.com/มะกรูด)

2.4.5 ลักษณะของผลมะกรูด

ผลมะกรูดมีลักษณะค่อนข้างกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5-7 เซนติเมตร ผลมีขนาดใหญ่กว่าลูกมะนาวเล็กน้อย ลักษณะของผลมีรูปร่างแตกต่างกันไปแล้วแต่พันธุ์ เปลือกผลค่อนข้างหนา ผิวเปลือกมีสีเขียวเข้ม ผิวขรุขระเป็นลูกคลื่นหรือเป็นปุ่มนูน ภายในเปลือกมีต่อมน้ำมันหอมระเหยเป็นจำนวนมาก มีจุกที่หัว และท้ายของผล เมื่อสุกผลจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ด้านในผลประกอบด้วยเนื้อฉ่ำน้ำ มีเมล็ดแทรกบริเวณกลางผล 5-10 เมล็ด เนื้อผลมีรสเปรี้ยวปนขมเล็กน้อย ดังรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 ลักษณะของผลมะกรูด
(ที่มา : http://puechkaset.com/มะกรูด)

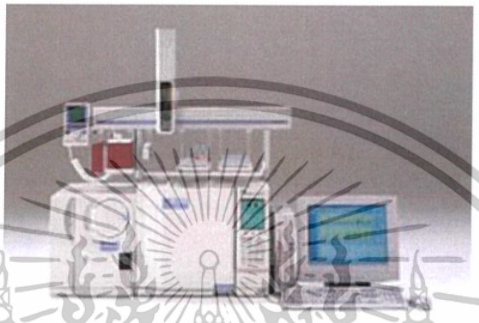
2.5 GC/MS (Elena and Jairo, 2014)

เป็นกระบวนการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ เพื่อให้ทราบถึงชนิดและปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีที่มีอยู่ในน้ำมันหอมระเหยที่นำมาทดสอบและสามารถนำผลการทดสอบมาใช้ในการจำแนกว่าน้ำมันหอมระเหยที่ได้นั้นมีการเจือปนสิ่งอื่นหรือไม่ และมีคุณภาพที่ดีเพียงใด เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์เพื่อการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณที่ต้องการความแม่นยำสูง สามารถเปรียบเทียบผลวิเคราะห์กับฐานข้อมูล เพื่อความถูกต้องโดยไม่จำเป็นต้องใช้สารมาตรฐาน ซึ่งเป็นข้อดีของเทคนิคของเครื่องมือนี้

Mass Spectrometer เป็น detector ที่ใช้ตรวจวัดองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง โดยมีกลไก คือ โมเลกุลขององค์ประกอบที่ถูกแยกออกมาจากสารตัวอย่าง โดยเครื่อง GC นั้นจะถูกไอออไนซ์ในสภาวะที่เป็นสุญญากาศ แล้วตรวจวัดออกมาเป็นเลขมวลเทียบกับข้อมูลอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วแปลผลออกมาเป็นชื่อขององค์ประกอบนั้น ๆ หลักการทำงานของเครื่อง GC-MS เริ่มจากนำตัวอย่างฉีดเข้าเครื่อง GC จากนั้นสารจะถูกแยกออกเป็นองค์ประกอบต่าง ๆ เมื่อผ่านเข้าสู่คอลัมน์ที่อยู่ภายใน oven จากนั้นองค์ประกอบใดที่ถูกแยกออกมา จากคอลัมน์ก่อนก็จะผ่านเข้าไปในส่วนของเครื่อง MS ซึ่งมีสภาวะเป็นสุญญากาศก่อน แล้วเข้าไปเจอกับแหล่งไอออน ซึ่งจะทำหน้าที่ไอออไนซ์โมเลกุลที่ผ่านเข้ามาให้กลายเป็นประจุจากนั้นประจุเหล่านี้จะเดินทางผ่านเครื่องคัดเลือกและแยกขนาดประจุ เพื่อดูว่าประจุเหล่านั้นประกอบไปด้วย ขนาดมวลเท่าใดบ้าง ก่อนที่จะเดินทางเข้าสู่เครื่องตรวจวัด เพื่อทำการตรวจหาปริมาณของประจุ แล้วแปลผลออกมาเป็นปริมาณขององค์ประกอบแต่ละตัวที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ลักษณะของเครื่อง GC/MS

(ที่มา : http://www.botanicessence.com)

2.5.1 องค์ประกอบสำคัญของเครื่อง GC (ต้นกล้า, 2558)

2.5.1.1 Carrier gas

สารทำหน้าที่เป็น carrier gas จะต้องมีคุณสมบัติเป็น inert gas โดยทั่วไปที่นิยมใช้คือ ไนโตรเจน, ฮีเลี่ยม, อาร์กอน และ คาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งการเลือกใช้ carrier gas มักจะขึ้นอยู่ชนิดของ detector ที่ใช้ ระบบของ carrier gas เพื่อให้การทำงานของคอลัมน์มีประสิทธิภาพสูงสุด ตัวอย่างที่ฉีดเข้าสู่เครื่อง GC จะต้องไม่มีปริมาณมากเกินไป หากฉีดสารปริมาณมาก อย่างช้า ๆ ทำให้เกิดพีคที่กว้างและมีความแม่นยำน้อยลง

2.5.1.2 คอลัมน์

แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ capillary columns และ Packed columns ประกอบด้วย inert, solid support material โดยทั่วไปมีความยาว 1.5–10 เมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในอยู่ที่ 2-4 มิลลิเมตร Capillary columns มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในประมาณ 10 มิลลิเมตร ซึ่งอุณหภูมิของคอลัมน์จะต้องถูกควบคุมให้อยู่ช่วง ±10 องศาเซลเซียสของอุณหภูมิที่ใช้ โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดจะขึ้นอยู่กับจุดเดือดของสารตัวอย่าง โดยจะต้องมีอุณหภูมิสูงกว่าค่าเฉลี่ยของจุดเดือดของสารตัวอย่างเพียงเล็กน้อย มีค่า elution time อยู่ที่ 2-30 นาที และอุณหภูมิต่ำสุดที่ จะให้ค่า resolution ที่ดีแต่เพิ่มค่า elution time ถ้าสารตัวอย่างมีช่วงของจุดเดือดกว้างจะต้องใช้ temperature programming เข้ามาช่วยในการควบคุมและกำหนดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 องค์ประกอบสำคัญของเครื่อง MS

2.5.2.1 Ionization Source

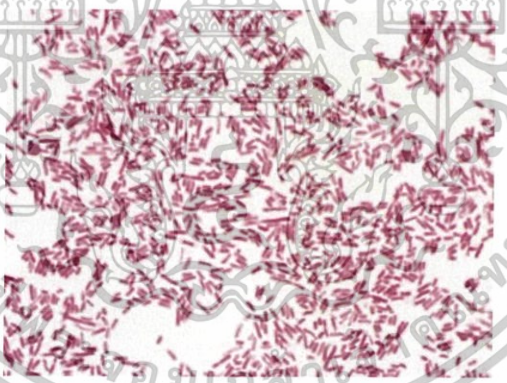
แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ 1. Electron Ionization (EI) จะทำให้สารเกิดการแตกตัวโดยใช้อิเล็คตรอน 2. Chemical Ionization (CI) จะทำให้สารเกิดการแตกตัวด้วยวิธีทางเคมี โดยผสมสารตัวอย่างเข้ากับการชนกับอิเล็คตรอนเช่นเดียวกันกับแก๊สที่ใช้ หลักการของ Mass spectroscopy สารที่ออกจากคอลัมน์ จะถูกทำให้แตกตัวด้วยอิเล็คตรอนที่ยิงมาจากแหล่งไอออน จากนั้นโมเลกุลที่แตกตัวในขั้นต่าง ๆ จะเข้าสู่ตัวกรองไอออนซึ่งเป็นสนามไฟฟ้าและเข้าสู่detector สารแต่ละตัวจะมีรูปแบบการแตกตัวที่จำเพาะจึงสามารถบอกชนิดสารที่วิเคราะห์ได้

2.5.3 ข้อดีของเครื่อง GC-MS

สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งแบบทั่วไปและแบบเฉพาะเจาะจง ให้มีค่าความจำเพาะที่สูง สามารถบ่งชี้ถึงชนิดขององค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่างได้ และสามารถวิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ (ดวงกลม, 2558)

2.6 *Escherichia coli*

E. coli เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปร่างเป็นท่อน (Gram negative rod) อยู่ในกลุ่มโคลิฟอร์ม มีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น พม่า ไทย ลาว กัมพูชา อินโดนีเซีย เป็นต้น ถูกค้นพบโดย Theodur Escherich เป็น Facultative aerobe (วฤษณี, 2554) ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แสดงลักษณะของ *Escherichia coli*
(ที่มา : https://biochemicaltest.com)

2.7.1 การจำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์ของ *Escherichia coli*

โดเมนใหญ่ :	Phylogenetica
โดเมน :	แบคทีเรีย (Bacteria)
อาณาจักร :	ยูแบคทีเรีย (Eubacteria)
ไฟลัม :	Proteobacteria
ชั้น :	Gamma Proteobacteria
อันดับ :	Enterobacteriales

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงศ์ : Enterobacteriaceae
สกุล : Escherichia
สปีชีส์ : *Escherichia coli*

2.7 *Staphylococcus aureus* (ศิวาพร, 2542)

เป็นแบคทีเรียชนิด facultative anaerobic แกรมบวก รูปร่างกลม ดังรูปที่ 2.13 เมื่อเชื้อชนิดนี้ปนเปื้อนลงไปในอาหาร จะสร้างสารพิษที่เรียกว่าเอนเทอโรทอกซินขึ้น ซึ่งแบ่งออกเป็น 8 ชนิด ได้แก่ ชนิด A, B, C1, C2, C3, D, E และ H สารพิษนี้ทนต่อความร้อนได้ดีมาก ทำให้ผู้บริโภคเกิดอาหารเป็นพิษ หลังจากรับประทานอาหารที่มีแบคทีเรียปนเปื้อนเข้าไปประมาณ 1-6 ชั่วโมง อาการของโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจาก *Staphylococcus aureus* คือ คลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง ปวดท้องจากสารพิษ

รูปที่ 2.13 แสดงลักษณะของ *Staphylococcus aureus*
(ที่มา : https://en.wikipedia.org/wiki/Staphylococcus_aureus)

2.7.1 การจำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์ของ *Staphylococcus aureus*

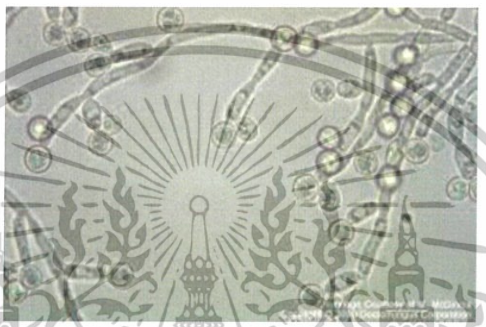
โดเมน : Bacteria
อาณาจักร : Eubacteria
ไฟลัม : Firmicutes
ชั้น : Bacilli
อันดับ : Bacillales
วงศ์ : Staphylococcaceae
สกุล : Staphylococcus
สปีชีส์ : *Staphylococcus aureus*

สารพิษของ *Staphylococcus aureus* มี 6 ชนิด ได้แก่ type A, B, C, C2, D และ E แต่ละชนิดจะมีความเป็นพิษแตกต่างกัน สารพิษนี้ทำให้กระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ เชื้อที่เป็นสาเหตุมีรูปร่างกลมเกาะกันเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น เป็นคู่ หรือเป็นสายสั้นๆ อาหารเป็นพิษส่วนใหญ่มักเกิดจาก type A เพราะสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 *Candida albicans* (คมสันต์, 2558)

เชื้อ *Candida Albicans* เป็นเชื้อราที่มีรูปทรงกลมหรือรูปไข่ ผิวด้านหน้าโคโลนีเรียบหรือย่น สร้างสายราเทียม บางครั้งสร้างสายราแท้ ดังรูปที่ 2.14 พบได้ทั่วทุกมุมโลก ปกติมันจะอาศัยอยู่ในปริมาณน้อย อยู่ในช่องคลอดของผู้หญิง ในปาก ในระบบทางเดินอาหาร และบนผิวหนังโดยไม่ก่อให้เกิดโรคแต่อย่างใดผู้ป่วยจะเริ่มมีอาการขึ้นเมื่อจำนวนเชื้อนี้มีปริมาณมากขึ้นกว่าปกติสาเหตุคือ สภาพแวดล้อมในช่องคลอดเปลี่ยนแปลงไป ในทางที่จะเอื้ออำนวยให้เชื้อเจริญได้มากขึ้น เชื้อประจำถิ่นของช่องคลอดชนิดอื่น ๆ เช่น เชื้อแบคทีเรียที่ลดปริมาณลง จึงเกิดการเสียสมดุล เช่น กรณีที่ทานยาปฏิชีวนะฆ่าเชื้อแบคทีเรียนาน ๆ จนทำให้เชื้อแบคทีเรียประจำถิ่นในช่องคลอดพลอยตายลงและลดปริมาณลงอย่างมาก



รูปที่ 2.14 แสดงลักษณะของ *Candida albicans*
(ที่มา : https://www.elephantjournal.com/2015/06/gut-health-how-to-heal-the-body-from-the-inside-out/)

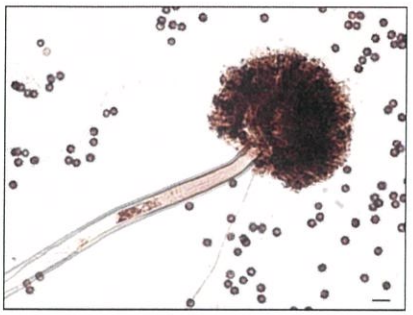
2.8.1 การจำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์ของ *Candida albicans*

อาณาจักร :	Fungi
ไฟลัม :	Ascomycota
ไฟลัมย่อย :	Saccharomycotina
ชั้น :	Saccharomycetes
อันดับ :	Saccharomycetales
วงศ์ :	Saccharomycetaceae
สกุล :	Candida
สปีชีส์ :	*Candida albicans*

2.9 *Aspergillus niger* (Samson and Frisvad, 2004)

Aspergillus niger มีลักษณะสีของ conidial head เป็นสีดำหรือสีน้ำตาลดำเวสซิเคิลคอนขางกลม ดังรูปที่ 2.15 เป็นเชื้อราที่แพร่หลายซึ่งเป็นสาเหตุของการเน่าเสียของอาหารหลายชนิด มีบางกรณีที่ทำให้เกิดโคในมนุษย์ แต่ส่วนใหญ่เป็นเชื้อก่อโรคในพืช เชื้อรานี้มักพบในบ้านและเติบโตเป็นอาณานิคมสีดำ หรือที่เรียกว่าราสีดำ ที่พบบ่อย ๆ ในคนที่มีสุขภาพดีคือการติดเชื้อในหู ซึ่งอาจทำให้เกิดอาการปวดและการได้ยินผิดปกติได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 แสดงลักษณะของ *Aspergillus niger*
(ที่มา : https://www.inspq.qc.ca/en/moulds/fact-sheets/aspergillus-niger)

2.9.1 การจำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์ของ *Aspergillus niger*

โดเมน :	Eukarya
อาณาจักร :	เห็ดรา
ไฟลัม :	Ascomycota
ชั้น :	Ascomycetes
อันดับ :	Eurotiales
วงศ์ :	Trichocomaceae
สกุล :	Aspergillus

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัย Junab และคณะ (2017) ทำการทดสอบฤทธิ์การต้านจุลินทรีย์จากสารสกัดจากผิวของเลมอน โดยวิธี disc diffusion assay ทำการทดสอบกับแบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่*Staphylococcus aureus* และแบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่ *Escherichia coli* และเชื้อรา 2 ชนิด ได้แก่ *Candida albicans, Trichophyton rubrum* โดยมี DMSO 10% เป็นตัวควบคุมเชิงลบ และมี Ciprofloxacin เป็นตัวควบคุมเชิงบวกของแบคทีเรีย และมี Fluconazole เป็นตัวควบคุมเชิงบวกของเชื้อรา ผลการทดสอบพบว่าสารสกัด 25 ไมโครลิตร ที่ความเข้มข้นเดียวกันให้ผลการยับยั้ง *S. aureus* คือ 13.5 มิลลิเมตร, *E. coli* คือ 10.2 มิลลิเมตร, *C. albicans* 10.3 มิลลิเมตร และ *T. rubrum* 9.8 มิลลิเมตร นอกจากนี้ทำการทดสอบสารพฤกษเคมีที่มีอยู่ในสารสกัดจากเลมอนพบ อัลคาลอยด์, เทอร์ปีนอยส์, ซาโปนิน, สเตอรอล, สเตอรอยด์, โปรตีน, กรดอะมิโน, แทนนิน, คาร์โบไฮเดรตอีกด้วย และยังพบว่ามี %Yield เท่ากับ 18.05%

จากงานวิจัย Chanthaphon และคณะ (2008) ทำการทดสอบฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์จากน้ำมันหอมระเหยและสารสกัดน้ำมันของพืชตระกูลส้ม (มะกรูด เลมอน และส้มโอ) โดยวิธี broth microdilution assay ทดสอบกับแบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes* แบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่ *Salmonella* sp., *Escherichia coli* และเชื้อรา 2 ชนิด คือ *Saccharomyces cerevisiae* var. *sake* และ *Aspergillus fumigatus* TISTR 3180 พบว่าเปลือกมะกรูดที่สกัดด้วย ethyl acetate มีฤทธิ์ในการยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบคทีเรียแกรมบวกและเชื้อรา ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย (MIC) ของสารสกัดจากเปลือกมะกรูดที่ต่อต้าน *S. cerevisiae* var. *sake* และ *B. cereus* เท่ากับ 0.28 และ 0.56 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (MBC) ที่ต้าน *S. cerevisiae* var. *sake* และ *B. cereus* เท่ากับ 0.56 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ผลการทดสอบกับเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* พบว่าเปลือกมะกรูด เลมอน และส้มโอที่สารสกัด 100 ไมโครลิตร ให้ผลการยับยั้ง *S. aureus* เท่ากับ 11.0, 9.5 และ 8.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในขณะที่เปลือกมะกรูดและมะนาวที่สารสกัด 100 ไมโครลิตร ให้ผลการยับยั้ง *E. coli* เท่ากับ 8.0 และ 9.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ทำการทดสอบพฤกษเคมีที่อยู่ในสารสกัดจากเปลือกมะกรูดพบลิโมนีน, ซิโทรเนลาล, เบต้า-ไพนีน, แอล-ไอโซพูลีโกล, เดลตา-คาดินีน, ซาบินีน, ซิโทรเนลลาล, ซิโตรเนลลอลอะซีเตท, อัลฟา-โคปาอีน, ทราน-แคริโอฟิลลีน, เจอมารีน-ดี, ทราน-ซาบินีน ไฮเดรท, เมอซีน และพบว่า %Yield ของมะกรูดเท่ากับ 2.56% เลม่อนเท่ากับ 1.73% และส้มโอเท่ากับ 1.57%

จากงานวิจัย Muhamad และคณะ (2018) ทำการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จากน้ำมันหอมระเหยส้มโอและเกรปฟรุตโดยทดสอบกับยีสต์ *C. albicans* แบคทีเรียแกรมบวกได้แก่ *B. subtilis*, *S. aureus* และแบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่ *E. coli*ทดสอบโดยวิธีการ agar diffusion method พบว่าเมื่อทดสอบน้ำมันหอมระเหยส้มโอกับเชื้อที่ใช้ทดสอบแล้วพบว่ามีเส้นผ่านศูนย์กลางของ clear zone อยู่ในช่วง 22-30 มิลลิเมตร และเมื่อทดสอบน้ำมันหอมระเหยเกรปฟรุตกับเชื้อที่ใช้ทดสอบพบว่ามีเส้นผ่านศูนย์กลางของ clear zone อยู่ในช่วง 17-25 มิลลิเมตร โดยแบคทีเรียจะใช้อาหาร NA ส่วนยีสต์จะใช้อาหาร Sabouraud dextrose agar เมื่อนำไปทดสอบหา flavonoid พบว่าน้ำมันหอมระเหยส้มโอมี flavonoid อยู่ 483.562 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนเกรปฟรุตมี flavonoid อยู่ 1602.740 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ปริมาณ flavonoid แสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยส้มโอมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าน้ำมันหอมระเหยเกรปฟรุต

จากงานวิจัย Abboud และคณะ (2015) การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในสารสกัดจากทับทิม, ส้มโอ และกีวี โดยทดสอบกับยีสต์ได้แก่ *Candida albicans* และแบคทีเรียได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* และโดยสกัดสารด้วย soxhlet apparatus นานถึง 8 ชั่วโมง และใช้วิธีทดสอบโดย disc diffusion method และ microdilution method โดยใช้อาหาร Mueller Hinton Broth ในการหาค่า MIC สำหรับ *S. aureus*, *E. coli* และ *P. aeruginosa* ใช้ความเข้มข้น 100-0.195 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร สำหรับ *Candida albicans* ใช้ความเข้มข้น 200-0.39 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ใช้อาหาร Mueller Hinton agar ในการทดสอบกับแบคทีเรีย ใช้ Sabouraud Dextrose Agar สำหรับยีสต์ ผลการทดสอบพบว่า MIC ของสารสกัดทั้ง 3 ชนิดที่ทดสอบกับ *S. aureus* มีค่า 3.125 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ส่วนส้มโอและกีวีมีค่า MIC เท่ากับ 6.25 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ส่วน *E. coli* ที่ทดสอบกับสารสกัดทั้ง 3 ชนิด แสดงค่า MIC ของกีวี เท่ากับ 1.56 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ส้มโอและทับทิมเท่ากับ 12.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ส่วน *P. aeruginosa* ที่ทดสอบกับสารสกัดทั้ง 3 ชนิด มีค่า MIC ของสารสกัดทั้ง 3 ชนิด เท่ากับ 12.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ส่วน *C. albicans* เมื่อทดสอบกับสารสกัดทั้ง 3 ชนิด มีค่า MIC ของสารสกัดทั้ง 3 ชนิด เท่ากับ 6.25 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

1. เปลือกส้มโอ
2. เปลือกเลมอน
3. เปลือกมะกรูด
4. เมทานอล
5. น้ำกลั่น
6. อาหาร MHA
7. อาหาร MHB
8. อาหาร PDA
9. Nacl

3.2 วัสดุอุปกรณ์

1. เข็มเขี่ยเชื้อ
2. ขวดสีชา
3. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
4. เครื่องปั่น
5. เครื่องแมคฟาแลน
6. จุกคอร์กขนาด 7 มิลลิเมตร
7. ชุดสกัด
8. บีกเกอร์
9. เพลท
10. ไม้พันสำลี
11. หลอดทดลอง
12. Autoclave
13. Autopipette
14. Laminar
15. GC-MS รุ่น GC G1530N MS G2573A
16. Vortex

3.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.3.1 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มโอ มะกรูด และเลมอน

1. นำเปลือกของพืชที่ต้องการมาล้างทำความสะอาดและตากให้แห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หั่นแต่ส่วนผิวออกมาใช้ จากนั้นหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ
3. นำผิวของพืชที่เตรียมไว้ใส่ลงไปในเครื่องปั่น จากนั้นปั่นให้ละเอียดขึ้นด้วยเครื่องปั่น
4. นำไปชั่งน้ำหนักให้ได้ประมาณ 170 กรัม ต่อน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร นำไปใส่ในขวดก้นกลม
5. นำไปประกอบกับชุดสกัด จากนั้นทำการสกัดน้ำมันหอมระเหย
6. เก็บหยดน้ำมันหอมระเหยที่ได้ไว้ในขวดสีชา
7. บันทึกปริมาณของน้ำมันหอมระเหยที่ได้
8. นำสารสกัดที่ได้มาคำนวณร้อยละผลได้ (นันทวดี, 2551) ดังนี้

$$\% \text{ Yield} = \frac{\text{น้ำหนักสารที่สกัดได้ (มิลลิลิตร)}}{\text{ปริมาณเปลือกที่ใช้ในการสกัด (กรัม)}} \times 100$$

3.3.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยด้วยเครื่อง GC/MS

นำน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน ที่ได้จากการสกัดไปวิเคราะห์หาชนิดและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทมิเตอร์ รุ่น GC G1530N MS G2573A โดยใช้คอลัมน์ชนิด biophenyldimethylpolysiloxane ขนาด 30 เมตร × 0.25 มิลลิเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 ไมโครเมตร สภาวะของ GC-MS อุณหภูมิของคอลัมน์เริ่มต้นเท่ากับ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนอุณหภูมิเท่ากับ 250 องศาเซลเซียส โดยอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิคงที่ 10 นาที ในส่วนของ injector อุณหภูมิเท่ากับ 250 องศาเซลเซียส และinterface อุณหภูมิเท่ากับ 260 องศาเซลเซียส โดยใช้ฮีเลี่ยมเป็นตัวพา (carrier gas) อัตราการไหล 1.5 มิลลิลิตรต่อนาที สเปกตรัมของอนุภาคมวลต่อประจุถูกบันทึกโดยแรงกระทบทางไฟฟ้า 70 eV.

3.3.3 การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

3.3.3.1 การเตรียมแบคทีเรีย

แบคทีเรียที่ใช้ในการทดสอบได้แก่ *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ทำการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียทั้ง 2 ชนิด โดยใช้อาหารสำเร็จรูป MHA ที่ทำการฆ่าเชื้อแล้ว เทลงจานเพาะเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว จากนั้นทำการ subculture จาก stock culture ลงบนจานอาหารที่เตรียมไว้ และนำเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 วัน เพื่อให้เชื้อเจริญเติบโตอย่างเต็มที่

การนำแบคทีเรียไปใช้ในการทดลองจะใช้วิธีการเตรียมแบคทีเรียในรูปของ suspension โดยการนำเชื้อใส่ลงใน normal saline ให้ได้ 0.5 McFarland

3.3.3.2 วิธีการทดสอบแบคทีเรีย

วิธีทดสอบคือ Agar well diffusion method โดยดัดแปลงมาจากวิธีการของ (Bauer, 2539) ทำการเทอาหารสำเร็จรูป MHA ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วลงบนจานเพาะเชื้อที่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การฆ่าเชื้อแล้ว รอจนอาหารแข็งตัว จากนั้นทำการ swap เชื้อลงบนจานเพาะเชื้อให้ทั่ว รอให้แห้งประมาณ 5 นาที จากนั้นใช้จุกคอร์กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 มิลลิเมตร เจาะตรงกลางของจานเพาะเชื้อแล้วใช้เข็มเขี่ยเชื้อนำเศษวุ้นออก จากนั้นทำการเตรียมสารที่ใช้ในการทดสอบโดยเตรียมที่ความเข้มข้น 0%, 20%, 40%, 60%, 80% และ 100% จากนั้นใช้ Autopipette ดูดสารที่ใช้ทดสอบปริมาตร 20 ไมโครลิตร หยอดลงในแต่ละหลุมแล้วตั้งทิ้งไว้ในตู้ปลอดเชื้อนาน 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 1-2 วัน บันทึกผลโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเคลียร์โซน

3.3.3.3 การเตรียมเชื้อรา

เชื้อราที่ใช้ในทดสอบได้แก่ *Aspergillus niger* ยีสต์ที่ใช้ในทดสอบได้แก่ *Candida albicans* ทำการเพาะเลี้ยงเชื้อรา โดยใช้อาหารสำเร็จรูป PDA ที่ทำการฆ่าเชื้อ เทลงบนจานเพาะเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว รอจนอาหารแข็งตัว จากนั้นใช้จุกคอร์กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 มิลลิเมตร เจาะเชื้อราจาก stock culture โดยเจาะเฉพาะวงนอกสุด จากนั้นนำก้อนเชื้อราที่ถูกเจาะวางลงบนจานอาหารที่เตรียมไว้ โดยวางด้านที่มีเส้นใยของเชื้อราให้สัมผัสกับผิวหน้าของอาหาร จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-10 วัน เพื่อให้เชื้อราเจริญเติบโตอย่างเต็มที่

ส่วนยีสต์ทำการเพาะเลี้ยงโดยใช้อาหารสำเร็จรูป PDA เช่นเดียวกับเชื้อรา รอจนอาหารแข็งตัว ทำการ subculture จาก stock culture ลงบนจานอาหารที่เตรียมไว้ จากนั้นนำเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 1-2 วัน เพื่อให้เชื้อเจริญเติบโตอย่างเต็มที่ การนำยีสต์ไปใช้ในการทดลองจะใช้วิธีการเตรียมในรูปของ suspension โดยการนำเชื้อไปใส่ใน normal saline ให้ได้ 1.0 McFarland

3.3.3.4 วิธีการทดสอบเชื้อรา

วิธีที่ใช้ในทดสอบเชื้อราคือ Poisoned food technique โดยดัดแปลงมาจากวิธีการของพรพนา (2550) สำหรับ *Aspergillus niger* นำอาหารPDA ผสมกับน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ ให้ได้ความเข้มข้น 0%, 0.2%, 0.4%, 0.6, 0.8% และ 1.0% จากนั้นเทลงบนจานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วจำนวน 4 เพลท ปริมาตรเท่า ๆ กัน รอให้อาหารแข็งตัว ใช้จุกคอร์กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 มิลลิเมตร เจาะเชื้อราที่เตรียมไว้มาวางลงบนจานเพาะเชื้อ จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน บันทึกผลโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเชื้อรา

สำหรับ *Candida albicans* เทอาหารสำเร็จรูป PDA ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วลงบนจานเพาะเชื้อรอจนอาหารแข็งตัว จากนั้น swap เชื้อในรูปของ suspension ลงบนจานเพาะเชื้อให้ทั่ว รอให้แห้งนาน 5 นาที จากนั้นใช้จุกคอร์กที่มีเส้นผ่านศูนย์การ 7 มิลลิเมตร เจาะตรงกลางของจานเพาะเชื้อแล้วใช้เข็มเขี่ยเชื้อนำเศษวุ้นออก จากนั้นทำการเตรียมสารที่ใช้ในการทดสอบโดยเตรียมที่ความเข้มข้น 0%, 20%, 40%, 60%, 80% และ 100% ใช้ Autopipette ดูดสารที่ใช้ในทดสอบปริมาตร 20 ไมโครลิตร หยอดลงในหลุมแล้วตั้งทิ้งไว้ในตู้ปลอดเชื้อนาน 1 ชั่วโมง นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 1-2 วัน บันทึกผลโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเคลียร์โซน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การหาค่าความเข้มข้นที่น้อยที่สุดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (MIC) และความเข้มข้นที่น้อยที่สุดที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ (MBC)

3.3.4.1 การหาค่า MIC และ MBC ของแบคทีเรียและยีสต์ (นุศวดีและสมใจ,2553)

1. นำอาหาร MHB ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วใส่ลงในหลอดทดลองที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วปริมาตร 600 ไมโครลิตร

2. เตรียมแบคทีเรียและยีสต์ให้ได้ 0.5 McFarland โดยใช้อาหาร MHB ปริมาตร 600 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลองเดิม

3. เตรียมน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน ที่ความเข้มข้น 0%, 20%, 40%, 60% และ 80% ลงในหลอดทดลองเดิมอีก 600 ไมโครลิตร รวมปริมาตรสุดท้ายเท่ากับ 1,800 ไมโครลิตร ความเข้มข้นสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 0%, 6.67%, 13.33%, 20% และ 26.67%

4. ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 1 วัน สังเกตหลอดที่ความเข้มข้นน้อยที่สุดที่ไม่มีความขุ่น บันทึกความเข้มข้นนั้นเป็นค่า MIC

5. หลังจากครบเวลานำสารในแต่ละหลอดไป spread ลงบนอาหาร MHA แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 1 วัน บันทึกผลการทดลองดังนี้ ความเข้มข้นที่น้อยที่สุดที่เชื้อไม่เจริญเติบโตเป็นค่า MBC

3.3.4.2 การหาค่า MIC และ MBC ของเชื้อรา

1. นำเชื้อราที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ทดสอบด้วยวิธี Poisoned food technique ที่ความเข้มข้น 0%, 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8% และ 1.0% โดยเลือกเพลทที่ไม่มีการเจริญเติบโตของเชื้อรามาทดสอบหาค่า MIC และ MBC โดยย้ายชิ้นส่วนของเชื้อราลงบนอาหาร PDA

2. นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 5-7 วัน

3. บันทึกผลการทดลองดังนี้ ความเข้มข้นที่น้อยที่สุดที่เชื้อรามีการเจริญบันทึกความเข้มข้นนั้นเป็นค่า (MIC) ส่วนความเข้มข้นที่น้อยที่สุดที่เชื้อราไม่มีการเจริญเติบโตบันทึกเป็นค่า (MBC)

หมายเหตุ ขั้นตอนทั้งหมดทำการปฏิบัติด้วยวิธีการปลอดเชื้อ (aseptic technique)

3.3.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ 3 ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว One-Way ANOVA ของข้อมูลผลการทดลองทางสถิติด้วยโปรแกรม Statistical Package for Social Science (SPSS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ น้ำมันหอมระเหยมะกรูด และน้ำมันหอมระเหยเลมอน โดยการนำไปฉีดเข้าเครื่อง GC-MS พบว่าน้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยไอน้ำมีองค์ประกอบทางเคมีต่าง ๆ ดังนี้

4.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ

จากการวิเคราะห์ด้วย GC-MS พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยส้มโอมีองค์ประกอบดังตารางที่ 4.1 พบว่ามีปริมาณของ dl-Limonene มากที่สุด คือ ร้อยละ 64.181 ที่เวลา 7.271 นาที ดังแสดงในโครมาโตแกรมรูปที่ 4.1

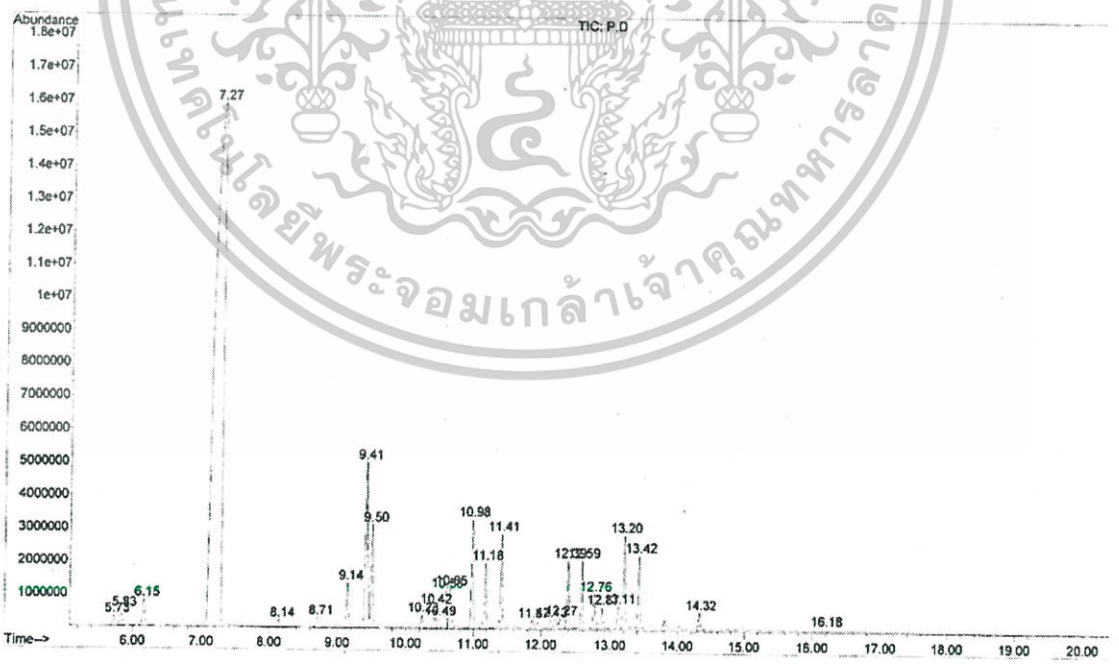
ตารางที่ 4.1 แสดงองค์ประกอบและร้อยละของสารประกอบในน้ำมันหอมระเหยส้มโอ

พีคที่	Retention time (min)	สารประกอบ	ร้อยละ
1	5.726	Sabinene	0.343
2	5.825	Bicyclo [3.1.1] heptane, 6,6– dimwthyl –2– methylene–, (1S)	0.563
3	6.154	Beta – Myrcene	0.930
4	7.271	Dl – Limonene	64.181
5	8.141	Linalool oxide cis	0.240
6	8.708	Linalool L	0.390
7	9.141	Tran –p– Mentha –2,8– dienol	1.439
8	9.410	Cis – Limonene oxide	5.898
9	9.496	Trans – Liminene oxide	2.716
10	10.232	1,8 – menthadien –4– ol	0.384
11	10.423	2- Cyclohexane –1– one, 4 –(1–methylethyl)	0.643
12	10.488	Alpha Terpineol	0.279
13	10.583	Bicyclo [4.1.0] hept –2– ene	1.076
14	10.648	Trans –.delta. –5,8– Iridadiene	1.473
15	10.977	Trans – (+) – Carveol	3.083
16	11.176	Cis – Carveol	1.832
17	11.410	2 – Cyclohexen –1– one,2– methyl –5– (1–methylethenyl)–, (s)–	2.435

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงองค์ประกอบและร้อยละของสารประกอบในน้ำมันหอมระเหยส้มโอ (ต่อ)

พีคที่	Retention time (min)	สารประกอบ	ร้อยละ
18	11.868	2–Cyclohexen –1– one,3– metyl –6– (1–metylethenly)–, (s)	0.352
19	12.133	P – Mentha–1(7),8(10)– dien –9– ol	0.449
20	12.271	Perilla alcohol	0.392
21	12.388	(+) –trans– Isolimonene	1.812
22	12.587	4– (1–hydroxyethyl) benzaldehyde	1.833
23	12.760	p–menthe –1,8– dien –4– hydroperoxide	0.946
24	12.873	Limonene glycol	0.758
25	13.111	Naphthalene,1,2,3,4,4a,5,6,7–octahydro –4a– methyl	0.578
26	13.197	1–Hydroxymethyl –2– methyl –4– cyclohexene	2.596
27	13.418	Camhene	1.730
28	14.323	1H–1,3a–Ethanopentalen –4– ol, hexahydro–, trans	0.548
29	16.184	(–) –Caryophylene oxide	0.102



รูปที่ 4.1 โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยส้มโอที่สกัดด้วยไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด

จากการวิเคราะห์ด้วย GC-MS พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดมีองค์ประกอบ ดังตารางที่ 4.2 พบว่ามีปริมาณของ Sabinene มากที่สุด คือ ร้อยละ 26.140 ที่เวลา 5.855 นาที ดังแสดงในโครมาโตแกรมรูปที่ 4.2

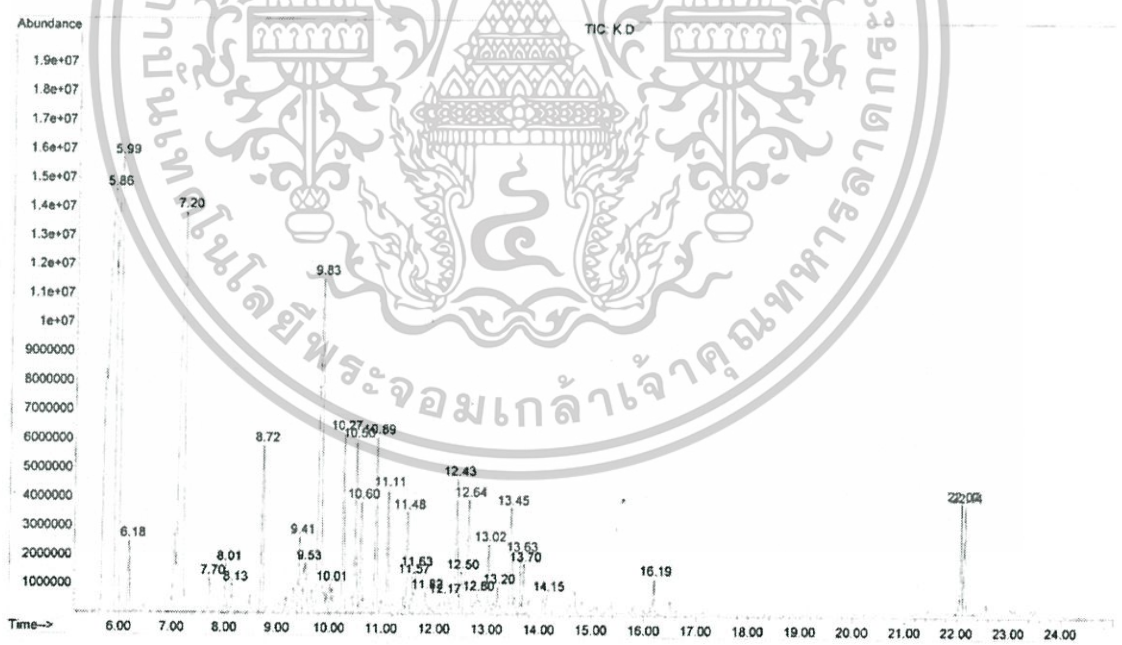
ตารางที่ 4.2 แสดงองค์ประกอบและร้อยละของสารประกอบในน้ำมันหอมระเหยมะกรูด

พีคที่	Retention time (min)	สารประกอบ	ร้อยละ (%)
1	5.855	Sabinene	26.140
2	5.985	2-beta-Pinene	13.710
3	6.180	Beta-Myrcene	0.989
4	7.197	Dl-Limonene	15.235
5	7.700	5-Heptenal,2,6-dimethyl-(CAS)	0.457
6	8.011	Cis-Sabinenehydrate	0.598
7	8.132	Linalool oxide cis	0.398
8	8.717	Linalool L	2.554
9	9.405	Cis-Limonene oxide	0.918
10	9.531	Trans-Pinocarveol	1.193
11	9.825	Citronella	8.279
12	10.007	Pinocavone	0.699
13	10.267	3-Cyclohexen -1- ol, 4-methyl -1-(-methylethyl)-(CAS)	2.327
14	10.505	Alpha Terpineol	2.689
15	10.604	Bicyclo [3.1.1] hept-2-ene-2-methanal, 6,6-dimethyl-	1.569
16	10.890	Cyclohexane, 2,4- diethy l-1- methyl-	2.365
17	11.106	Beta.-Citronellol	1.374
18	11.479	Cyclopropane, 1,1-dimethyl -2- (2-propenyl)-	1.409
19	11.574	Undecane, 5-methyl-	0.493
20	11.630	Oxirane, tetramethyl-	0.789
21	11.825	Cyclohexanol, 3,3,5-trimethyl-	0.376
22	12.171	Benzenemethanol, 4-(1-methylethyl)-	0.674
23	12.427	Bicyclo [3.1.0] hexan-3-ol, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-, [1S- (1 alpha, 3 beta, 5alpha)]	2.122
24	12.505	O-trideuteriomethoxybenzaldehyde	0.723
25	12.639	Benzenemethanol	3.020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงองค์ประกอบและร้อยละของสารประกอบในน้ำมันหอมระเหยมะกรูด (ต่อ)

พีคที่	Retention time (min)	สารประกอบ	ร้อยละ (%)
26	12.803	Cyclohexene, 3-methyl	0.752
27	13.020	Cis-2, 6-dimethyl-2, 6-octadiene	0.758
28	13.197	1-Hydroxymethyl-2-methyl-4-cyclohexene	0.696
29	13.448	Trans-beta-Farnesene	2.053
30	13.630	Beta-Cubebene	0.601
31	13.695	Bicyclo [3.2.0] heptane-2, 6-diol, 5-(2-hydroxyethyl) -3,3- dimethyl -6- vinyl-, (Z)-	0.588
32	14.150	(+,-)-3, 3, 7-trimethyl-2, 9-dioxatricyclo [4.2.1.0(4,7)] nonane	0.365
33	16.189	(-) -Caryophyllene oxide	0.558
34	22.072	Benzenepropanoic acid, 3, 7-dimethylocta-2, 6-dienyl ester	1.267
35	22.136	2-beta-pinene	1.262



รูปที่ 4.2 โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดที่สกัดด้วยไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

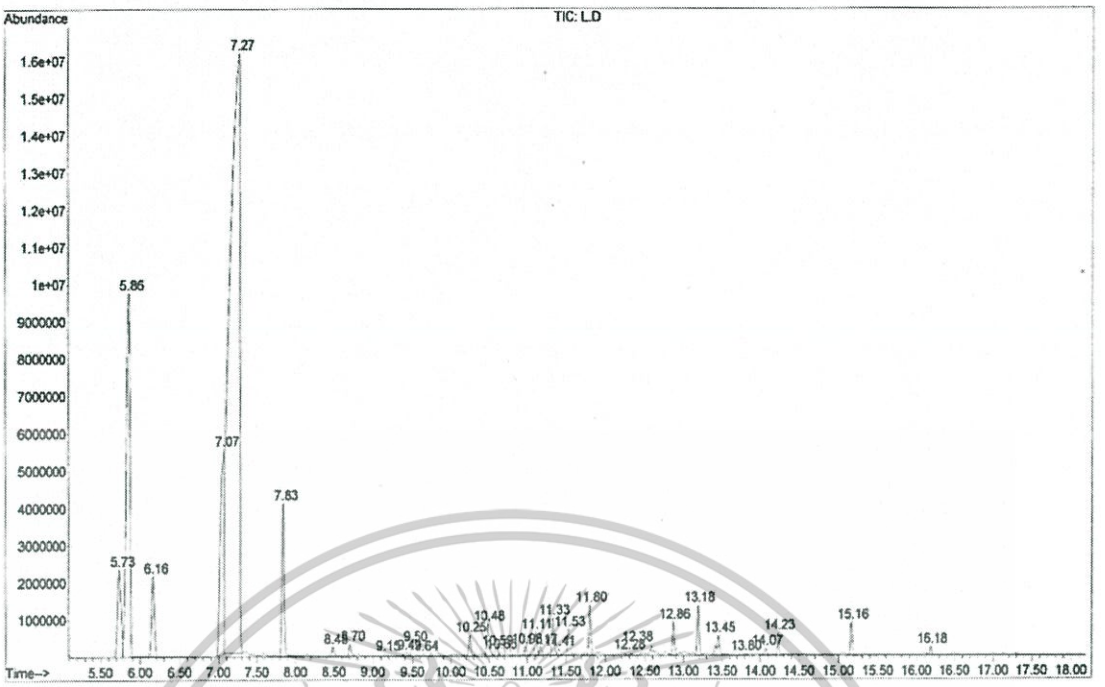
4.1.3 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยเลมอน

จากการวิเคราะห์ด้วย GC-MS พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยเลมอนมีองค์ประกอบ ดังตารางที่ 4.2 พบว่ามีปริมาณของ dl-Limonene มากที่สุด คือ ร้อยละ 68.759 ที่เวลา 7.267 นาที ดังแสดงในโครมาโตแกรมรูปที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงองค์ประกอบและร้อยละของสารประกอบในน้ำมันหอมระเหยเลมอน

พีคที่	Retention time (min)	สารประกอบ	ร้อยละ (%)
1	5.734	Sabinene	2.913
2	5.860	2- Beta - Pinene	13.207
3	6.159	Beta - Myrcene	2.252
4	7.267	Dl - Limonene	68.759
5	7.834	Gamma - Terpinene	3.308
6	8.483	Alpha - Terpinolene	0.218
7	8.704	Linalool L	0.282
8	9.418	Limonene oxide	0.127
9	9.496	Limonene oxide, trans -	0.312
10	10.245	3- Cyclohexen -1- ol, 4- methyl -1- (1- methylethyl)	0.429
11	10.479	Alpha Terpineol	0.663
12	10.591	Myrtenol	0.164
13	10.972	Trans - (+) - Carveol	0.224
14	11.107	2, 6 - Octadien -1- ol, 3,7 - dimethyl	0.545
15	11.332	Z - Citral	0.775
16	11.531	Geraniol	0.564
17	11.804	E - Citral	1.027
18	12.384	7 - Oxabicyclo heptane, 1- ethyl -4- (1 - methylethenyl)	0.339
19	12.583	Cis - P – Mentha – 2, 8 – Dien -1- ol	0.299
20	12.864	Limonene Glycol	0.664
21	13.184	Neryl Acetate	1.031
22	13.453	Geranyl acetate	0.558
23	14.063	Trans – Caryophyllene	0.153
24	14.228	Bicyclo hept -2- ene, 2, 6- dimethyl - 6 - (4- methyl -3- pentenyl)	0.442
25	15.163	Beta - Bisabolene	0.566
26	16.184	Caryophyllene oxide	0.176

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยเลมอนที่สกัดด้วยไอน้ำ

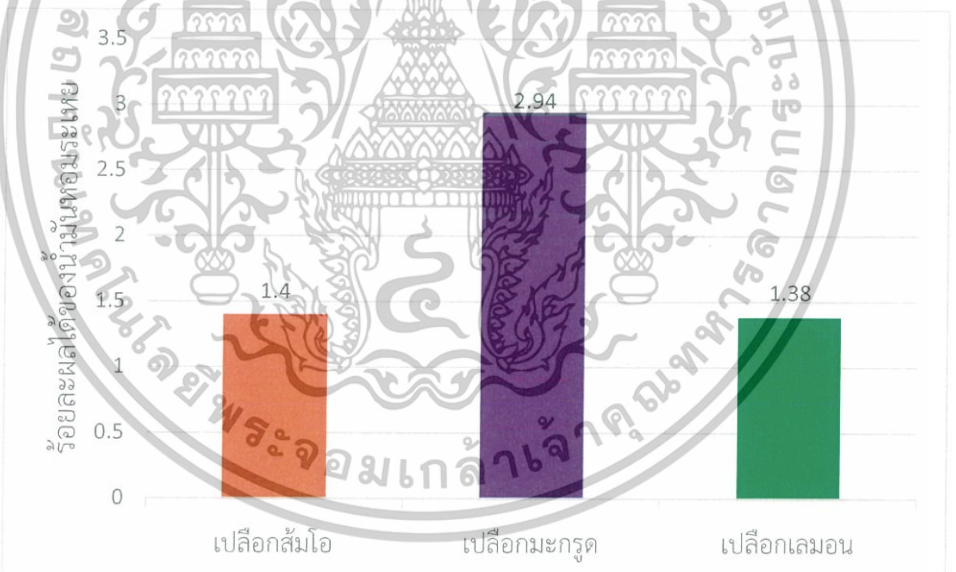
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ปริมาณและผลได้ของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน

จากการนำเปลือกผลไม้ที่ผ่านการบดละเอียดจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ เปลือกส้มโอ เปลือกมะกรูด และเปลือกเลมอน มาชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปสกัดด้วยไอน้ำแล้วนำไปคำนวณร้อยละของผลได้ ได้ผลดังตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าน้ำมันหอมระเหยมะกรูดมีค่าร้อยละผลได้เท่ากับ 2.939 รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มีค่าร้อยละผลได้เท่ากับ 1.399 และสุดท้ายน้ำมันหอมระเหยเลมอนมีค่าร้อยละผลได้เท่ากับ 1.382 จากนั้นนำน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากเปลือกผลไม้ทั้ง 3 ชนิด ไปศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

ตารางที่ 4.4 ปริมาณและผลได้ของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน

ชนิดของเปลือกผลไม้	น้ำหนักของเปลือกผลไม้ (กิโลกรัม)	ปริมาตรของน้ำมันที่ได้ (ลิตร)	ร้อยละผลได้
เปลือกส้มโอ	1.3072112	0.0183	1.399
เปลือกมะกรูด	0.6974023	0.0205	2.939
เปลือกเลมอน	1.4546873	0.0201	1.382



รูปที่ 4.4 ร้อยละผลได้ของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน

4.3 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

จากการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน ด้วยวิธี Agar well diffusion method โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ทดสอบ ได้แก่ แบคทีเรียแกรมบวก คือ *S. aureus* แบคทีเรียแกรมลบ คือ *E. coli* และยีสต์ *C. albicans* โดยใช้น้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 0%, 20%, 40%, 60%, 80% และ 100% และมี MeOH เป็นชุดควบคุมเชิงลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าสารสกัดทุกชนิดสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อที่ใช้ทดสอบได้ ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.5 ถึงตารางที่ 4.12

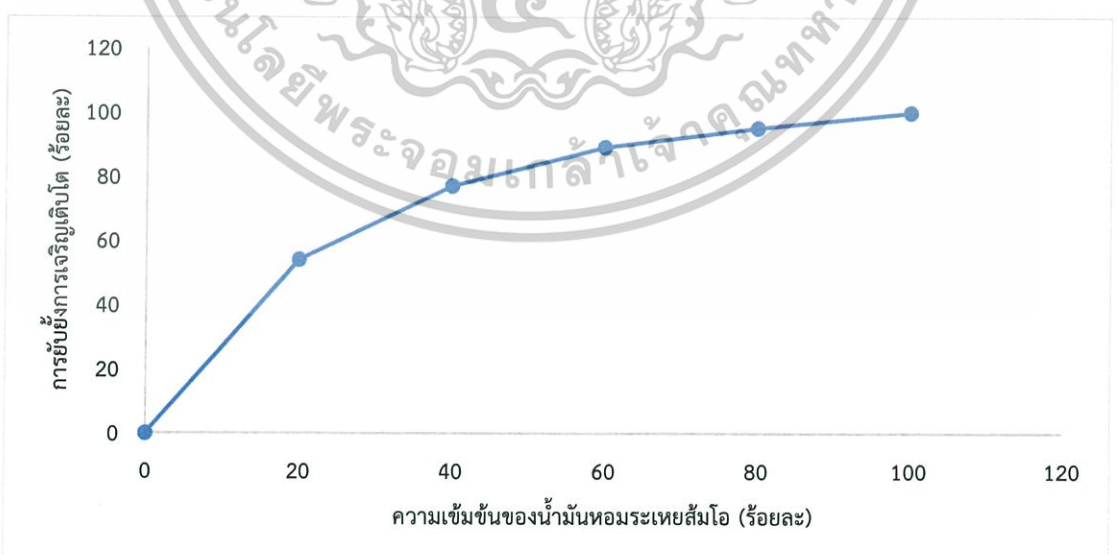
4.3.1 การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E. coli* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ

จากการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโต *E. coli* บนอาหาร PDA ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ ด้วยวิธี Agar well diffusion method ที่ความเข้มข้น 0%, 20%, 40%, 60%, 80% และ 100% ผลการยับยั้งการเจริญของ *E. coli* แสดงในตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.5-4.6 โดยพบว่าน้ำมันหอมระเหยส้มโอที่ความเข้มข้น 80% และ 100% สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

ตารางที่ 4.5 แสดงความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *E. coli*

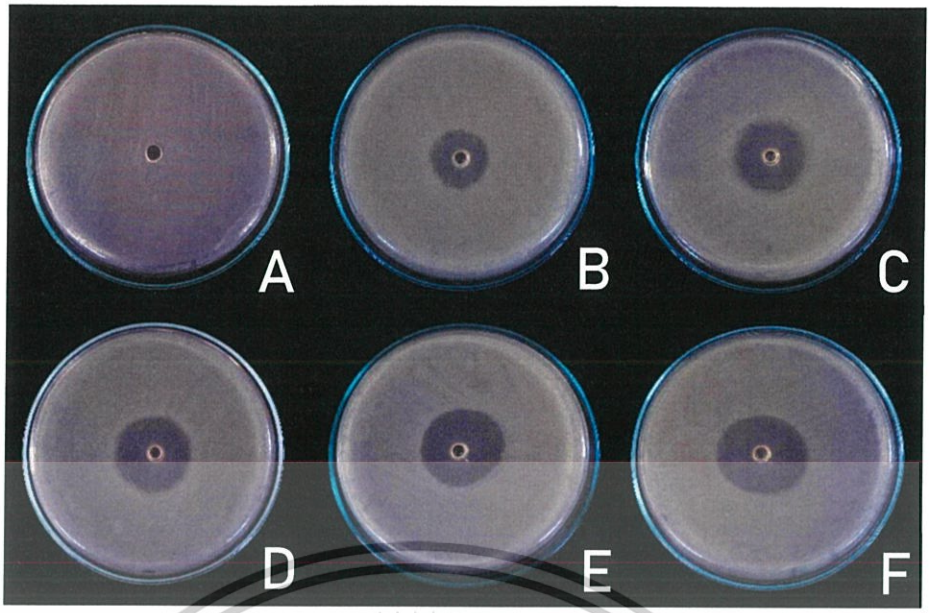
ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ (ร้อยละ)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของ clear zone (เซนติเมตร)	ร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *E. coli*
0	0.7000^{d}	0
20	2.0800 ^{d}	54.05
40	2.6667 ^{c}	77.03
60	2.9757^{b}	89.13
80	3.1433 ^{ab}	95.69
100	3.2533^{a}	100

หมายเหตุ เส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมที่ใช้หยดสารสกัดมีขนาด 0.7 เซนติเมตร



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอกับการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E. coli*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 บริเวณยับยั้ง (inhibition zone) ของเชื้อ *E. coli* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ (A) ความเข้มข้น 0% (B) ความเข้มข้น 20% (C) ความเข้มข้น 40% (D) ความเข้มข้น 60% (E) ความเข้มข้น 80% และ (F) ความเข้มข้น 100%

4.3.2 การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E. coli* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด

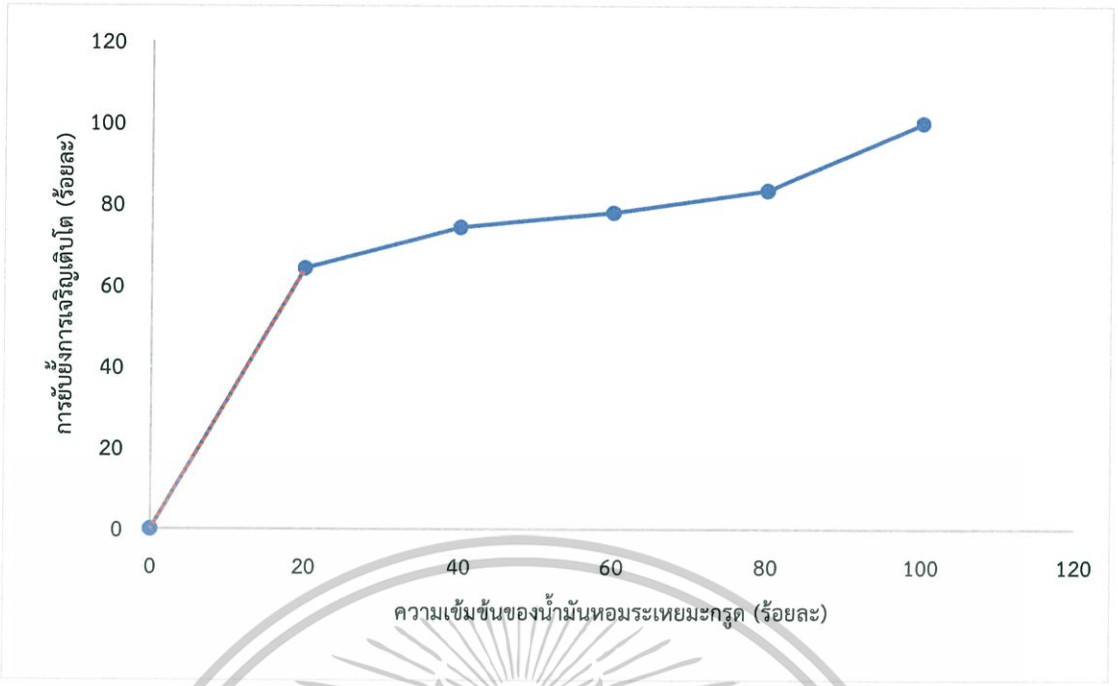
จากการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโต *E. coli* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยมะกรูด ที่ความเข้มข้น 0%, 20%, 40%, 60%, 80% และ 100% ผลการยับยั้งการเจริญของ *E. coli* แสดงในตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.7-4.8 โดยพบว่าน้ำมันหอมระเหยมะกรูดที่ความเข้มข้น 100% สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด

ตารางที่ 4.6 ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *E. coli*

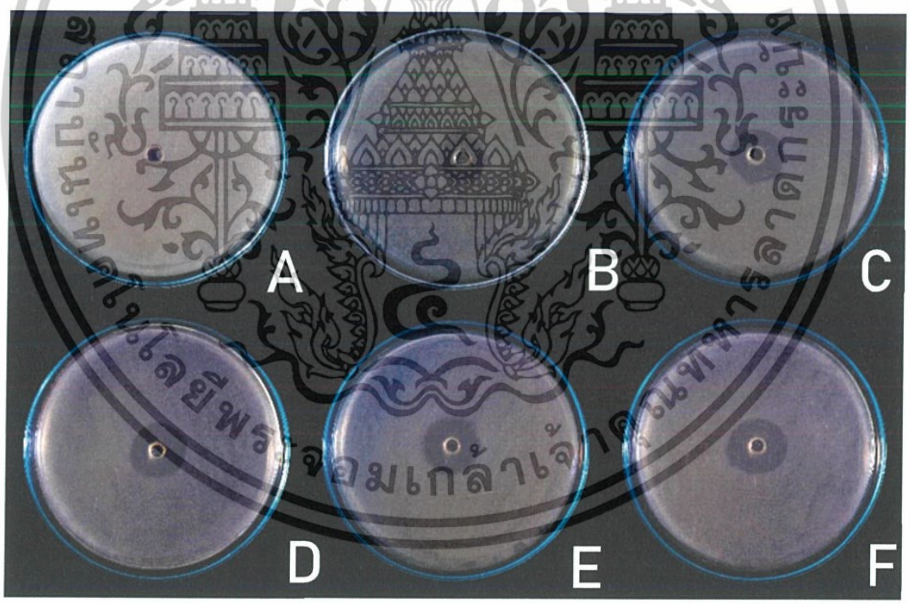
ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด (ร้อยละ)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของ clear zone (เซนติเมตร)	ร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *E. coli*
0	0.7000^{d}	0
20	1.8067^{c}	64.19
40	1.9800^{bc}	74.25
60	2.0433^{bc}	77.92
80	2.1367^{b}	83.34
100	2.4240^{a}	100

หมายเหตุ เส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมที่ใช้หยดสารสกัดมีขนาด 0.7 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดกับการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E. coli*



รูปที่ 4.8 บริเวณยับยั้ง (inhibition zone) เชื้อ *E. coli* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยมะกรูด (A) ความเข้มข้น 0% (B) ความเข้มข้น 20% (C) ความเข้มข้น 40% (D) ความเข้มข้น 60% (E) ความเข้มข้น 80% และ (F) ความเข้มข้น 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

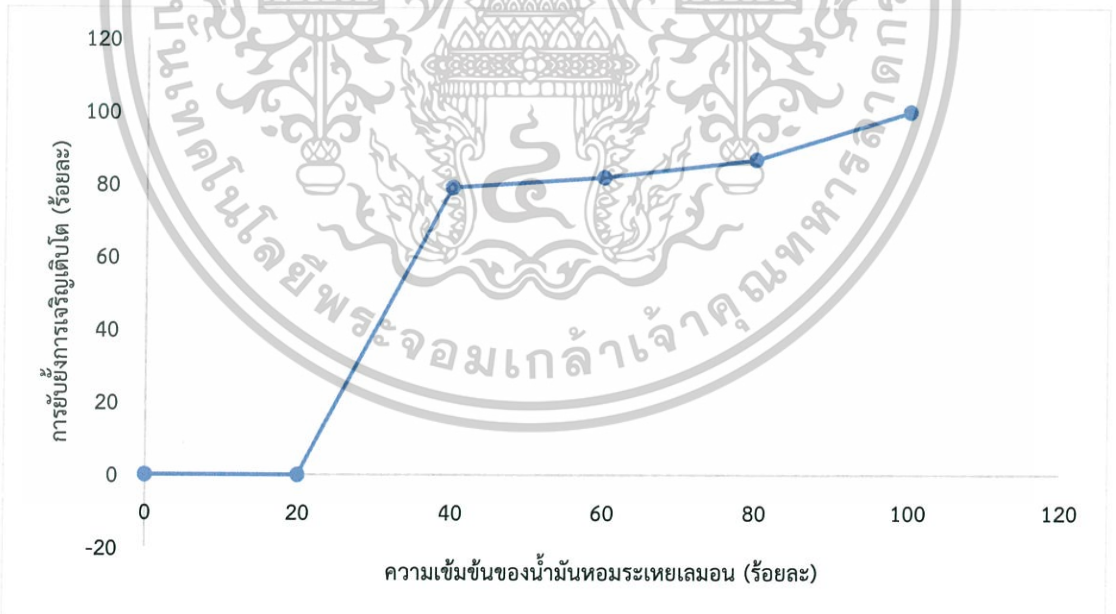
4.3.3 การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E. coli* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยเลมอน

จากการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโต *E. coli* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยเลมอนที่ความเข้มข้น 0%, 20%, 40%, 60%, 80% และ 100% ผลการยับยั้งการเจริญของ *E. coli* แสดงในตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.9-4.10 โดยพบว่าน้ำมันหอมระเหยเลมอนที่ความเข้มข้น 100% สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด

ตารางที่ 4.7 ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอนต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *E. coli*

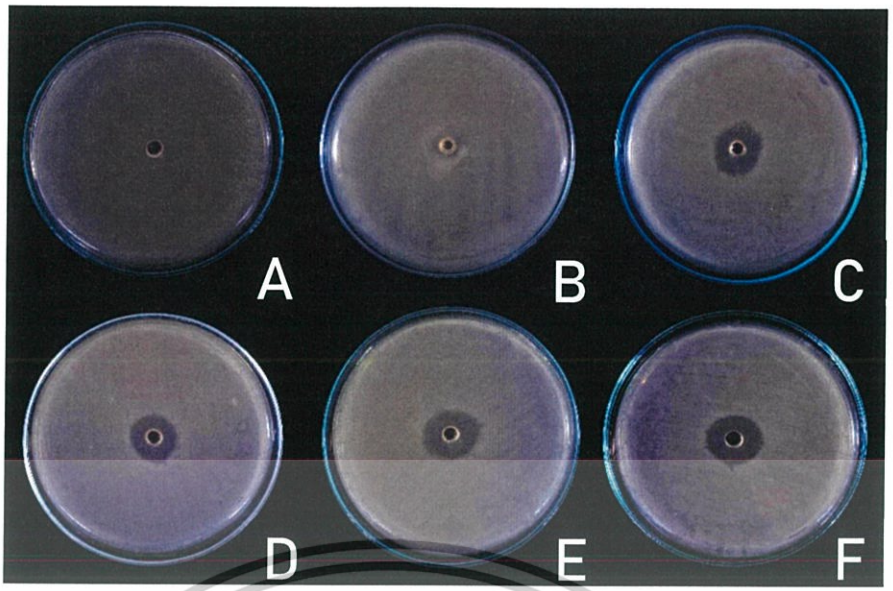
ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอน (ร้อยละ)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของ clear zone (เซนติเมตร)	ร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *E. coli*
0	0.7000^{d}	0
20	0.7000^{d}	0
40	1.7200^{c}	79.07
60	1.7567^{bc}	81.91
80	1.8200^{b}	86.82
100	1.9900^{a}	100

หมายเหตุ เส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมที่ใช้หยดสารสกัดมีขนาด 0.7 เซนติเมตร



รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอนกับการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E. coli*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 บริเวณยับยั้ง (inhibition zone) ของ *E. coli* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยเลมอน (A) ความเข้มข้น 0% (B) ความเข้มข้น 20% (C) ความเข้มข้น 40% (D) ความเข้มข้น 60% (E) ความเข้มข้น 80% และ (F) ความเข้มข้น 100%

4.3.4 การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของ *S. aureus* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ

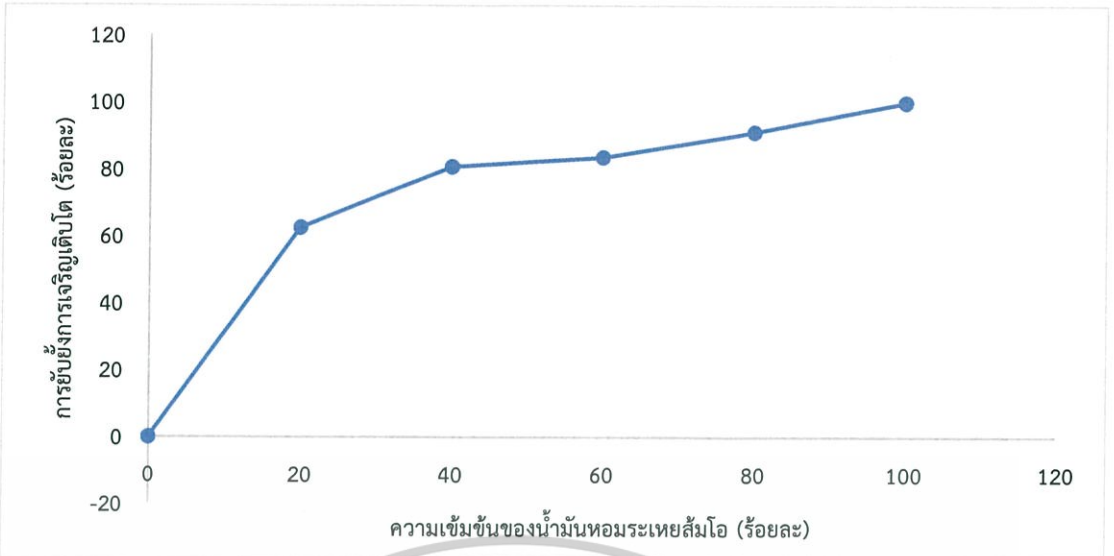
จากการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโต *S. aureus* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ ด้วยวิธี Agar well diffusion method ที่ความเข้มข้น 0%, 20%, 40%, 60%, 80% และ 100% ผลการยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* แสดงในตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.11-4.12 โดยพบว่าน้ำมันหอมระเหยส้มโอที่ความเข้มข้น 80% และ 100% สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

ตารางที่ 4.8 ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *S. aureus*

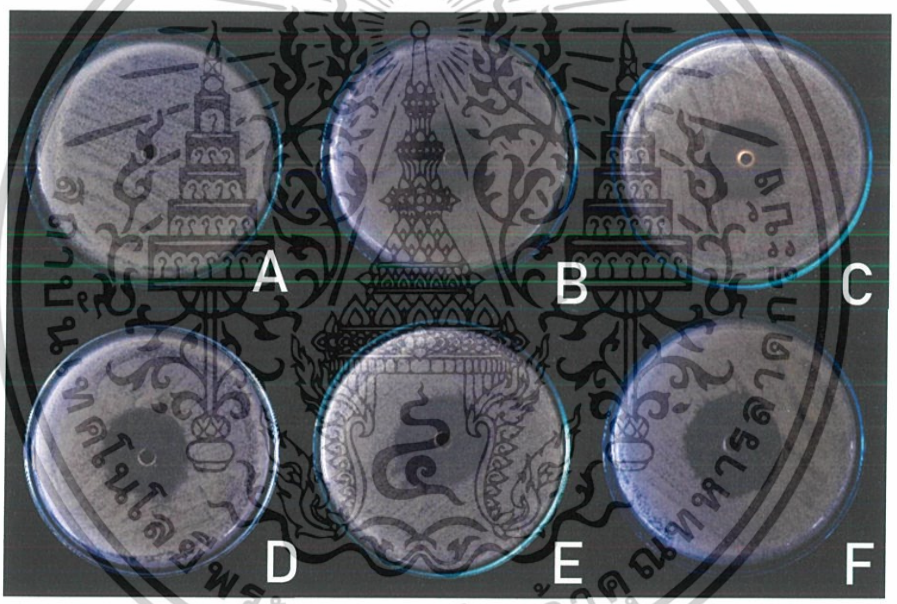
ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ (ร้อยละ)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของ clear zone (เซนติเมตร)	ร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *S. aureus*
0	0.7000[d]	0
20	2.5500 [c]	62.59
40	3.0867 [b]	80.75
60	3.1700[b]	83.57
80	3.3933 [ab]	91.12
100	3.6557[a]	100

หมายเหตุ เส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมที่ใช้หยดสารสกัดมีขนาด 0.7 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอกับร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *S. aureus*



รูปที่ 4.12 บริเวณยับยั้ง (inhibition zone) ของ *S. aureus* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ (A) ความเข้มข้น 0% (B) ความเข้มข้น 20% (C) ความเข้มข้น 40% (D) ความเข้มข้น 60% (E) ความเข้มข้น 80% และ (F) ความเข้มข้น 100%

4.3.5 การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของ *S. aureus* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด

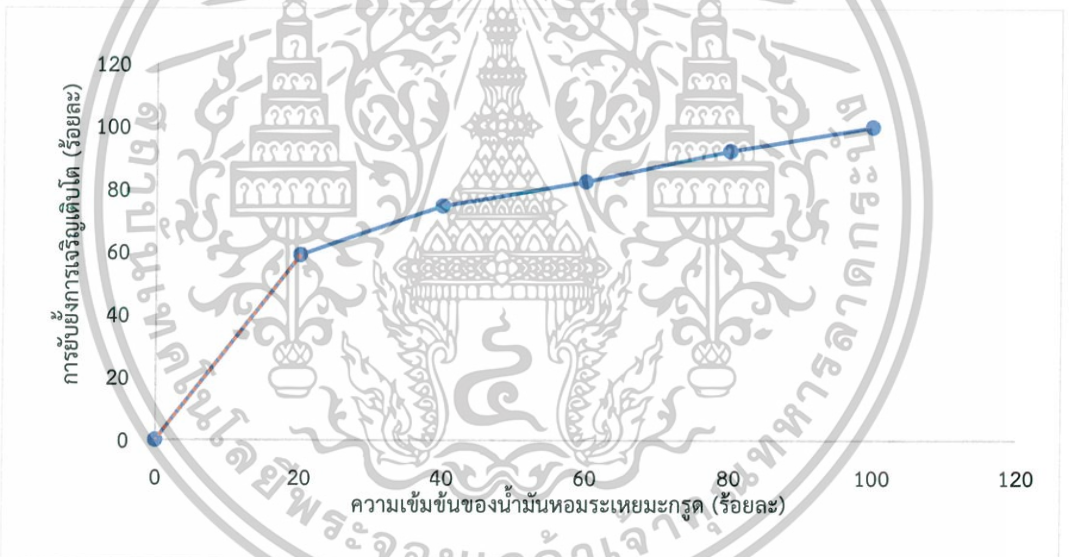
จากการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโต *S. aureus* บนอาหาร PDA ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยมะกรูดที่ความเข้มข้น 0%, 20%, 40%, 60%, 80% และ 100% ผลการยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* แสดงในตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.13-4.14 พบว่าน้ำมันหอมระเหยมะกรูดที่ความเข้มข้น 80% และ 100% สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *S. aureus*

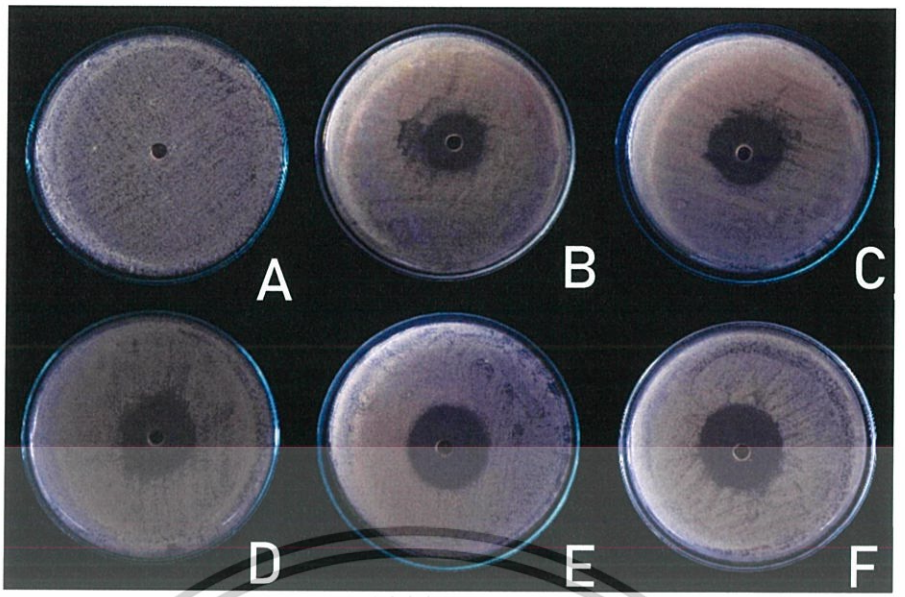
ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด (ร้อยละ)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของ clear zone (เซนติเมตร)	ร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *S. aureus*
0	0.7000^{d}	0
20	2.2000^{c}	59.06
40	2.6000^{b}	74.83
60	2.7967^{b}	82.55
80	3.0467^{a}	92.39
100	3.2400^{a}	100

หมายเหตุ เส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมที่ใช้หยดสารสกัดมีขนาด 0.7 เซนติเมตร



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดกับร้อยละการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *S. aureus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 บริเวณยับยั้ง (inhibition zone) ของ *S. aureus* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยมะกรูด (A) ความเข้มข้น 0% (B) ความเข้มข้น 20% (C) ความเข้มข้น 40% (D) ความเข้มข้น 60% (E) ความเข้มข้น 80% และ (F) ความเข้มข้น 100%

4.3.6 การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของ *S. aureus* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยเลมอน

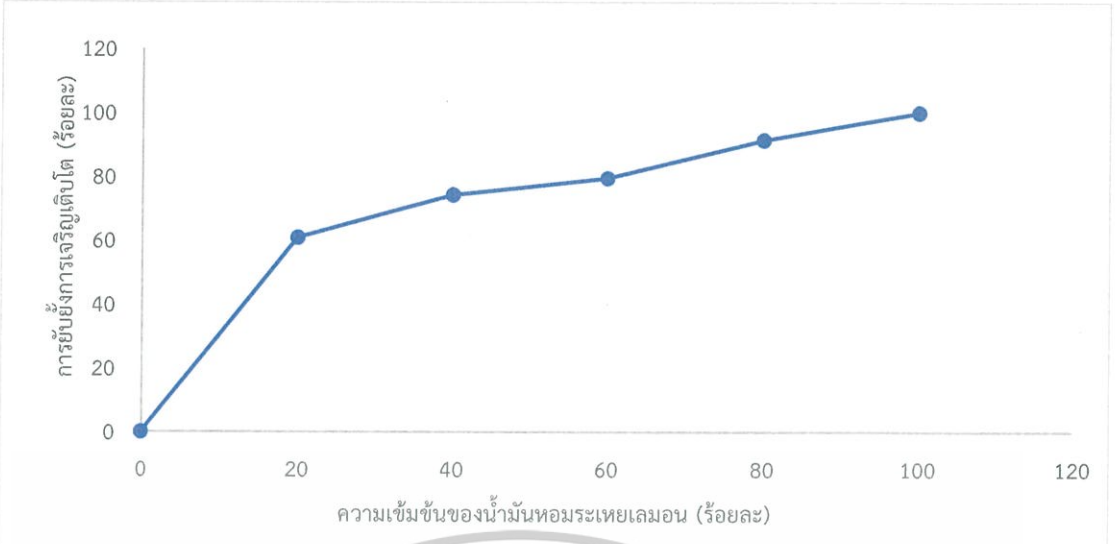
จากการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโต *S. aureus* บนอาหาร PDA ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยมะกรูด ที่ความเข้มข้น 0%, 20%, 40%, 60%, 80% และ 100% ผลการยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* แสดงในตารางที่ 4.10 และรูปที่ 4.15-4.16 พบว่าน้ำมันหอมระเหยมะกรูดที่ความเข้มข้น 60%, 80% และ 100% สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.10 ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอนต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *S.aureus*

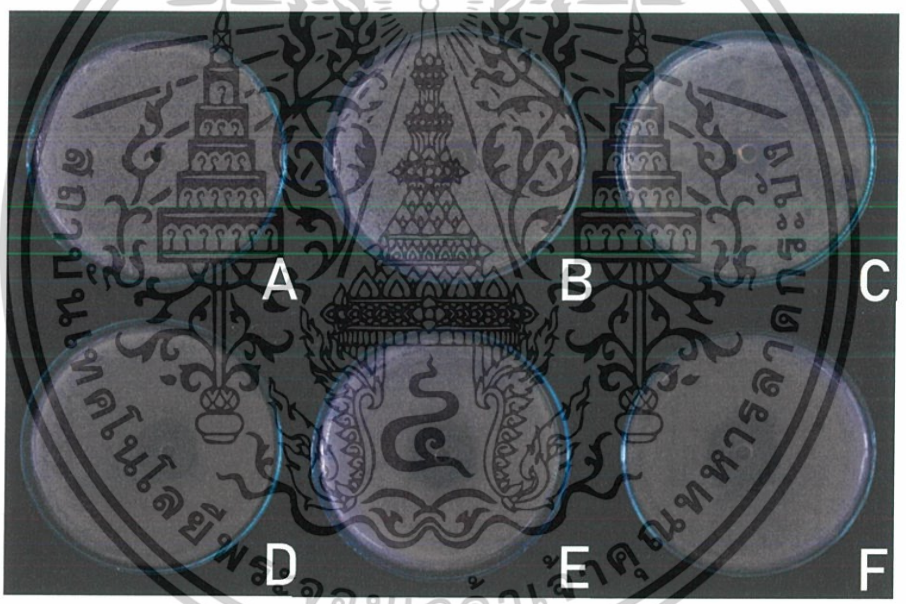
ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอน (ร้อยละ)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของ clear zone (เซนติเมตร)	ร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *S.aureus*
0	0.7000^{d}	0
20	1.8333^{c}	60.82
40	2.0833^{bc}	74.24
60	2.1800^{abc}	79.43
80	2.4033^{ab}	91.41
100	2.5633^{a}	100

หมายเหตุ เส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมที่ใช้หยดสารสกัดมีขนาด 0.7 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอนกับร้อยละการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *S.aureus*



รูปที่ 4.16 บริเวณยับยั้ง (inhibition zone) ของ *S. aureus* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยเลมอน (A) ความเข้มข้น 0% (B) ความเข้มข้น 20% (C) ความเข้มข้น 40% (D) ความเข้มข้น 60% (E) ความเข้มข้น 80% และ (F) ความเข้มข้น 100%

4.3.7 การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของ *C. albicans* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ

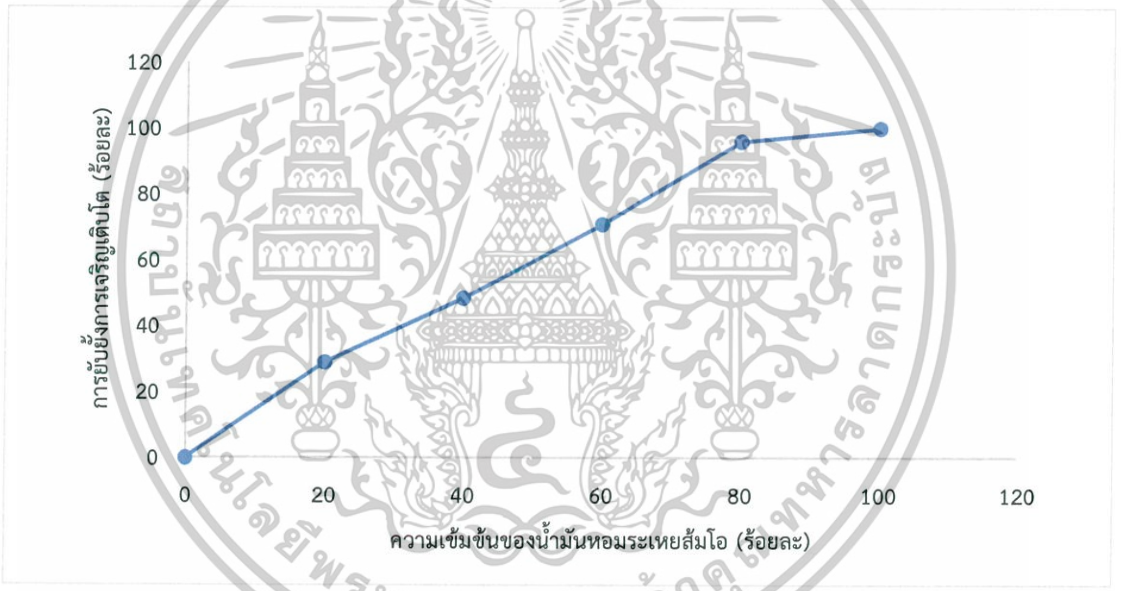
จากการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโต *C. albicans* บนอาหาร PDA ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ ด้วยวิธี Agar well diffusion method ที่ความเข้มข้น 0%, 20%, 40%, 60%, 80% และ 100% ผลการยับยั้งการเจริญของ *C. albicans* แสดงในตารางที่ 4.11 และรูปที่ 4.17-4.18 โดยพบว่าน้ำมันหอมระเหยส้มโอที่ความเข้มข้น 40%, 60%, 80% และ 100% สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด และไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือจำหน่าย ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งผู้ใช้งานต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *C. albicans*

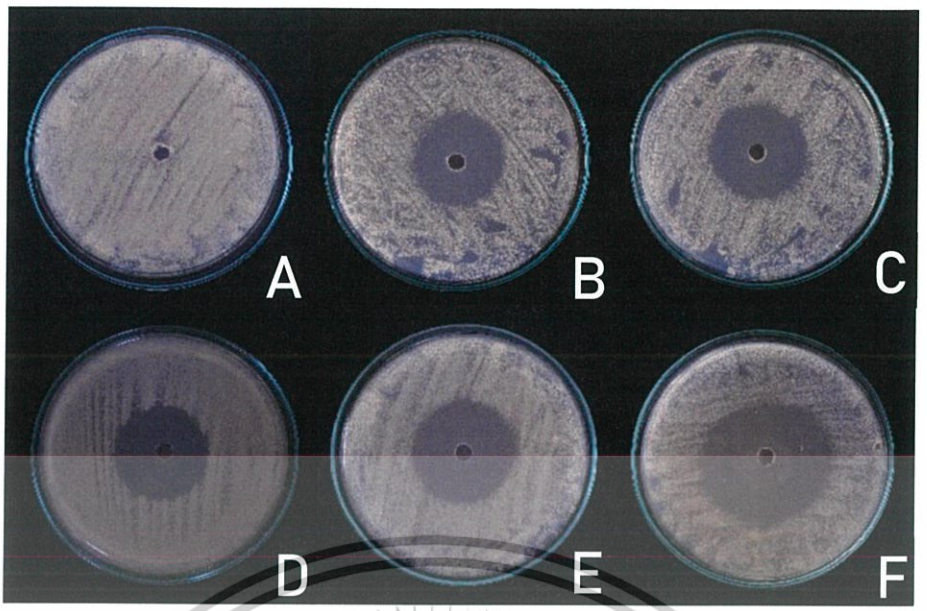
ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ (ร้อยละ)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของ clear zone (เซนติเมตร)	ร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *C. albicans*
0	0.7000[d]	0
20	3.2533[b]	69.9
40	3.9067[a]	87.78
60	3.9600[a]	89.24
80	4.0733[a]	92.34
100	4.3533[a]	100

หมายเหตุ เส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมที่ใช้หยดสารสกัดมีขนาด 0.7 เซนติเมตร



รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอกับร้อยละการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *C. albicans*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 บริเวณยับยั้ง (inhibition zone) ของ *C. albicans* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ (A) ความเข้มข้น 0% (B) ความเข้มข้น 20% (C) ความเข้มข้น 40% (D) ความเข้มข้น 60% (E) ความเข้มข้น 80% และ (F) ความเข้มข้น 100%

4.3.8 การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของ *C. albicans* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด

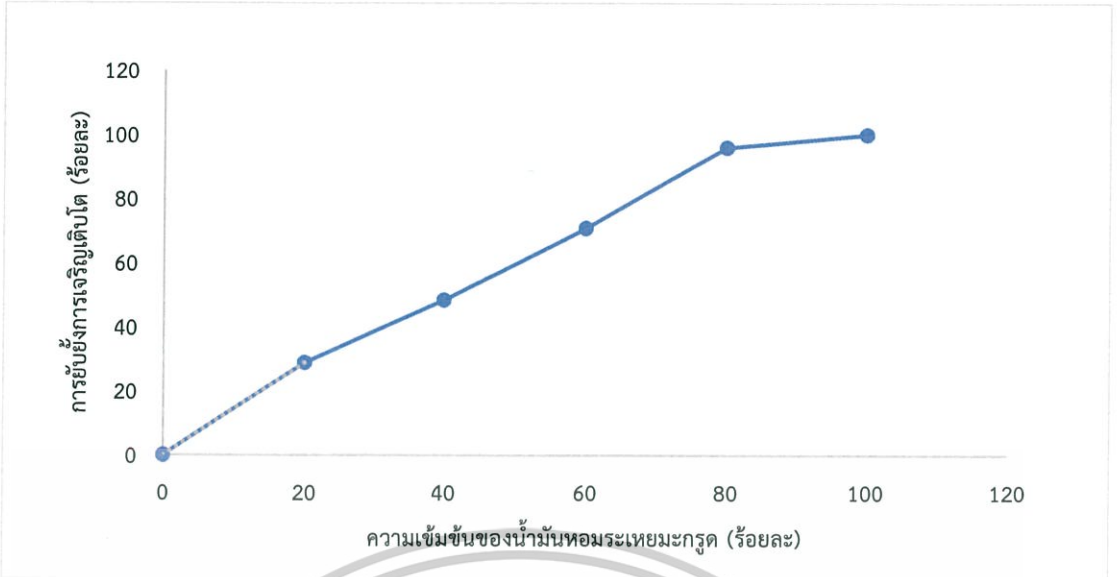
จากการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโต *C. albicans* บนอาหาร PDA ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยมะกรูด ที่ความเข้มข้น 0%, 20%, 40%, 60%, 80% และ 100% ผลการยับยั้งการเจริญของ *C. albicans* แสดงในตารางที่ 4.12 และรูปที่ 4.19-4.20 โดยพบว่าน้ำมันหอมระเหยมะกรูดที่ความเข้มข้น 100% สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด

ตารางที่ 4.12 ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *C. albicans*

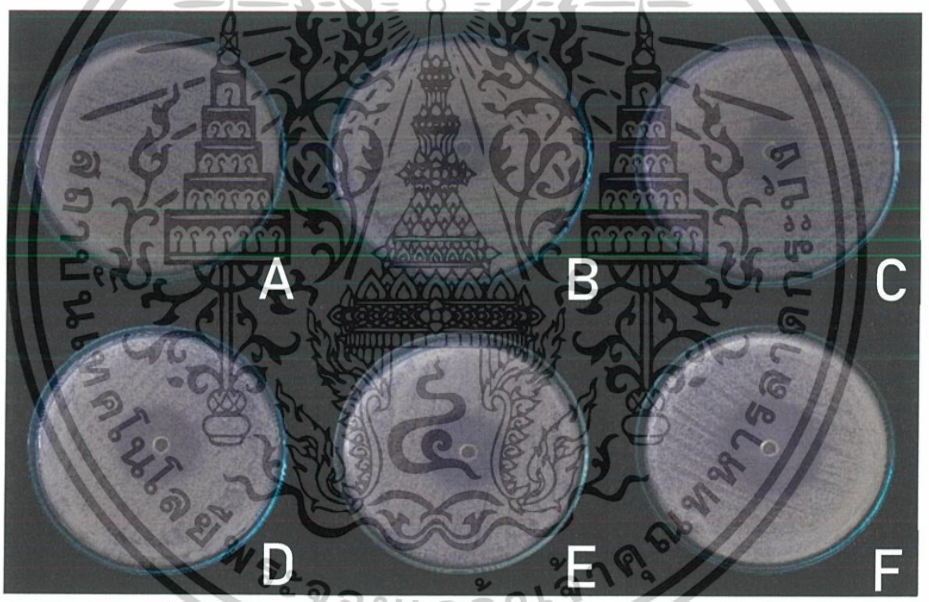
ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด (ร้อยละ)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของ clear zone (เซนติเมตร)	ร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *C. albicans*
0	0.7000^{d}	0
20	2.6033^{c}	68.14
40	2.7233^{bc}	72.43
60	2.8067^{bc}	77.58
80	3.0200^{b}	83.06
100	3.4933^{a}	100

หมายเหตุ เส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมที่ใช้หยดสารสกัดมีขนาด 0.7 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดกับร้อยละการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *C. albicans*



รูปที่ 4.20 บริเวณยับยั้ง (inhibition zone) ของ *C. albicans* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยมะกรูด (A) ความเข้มข้น 0% (B) ความเข้มข้น 20% (C) ความเข้มข้น 40% (D) ความเข้มข้น 60% (E) ความเข้มข้น 80% และ (F) ความเข้มข้น 100%

4.3.9 การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของ *C. albicans* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยเลมอน

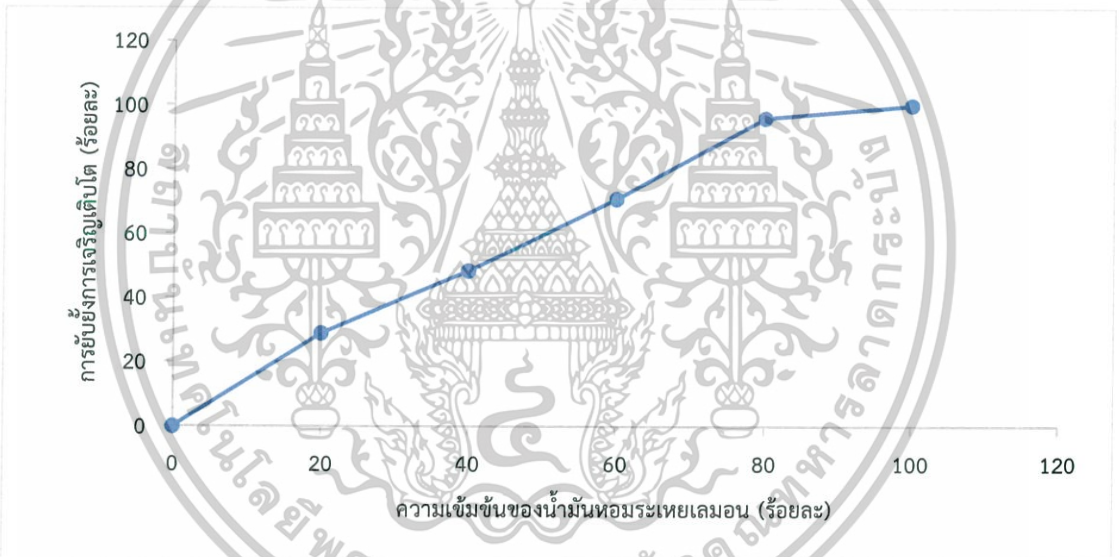
จากการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโต *C. albicans* บนอาหาร PDA ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยเลมอน ที่ความเข้มข้น 0%, 20%, 40%, 60%, 80% และ 100% ผลการยับยั้งการเจริญของ *C. albicans* แสดงในตารางที่ 4.13 และรูปที่ 4.21-4.22 โดยพบว่าน้ำมันหอมระเหยเลมอนที่ความเข้มข้น 80% และ 100% สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอนต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *C. albicans*

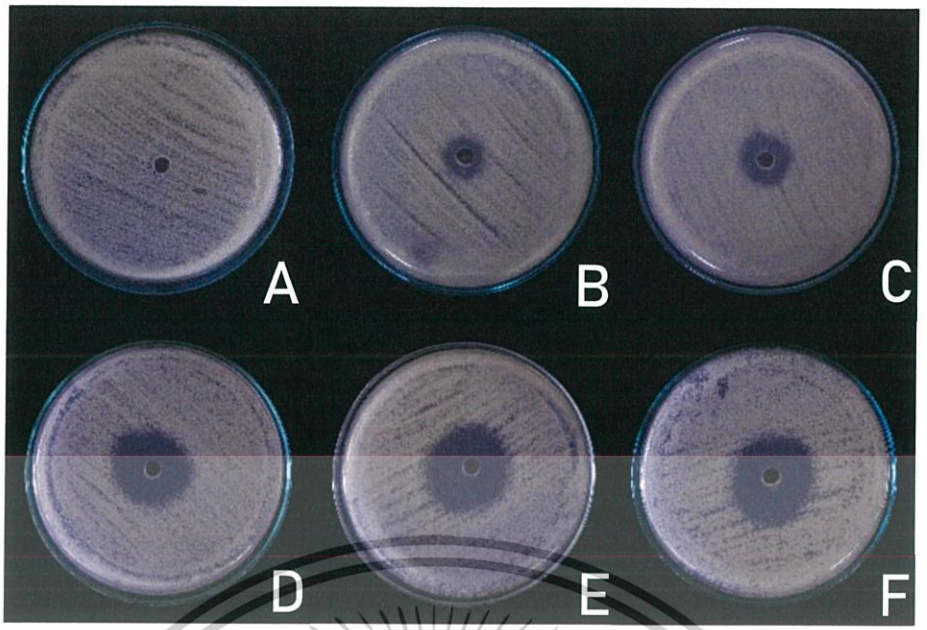
ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอน (ร้อยละ)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของ clear zone (เซนติเมตร)	ร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *C. albicans*
0	0.7000^{d}	0
20	1.3800^{c}	28.9
40	1.8400^{c}	48.44
60	2.3667^{b}	70.82
80	2.9600^{a}	96.04
100	3.0533^{a}	100

หมายเหตุ เส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมที่ใช้หยดสารสกัดมีขนาด 0.7 เซนติเมตร



รูปที่ 4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอนกับร้อยละการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *C. albicans*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 บริเวณยับยั้ง (inhibition zone) ของ *C. albicans* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยเลมอน (A) ความเข้มข้น 0% (B) ความเข้มข้น 20% (C) ความเข้มข้น 40% (D) ความเข้มข้น 60% (E) ความเข้มข้น 80% และ (F) ความเข้มข้น 100%

4.3.10 การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *A. niger* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ

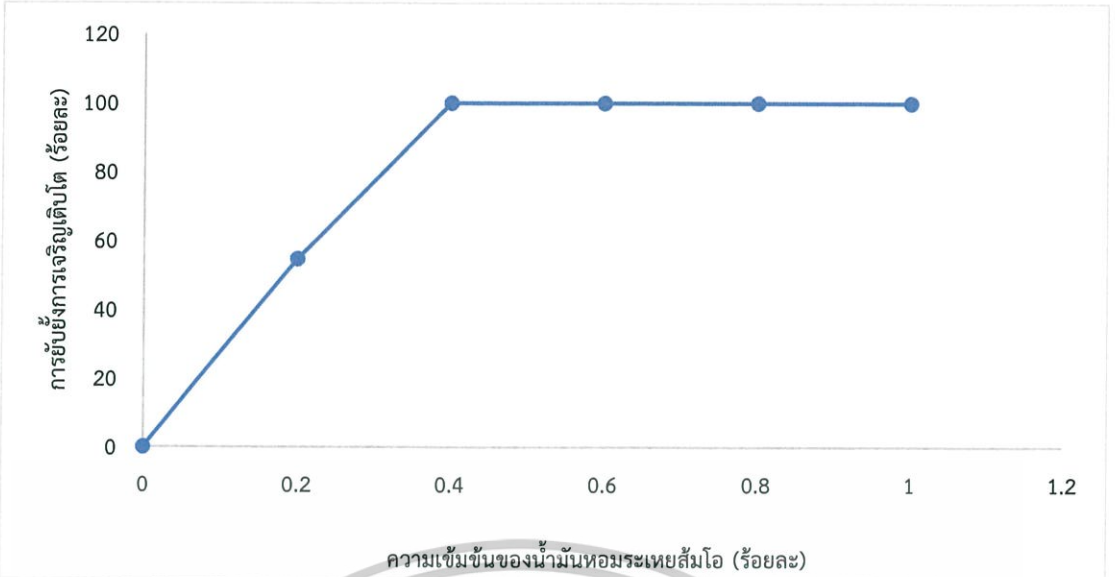
เมื่อทำการวางชิ้นวุ้นที่มีเชื้อรา *A. niger* ลงบนอาหาร PDA ที่ผสมอยู่กับน้ำมันหอมระเหยส้มโอที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 พบว่าน้ำมันหอมระเหยส้มโอที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.4 เป็นต้นไป สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงในตารางที่ 4.14 และรูปที่ 4.23-4.24 แต่ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอร้อยละ 0.4 ไม่สามารถฆ่า *A. niger* ได้

ตารางที่ 4.14 ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *A. niger*

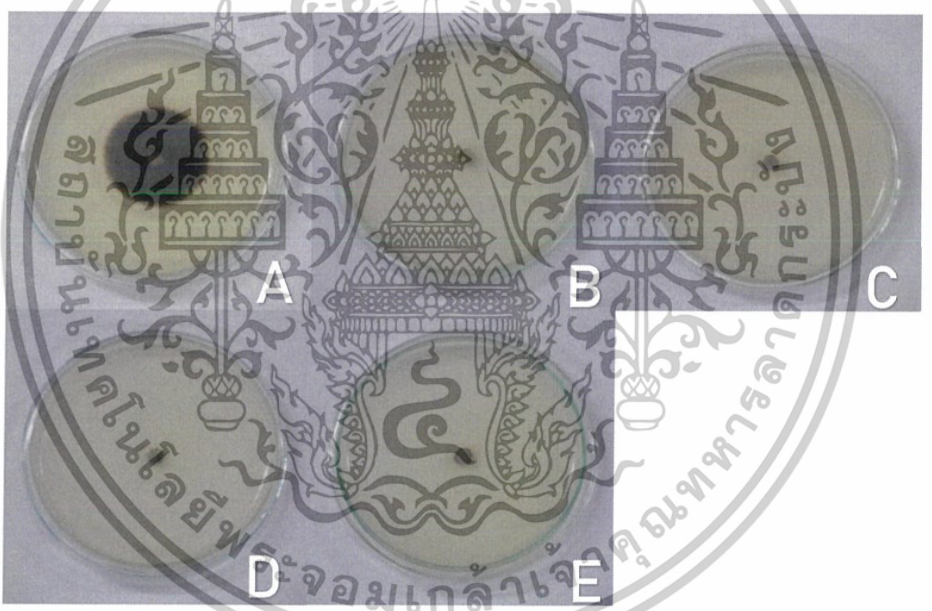
ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ (ร้อยละ)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเชื้อรา (เซนติเมตร)	ร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *A. niger*
0.00	9.0000[a]	0
0.20	4.4675[b]	54.61
0.40	0.7000[c]	100
0.60	0.7000[c]	100
0.80	0.7000[c]	100
1.00	0.7000[c]	100

หมายเหตุ เส้นผ่านศูนย์กลางของก้อนเชื้อราเริ่มต้นมีขนาด 0.7 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอกับร้อยละการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. niger*



รูปที่ 4.24 การเจริญเติบโตของ *A. niger* บนอาหาร PDA ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ (A) ความเข้มข้น 0.2% (B) ความเข้มข้น 0.4% (C) ความเข้มข้น 0.6% (D) ความเข้มข้น 0.8% และ (E) ความเข้มข้น 1%

4.3.11 การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *A. niger* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด

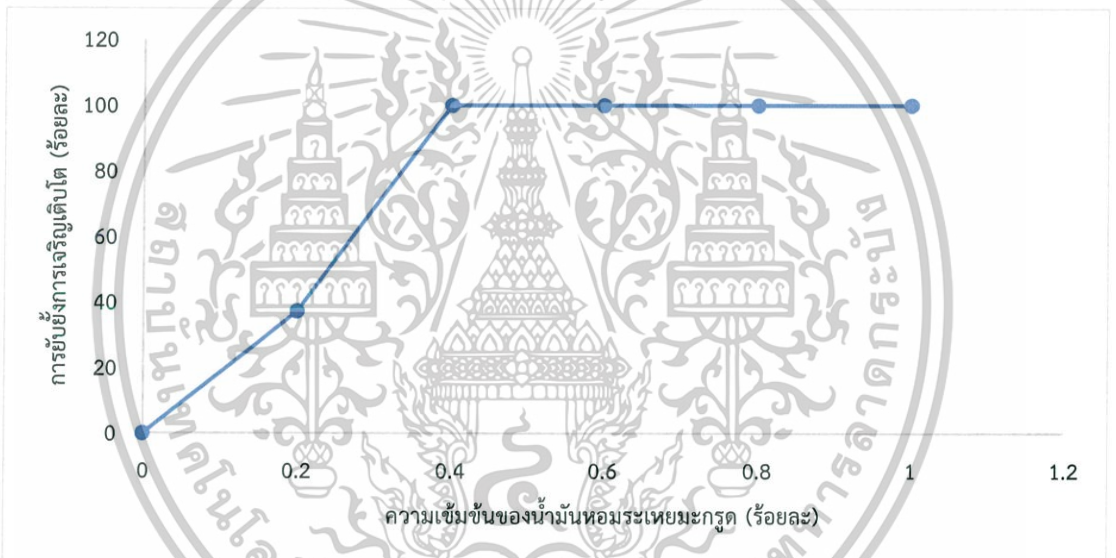
น้ำมันหอมระเหยมะกรูดที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.4 เป็นต้นไป สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้อย่างสมบูรณ์ แสดงในตารางที่ 4.15 และรูปที่ 4.25-4.26 แต่ความเข้มข้นร้อยละ 0.4 นั้นไม่สามารถฆ่า *A. niger* ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดต่อร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *A. niger*

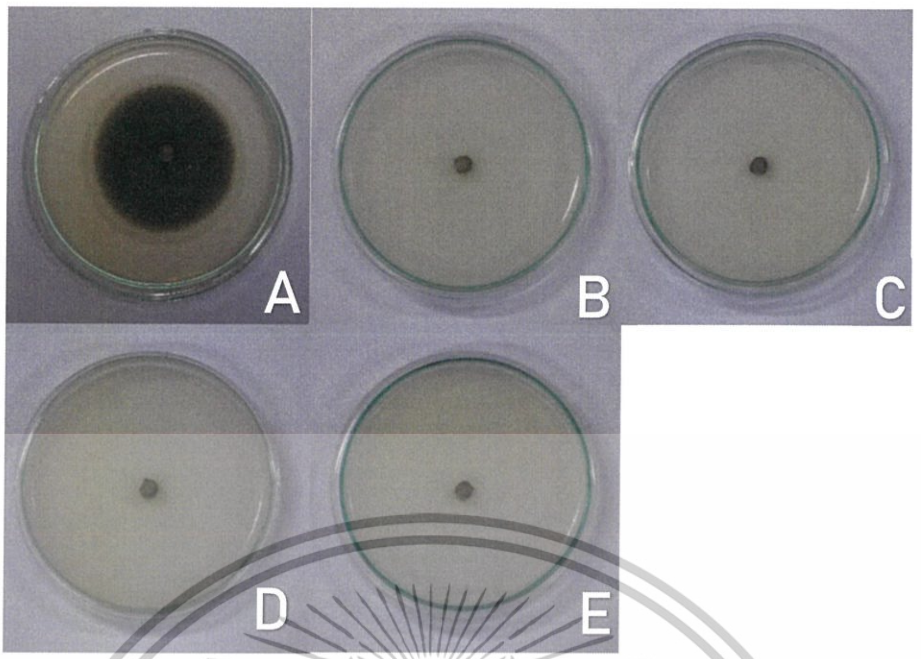
ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด (ร้อยละ)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเชื้อรา (เซนติเมตร)	ร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *A. niger*
0.00	9.0000[a]	0
0.20	5.9125[b]	37.20
0.40	0.7000[c]	100
0.60	0.7000[c]	100
0.80	0.7000[c]	100
1.00	0.7000[c]	100

หมายเหตุ เส้นผ่านศูนย์กลางของก้อนเชื้อราเริ่มต้นมีขนาด 0.7 เซนติเมตร



รูปที่ 4.25 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดกับร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *A. niger*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 การเจริญเติบโตของ *A. niger* บนอาหาร PDA ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยมะกรูด (A) ความเข้มข้น 0.2% (B) ความเข้มข้น 0.4% (C) ความเข้มข้น 0.6% (D) ความเข้มข้น 0.8% และ (E) ความเข้มข้น 1%

4.3.12 การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *A. niger* โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันหอมระเหยเลมอน

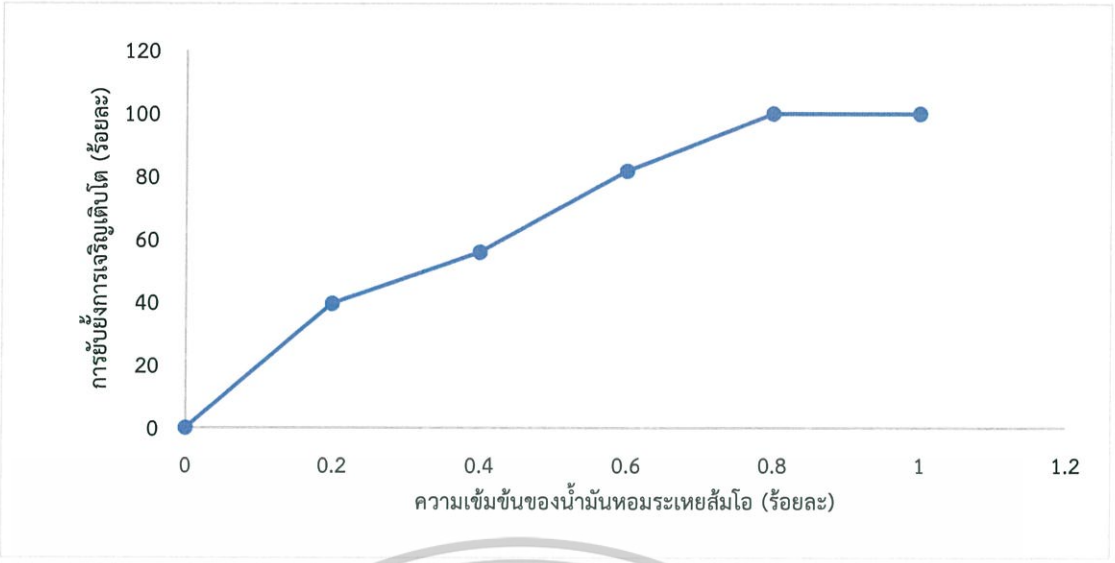
ส่วนน้ำมันหอมระเหยเลมอนที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.6 เป็นต้นไป สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้อย่างสมบูรณ์ (MIC) แสดงในตารางที่ 4.16 และรูปที่ 4.27-4.28 แต่ความเข้มข้นร้อยละ 0.6 นั้นไม่สามารถฆ่าเชื้อรา *A. niger* ได้

ตารางที่ 4.16 ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอนต่อการเจริญของ *A. niger* บนอาหาร PDA

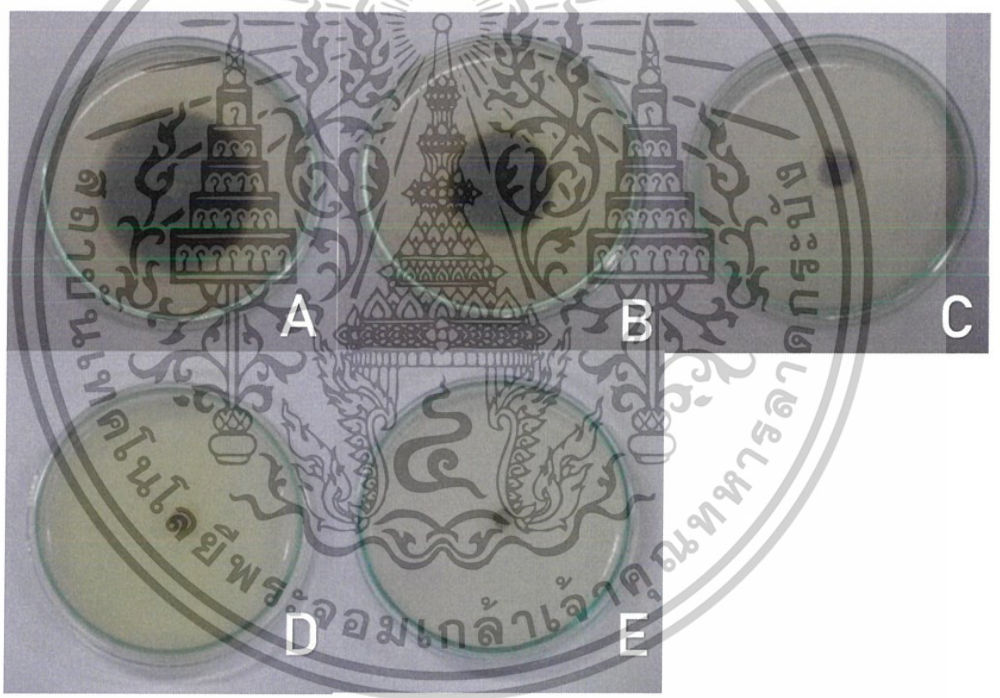
ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอน (ร้อยละ)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเชื้อรา (เซนติเมตร)	ร้อยละการเจริญของ *A. niger*
0.00	9.0000[a]	0
0.20	5.7200[b]	3952
0.40	4.3600[c]	55.90
0.60	2.2125[d]	81.78
0.80	0.7000[e]	100
1.00	0.7000[e]	100

หมายเหตุ เส้นผ่านศูนย์กลางของก้อนเชื้อราเริ่มต้นมีขนาด 0.7 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.27 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอนกับร้อยละการยับยั้งการเจริญของ *A. niger*



รูปที่ 4.28 การเจริญเติบโตของ *A. niger* บนอาหาร PDA ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยเลมอน (A) ความเข้มข้น 0.2% (B) ความเข้มข้น 0.4% (C) ความเข้มข้น 0.6% (D) ความเข้มข้น 0.8% และ (E) ความเข้มข้น 1%

4.3.13 การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นเดียวกันของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด

ทำการเปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและยีสต์ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะรุด และเลมอนที่ความเข้มข้น 100%, 80%, 60%, 40% และ 20% แสดงในตารางที่ 4.17-4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทดสอบ *E. coli* และ *C. albicans* กับน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 100% พบว่าส้มโอนั้นสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E. coli* และ *C. albicans* ได้ดีที่สุด แต่น้ำมันหอมระเหยส้มโอและมะกรูดที่ความเข้มข้น 100% สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *S. aureus* ได้ดีที่สุดและไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แสดงในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลาง clear zone ของเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน ความเข้มข้น 100%

ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย (ร้อยละ)	เชื้อที่ใช้ทดสอบ	เส้นผ่านศูนย์กลางของ clear zone (เซนติเมตร)		
		ส้มโอ	มะกรูด	เลมอน
100	*E. coli*	3.2533^{a}	2.4240^{b}	1.9900^{c}
	S. aureus	3.6557^{a}	3.2400^{a}	2.5633^{b}
	C. albicans	4.3533^{a}	3.4933^{b}	3.2933^{b}

เมื่อทดสอบ *E. coli* และ *C. albicans* กับน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 80% พบว่าส้มโอนั้นสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E. coli* และ *C. albicans* ได้ดีที่สุด แต่น้ำมันหอมระเหยส้มโอและมะกรูดที่ความเข้มข้น 100% สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *S. aureus* ได้ดีที่สุดและไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แสดงในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลาง clear zone ของเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน ความเข้มข้น 80%

ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย (ร้อยละ)	เชื้อที่ใช้ทดสอบ	เส้นผ่านศูนย์กลางของ clear zone (เซนติเมตร)		
		ส้มโอ	มะกรูด	เลมอน
80	*E. coli*	3.1433^{a}	2.1367^{b}	1.8200^{c}
	S. aureus	3.3933^{a}	3.0467^{a}	2.4033^{b}
	C. albicans	4.0733^{a}	3.0533^{b}	3.0200^{b}

เมื่อทดสอบ *E. coli*, *S. aureus* และ *C. albicans* กับน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 60% พบว่าส้มโอนั้นสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด แสดงในตารางที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลาง clear zone ของเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน ความเข้มข้น 60%

ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย (ร้อยละ)	เชื้อที่ใช้ทดสอบ	เส้นผ่านศูนย์กลางของ clear zone (เซนติเมตร)		
		ส้มโอ	มะกรูด	เลมอน
60	*E. coli*	2.9757^{a}	2.0433^{b}	1.7567^{c}
	S. aureus	3.1700^{a}	2.7967^{b}	2.1800^{c}
	C. albicans	3.9600^{a}	2.8067^{b}	2.3667^{c}

เมื่อทดสอบ *E. coli*, *S. aureus* และ *C. albicans* กับน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 40% พบว่าส้มโอนั้นสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด แสดงในตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลาง clear zone ของเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน ความเข้มข้น 40%

ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย (ร้อยละ)	เชื้อที่ใช้ทดสอบ	เส้นผ่านศูนย์กลางของ clear zone (เซนติเมตร)		
		ส้มโอ	มะกรูด	เลมอน
40	*E. coli*	2.6667^{a}	1.9800^{b}	1.7200^{c}
	S. aureus	3.0867^{a}	2.6000^{b}	2.0833^{c}
	C. albicans	3.9067^{a}	2.7233^{b}	1.8400^{c}

เมื่อทดสอบ *C. albicans* กับน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 20% พบว่าส้มโอนั้นสามารถยับยั้งการเจริญเติบโต *C. albicans* ได้ดีที่สุด แต่น้ำมันหอมระเหยส้มโอและมะกรูดที่ความเข้มข้น 20% สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *S. aureus* และ *E. coli* ได้ดีที่สุดและไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แสดงในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลาง clear zone ของเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน ความเข้มข้น 20%

ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย (ร้อยละ)	เชื้อที่ใช้ทดสอบ	เส้นผ่านศูนย์กลางของ clear zone (เซนติเมตร)		
		ส้มโอ	มะกรูด	เลมอน
20	*E. coli*	2.0800^{a}	1.8067^{a}	0.7000^{b}
	S. aureus	2.5500^{a}	2.2000^{ab}	1.8333^{b}
	C. albicans	3.2667^{a}	2.6033^{b}	1.3800^{c}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ความเข้มข้นเดียวกันของน้ำมันหอมระเหยของทุกชนิดแล้วพบว่าความเข้มข้นที่ 0.8% และ 1% ไม่แตกต่างกัน ส่วนน้ำมันหอมระเหยส้มโอและมะกรูดที่ความเข้มข้น 0.4% และ 0.6% แตกต่างกับน้ำมันหอมระเหยเลมอนอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความเข้มข้นที่ 0.2% ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางการเจริญของเชื้อราในแต่ละสารสกัดที่ความเข้มข้นเดียวกัน

ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย (ร้อยละ)	เชื้อที่ใช้ทดสอบ	เส้นผ่านศูนย์กลางการเจริญของเชื้อรา (เซนติเมตร)		
		ส้มโอ	มะกรูด	เลมอน
1	*A. niger*	0.7000^{a}	0.7000^{a}	0.7000^{a}
0.8	*A. niger*	0.7000^{a}	0.7000^{a}	0.7000^{a}
0.6	*A. niger*	0.7000^{b}	0.7000^{b}	2.2125^{a}
0.4	*A. niger*	0.7000^{b}	0.7000^{b}	4.3600^{a}
0.2	*A. niger*	4.4675^{c}	5.9125^{a}	5.7200^{b}
0	*A. niger*	9.0000^{a}	9.0000^{a}	9.0000^{a}

4.4 การศึกษาความเข้มข้นที่ต่ำที่สุดของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ (Minimal Inhibitory concentration, MIC) และความเข้มข้นที่ต่ำที่สุดสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ (Minimal bactericidal concentration, MBC)

เมื่อหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้พบว่าแบคทีเรียและยีสต์ที่ทดสอบด้วยวิธีการ วิธี Agar well diffusion method ที่ทำการทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ, มะกรูด และเลมอน มีค่า MBC เท่ากับ 6.67% แสดงในตารางที่ 4.23 ส่วนน้ำมันหอมระเหยส้มโอและมะกรูดที่ทดสอบกับ *A. niger* มีค่า MIC เท่ากับ 0.4% และน้ำมันหอมระเหยเลมอนที่ทดสอบกับ *A. niger* มีค่า MIC เท่ากับ 0.8% แสดงในตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.23 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ได้ด้วยวิธี Agar well diffusion method

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	ค่า MBC (%)		
	E.coli	*S. aureus*	*C. albicans*
ส้มโอ	6.67%	6.67%	6.67%
มะกรูด	6.67%	6.67%	6.67%
เลมอน	6.67%	6.67%	6.67%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *A. niger* ด้วยวิธี Poisoned food technique

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	ค่า MIC (%)
	A. niger
ส้มโอ	0.4
มะกรูด	0.4
เลมอน	0.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการนำเปลือกส้มโอ มะกรูด และเลมอน ที่ผ่านการบดละเอียดไปสกัดด้วยไอน้ำแล้วนำไปคำนวณร้อยละผลได้ พบว่าน้ำมันหอมระเหยมะกรูดมีค่าร้อยละผลได้มากที่สุด รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยส้มโอ และสุดท้ายคือน้ำมันหอมระเหยเลมอน คือ 2.939, 1.399 และ 1.382 ตามลำดับ จากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วย GC-MS พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มีปริมาณของ dl-Limonene มากที่สุด ได้แก่ ร้อยละ 64.181 ที่เวลา 7.271 นาที ส่วนน้ำมันหอมระเหยมะกรูด มีปริมาณของ Sabinene มากที่สุด ได้แก่ ร้อยละ 26.140 ที่เวลา 5.855 นาที และน้ำมันหอมระเหยเลมอน มีปริมาณของ dl-Limonene มากที่สุด ได้แก่ร้อยละ 68.759 ที่เวลา 7.267 นาที

จากการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน ด้วยวิธี Agar well diffusion method โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ทดสอบ ได้แก่ แบคทีเรียแกรมบวก คือ *Staphylococcus aureus* และแบคทีเรียแกรมลบ คือ *Escherichia coli* และยีสต์ *Candida albicans* โดยใช้สารสกัดที่ความเข้มข้น 0%, 20%, 40%, 60%, 80% และ100% พบว่าสารสกัดทั้ง 3 ชนิดสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อที่ใช้ทดสอบได้และน้ำมันหอมระเหยส้มโอมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด

จากการศึกษาค่าความเข้มข้นที่ต่ำที่สุดของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิดที่สามารถฆ่าเชื้อ *E. coli, S. aureus* และ *C. albicans* มีค่าเท่ากับ 6.67% ส่วนค่าความเข้มข้นที่ต่ำที่สุดของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *A. niger* มีค่าเท่ากับ 0.4%, 0.4% และ 0.8% ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดที่ใช้ในการทดลองเพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาครั้งต่อไปและเพื่อให้ทราบว่าสารตัวใดที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มากที่สุดเพื่อให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เพราะหากทราบว่าสารตัวใดมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะได้นำมาประยุกต์เพื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ต่อไป เช่น ใช้ในเชิงพาณิชย์ เป็นต้น

2. ควรศึกษาความเข้มข้นที่ต่ำที่สุดของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้และความเข้มข้นที่ต่ำที่สุดสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ให้ละเอียดมากยิ่งขึ้นเพื่อให้ผลการทดลองมีประสิทธิภาพมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรุงเทพธุรกิจ. 2558. **ส้มโอไทยเป็นที่นิยมในประเทศจีน.** [Online]. Available: http://www.bangkokbiznews.com/blog/detail/635200

คมสันต์ วรรณไสย. 2558. "Pathology of common fungal infections." **เอกสารประกอบการบรรยายกระบวนวิชา Fundamental Medical Sciences 2** : 2-4.

ดวงกมล อมรศักดิ์โสภณ. 2558. "**GC-MS (Gas chromatography - Mass spectrometry).**" [Online]. Available: https://www.gpo.or.th/rdi1/html/gc.html

ต้นกล้า อินสว่าง. 2558. **จดหมายข่าวศูนย์เครื่องมือวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.** [Online]. Available: http://mdresearch.kku.ac.th/files/news/filesnews/lEgrflgJ5tKqdsU.pdf

ถกลศรีฟาร์ม. 2559. **ส้มโอ.** [Online]. Available: https://thakolsrifarm.com/fresh-fruits/pomeloes/?lang=th

นันทวดี ขำมี. 2551. "การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดลิโมนีนจากเปลือกสมเขียวหวานเพื่อใช้รีไซเคิลโฟมโพลีสไตรีน." ปริญญาตรีสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นุศวดี พจนานุกิจ และ สมใจ ขจรชีพพันธ์งาม. 2553. "การทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อเกิดสิวของสารสกัดจากพืชสมุนไพร." **รายงานการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ครั้งที่8.**

โบทานิคเอสเซนส์. 2559. **วิธีการกลั่นและสกัดน้ำมันหอมระเหย.** [Online]. Available: http://www.botanicessence.com/essential-oil/home/knowledge.jsp

โบทานิคเอสเซนส์. 2559. **Pure essential oil.** [Online]. Available: http://www.botanicessence.com/essential-oil/home/knowledge.jsp

พรพนา นาคสิงห์. 2550. "ผลการยับยั้งเชื้อราของส่วนสกัดเอทานอลจากเปลือกผลทับทิม ต่อเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของพริก." ปริญญาตรีสาขาเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พืชเกษตร. 2559. **ส้มโอ (Pomelo) สรรพคุณ และการปลูกส้มโอ.** [Online]. Available: http://puechkaset.com/ส้มโอ/

พืชเกษตร. 2559. **มะกรูด/ใบมะกรูด ประโยชน์ และสรรพคุณมะกรูด.** [Online]. Available: http://puechkaset.com/มะกรูด/

วฤษณี ปรีชานฤชิตกุล. 2554, 4 กรกฎาคม. "สิ่งเล็ก ๆ ที่เรียกว่า อีโคไล" **กสิกร.** หน้า 77.

ศิวาพร ศิวาเวช. 2542. **การสุขาภิบาลโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร**. [Online]. Available: https://www.fisheries.go.th/rgm-samutsa/download/Staphylococcus%20aureus_1.pdf

Abboud, E.K., Mahmoud, E.H., Farida, M. and Tarek, E. 2015. "The Antimicrobial Effects of the Fruit Extracts of *Punica granatum*, *Actinidia deliciosa* and *Citrus maxima* on Some Human Pathogenic Microorganisms." American International Journal of Biology December 2015, Vol. 3, No. 2, pp. 63-75.

Bauer, A.W.; Kirby, M.D.K.; Sherris, J.C. and Turck, M. 1996. "Antibiotic susceptibility testing by standard single disc diffusion method." **American Journal of Clinical Pathology.** Reviews. 45: 493-486.

Biochemicaltest.com. 2018. ***Escherichia coli (E. coli)* Gram Stain.** [Online]. Available: https://biochemicaltest.com/biochemical-test-of-escherichia-coli-e-coli/escherichia-coli-e-coli-gram-stain/

Elena Stashenko and Jairo René Martinez. 2014. **Gas Chromatography-Mass Spectrometry**. [Online]. Available: https://cdn.intechopen.com/pdfs/46209.pdf

Elephant journal. 2015. **How to Heal the Body from the Inside Out.** [Online]. Available: https://www.elephantjournal.com/2015/06/gut-health-how-to-heal-the-body-from-the-inside-out/

Institut national de sante publique quebec (INSPQ). 2016. ***Aspergillus niger***. [Online]. Available: https://www.inspq.qc.ca/en/moulds/fact-sheets/aspergillus-niger

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

John, T. and Veda, B. 2007. "Screening of ten Indian medicinal plants for their antibacterial activity against *Shigella species* and *Escherichia coli.*" **Afr. J. Infect. Dis.** 1(1): 36 – 41

Junab, A., Biswajit, D. and Trideep, S. 2017. **"Antimicrobial activity of Lemon peel (citrus lemon) extract."** Girijananda Chowdhury Institute of Pharmaceutical Science, Azara, Guwahati Report ISSN-0975-7066.

Medthai. 2556. **Kaffir lime**. [Online]. Available: https://medthai.com/มะกรูด/

Medthai. 2556. **Lemon**. [Online]. Available: https://medthai.com/เลมอน/

Muhamad, S., Vina, D., Dewi, T., Heri, H., Anondho, W., and Yuko, O. 2018. "Antimicrobial Activities of Pomelo (Citrus maxima) Seed and Pulp Ethanolic Extract." Chemical Engineering Department, Universitas Indonesia, Kampus UI Depok 16424, Indonesia.

Nataro, J.P. and J.B. Kaper. 1998. "Diarrheagenic *Escheichia coli*." **Clinical Microbiology.** Reviews. 11: 142-201.

Samson, R. A. and J. C. Frisvad. 2004. "Penicillium subgenus Penicillium: new taxonomic schemes, mycotoxins and other extrolites." Studies in Mycology 49, Centraalbureau voor schimmelcultures-Utrecht, The Netherlands, 260 pp.

Sumonrat, C., Suphitchaya, C. and Tipparat, H. 2008. "Antimicrobial activities of essential oils and crude extracts from tropical *Citrus* spp. against food-related microorganisms." Songklanakarin J. Sci. Technol. 30 (Suppl.1), 125-131.

Wikipedia. 2015. ***Staphylococcus aureus.*** [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Staphylococcus_aureus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
สูตรอาหาร

1. อาหาร Potato Dextrose Agar

Potato infusion from 200 กรัม

Dextrose 200 กรัม

Agar 15 กรัม

ผสมสารทั้งหมดให้เข้ากัน ปรับ pH 5.6+-0.2 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา15นาที

2. อาหาร Mueller Hinton Agar

Meat, infusion from 300 กรัม

Casein acid hydrolysate 17.50 กรัม

Starch. 1.50 กรัม

Agar 17.00 กรัม

Distilled water 1000 กรัม

ชั่งอาหารสำเร็จรูป Mueller Hinton Agar 38 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร นำไปให้ความร้อนจนละลายเป็นเนื้อเดียวกันปรับ pH 7.3+-0.1 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 15 นาที

3. อาหาร Mueller Hinton Broth

ชั่งอาหารสำเร็จรูป Mueller Hinton Broth 39 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร นำไปให้ความร้อนจนละลายเป็นเนื้อเดียวกันปรับ pH 7.3+-0.1 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 15 นาที

4. การเตรียมโซเดียมคอลไรด์ (NaCl) 0.85%

โซเดียมคลอไรด์ (Nacl) 0.85 กรัม

น้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

ชั่ง NaCl 0.85 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร แล้วใส่ลงในหลอดทดลอง ปิดฝาคลายเกลียวเล็กน้อยจากนั้นนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ผลทางสถิติในการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งจุลินทรีย์

ตารางภาคผนวกที่1ข แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดเดียวกันที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

1. *Escherichia coli*

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ในทางสถิติของ *E. coli* ที่ทำการทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ

Duncan[a]

ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ (%)	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
0	3	.0000				
20	3		2.0800			
40	3			2.6667		
60	3				2.9757	
80	3				3.1433	3.1433
100	3					3.2533
Sig.		1.000	1.000	1.000	.104	.271

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	13.939	5	2.788	204.720	.000
Within Groups	.163	12	.014		
Total	14.103	17			

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ในทางสถิติของ *E. coli* ที่ทำการทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยมะกรูด

Duncan[a]

ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด (%)	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0	3	.0000			
20	3		1.8067		
40	3		1.9800	1.9800	
60	3		2.0433	2.0433	
80	3			2.1367	
100	3				2.4240
Sig.		1.000	.076	.223	1.000

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5.371	5	1.074	53.130	.000
Within Groups	.243	12	.020		
Total	5.614	17			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ในทางสถิติของ *E. coli* ที่ทำการทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยเลมอน

Duncan[a]

ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอน (%)	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0	3	.0000			
20	3	.0000			
40	3		1.7200		
60	3		1.7567	1.7567	
80	3			1.8200	
100	3				1.9900
Sig.		1.000	.417	.172	1.000

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5.161	5	1.032	361.488	.000
Within Groups	.034	12	.003		
Total	5.196	17			

2. *Staphylococcus aureus*

ผลแสดงค่าต่างๆในทางสถิติของ *S. aureus* ที่ทำการทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ

Duncan[a]

ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ (%)	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0	3	.0000			
20	3		2.5500		
40	3			3.0867	
60	3			3.1700	
80	3			3.3933	3.3933
100	3				3.6557
Sig.		1.000	1.000	.057	.084

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	17.298	5	3.460	118.704	.000
Within Groups	.350	12	.029		
Total	17.647	17			

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ในทางสถิติของ *S. aureus* ที่ทำการทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยมะกรูด

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12.737	5	2.547	199.615	.000
Within Groups	.153	12	.013		
Total	12.890	17			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

ความเข้มข้นของมะกรูด	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0	3	.0000			
20	3		2.2000		
40	3			2.6000	
60	3			2.7967	
80	3				3.0467
100	3				3.2400
Sig.		1.000	1.000	.054	.058

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ในทางสถิติของ *S. aureus* ที่ทำการทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยเลมอน

Duncan[a]

ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอน (%)	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0	3	.0000			
20	3		1.8333		
40	3		2.0833	2.0833	
60	3		2.1800	2.1800	2.1800
80	3			2.4033	2.4033
100	3				2.5633
Sig.		1.000	.079	.102	.055

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.683	5	1.337	30.023	.000
Within Groups	.534	12	.045		
Total	7.218	17			

3. *Candida albicans*

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ในทางสถิติของ *C. albicans* ที่ทำการทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ

Duncan[a]

ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ(%)	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0	3	.0000		
20	3		3.2533	
40	3			3.9067
60	3			3.9600
80	3			4.0733
100	3			4.3533
Sig.		1.000	1.000	.082

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	27.720	5	5.544	77.263	.000
Within Groups	.861	12	.072		
Total	28.581	17			

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ในทางสถิติของ *C. albicans* ที่ทำการทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยมะกรูด

Duncan[a]

ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด (%)	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0	3	.0000			
20	3		2.6033		
40	3		2.7233	2.7233	
60	3		2.8067	2.8067	
80	3			3.0200	
100	3				3.4933
Sig.		1.000	.219	.082	1.000

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	13.895	5	2.779	83.149	.000
Within Groups	.401	12	.033		
Total	14.296	17			

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ในทางสถิติของ *C. albicans* ที่ทำการทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยเลมอน

Duncan[a]

ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอน (%)	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0	3	.0000			
20	3		1.3800		
40	3		1.8400		
60	3			2.3667	
100	3				2.9600
80	3				3.0533
Sig.		1.000	.080	1.000	.705

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12.752	5	2.550	29.322	.000
Within Groups	1.044	12	.087		
Total	13.795	17			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. *Aspergillus niger*

ผลแสดงค่าต่างๆในทางสถิติของ *A. niger* ที่ทำการทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ

Duncan[a]

ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ (%)	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
.4	4	.7000		
.6	4	.7000		
.8	4	.7000		
1.0	4	.7000		
.2	4		4.4675	
.0	4			9.0000
Sig.		1.000	1.000	1.000

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	235.253	5	47.051	17839.104	.000
Within Groups	.047	18	.003		
Total	235.301	23			

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ในทางสถิติของ *A. niger* ที่ทำการทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยมะกรูด

Duncan[a]

ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด(%)	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
.4	4	.7000		
.6	4	.7000		
.8	4	.7000		
1.0	4	.7000		
.2	4		5.9125	
.0	4			9.0000
Sig.		1.000	1.000	1.000

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	262.516	5	52.503	43202.554	.000
Within Groups	.022	18	.001		
Total	262.537	23			

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ในทางสถิติของ *A. niger* ที่ทำการทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยเลมอน

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	201.201	5	40.240	7090.773	.000
Within Groups	.096	17	.006		
Total	201.297	22			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเลมอน (%)	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
1.00	3	.7000				
.80	4	.7000				
.60	4		2.2125			
.40	4			4.3600		
.20	4				5.7200	
.00	4					9.0000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

ตารางภาคผนวกที่ 2ข แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดต่างชนิดกันที่ความเข้มข้นเดียวกัน

1. *Escherichia coli*

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ในทางสถิติของ *E. coli* ที่ทำการทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 100%

Duncan

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
เลมอน	3	1.9900		
มะกรูด	3		2.4240	
ส้มโอ	3			3.2533
Sig.		1.000	1.000	1.000

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.472	2	1.236	125.954	.000
Within Groups	.059	6	.010		
Total	2.531	8			

ผลแสดงค่าต่างๆในทางสถิติของ *E. coli* ที่ทำการทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 80%

Duncan

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
เลมอน	3	1.8200		
มะกรูด	3		2.1367	
ส้มโอ	3			3.1433
Sig.		1.000	1.000	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.865	2	1.432	321.494	.000
Within Groups	.027	6	.004		
Total	2.892	8			

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ในทางสถิติของ *E. coli* ที่ทำการทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 60%

Duncan

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
เลมอน	3	1.7567		
มะกรูด	3		2.0433	
ส้มโอ	3			2.9757
Sig.		1.000	1.000	1.000

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.437	2	1.219	118.808	.000
Within Groups	.062	6	.010		
Total	2.499	8			

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ในทางสถิติของ *E. coli* ที่ทำการทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 40%

Duncan

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
เลมอน	3	1.7200		
มะกรูด	3		1.9800	
ส้มโอ	3			2.6667
Sig.		1.000	1.000	1.000

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.435	2	.718	114.315	.000
Within Groups	.038	6	.006		
Total	1.473	8			

ผลแสดงค่าต่าง ๆในทางสถิติของ *E. coli* ที่ทำการทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 20%

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.204	2	1.602	37.623	.000
Within Groups	.255	6	.043		
Total	3.459	8			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
เลมอน	3	.7000	
มะกรูด	3		1.8067
ส้มโอ	3		2.0800
Sig.		1.000	.156

2. *Staphylococcus aureus*

ผลแสดงค่าต่าง ๆในทางสถิติของ *S. aureus* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 100%

Duncan

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
เลมอน	3	2.5633	
มะกรูด	3		3.2400
ส้มโอ	3		3.6557
Sig.		1.000	.101

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.824	2	.912	13.227	.006
Within Groups	.414	6	.069		
Total	2.238	8			

ผลแสดงค่าต่างๆ ในทางสถิติของ *S. aureus* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 80%

Duncan

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
เลมอน	3	2.4033	
มะกรูด	3		3.0467
ส้มโอ	3		3.3933
Sig.		1.000	.074

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.514	2	.757	19.529	.002
Within Groups	.233	6	.039		
Total	1.747	8			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ในทางสถิติของ *S. aureus* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 60%

Duncan

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
เลมอน	3	2.1800		
มะกรูด	3		2.7967	
ส้มโอ	3			3.1700
Sig.		1.000	1.000	1.000

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.500	2	.750	51.915	.000
Within Groups	.087	6	.014		
Total	1.586	8			

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ในทางสถิติของ *S. aureus* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 40%

Duncan

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
เลมอน	3	2.0833		
มะกรูด	3		2.6000	
ส้มโอ	3			3.0867
Sig.		1.000	1.000	1.000

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.510	2	.755	55.037	.000
Within Groups	.082	6	.014		
Total	1.593	8			

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ในทางสถิติของ *S. aureus* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 80%

Duncan

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
เลมอน	3	1.8333	
มะกรูด	3	2.2000	2.2000
ส้มโอ	3		2.5500
Sig.		.058	.067

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.771	2	.385	10.419	.011
Within Groups	.222	6	.037		
Total	.992	8			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. *Candida albicans*

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ทางสถิติของ *C. albicans* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 100%

Duncan

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
เลมอน	3	3.2933	
มะกรูด	3	3.4933	
ส้มโอ	3		4.3533
Sig.		.450	1.000

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.903	2	.952	10.358	.011
Within Groups	.551	6	.092		
Total	2.454	8			

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ทางสถิติของ *C. albicans* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 80%

Duncan

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
เลมอน	3	3.0200	
มะกรูด	3	3.0533	
ส้มโอ	3		4.0733
Sig.		.893	1.000

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.151	2	1.076	12.710	.007
Within Groups	.508	6	.085		
Total	2.659	8			

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ทางสถิติของ *C. albicans* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 60%

Duncan

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
เลมอน	3	2.3667		
มะกรูด	3		2.8067	
ส้มโอ	3			3.9600
Sig.		1.000	1.000	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.062	2	2.031	70.312	.000
Within Groups	.173	6	.029		
Total	4.236	8			

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ทางสถิติของ *C. albicans* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 40%

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.452	2	3.226	86.587	.000
Within Groups	.224	6	.037		
Total	6.675	8			

Duncan

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
เลมอน	3	1.8400		
มะกรูด	3		2.7233	
ส้มโอ	3			3.9067
Sig.		1.000	1.000	1.000

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ทางสถิติของ *C. albicans* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 20%

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5.496	2	2.748	153.904	.000
Within Groups	.107	6	.018		
Total	5.603	8			

Duncan

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
เลมอน	3	1.3800		
มะกรูด	3		2.6033	
ส้มโอ	3			3.2667
Sig.		1.000	1.000	1.000

4. *Aspergillus niger*

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ทางสถิติของ *A. niger* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.6

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.100	2	3.050	1254.943	.000
Within Groups	.022	9	.002		
Total	6.122	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
ส้มโอ	4	.7000	
มะกรูด	4	.7000	
เลมอน	4		2.2125
Sig.		1.000	1.000

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ทางสถิติของ *A. niger* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.4

Duncan

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
ส้มโอ	4	.7000	
มะกรูด	4	.7000	
เลมอน	4		4.3600
Sig.		1.000	1.000

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	35.722	2	17.861	3010.247	.000
Within Groups	.053	9	.006		
Total	35.775	11			

ผลแสดงค่าต่าง ๆ ทางสถิติของ *A. niger* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.2

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.925	2	2.463	244.760	.000
Within Groups	.091	9	.010		
Total	5.016	11			

Duncan

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ส้มโอ	4	4.4675		
เลมอน	4		5.7200	
มะกรูด	4			5.9125
Sig.		1.000	1.000	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

คำนวณ

1. การคำนวณค่าร้อยละผลได้ (% Yield)

หลังจากการสกัดน้ำมันหอมระเหยของพืชทั้ง 3 ชนิดแล้ว จะต้องนำไปคำนวณค่าร้อยละผลได้ของน้ำมันหอมระเหย จากสูตร

$$\% \text{ Yield} = \frac{\text{น้ำหนักสารที่สกัดได้ (ลิตร)}}{\text{ปริมาณเปลือกที่ใช้ในการสกัด (กิโลกรัม)}} \times 100$$

1.1 ค่าร้อยละผลได้ของส้มโอ

$$\text{แทนค่า} = \frac{0.0183 \text{ (ลิตร)}}{1.3072112 \text{(กิโลกรัม)}} \times 100$$

$$= 1.399 \%$$

1.2 ค่าร้อยละผลได้ของเลมอน

$$\text{แทนค่า} = \frac{0.0205 \text{ (ลิตร)}}{1.4546873 \text{(กิโลกรัม)}} \times 100$$

$$= 1.382 \%$$

1.3 ค่าร้อยละผลได้ของมะกรูด

$$\text{แทนค่า} = \frac{0.0201 \text{ (ลิตร)}}{0.6974023 \text{ (กิโลกรัม)}} \times 100$$

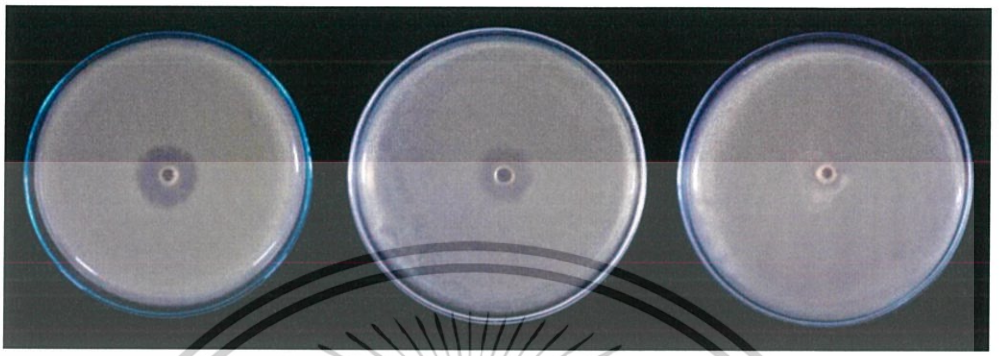
$$= 2.939 \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
ผลการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์

ภาคผนวก 1ง ภาพแสดง clear zone ของ *E. coli* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน ตามลำดับ

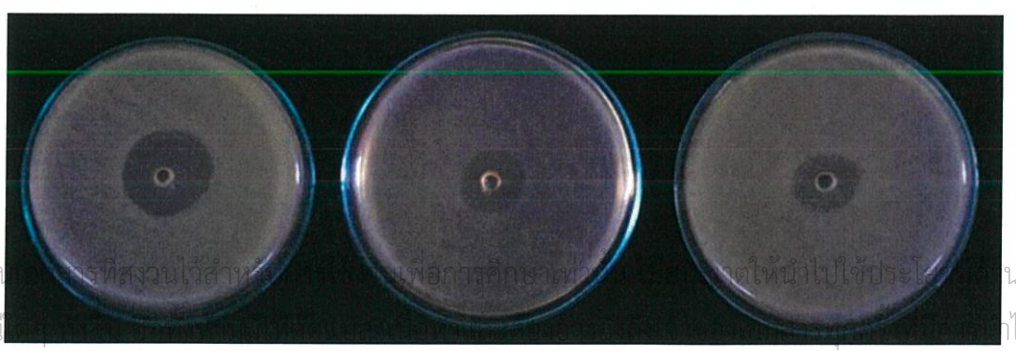
ความเข้มข้น 20% ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ทดสอบกับ *E. coli*



ความเข้มข้น 40% ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ทดสอบกับ *E. coli*

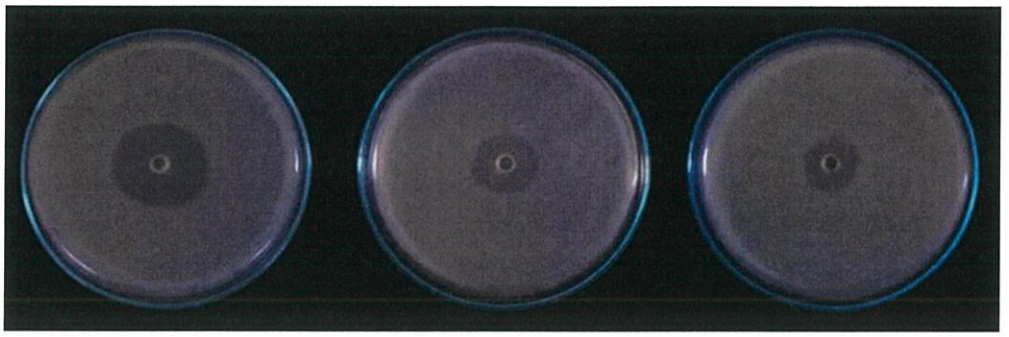
ความเข้มข้น 60% ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ทดสอบกับ *E. coli*

ความเข้มข้น 80% ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ทดสอบกับ *E. coli*



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้

ความเข้มข้น 100% ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ทดสอบกับ *E. coli*

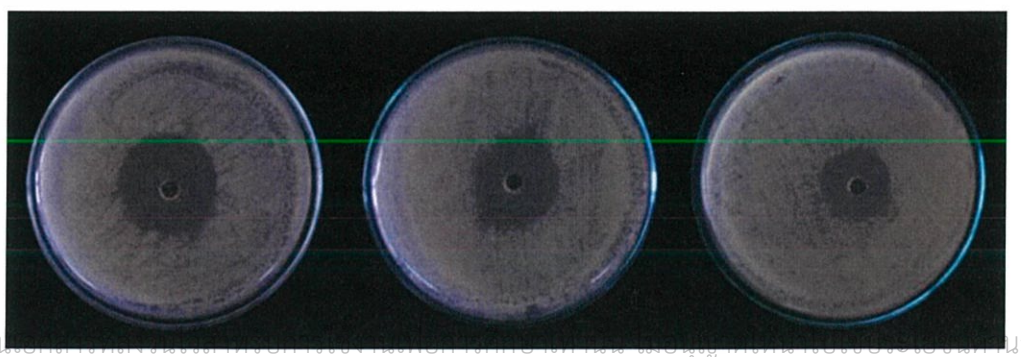


ภาคผนวก 2ง ภาพแสดง clear zone ของ *S. aureus* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน ตามลำดับ

ความเข้มข้น 20% ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ทดสอบกับ *S. aureus*

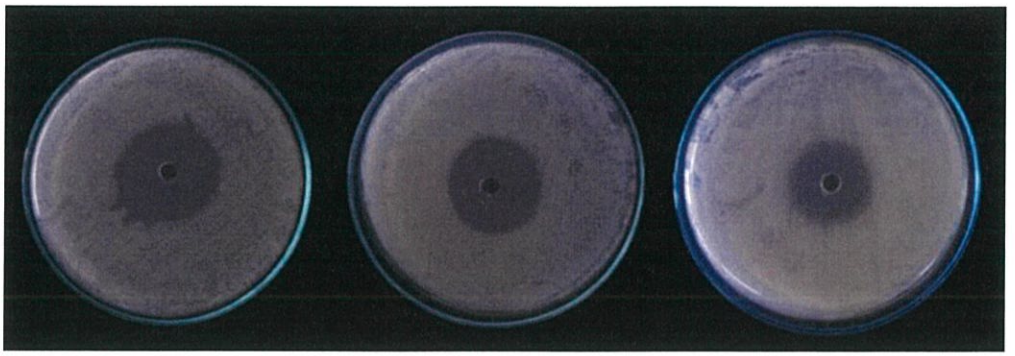
ความเข้มข้น 40% ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ทดสอบกับ *S. aureus*

ความเข้มข้น 60% ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ทดสอบกับ *S. aureus*

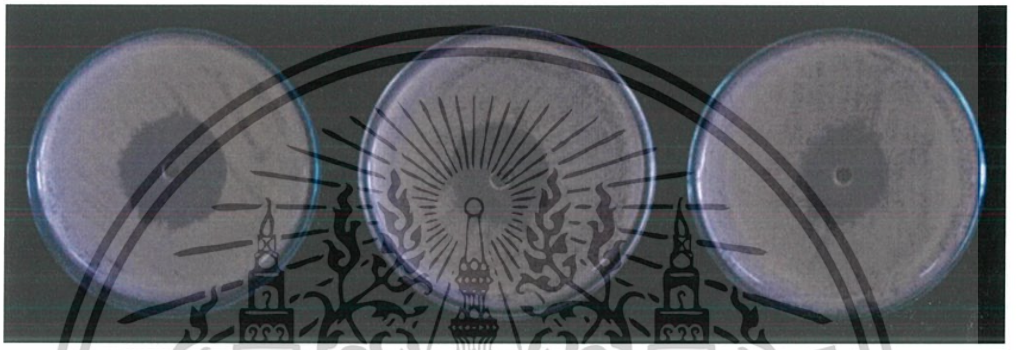


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้น 80% ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ทดสอบกับ *S. aureus*



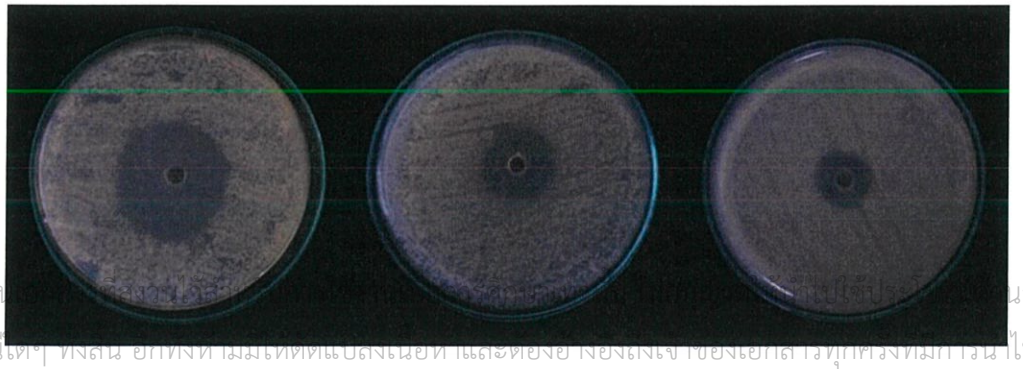
ความเข้มข้น 100% ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ทดสอบกับ *S. aureus*



ภาคผนวก 3ง ภาพแสดง clear zone ของ *C. albicans* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน ตามลำดับ

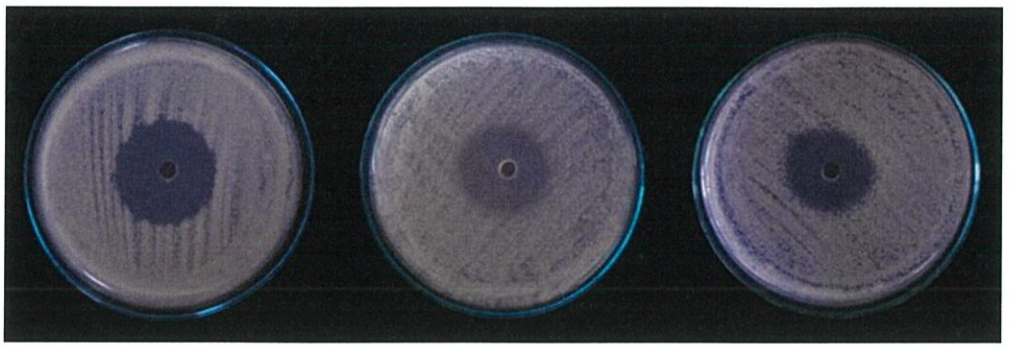
ความเข้มข้น 20% ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ทดสอบกับ *C. albicans*

ความเข้มข้น 40% ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ทดสอบกับ *C. albicans*

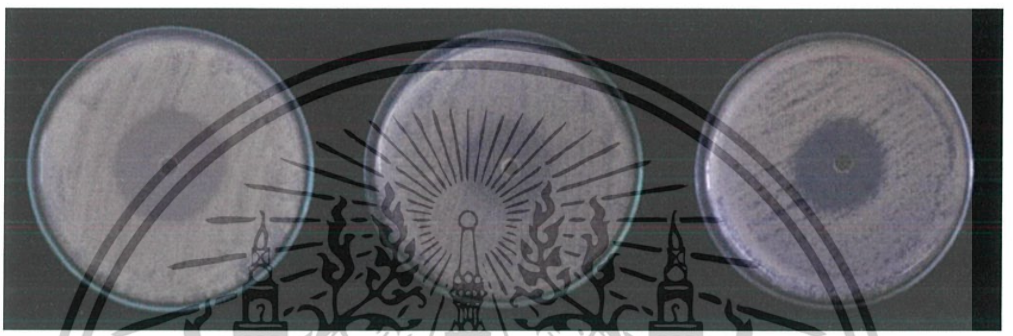


เอกสารนี้เป็น[illegible]การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้น 60% ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ทดสอบกับ *C. albicans*



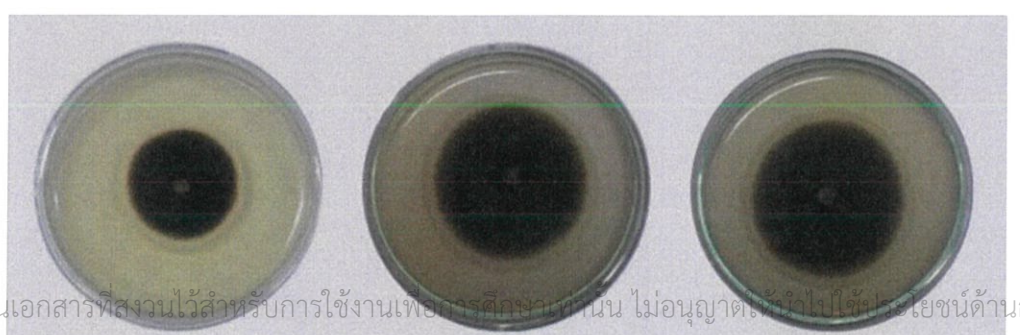
ความเข้มข้น 80% ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ทดสอบกับ *C. albicans*



ความเข้มข้น 100% ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ทดสอบกับ *C. albicans*

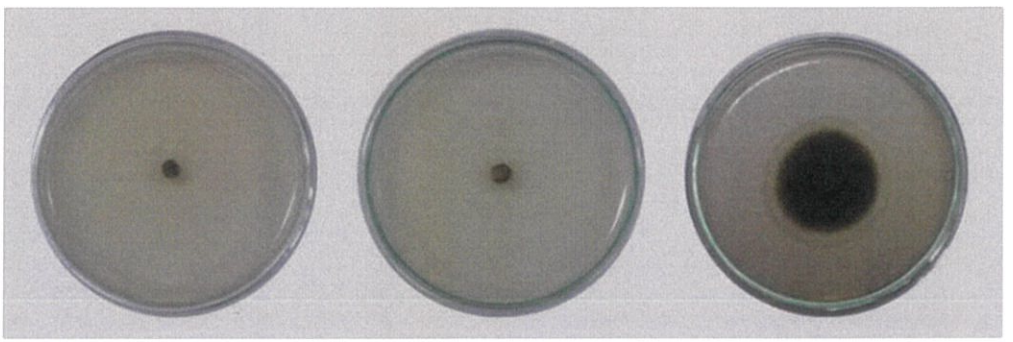
ภาคผนวก 4ง ภาพแสดงการเจริญ *A. niger* ที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยส้มโอ มะกรูด และเลมอน ตามลำดับ

ความเข้มข้น 0.2% ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ทดสอบกับ *A. niger*

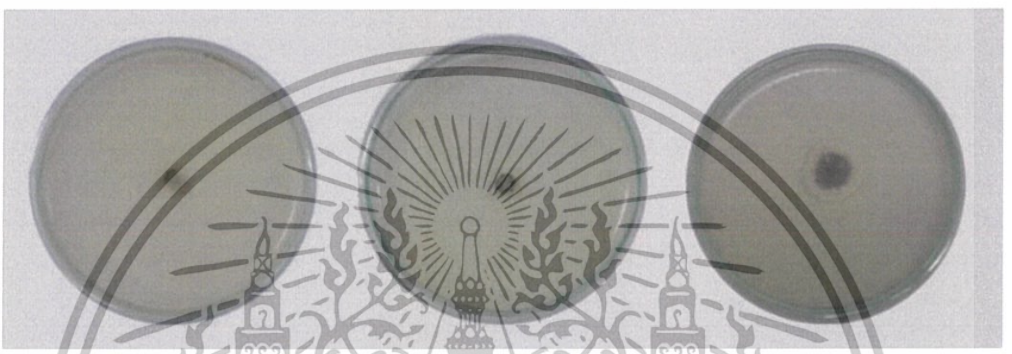


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

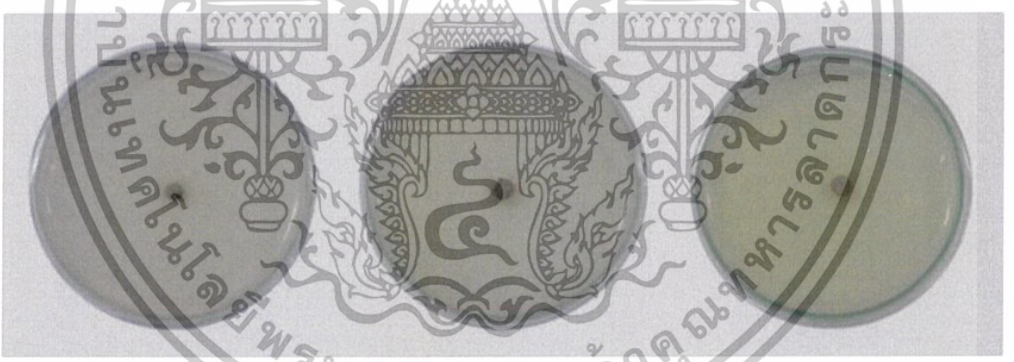
ความเข้มข้น 0.4% ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ทดสอบกับ *A. niger*



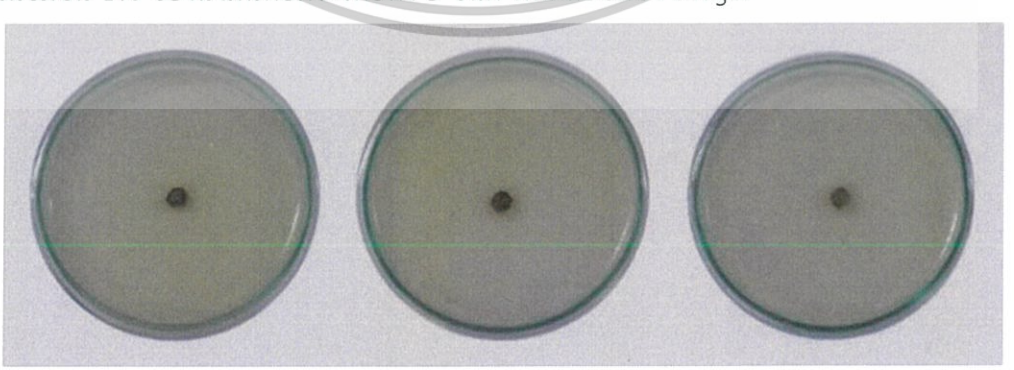
ความเข้มข้น 0.4% ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ทดสอบกับ *A. niger*



ความเข้มข้น 0.8% ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ทดสอบกับ *A. niger*



ความเข้มข้น 1% ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ทดสอบกับ *A. niger*



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้