



การศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้

ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF *CYMOPOGON CITRATUS* ESSENTIAL
OIL AGAINST GRAM-POSITIVE BACTERIA

ชินวรินทร์

ยังยืน

พรหมพินดา

แจ่มใส

ภัคพร

ศรีวัฒนาเจริญ

มุกิตา

ศูนย์ดำรงค์

ศศิธร

ประเคนรี

หทัยภัทร

กุลละวณิชย์

ภาคินพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคนิคการแพทย์

คณะเทคนิคการแพทย์

มหาวิทยาลัยรังสิต

พ.ศ. 2567



**ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF *CYMBOPOGON CITRATUS* ESSENTIAL
OIL AGAINST GRAM-POSITIVE BACTERIA**

CHINWARIN

YANGYUEN

PROMPANIDA

JAMSAI

PAKKAPORN

SIWATTHANACHAROEN

MUTITA

SOONDAMRONG

SASITHORN

PRAKENREE

HATHAIPAT

KULLAVANICH

**A TERM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF BACHELOR
OF SCIENCE IN MEDICAL TECHNOLOGY
MEDICAL TECHNOLOGY**

RANGSIT UNIVERSITY

2024

ภาคินพนธ์เรื่อง

การศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้

โดย

จินวรินทร์	ยังยืน
พรหมพินดา	แจ่มใส
ภัคพร	ศรีวัฒนาเจริญ
มุกดา	ศูนย์ดำรง
ศศิธร	ประเคนรี
หทัยภัทร	กุลละวณิชย์

ได้รับพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคนิคการแพทย์

เมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2568

๒๕ ๒๕

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีชาภรณ์ โมณะตระกูล ศรีเพียร)

ประธานกรรมการภาคินพนธ์

๐๖๑๔ ๗๙๗๔๕

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชัย ศรีเพียร)
กรรมการและที่ปรึกษาร่วมภาคินพนธ์

ณัฐภัต พุทธิคุณวิมล

(ดร.ณัฐภัต พุทธิคุณวิมล)

หัวหน้าสาขาวิชาเทคนิคการแพทย์

สุกัลลค์ โพธิ์พฤกษ์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุกัลลค์ โพธิ์พฤกษ์)
กรรมการ

๕.๗

(รองศาสตราจารย์เยาวลักษณ์ พิมายนอก)

คณบดีคณะเทคนิคการแพทย์

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับการอนุเคราะห์จากผู้มีพระคุณหลายท่าน โดยเฉพาะ ผศ.ดร.ปรียาภรณ์ โมนะตระกูล ศรีเพียร ประธานกรรมการและที่ปรึกษาภาคนิพนธ์ ซึ่งได้สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษา คำแนะนำ ช่วยแก้ไข ปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ทั้งในด้านทฤษฎี และเทคนิคทางห้องปฏิบัติการ ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์ในการทำภาคนิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ คณะวิจัย ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.อภิชัย ศรีเพียร คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต และ รศ.ดร.สุกัลกัญ โปธิ์พฤกษ์ คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้คำปรึกษา และคำแนะนำช่วยเหลือในการออกแบบการทดลองสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิตทุกท่าน ที่คอยให้การช่วยเหลือจนการทดลองสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ชินวรินทร์	ยังยืน
พรหมพนิดา	แจ่มใส
ภักพร	ศรีวัฒนาเจริญ
มุกิตา	ศูนย์ดำรง
ศศิธร	ประเคนรี
หทัยภัทร	กุลละวณิชย์

บทคัดย่อ

6502846, 6502830, 6505029, 6502845,

: สาขาวิชา : เทคนิคการแพทย์

6505015, 6505016

วท.บ. (เทคนิคการแพทย์)

คำสำคัญ : น้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้, แบคทีเรียแกรมบวก,ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย, ฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย

ชินวรินทร์ ยั่งยืน, พรหมพินดา แจ่มใส, ภัคพร ศรีวัฒนาเจริญ, มุทิตา ศูนย์ดำรงค์,

ศศิธร ประเคนรี, หทัยภัทร กุลละวณิชย์

การศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้

(ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF *CYMOPOGON CITRATUS* ESSENTIAL OIL AGAINST GRAM-POSITIVE BACTERIA)

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ.ดร.ปริยาภรณ์ โมณะตระกูล ศรีเพียร, 59 หน้า.

การติดเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive bacteria) เป็นสาเหตุของการก่อโรคที่สำคัญ และเป็นปัญหาด้านสาธารณสุข เนื่องจากมีปัญหาด้านการดื้อสารต้านจุลชีพเพิ่มมากขึ้น งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ ด้วยวิธี Disk diffusion และ Broth microdilution โดยทดสอบกับเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์มาตรฐาน (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923) และ clinical isolate ของเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกจำนวน 5 สายพันธุ์ ผลการศึกษาพบว่าน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียแกรมบวกที่ใช้ทดสอบได้ทุกชนิด โดยมีการออกฤทธิ์แบบ weak activity ต่อเชื้อ *Enterococcus faecalis* มีค่า MIC และ MBC เท่ากับ 10.7 mg/mL มีการออกฤทธิ์แบบ moderate activity ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ATCC25923, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* และ *Enterococcus faecium* มีค่า MIC และ MBC อยู่ในช่วง 5.3 - 10.0 mg/mL มีการออกฤทธิ์แบบ strong activity ต่อเชื้อ *Staphylococcus saprophyticus* มีค่า MIC เท่ากับ 4.0 mg/mL และค่า MBC เท่ากับ 5.3 mg/mL ผลจากการวิเคราะห์ค่า MIC index พบว่าการออกฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้เป็นแบบ bactericidal สรุปได้ว่าน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้สามารถนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต้านแบคทีเรียแกรมบวกในรูปแบบที่เหมาะสมได้

ABSTRACT

6502846, 6502830, 6505029, 6502845, : MAJOR : MEDICAL TECHNOLOGY
 6505015, 6505016 B.Sc. (MEDICAL TECHNOLOGY)

KEY WORD : *CYMBOPOGON CITRATUS* ESSENTIAL OIL, GRAM-POSITIVE BACTERIA, BACTERIOSTATIC, BACTERICIDAL

CHINWARIN YANGYUEN, PROMPANIDA JAMSAL PAKKAPORN
SIWATTANACHAROEN, MUTITA SOONDAMRONG, SASITHORN PRAKENREE,
HATHAIPAT KULLAVANICH

(ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF *CYMBOPOGON CITRATUS* ESSENTIAL OIL AGAINST GRAM-POSITIVE BACTERIA)

THESIS ADVISOR : ASST. PROF. PREEYAPORN MONATRAKUL SREEPIAN, Ph.D.,
59 p.

Gram-positive bacterial infections are a major cause of disease and a public health concern due to the increasing problem of antibiotic resistance. The objective of this study is to determine the antibacterial activity of *Cymbopogon citratus* essential oil against reference bacterial strain (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923) and 5 clinical isolates of Gram-positive bacteria using the disk diffusion and broth microdilution methods. The results showed that CCEO was effective against most of the tested Gram-positive bacteria. It had weak activity against *Enterococcus faecalis*, with MIC and MBC values of 10.7 mg/mL. It had moderate activity against *Staphylococcus aureus* ATCC25923, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* and *Enterococcus faecium* with MIC and MBC values of 5.3 - 10.0 mg/mL. It had strong activity against *Staphylococcus saprophyticus* with MIC values of 4.0 mg/mL and MBC values of 5.3 mg/mL. The result of MIC index indicated that the antibacterial activity of CCEO against Gram-positive bacteria was bactericidal. In conclusion, the *Cymbopogon citratus* essential oil can be developed into a suitable antibacterial product against gram-positive bacteria.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ง
บทคัดย่อภาษาไทย	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ฏ
บทที่ 1	บทนำ
1.1	ที่มาและความสำคัญ
1.2	วัตถุประสงค์ของโครงการ
1.3	ขอบเขตของการวิจัย
1.4	สมมติฐานการวิจัย
1.5	ประโยชน์ที่ได้รับ
1.6	กรอบแนวคิดการวิจัย
บทที่ 2	ทบทวนเอกสาร
2.1	ตะไคร้
2.1.1	ข้อมูลทางพฤกษศาสตร์
2.1.2	ลักษณะทางพฤกษศาสตร์
2.1.3	ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา
2.1.4	คุณสมบัติของตะไคร้
2.1.5	สารประกอบที่พบในตะไคร้
2.1.6	น้ำมันหอมระเหยที่พบได้ในตะไคร้
2.2	แบคทีเรีย

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.1 แบคทีเรียแกรมบวก	8
2.3 สารต้านจุลชีพ	12
2.4 วิธีการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย	13
2.4.1 disk diffusion	13
2.4.2 Agar dilution test	13
2.4.3 Broth microdilution	14
2.5 วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช	14
2.5.1 การกลั่นด้วยไอน้ำ	14
2.5.2 การกลั่นด้วยน้ำ	14
2.5.3 การสกัดเย็น	15
2.5.4 การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย	15
2.5.5 การสกัดโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลว	15
2.5.6 การสกัดด้วยความร้อน	16
2.6 รายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
บทที่ 3	
ระเบียบวิธีวิจัย	
3.1 การออกแบบการวิจัย	22
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	22
3.2.1 เครื่องมือ	22
3.2.2 อุปกรณ์	22
3.3 สารเคมีและน้ำยาทดสอบ	23
3.3.1 สารเคมีในการทดสอบ	23
3.3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อและอาหารทดสอบชีวเคมี	23
3.4 วิธีการทดลอง	23
3.4.1 การเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4.2 การทดสอบที่ใช้ในงานวิจัย	24
3.4.3 การสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธี Hydrodistillation	24
3.4.4 การทดสอบการยับยั้งเชื้อด้วยวิธี Disk diffusion	24
3.4.5 การทดสอบการต้านเชื้อด้วยวิธี Broth microdilution	25
3.5 การรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	25
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1. ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Disk diffusion	26
4.2 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Broth microdilution	28
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	
5.1 สรุปผลการทดลอง	30
5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง	30
บรรณานุกรม	34
ภาคผนวก ก	42
ภาคผนวก ข	45
ภาคผนวก ค	50
ประวัติผู้วิจัย	54

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี disk diffusion	27
4.2 ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี broth microdilution	28

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i>	9
รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะของเชื้อ <i>Staphylococcus epidermidis</i>	9
รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะของเชื้อ <i>Staphylococcus saprophyticus</i>	10
รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะของเชื้อ <i>Enterococcus faecium</i>	11
รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะของเชื้อ <i>Enterococcus faecalis</i>	11

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ATCC	=	American Type Culture Collection
BA	=	Blood agar
CAMHB	=	Cation adjusted muller Hilton broth
CCEO	=	<i>Cymbopogon citratus</i> Essential Oil
CO ₂	=	Carbon Dioxide
CFU	=	Colony forming unit
CLSI	=	Clinical & Laboratory Standards Institute
CcNps	=	<i>Cymbopogon citratus</i> silver nanoparticles
cm	=	centimeter
CN	=	Gentamicin
CP	=	Ciprofloxacin
CLSI	=	Clinical and Laboratory Standards Institute
DNA	=	Deoxy ribonucleic acid
DMSO	=	Dimethyl sulfoxide
EO	=	Essential Oil
ESBL	=	Extended-spectrum beta-lactamase
GC-MS	=	Gas Chromatography-Mass Spectrometry
g	=	Gram
G	=	Growth
hr	=	Hour
L	=	Liter
MBC	=	Minimum bactericidal concentration
MIC	=	Minimum inhibitory concentration
MHA	=	Mueller Hinton agar
MHB	=	Mueller Hinton broth
mg	=	Milligram
mm	=	Millimeter

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

m	=	Meter
μg	=	Microgram
μL	=	Microliter
mL	=	Milliliter
min	=	Minute
No.	=	Number
NF- KB	=	Nuclear factor kappa B
NG	=	No growth
TNF- α	=	Tumor necrosis factor-alpha
V/V	=	Volume by volume

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การติดเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive bacteria) จัดเป็นหนึ่งในสาเหตุของการก่อโรคที่สำคัญทั่วโลก รวมถึงกระทรวงสาธารณสุขประเทศไทยให้ความสำคัญ จากการศึกษาตัวอย่างเลือดจากผู้ป่วยโรงพยาบาลปทุมธานีและสถาบันบำราศนราดูร ระหว่างปี พ.ศ. 2556 - 2561 จำนวนทั้งหมด 78,110 ตัวอย่าง พบเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกร้อยละ 57.1 และแบคทีเรียชนิดแกรมลบร้อยละ 42.9 โดยเชื้อแบคทีเรียที่ตรวจพบมากที่สุด 5 อันดับแรก คือ Methicillin-resistant *Staphylococcus epidermidis* (MRSE) ร้อยละ 21.2, Coagulase-negative *Staphylococcus* ร้อยละ 16.4, *Escherichia coli* ร้อยละ 13.9, *Staphylococcus aureus* ร้อยละ 9.5 และ Viridans group *Streptococci* ร้อยละ 7.7 ตามลำดับ (สถาบันบำราศนราดูร, 2564) และจากการรวบรวมข้อมูลของศูนย์เฝ้าระวังเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพแห่งชาติ พบว่า เชื้อโรคหลายชนิดมีอัตราการดื้อยาสูง เช่น *Enterococcus faecium* มีอัตราดื้อยา Vancomycin เฉลี่ยในรอบ 10 ปี (2545-2555) จากเดิม 0.8% เพิ่มขึ้นเป็น 3.2% ในปี 2556 (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2557) จากสถิติปี พ.ศ. 2561-2562 มีผู้ป่วยที่ส่งตัวอย่างเลือดตรวจเพาะเชื้อจุลชีพ ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาของโรงพยาบาลนพรัตนราชธานี ประเทศไทย รวบรวมข้อมูลโดยพยาบาลควบคุมการติดเชื้อ จากตัวอย่างทั้งหมด 1,806 ราย รายงานเชื้อจุลชีพแกรมบวกที่พบมากที่สุด ได้แก่ *Streptococcus* spp. ร้อยละ 10, *Staphylococcus aureus* ร้อยละ 9.1 และ *Enterococcus faecalis* ร้อยละ 2.3 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าในประเทศไทยมีการรายงานสถิติโรคติดเชื้อจากแบคทีเรียแกรมบวกเรื่อยมา (กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, 2566)

Staphylococcus aureus สามารถก่อโรคอาหารเป็นพิษ ติดต่อกันโดยการกินอาหารที่มีสารพิษที่เชื้อสร้างปนเปื้อนเข้าไป ผู้ป่วยจะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน หรืออุจจาระร่วง ซึ่งปัจจุบันในหลายประเทศมีรายงาน เชื้อ MRSA ดื้อต่อยา Vancomycin เพิ่มขึ้น สำหรับประเทศไทย ศูนย์เฝ้าระวังเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพแห่งชาติ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบความไวของเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพจากโรงพยาบาล 46 แห่ง พบว่า ในปี พ.ศ. 2556 เชื้อ MRSA

มีความไวต่อยา Vancomycin ร้อยละ 98 หมายถึง ผู้ป่วยร้อยละ 2 มีแนวโน้มการรักษาด้วยยา Vancomycin จะไม่ได้ผล (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข, 2557) *Staphylococcus epidermidis* และ *Staphylococcus saprophyticus* เป็นสาเหตุของการติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ มักพบการก่อโรคโรงพยาบาล โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่ใส่สายสวนเป็นเวลานาน (คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2565)

ข้อมูลจากศูนย์เฝ้าระวังเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพแห่งชาติ รายงานเชื้อกลุ่ม Vancomycin - Resistant *Enterococcus* (VRE) พบว่า *Enterococcus spp.* ที่ดื้อต่อ Vancomycin ส่วนใหญ่คือเชื้อ *Enterococcus faecalis* ร้อยละ 2.3 และรองลงมาคือเชื้อ *Enterococcus faecium* ร้อยละ 0.8 เป็นเชื้อก่อโรคติดเชื้อทางเดินปัสสาวะที่มักพบในผู้สูงอายุ (กรมควบคุมโรค, 2565)

จากประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องรายการเชื้อโรคที่ประสงค์ควบคุมตามมาตรา 18 พ.ศ. 2561 กำหนดให้เชื้อเหล่านี้จัดอยู่กลุ่มความเสี่ยงของเชื้อโรค จึงแสดงให้เห็นว่าเชื้อเหล่านี้มีความสำคัญที่ต้องเฝ้าระวังและพบการระบาดอยู่ในประเทศไทย

ตะไคร้ (*Cymbopogon citratus* Stapf.) เป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งที่ผูกพันกับวิถีชีวิตของคนไทย เป็นพืชล้มลุก ตระกูลหญ้า ที่เจริญเติบโตง่าย จัดอยู่ในวงศ์ Gramineae นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการประกอบอาหาร (สมาคมพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2562) ตะไคร้มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา เช่น ลดการบีบตัวของลำไส้, ฤทธิ์ขับลม และลดอาการแน่นจุกเสียดได้ (คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2564) จากการศึกษาฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อก่อโรคด้านมออีกเสบพบว่า น้ำมันตะไคร้เป็นน้ำมันที่สามารถฆ่าเชื้อก่อโรคด้านมออีกเสบ ได้แก่ *Staphylococcus aureus* และ *Streptococcus agalactiae* ได้ดีที่สุด โดยสารประกอบหลักที่พบในตะไคร้มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อจากมากไปน้อยคือ citral, geraniol และ linalool โดยมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในระดับปานกลาง และเมื่อทดสอบประสิทธิภาพขององค์ประกอบในน้ำมันตะไคร้ต่อการฆ่าเชื้อก่อโรคด้านมออีกเสบพบว่า citral เป็นสารที่สามารถฆ่าเชื้อ *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Bacillus cereus* และ *Escherichia coli* ได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับองค์ประกอบอื่น นอกจากนี้ยังพบว่า ทั้ง α - และ β -citral สามารถฆ่าเชื้อได้ถึง 24 ชนิด อีกทั้งน้ำมันตะไคร้ และ citral มีความเข้มข้นมากกว่า 200 $\mu\text{g/mL}$ ยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Candida albicans* ได้ (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, 2562)

ฤทธิ์ด้านแบคทีเรียของอนุภาคนาโนของ *Cymbopogon citratus* (Cymbopogon citratus silver nanoparticles; CcNps) ซึ่งเตรียมจากสารสกัดจากใบตะไคร้และอนุภาคนาโนที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน (25 $\mu\text{g/mL}$ และ 50 $\mu\text{g/mL}$) เปรียบเทียบกับยา ampicillin (ความเข้มข้น 25 $\mu\text{g/mL}$) ต่อเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio alginolyticus* และ *Vibrio harveyi* ด้วยวิธี agar well diffusion พบว่า CcNps ที่ความเข้มข้น 50 $\mu\text{g/mL}$ สามารถยับยั้งแบคทีเรียทดสอบได้ดีที่สุด โดยมีค่า

inhibition zone อยู่ในช่วงประมาณ 19 - 24 mm สำหรับค่า inhibition zone ของยา ampicillin ต่อเชื้อ *Vibrio harveyi* เท่ากับ 20 mm แต่ไม่สามารถยับยั้ง *Vibrio alginolyticus* ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียคือยาได้ค่า MIC ของ CcNps ต่อเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio alginolyticus* และ *Vibrio harveyi* เท่ากับ 0.78, 0.78, และ 0.39 $\mu\text{g/mL}$ และค่า MBC เท่ากับ 1.56 $\mu\text{g/mL}$, 6.25 $\mu\text{g/mL}$, และ 0.78 $\mu\text{g/mL}$ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า CcNps มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio spp.* ได้ดีกว่าสารต้านจุลชีพ โดยสามารถแทรกซึมเข้าไปในผนังเซลล์และขัดขวางการทำงานต่าง ๆ รวมถึงขบวนการ transcription, translation ของเชื้อแบคทีเรีย ทำให้เชื้อแบคทีเรียตายในที่สุด (Santhana et al., 2023)

จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าตะไคร้ มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้ดี ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก จำนวน 7 สายพันธุ์ ของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ โดยทำการทดสอบด้วยวิธี disk diffusion และ broth microdilution เพื่อให้ผลการศึกษานี้สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียจากน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกจากน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้

1.2.2 เพื่อศึกษาฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกจากน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษานี้เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก 6 ชนิดของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ด้วยวิธีการทำ disk diffusion และ Broth microdilution

1.4 สมมติฐานการวิจัย

1.4.1 น้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้

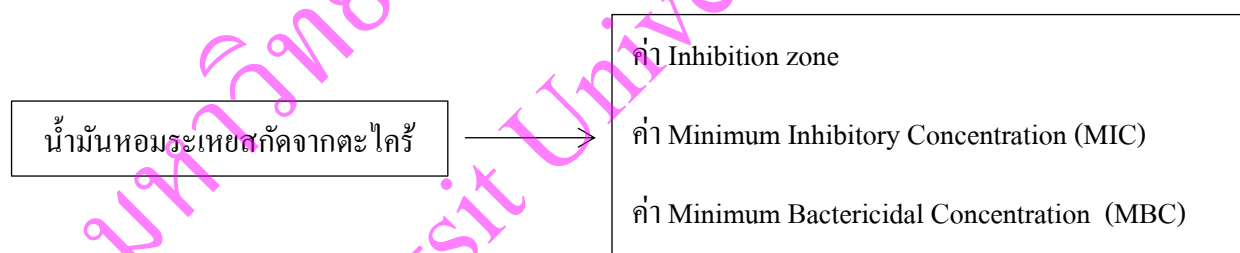
1.4.2 น้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 ทราบถึงฤทธิ์ยับยั้งและฆ่าเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากตะไคร้

1.5.2 ผลของการวิจัยนี้สามารถนำไปเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกที่สกัดมาจากตะไคร้

1.6 กรอบแนวคิดการวิจัย



ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณเชื้อ อุณหภูมิและเวลาในการทดสอบ

บทที่ 2

ทบทวนเอกสาร

2.1 ตะไคร้

2.1.1 ข้อมูลทางพฤกษศาสตร์

ชื่อสามัญ: Lemon grass, Lapine, West Indian lemongrass, Sweet rush

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Cymbopogon citratus* Stapf.

วงศ์: *Poaceae* (Gramineae)

ชื่อท้องถิ่น: ตะไคร้ (ภาคเหนือ), หัวขิงไค (ภาคอีสาน), ไคร้ (ภาคใต้), คาหอม

(แม่ฮ่องสอน), เข็ดเกรย, เหลอะเกรย (เขมร-สุรินทร์), ห่อวตะโป้ (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน)

(คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2564)

2.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เป็นไม้ล้มลุก ประเภทหญ้า อายุหลายปี สูงประมาณ 0.7 – 1.0 m เหง้าใต้ดินมีกลิ่นเฉพาะ ลำต้นเป็นกอใหญ่มีข้อเห็นชัดเจน ข้อและปล้องสั้นมาก มีไขปกคลุมตามข้อ ลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอก ยาว แข็งและเกลี้ยง (Shah et al., 2011)

ใบ เป็นใบเดี่ยว ออกเรียงสลับ แฉกยาว กว้าง 1 - 2 cm ยาว 70 - 100 cm ลักษณะใบรูปใบหอกแกมรูปไข่หรือรูปขอบขนาน ขอบใบเรียบสากคม มีขนเล็กน้อย ปลายใบเรียวแหลมโคนใบสอบเรียวเป็นกาบซ้อนกัน กาบใบสีขาวนวลหรือขาวปนม่วง ยาวและหนาหุ้มข้อและปล้องไว้แน่น แผ่นใบสีเขียว มีเส้นใบขนานตามยาว สีขาวนวล เส้นกลางใบแข็ง ผิวใบสากทั้งสองด้านมีกลิ่นหอมเฉพาะ (Shah et al., 2011)

2.1.3 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

ฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้ ลดอาการแน่นจุกเสียด เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้มีฤทธิ์ขับลม (Shah et al., 2011)

ฤทธิ์ต้านจุลชีพของสารสกัดจากใบตะไคร้บ้านด้วยเอทานอล, น้ำเย็น และน้ำร้อน ทดสอบด้วยวิธี disk diffusion ต่อเชื้อ 3 ชนิด ได้แก่ เชื้อแบคทีเรีย *Staphyococcus aureus*, *Escherichia coli* และเชื้อรา *Candida albicans* ผลการทดสอบพบว่าสารสกัดจากใบตะไคร้บ้านสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ทั้ง 3 ชนิด โดยสารสกัดที่ยับยั้งเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* ได้ดีที่สุด คือสารสกัดเอทานอล โดยมีค่าเฉลี่ยของ inhibition zone เท่ากับ 16 ± 1.75 และ 12 ± 0.00 mm ตามลำดับ สารสกัดใบตะไคร้บ้านด้วยน้ำเย็นยับยั้งเชื้อ *C. albicans* ได้ดีที่สุด โดยมีค่า inhibition zone เท่ากับ 10 ± 0.58 mm (Shah et al., 2011)

ฤทธิ์ต้านการอักเสบ จากการศึกษาในเซลล์เม็ดเลือดขาวของมนุษย์ พบว่าสาร chlorogenic acid และ สาร polyphenol จากใบตะไคร้ สามารถยับยั้งการอักเสบได้ โดยมีกลไกยับยั้งสารที่ทำให้เกิดการอักเสบ คือยับยั้งการทำงานของ proteasome ซึ่งยับยั้งการเกิดสาร nuclear factor (NF-KB) และยับยั้งการสร้างสาร tumor necrosis factor เช่น Cytokine TNF- α และ Chemokine (CCL5) ที่ทำให้เกิดการอักเสบในเซลล์เม็ดเลือดขาวเมื่อถูกกระตุ้นด้วย Lipopolysaccharides (Shah et al., 2011)

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ จากการศึกษาด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay พบว่าส่วนใบของตะไคร้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด (39.28 – 54.36 %) รองลงมาคือ ราก (27.21 – 30.71 %) และลำต้น (14.47 – 15.22 %) โดยส่วนใบ เมื่อสกัดด้วย Propylene glycol สามารถให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้มากกว่าสารสกัด Ethanol ในขณะที่ลำต้นและรากไม่มีความแตกต่างกันของทั้ง 2 ตัวทำละลาย (Shah et al., 2011)

2.1.4. คุณสมบัติของตะไคร้

ช่วยบำรุงไตให้แข็งแรงและทำงานได้ดี อีกทั้งยังช่วยในการชำระล้างและกำจัดของเสียที่เป็นอันตรายออกจากร่างกาย (Tatiana, 2024)

ช่วยบำรุงระบบประสาทและสมองตะไคร้เป็นยาบำรุงระบบประสาทชั้นดี บรรเทาความเครียด ช่วยคลายความวิตกกังวลและความเหนื่อยล้าที่เกิดจากความเครียด ตะไคร้เป็นสมุนไพรที่ช่วยแก้หวัดได้ดี เนื่องจากมีประโยชน์ในการลดไข้บรรเทาอาการหวัด ซึ่งมีการใช้อย่างกว้างขวางในการบรรเทาอาการหวัด โดยจะช่วยขับเหงื่อ (Tatiana, 2024)

ใช้รักษาโรคเบาหวานประเภทที่ 2 โดยตะไคร้จะช่วยรักษาระดับอินซูลินในเลือดให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม และเพิ่มความทนทานต่อกลูโคสของร่างกาย (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดอำนาจเจริญ, 2564)

สามารถไล่แมลงต่างๆ เช่น แมลงสาบ หนอนกระทุง หนอนใยผัก และยุง ได้เนื่องจากตะไคร้ เป็นสมุนไพรที่นิยมนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหย เนื่องจากมีกลิ่นหอมตรงระหว่างใบและกาบ จึง นำมาใช้เป็นยาทาไล่ยุง ไล่แมลง และไม่เป็นพิษต่อคน (Tatiana, 2024)

2.1.5 สารประกอบที่พบในสารสกัดตะไคร้

Citral เกิดจาก aldehyde 2 ชนิด คือ geranial และ nerol สามารถพบได้ในใบและผลของพืช หลายชนิด เช่น โหระพา มะนาว มะนาวฝรั่ง ตะไคร้ ส้ม จากการศึกษาเชิงทดลองและทางคลินิก แสดงให้เห็นว่า citral มีฤทธิ์ด้านการอักเสบและด้านการแก้กร่อนได้ดี อีกทั้งยังมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อราและ แบคทีเรีย (Gutiérrez-Pacheco et al., 2023)

Eugenol มีคุณสมบัติต้านเชื้อแบคทีเรีย ต้านไวรัส ต้านเชื้อรา ต้านมะเร็ง ต้านการอักเสบ และต้านอนุมูลอิสระ จึงถูกนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของยาและผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่มีศักยภาพในการ รักษาโรคได้หลากหลาย (Ulanowska et al., 2021)

Methylheptenol เป็นส่วนประกอบของน้ำมันระเหยสกัดตะไคร้ มีบทบาทเป็นฟีโรโมน ทั้งยังมี methyl ketone และ heptenone เป็นส่วนประกอบของสารเมตาบอไลต์จากพืช (Bajaj., 2023)

2.1.6 น้ำมันหอมระเหยที่พบได้ในตะไคร้

Menthol เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่พบได้มากในต้นมินต์ สามารถกระตุ้นตัวรับในผิวหนัง และเยื่อเมือกที่ตอบสนองต่ออุณหภูมิที่เย็น มีการนำมาใช้เพื่อบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อ บรรเทา อาการเจ็บคอ และลดอาการคัดจมูก และช่วยระงับปวดด้านการอักเสบเล็กน้อย (National Center for Biotechnology Information., 2025)

linalool มีฤทธิ์ด้านจุลชีพที่ทั้งต่อต้านแบคทีเรียและเชื้อรา เนื่องจาก linalool เป็นพิษต่อ เซลล์ของจุลินทรีย์ โดยออกฤทธิ์กับแบคทีเรียแกรมลบเป็นหลัก เช่น *Salmonella enterica* subsp. *enterica* นอกเหนือจากฤทธิ์ด้านจุลชีพแล้ว linalool ยังมีคุณสมบัติด้านการอักเสบและเป็นสารต้าน อนุมูลอิสระ นอกจากนี้ ยังมีฤทธิ์ด้านมะเร็งในยาระงับประสาท, ยาลดความวิตกกังวล และ ยากันชัก ได้รับการยืนยันว่าได้ผลจริง จากการทดลองทางคลินิก (Mączka et al., 2022)

Geraniol เป็น monoterpene alcohol ที่มีกลิ่นคล้ายดอกกุหลาบ จึงเป็นส่วนผสมที่สำคัญใน น้ำมันหอมระเหยหลายชนิด ซึ่งมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระและด้านการอักเสบ นอกจากนี้ยัง สามารถต้านมะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งลำไส้ มะเร็งตับ มะเร็งไต และมะเร็งผิวหนัง และยังสามารถ ต่อต้านแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับเชื้อก่อโรคทางเดินหายใจ ผิวหนัง เช่น *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* และ *Salmonella enterica* (Mączka et al., 2020)

2.2 แบคทีเรีย

เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ด้วยตัวเอง สามารถสร้างอาหาร และสลายอาหารเป็นพลังงานเพื่อใช้ในเซลล์ได้ และสามารถขยายพันธุ์ด้วยการแบ่งตัวโดยไม่จำเป็นต้องมีเพศผู้เพศเมีย (Huth, 2024)

แบ่งตามการย้อมติดสี นิยมใช้การย้อมสีแบบแกรม (Gram staining) โดยนำสีแกรมมาหยดลงบนแบคทีเรีย จึงทำให้ผนังเซลล์ของแบคทีเรียมีสีแตกต่างกัน ประกอบด้วยแบคทีเรียที่ผนังเซลล์ติดสีแดง เป็นแบคทีเรียแกรมลบ (Gram negative) และแบคทีเรียที่ผนังเซลล์ติดสีน้ำเงิน เป็นแบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive) (Tonan et al., 2562)

แบ่งตามรูปร่าง ได้แก่

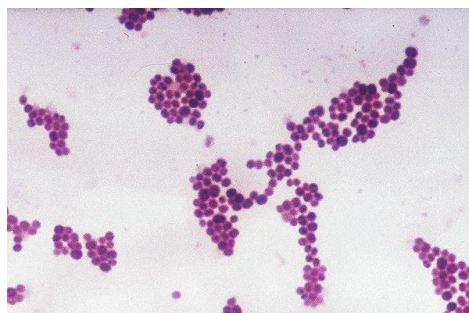
1. รูปร่างกลม (Cocci) เป็นแบคทีเรียที่มีรูปร่างกลมและอาจเกาะกันเป็นกลุ่ม เช่น *Staphylococcus spp.* หรือกลมและต่อกันเป็นสาย เช่น *Streptococcus spp.*
2. รูปร่างเป็นแท่ง (Bacilli) เป็นแบคทีเรียที่มีรูปร่างเป็นแท่งยาวและหนา เรียงตัวกันเป็นเส้นตรงยาว เช่น *Bacillus anthracis*
3. รูปร่างเป็นเกลียว (spirochete) เป็นแบคทีเรียที่มีรูปร่างเป็นเส้นยาวหนา และบิดเป็นเกลียว เช่น *Leptospira interrogans*

แบ่งตามการใช้ออกซิเจน ได้แก่

1. Aerobe แบคทีเรียชนิดนี้ต้องใช้ใช้ออกซิเจนในการเผาผลาญอาหารให้เป็นพลังงานเพื่อใช้ในการดำรงชีวิต ซึ่งเมื่ออยู่ในสภาพไม่มีออกซิเจนจะไม่เจริญเติบโต
2. Anaerobe แบคทีเรียชนิดนี้มีชีวิตอยู่ได้โดยไม่จำเป็นต้องมีออกซิเจน และจะตายในเวลาไม่นานถ้าถูกออกซิเจน ซึ่งเป็นปัญหามากในด้านโรคติดเชื้อ เพราะเป็นชนิดที่มีการเจริญเติบโตเร็วมาก และยาต้านจุลชีพส่วนใหญ่จะไม่ค่อยมีผลต่อแบคทีเรียกลุ่มนี้
3. Facultative anaerobe เป็นแบคทีเรียที่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ทั้งในสภาพที่มีออกซิเจน และในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน เช่น *Escherichia coli* (Aryal et al., 2024)

2.2.1 แบคทีเรียแกรมบวก

- 1) *Staphylococcus aureus*



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของเชื้อ *Staphylococcus aureus* (Fould & Sanaria., 2024)

คุณสมบัติและการก่อโรค

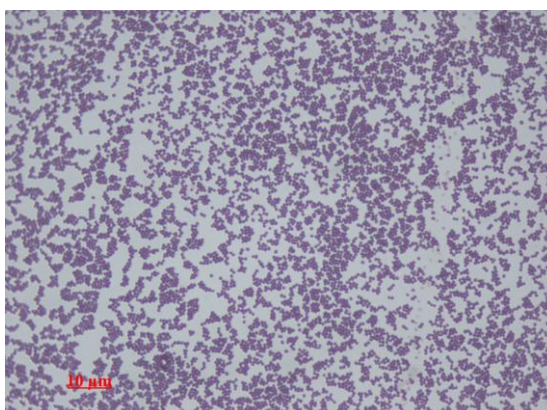
เป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่เคลื่อนไหวไม่ได้ ไม่สร้างสปอร์ สร้าง Coagulase ได้เอง มีรูปร่างกลมและเรียงตัวเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น

โดยเมื่อ *Staphylococcus aureus* ปนเปื้อนลงไปในอาหาร จะสร้างสารพิษ enterotoxin ขึ้น สารพิษจะทนความร้อนได้ดี ทำให้เกิดอาหารเป็นพิษส่วนใหญ่มักเกิดจาก type A และในอาหารประเภทแป้งกับโปรตีนมักจะส่งเสริมให้ *Staphylococcus aureus* สร้างสารพิษได้มากกว่าอาหารชนิดอื่น (SciMath., 2015)

2) *Staphylococcus aureus* ATCC 25923

เป็นสายพันธุ์ควบคุมการทดสอบในห้องปฏิบัติการมาตรฐาน มีความไวต่อสารต้านจุลชีพหลายชนิด รวมถึง Methicillin เชื้อนี้มีองค์ประกอบคล้ายโครโมโซม *Staphylococcus aureus* (Treangen et al., 2014)

3) *Staphylococcus epidermidis*



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* (Aryal et al., 2022)

คุณสมบัติและการก่อโรค

เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีรูปร่างกลม สามารถสร้าง Coagulase ได้ นอกจากนี้ยังเป็นแบคทีเรียที่ Catalase บวก และอยู่ในสภาวะไร้อากาศได้

พบเชื้อบริเวณผิวหนังและเยื่อเมือก เป็นสาเหตุของการติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่ใส่สายสวนเป็นเวลานาน และติดเชื้อบริเวณลิ้นหัวใจ ในผู้ใช้ลิ้นหัวใจเทียม และผู้ศัลยกรรมประสาทชนิดนี้ค้ำเข้าเส้น (Otto et al., 2009)

4) *Staphylococcus saprophyticus*

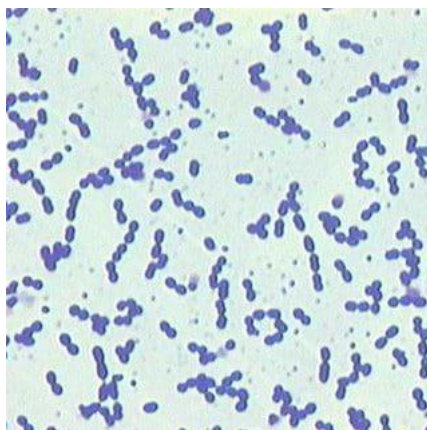


รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะของเชื้อ *Staphylococcus saprophyticus* (Nishimura & Yamamoto., 2020)

คุณสมบัติและการก่อโรค

เป็นเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก ที่ทำให้เกิดการติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ (Urinary tract infection) ในผู้หญิงวัยเจริญพันธุ์ (Nishimura & Yamamoto., 2020)

5) *Enterococcus faecium*



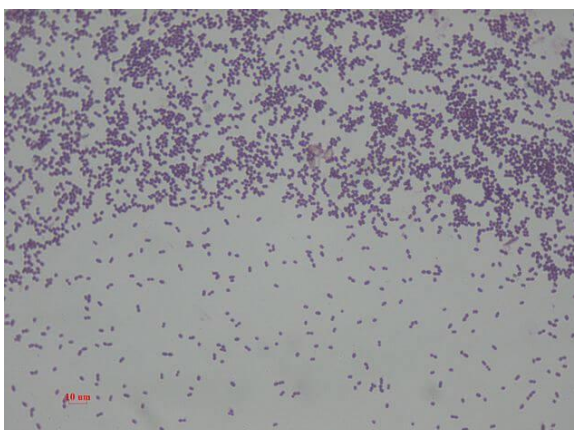
รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะของเชื้อ *Enterococcus faecium* (Microchem Laboratory., 2024)

คุณสมบัติและการก่อโรค

เป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่มีรูปร่างกลม อยู่รวมกันเป็นคู่หรือสาย และไม่ต้องการออกซิเจน โดยอยู่ตามทางเดินอาหาร ช่องปากและช่องคลอดของสัตว์หลายชนิด สามารถขยายพันธุ์ได้ในสภาพแวดล้อมเบสและกรด

โดยปกติแล้วไม่ก่อโรค แต่ในผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานหรือไตวายเรื้อรัง ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการติดเชื้อในโรงพยาบาล ทำให้เกิดการติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ การติดเชื้อในอุ้งเชิงกรานและช่องท้อง แบคทีเรียในเลือด เชื้อหูหัวใจอักเสบติดเชื้อ และการติดเชื้อของระบบประสาท (Venkataraman et al., 2023)

6) *Enterococcus faecalis*



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะของเชื้อ *Enterococcus faecalis* (Dahal et al., 2024)

คุณสมบัติและการก่อโรค

เป็นแบคทีเรียที่สามารถเจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน ชนิดแกรมบวก รูปร่างกลม catalase-negative ไม่สร้างสปอร์ (non spore forming) สายพันธุ์ส่วนใหญ่ไม่สลายเม็ดแดง (non-hemolytic) และเป็นแบคทีเรียที่เคลื่อนที่ไม่ได้ (non-motile)

การติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ การติดเชื้อที่แผล การติดเชื้อในช่องท้องและอวัยวะ
กรานการติดเชื้อในเลือด และเยื่อหุ้มหัวใจอักเสบ (Sabour et al., 2023)

2.3 สารต้านจุลชีพ

กลุ่มยา Penicillin เป็นสารต้านจุลชีพชนิดแรกที่ใช้ในการรักษาโรค และได้มาจากเชื้อรา โดย Penicillin มีโครงสร้างวงแหวน beta-lactam ออกฤทธิ์โดยฆ่าเชื้อแบคทีเรียด้วยการขัดขวางการสังเคราะห์ผนังเซลล์ของแบคทีเรีย โดยนำมาใช้เมื่อการติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ การติดเชื้อในหูชั้นกลาง ไชนส์อักเสบ หลอดลมอักเสบ การติดเชื้อในปาก และปอดบวม ยา Penicillin จะถูกยับยั้งจากเอนไซม์ beta-lactamase ตัวอย่างของ Penicillin ที่ใช้ทั่วไป ได้แก่ amoxicillin, ampicillin และ cloxacillin เป็นต้น (Yip, 2024)

กลุ่มยา Cephalosporins ฆ่าเชื้อแบคทีเรียด้วยการขัดขวางการสังเคราะห์ผนังเซลล์ของแบคทีเรีย จะใช้ในการรักษาโรค ไชนส์อักเสบเฉียบพลัน หลอดลมอักเสบ การติดเชื้อในหูชั้นกลางเฉียบพลัน ไชนส์อักเสบ การติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ และการติดเชื้อที่ผิวหนัง ตัวอย่างของ Cephalosporins ที่ใช้ทั่วไป ได้แก่ cephalexin, cefadroxil, cefaclor, cefuroxime และ cefexime (Bui et al., 2024)

กลุ่มยา Macrolides ออกฤทธิ์โดยการฆ่าเชื้อแบคทีเรียหรือยับยั้งการเจริญเติบโต และการเพิ่มจำนวนของแบคทีเรีย Macrolides เป็นยาที่มีการใช้เป็นทางเลือกสำหรับผู้ป่วยที่แพ้ Penicillin ใช้ในการรักษาการติดเชื้อในหูชั้นกลาง และปอดบวม เป็นต้น ตัวอย่างของ Macrolides ได้แก่ erythromycin, clarithromycin และ azithromycin (Bui., 2023)

กลุ่มยา Tetracycline เป็นสารต้านจุลชีพที่สามารถใช้รักษาการติดเชื้อได้หลากหลาย แต่การใช้ยาในกลุ่มนี้มีข้อจำกัดเนื่องจากการดื้อยาของแบคทีเรีย ตัวอย่างของยาในกลุ่ม Tetracycline ได้แก่ tetracycline, minocycline และ doxycycline เป็นต้น (Chopra., 2001)

กลุ่มยา Quinolones เป็นยาต้านจุลชีพสังเคราะห์ สามารถใช้ในการรักษาการติดเชื้อได้หลากหลาย เช่น รักษาการติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ และการติดเชื้อทางเดินหายใจ ตัวอย่างเช่น ciprofloxacin, ofloxacin, levofloxacin และ nalidixic acid เป็นต้น (Sciencedirect., 2023)

2.4 วิธีการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย

2.4.1 Disk diffusion

เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย สะดวกและรวดเร็ว รวมทั้งสามารถให้ผลที่แน่นอนและถูกต้อง วิธีการทดสอบนี้ใช้หลักการแพร่ โดยนำสารที่ต้องการทดสอบหยดลงบนกระดาษกรอง (filter paper disc) แล้วนำไปวางบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้เพาะเลี้ยงเชื้อไว้แล้ว สารทดสอบดังกล่าวจะแพร่จากกระดาษกรองไปในอาหารเลี้ยงเชื้อ เมื่อสารทดสอบแพร่ออกไปมากขึ้น ความเข้มข้นของสารทดสอบจะลดลงตามระยะทางที่ทำให้เกิดความแตกต่างของความเข้มข้นของสารทดสอบ ณ จุดต่างๆกัน ในขณะเดียวกันเชื้อจุลินทรีย์บนผิวของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่ถูกยับยั้งโดยสารทดสอบ ณ ความเข้มข้นของสารทดสอบที่จุดใดๆ ก็จะมีเจริญและเพิ่มจำนวนขึ้นจนเห็นได้ชัด โดยบริเวณใกล้กระดาษกรองซึ่งมีความเข้มข้นของสารทดสอบมากพอจะยับยั้งเชื้อได้ จะไม่มีการเจริญของเชื้อจึงเห็นเป็นบริเวณใส (clear zone) เกิดขึ้นเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณใส จะบอกถึงความสามารถของสารทดสอบว่าสามารถยับยั้งเชื้อได้มากน้อยเพียงใด โดยเปรียบเทียบกับยาต้านเชื้อจุลินทรีย์มาตรฐานต่างๆ เช่น clindamycin , erythromycin และ fluconazole เป็นต้น

การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธีนี้สามารถใช้ในการคัดกรองสารสกัดหรือตัวอย่างทดสอบเบื้องต้นได้ รวมทั้งสามารถนำไปหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (Minimum Inhibitory Concentration, MIC) และความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อได้ (Minimum Bactericidal Concentration, MBC) ได้ต่อไป (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา., 2561)

2.4.2 Agar dilution test

เป็นการทดสอบโดยใช้อาหารวุ้น เป็นการทดสอบโดยการผสมกันระหว่างอาหารเลี้ยงเชื้อที่เป็น agar medium กับสารต้านจุลชีพที่ระดับความเข้มข้นที่ต้องการทดสอบในอัตราส่วน 1 ต่อ 19 (ยา ต่อ agar medium) ผสมให้เข้ากันแล้วเทลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ การทดสอบโดยใช้อาหารวุ้นเป็นการทดสอบที่ให้ผลมาตรฐานเชื่อถือได้และสามารถใช้ทดสอบกับเชื้อแบคทีเรียหลายชนิดได้

พร้อมกันแต่โดยทั่วไปไม่นิยมทำเนื่องจากมีความยุ่งยากและเสียเวลามากในการเตรียมอาหารวันที่ผสมยาในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน โดยเฉพาะหากต้องการทดสอบกับยาหลายชนิด ปัจจุบันจึงนิยมใช้การทดสอบด้วยวิธี broth dilution method มากกว่า (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา., 2561)

2.4.3 Broth dilution test

Broth macrodilution เป็นการทดลองโดยทำการเจือจางยาด้านจุลชีพด้วย broth แบบ 2-fold serial dilution จากนั้นนำเชื้อที่ต้องการทดสอบที่มีการปรับความเข้มข้นเท่ากับ McFarland 0.5 แล้วนำมาเจือจางลงเพื่อให้ได้ขนาดที่ต้องการ และใส่เชื้อลงในหลอดทดลองแต่ละหลอด สังเกตความขุ่น และจะนำหลอดที่ใสและไม่มีตะกอนของเชื้อไป streak บน agar plate แล้วนำไปบ่มเพื่อนำมาอ่านค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ (MBC)

Broth microdilution เป็นการทดสอบใน microtiter plate 96 - well โดยทำการเจือจางตัวอย่างด้วย broth แบบ 2-fold serial dilution จากนั้นเติมเชื้อที่ต้องการทดสอบที่ได้ปรับความเข้มข้นเท่ากับ McFarland 0.5 และอ่านผลค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (MIC) โดยสังเกตหลุมสุดท้ายที่ใสและไม่มีตะกอนของเชื้อที่กั้นหลุม และทำการทดสอบหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ (MBC) โดยดูอาหารในหลุมที่ใสมาหยดลงบน agar plate แล้วนำไป incubate จากนั้นอ่านผลค่า MBC (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา., 2561)

2.5 วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช

2.5.1 การกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam distillation)

การกลั่นด้วยไอน้ำ เป็นวิธีการสกัดสารออกจากของผสม โดยใช้ไอน้ำเป็นตัวทำละลาย วิธีนี้ใช้สำหรับแยกสารที่ระเหยง่าย ไม่ละลายน้ำ และไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ ออกจากสารที่ระเหยยาก

ตัวอย่างการแยกสารโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ ได้แก่ การแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากส่วนต่างๆ ของพืช โดยการกลั่นด้วยไอน้ำจะให้น้ำมันหอมระเหยกลายเป็นไอแยกออกมาพร้อมกับไอน้ำ เมื่อทำให้ไอของของผสมควบแน่นโดยผ่านเครื่องควบแน่น จะได้น้ำและน้ำมันหอมระเหยที่แยกชั้นกัน ทำให้สามารถแยกเอาน้ำมันหอมระเหยออกจากน้ำได้ง่าย (บุษยรัตน์, 2545)

2.5.2 การกลั่นด้วยน้ำ (Hydrodistillation)

การกลั่นด้วยน้ำเป็นรูปแบบหนึ่งของการกลั่นด้วยไอน้ำ สำหรับการกลั่นด้วยน้ำ พืชจะถูกแช่ในน้ำ หลังจากนั้นส่วนผสมจะถูกทำให้ร้อนและระเหยออกไปเป็นไอน้ำควบแน่นและแยกออกจากกัน การกลั่นด้วยน้ำเป็นเทคนิคทั่วไปในการแยกน้ำมันหอมระเหย เนื่องจากสารประกอบอินทรีย์หลายชนิดมักจะย่อยสลายที่อุณหภูมิสูง (Siriwan et al, 2016)

2.5.3 การสกัดเย็น (Expression หรือ Cold Pressed)

การสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธี Cold Pressed หรือ Mechanically Pressed เกือบทั้งหมด ใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากผิวของพืชตระกูลส้ม เช่น ส้ม มะนาว เลมอน มะกรูด เบอร์กามอต แมนดาริน และอื่นๆ วิธีการสกัดคือการนำผิวของผลจากพืชแต่ละชนิดมาใส่ในหม้อขนาดใหญ่ แล้วกดด้วยแท่นไฮดรอลิกโดยใช้แรงดันสูง เมื่อแท่นไฮดรอลิกบีบลงบนวัตถุดิบ ทำให้เซลล์ผิวของพืชเกิดการแตกตัวให้น้ำมันออกมาลงในภาชนะที่รองรับเอาไว้ วิธีการใช้ไฮดรอลิกแบบนี้มีข้อดีคือไม่มีความร้อนเกิดขึ้นในกระบวนการบีบ ซึ่งแตกต่างกับการบีบแบบเครื่องบีบเกลียวหมุน หรือ Screw Pressed ซึ่งจะทำให้เกิดความร้อนและอาจทำลายคุณภาพของน้ำมันที่สกัดได้จริงๆ (Botanicesse et al., 2023)

2.5.4 การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย (Solvent Extraction)

การสกัดด้วยตัวทำละลาย เป็นวิธีการแยกสารที่เป็นของเหลว หรือของแข็งที่ปนอยู่กับของแข็ง โดยอาศัยสมบัติของการละลายของสาร หลักการสำคัญของการสกัดด้วยตัวทำละลายคือการเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารที่ต้องการออกมาให้ได้มากที่สุด

ซึ่งหลักการในการเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสม มีข้อควรคำนึงคือ ต้องละลายสารที่ต้องการสกัดได้ดี และไม่ละลายสารอื่นๆ ที่ไม่ต้องการออกมาด้วย, ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการแยก, ราคาถูก และหาได้ง่าย, ไม่มีพิษ มีจุดเดือดต่ำ, ควรแยกออกจากสารที่เราต้องการสกัดได้ง่าย และทำให้บริสุทธิ์ได้ง่าย เพื่อที่จะสามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้

การสกัดด้วยตัวทำละลาย ถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในวงการอุตสาหกรรม รวมถึงการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช (ศุภาวิดา, 2563)

2.5.5 การสกัดโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลว (Supercritical CO₂ Extraction)

เทคนิคการสกัดโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลว คือการใช้ก๊าซ carbon dioxide (CO₂) ที่ความดันมากกว่า 300 เท่าของชั้นบรรยากาศ ที่อุณหภูมิประมาณ 30°C ซึ่งทำหน้าที่คล้ายกับการสกัดด้วยตัวทำละลาย หลังจากการสกัดแล้ว การลดแรงดันจะทำให้ก๊าซ carbon dioxide (CO₂) เปลี่ยน

สถานะจาก supercritical state (ของเหลววิกฤตยิ่งยวด) กลับมาเป็นก๊าซ ซึ่งจะทำให้สารที่สกัดนั้นปราศจากสิ่งปนเปื้อน

การใช้อุณหภูมิต่ำนั้นจะทำให้สารสำคัญ (active ingredients) ยังคงอยู่และไม่ถูกทำลาย มีความใกล้เคียงกับสารที่มีอยู่ในธรรมชาติ เพราะเหตุนี้จึงทำให้สารที่สกัดด้วยวิธีนี้ยังคงคุณสมบัติของพืชนั้นๆ 100% และปราศจากสารปนเปื้อนของตัวทำละลาย (solvent) ที่ใช้ในการสกัด ขั้นตอนวิธีการสกัดโดยใช้ supercritical CO₂ จึงนับว่าเป็นวิธีการสกัดที่ให้สารสกัดจากธรรมชาติมากที่สุด (Siriwan et al., 2016)

2.5.6 การสกัดด้วยความร้อน (Heat Extraction)

เป็นการสกัดสารสำคัญจากพืชสมุนไพร โดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย ใช้วิธีต้มด้วยความร้อน โดยให้น้ำร้อนทำการชะสารสำคัญออกจากสมุนไพร เป็นการสกัดแบบไหล สามารถทำการสกัดได้ยาวนานโดยที่ตัวทำละลายไม่สูญหายไป น้ำสารสกัดที่ได้จะถูกนำไปแยกเอาตัวทำละลายออกให้เข้มข้น ด้วยเครื่อง Evaporator (conversant., 2025)

2.6 รายงานวิจัยวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Santhana et al., (2023) ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของอนุภาคนาโนของ *Cymbopogon citratus* (C. citratus silver nanoparticles; CcNps) ซึ่งเตรียมจากสารสกัดจากใบตะไคร้และอนุภาคนาโน ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน (25 µg/mL และ 50 µg/mL) เปรียบเทียบกับยา ampicillin (ความเข้มข้น 25 µg/mL) ต่อเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio alginolyticus* และ *Vibrio harveyi* ด้วยวิธี agar well diffusion พบว่า CcNps ที่ความเข้มข้น 50 µg/mL สามารถยับยั้งแบคทีเรียทดสอบได้ดีที่สุด โดยมีค่า inhibition zone อยู่ในช่วงประมาณ 19-24 mm สำหรับค่า inhibition zone ของยา ampicillin ต่อเชื้อ *V. harveyi* เท่ากับ 20 mm แต่ไม่สามารถยับยั้ง *V. alginolyticus* ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียดื้อยาได้ ค่า MIC ของ CcNps ต่อเชื้อ *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus* และ *V. harveyi* เท่ากับ 0.78, 0.78, และ 0.39 µg/mL และ ค่า MBC เท่ากับ 1.56 µg/mL, 6.25 µg/mL, และ 0.78 µg/mL ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า CcNps มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio spp.* ได้ดีกว่าสารต้านจุลชีพ โดยสามารถแทรกซึมเข้าไปในผนังเซลล์และขัดขวางการทำงานต่างๆ รวมถึงขบวนการ transcription, translation ของเชื้อแบคทีเรีย ทำให้เชื้อแบคทีเรียตายในที่สุด

Anna et al., (2024) ศึกษาคุณสมบัติของต้นตะไคร้หอมในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา และมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย, ฤทธิ์ต้านไวรัส รวมถึงมีฤทธิ์ที่ต้านมะเร็งได้การเตรียมสารที่มีฤทธิ์

ด้านเชื้อรา ได้แก่ *Candida albicans*, *Candida pseudotropicalis*, *Mycosporum gypseum*, *Botrytis cinerea*, *Aspergillus niger*, *Beauveria bassiana* นอกจากนี้ยังมีประสิทธิภาพต่อเชื้อราในกลุ่ม Dermatophyte เช่น *Trichophyton rubrum*, *Microsporum gypseum*, *Aspergillus fumigatus*, *Cladosporium trichoides*, *Trichophyton mentagrophytes*, *Epidermophyton floccosum*, *Botrytis cinerea* และ *Aspergillus nidulans* น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากต้นตะไคร้มีการทำปฏิกิริยาต่อเชื้อรา *Aspergillus niger* และ *A. fumigatus* ที่ความเข้มข้น 5 μ L/อากาศ 0.4 L, 10 μ L/อากาศ 0.4 L, 15 μ L/อากาศ 0.4 L, ผลที่ได้จากการทดลองของสารระเหยที่ได้จากน้ำมันหอมระเหยต่อการเจริญเติบโตของสปอร์ ของเชื้อรา *A. fumigatus* และ *A. niger* ถูกยับยั้งอย่างสมบูรณ์ที่ความเข้มข้น 10 μ L/อากาศ 0.4 L ในขณะที่สปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* สูญเสียความสามารถในการอยู่รอดที่ความเข้มข้น 15 μ L/อากาศ 0.4 L การศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาในสายพันธุ์ *A. niger* หลังจากสัมผัสกับน้ำมัน 5 μ L และอากาศ 0.4 L พบว่าโครงสร้างที่มีเส้นใยจะมองเห็นได้และมี conidia และ mycelium จะมีการเปลี่ยนแปลงเช่น การสร้างสปอร์ลดลง การสร้างเมดูลลัสลดลง และ conidiophores ลดลงและผิดรูป นอกจากการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยและการสร้างสปอร์จะส่งผลต่อ โครงสร้างและการทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์และความไม่เป็นระเบียบของโครงสร้างไมโทคอนเดรียในระดับเซลล์ ทำให้เกิดการสูญเสียไซโทพลาซึมภายในเส้นใยเชื้อรา ซึ่งจะบ่งชี้

Denise et al., (2022) พัฒนาเทคนิค microencapsulation สำหรับ *Cymbopogon citratus* essential oil (CCEO) โดยใช้แนวทางในการเพิ่มเสถียรภาพและยืดอายุการใช้งานของ CCEO ผ่านกระบวนการ spray drying เริ่มต้นจากการเตรียม oil-in-water emulsion โดยใช้ maltodextrin และ gelatin เป็น wall materials (สารห่อหุ้ม) ร่วมกับ Tween 80 ซึ่งทำหน้าที่เป็น emulsifier เพื่อช่วยให้เกิดการกระจายตัวของน้ำมันหอมระเหยอย่างสม่ำเสมอ รวมถึงเพิ่มความเสถียรของน้ำมันหอมระเหยและรักษาคุณสมบัติทางชีวภาพ เช่นฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย จากนั้น emulsion ที่ได้จะถูกนำไปผ่านกระบวนการทำให้แห้งด้วยเครื่อง spray dryer โดยมีการควบคุมพารามิเตอร์สำคัญ เช่น inlet temperature ความเข้มข้นของ maltodextrin และปริมาณของ CCEO ที่ใช้ เพื่อประเมินผลกระทบต่อคุณสมบัติของไมโครแคปซูลที่ได้

ผลการทดลองพบว่า ไมโครแคปซูลที่ได้มีลักษณะเป็นทรงกลม ผิวเรียบ ไม่มีรอยแตกร้าว ซึ่งช่วยป้องกันการเกิดออกซิเดชันได้ดี นอกจากนี้ยังสามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ

Escherichia coli ได้ โดยพบว่าสภาวะการผลิต microcapsule ที่เหมาะสมที่สุด คือ การใช้ inlet temperature ที่ 148°C ความเข้มข้นของ maltodextrin ที่ 15% และปริมาณ CCEO ที่ 10% ซึ่งช่วยให้ได้ไมโครแคปซูลที่มีความสามารถในการกักเก็บน้ำมันสูง และคงคุณสมบัติด้านอนุโมลิอิสระได้ดี

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้เทคนิค microencapsulation ผ่านกระบวนการ spray drying ในการรักษาและเพิ่มเสถียรภาพของสารออกฤทธิ์จากธรรมชาติอย่าง CCEO เพื่อการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ต้องการคุณสมบัติในการต้านจุลชีพและต้านอนุโมลิอิสระ และสามารถนำไปพัฒนาในเชิงพาณิชย์ต่อไปในอนาคต

Chaves et al., (2020) ศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพของสารที่สามารถเสริมฤทธิ์ในการยับยั้งคราบพลัคทางเคมีในผลิตภัณฑ์สุขภาพช่องปากได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะสารที่มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย เช่น Chlorhexidine (CHX) และสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ (*Cymbopogon citratus*) ได้แก่ Citral และ Myrcene โดยเน้นไปที่ความสามารถในการต้านจุลชีพและความเป็นพิษต่อเซลล์เยื่อใยของมนุษย์ (Human Periodontal Ligament Fibroblast : HPLF) ผลการทดลองพบว่า Citral มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับคราบจุลินทรีย์ในช่องปาก เช่น *Streptococcus mutans*, *Enterococcus faecalis* และ *Lactobacillus rhamnosus* โดยสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียเหล่านี้ได้ดี อย่างไรก็ตาม Myrcene ไม่แสดงฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียในความเข้มข้นที่ทดลอง ในขณะที่ Citral และ Chlorhexidine แสดงฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทั้ง bacteriostatic และ bactericidal นอกจากนี้ Citral ยังมีค่าความเป็นพิษต่อเซลล์ที่ต่ำกว่าสาร Chlorhexidine ซึ่งเป็นสารฆ่าเชื้อที่นิยมใช้ในน้ำยาบ้วนปาก

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า Citral อาจเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับการนำมาใช้เป็นสารต้านจุลชีพในผลิตภัณฑ์ดูแลสุขภาพช่องปาก เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อโรคในช่องปาก และมีความเป็นพิษต่อเซลล์ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับ Chlorhexidine ซึ่งอาจช่วยลดผลข้างเคียงที่เกิดจากการใช้สารเคมีสังเคราะห์ อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องมีการศึกษาต่อไปเพื่อยืนยันประสิทธิภาพและความปลอดภัยของ Citral ในผลิตภัณฑ์สำหรับใช้ในช่องปาก

Chedia et al., (2024) ศึกษาฤทธิ์ต้านจุลชีพของน้ำมันหอมระเหย 8 ชนิด ได้แก่ *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Artemisia absinthium*, *Myrtus communis*, *Mentha pulegium*, *Trachyspermum ammi*, *Cymbopogon citratus* และ *Thymus capitatus* ต่อการต้านเชื้อจุลชีพ genus *Staphylococcus* 6 สายพันธุ์ ได้แก่ *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus cohnii*, *Staphylococcus wareneri*, *Staphylococcus scui*, *Staphylococcus chromogenes* และ

Staphylococcus pasteurii, เชื้อ Methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) 3 สายพันธุ์ และ เชื้อ *Escherichia coli* 2 สายพันธุ์ที่ผลิต extended-spectrum β -lactamase (ESBL) ที่ทำให้เกิดโรคเดินมออักเสบในวัว ด้วยวิธี disk diffusion และ MIC, MBC values พบว่าฤทธิ์ต้านจุลชีพของน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดแสดงฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียต่อเชื้อที่ทดสอบทั้งหมด โดยน้ำมันหอมระเหย *Thymus capitatus* มีค่า inhibition zone, ค่า MIC และค่า MBC อยู่ระหว่าง 24 - 45 mm, 0.048 - 0.39 % v/v และ 0.097 - 0.78 % v/v ตามลำดับ, น้ำมันหอมระเหย *Trachyspermum ammi* มีค่า inhibition zone, ค่า MIC และค่า MBC อยู่ระหว่าง 20 - 40 mm, 0.048 - 0.39 % v/v และ 0.097 - 1.56 % v/v ตามลำดับ, น้ำมันหอมระเหย *Artemisia absinthium* มีค่า inhibition zone, ค่า MIC และค่า MBC อยู่ระหว่าง 24 - 45 mm, 0.048 - 0.39 % v/v และ 0.097 - 0.78 % v/v ตามลำดับ, น้ำมันหอมระเหย *Eucalyptus globulus* มีค่า inhibition zone, ค่า MIC และค่า MBC อยู่ระหว่าง 12 - 28 mm, 1.56 - 12.5 % v/v และ 3.12 - 25 % v/v ตามลำดับ, น้ำมันหอมระเหย *Eucalyptus camaldulensis* มีค่า inhibition zone, ค่า MIC และค่า MBC อยู่ระหว่าง 11 - 20 mm, 0.78 - 12.5 % v/v และ 1.56 - 25 % v/v ตามลำดับ, น้ำมันหอมระเหย *Myrtus communis* มีค่า inhibition zone, ค่า MIC และค่า MBC อยู่ระหว่าง 13 - 23 mm, 0.78 - 6.25 % v/v และ 0.78 - 12.5 % v/v ตามลำดับ, น้ำมันหอมระเหย *Mentha pulegium* มีค่า inhibition zone, ค่า MIC และค่า MBC อยู่ระหว่าง 11 - 17 mm, 3.12 - 12.5 % v/v และ 6.25 - 25 % v/v ตามลำดับ และ น้ำมันหอมระเหย *Artemisia absinthium* มีค่า inhibition zone, ค่า MIC และค่า MBC อยู่ระหว่าง 11 - 20 mm, 0.78 - 12.5 % v/v และ 1.56 - 25 % v/v ตามลำดับ จากค่า Inhibition Zone, MIC และ MBC แสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยที่ทดสอบ สามารถทำลายผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ได้ ตามด้วยการสูญเสียสารภายในเซลล์ที่สำคัญ โดยยับยั้งการสังเคราะห์ DNA ส่งผลให้แบคทีเรีย *E. coli* และ MRSA ตาย จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้น้ำมันหอมระเหย โดยเฉพาะ *Thymus capitatus* ในการยับยั้งการเติบโตของแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบที่ก่อต่อสารต้านจุลชีพหลายชนิดซึ่งทำให้เกิดโรคเดินมออักเสบในวัว

Gao et al., (2020) ทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและชิทราลต่อ *Staphylococcus aureus* และ *Candida* spp. การทดสอบความไว ด้วยวิธี Broth microdilution พบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม ($\geq 0.0781\%$) และชิทราล ($\geq 0.0313\%$) เป็นปริมาณต่ำเพียงพอที่จะยับยั้งการเติบโตของเซลล์อิสระของ *Candida albicans*, *Candida tropicalis* และ *Staphylococcus aureus* เมื่อพิจารณาจากค่า MIC ชิทราลมีการยับยั้งการเติบโตของเซลล์อิสระของสายพันธุ์ที่ทดสอบ ต่อมาจึงทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและชิทราลต่อไบโอฟิล์มสองสายพันธุ์ที่เกิดจาก *Staphylococcus aureus* และ *Candida* spp. พบว่าใช้น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม

เข้มข้น 0.3125% และซิทรัล 0.5% ให้ประสิทธิภาพดีที่สุด แม้ว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและซิทรัลจะมีคุณสมบัติทั่วไปเหมือนกัน สำหรับไบโอฟิล์มสองสายพันธุ์ของ *Candida tropicalis* และ *Staphylococcus aureus* พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารทั้งสองชนิดจะมีฤทธิ์ยับยั้งมากขึ้น ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม 0.3125% หรือซิทรัล 0.5% มีผลในการฆ่าไบโอฟิล์มสูงสุด ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและซิทรัลสามารถใช้กำจัดไบโอฟิล์มสองสายพันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยรวมใกล้เคียงกัน

โดยสรุปแสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้และซิทรัลมีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดไบโอฟิล์มสองสายพันธุ์ นอกจากนี้ ยังพบว่าการรักษาด้วยซิทรัลยับยั้งการยึดเกาะของเส้นใยและปัจจัยก่อโรคใน *Candida albicans* ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยตะไคร้และซิทรัลมีศักยภาพอย่างมากในการนำไปใช้ทางเภสัชกรรมในการรักษาการติดเชื้อที่เกิดจากไบโอฟิล์มของจุลินทรีย์หลายชนิด

Rhimi et al., (2022) งานวิจัยนี้วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยจาก *Cymbopogon citratus* และ *Cymbopogon proximus* ต่อฤทธิ์เชื้อรา *Candida spp.* และ *Malassezia furfur* ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของโรคผิวหนังและการติดเชื้อในกระแสเลือดของคนและสัตว์ที่มีอัตราการเสียชีวิตสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่อง การศึกษาในครั้งนี้ใช้วิธี broth microdilution ค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้ง (ค่า MIC ตั้งแต่ 1.25 ถึง 5 $\mu\text{L/mL}$) และค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการฆ่าเชื้อรา (ค่า MIC ตั้งแต่ 2.5 ถึง 20 $\mu\text{L/mL}$) จะแตกต่างกันไปตามชนิดของน้ำมันหอมระเหย เชื้อ *Malassezia furfur* เป็นสายพันธุ์ที่ไวต่อน้ำมันหอมระเหยทั้งสองชนิดมากที่สุด สรุปได้ว่าการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจาก *C. citratus* และ *C. proximus* จึงถือได้ว่ามีประสิทธิภาพในการรักษา ป้องกัน และต้านเชื้อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจถือได้ว่าเป็นแหล่งยาสำหรับป้องกันการติดเชื้อผิวหนังจากเชื้อ *Malassezia spp.* ที่ต้องรักษาเป็นเวลานานทั้งในทาง การแพทย์และสัตวแพทย์

Sabita et al., (2023) ศึกษาน้ำมันหอมระเหยสายพันธุ์ *Cymbopogon* (EO) ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในยา น้ำมันหอมระเหย อาหาร ฯลฯ องค์ประกอบทางเคมีของ *Cymbopogon spp.* เช่น *Cymbopogon winterianus* (ตะไคร้หอม) *Cymbopogon citratus* (ตะไคร้) และ *Cymbopogon martini* (palmarosa) ได้รับการวิเคราะห์โดย gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) โดย chiral GC-MS และการต้านจุลชีพของสารประกอบหลักบริสุทธิ์ที่เลือกและรากและใบ EOs ของตะไคร้หอม การกระจาย enantiomeric โดย chiral GC-MS และการต้านจุลชีพของสารประกอบหลักบริสุทธิ์ที่เลือกรากและใบ EOs ของตะไคร้หอม *Cymbopogon* เป็นหนึ่งในน้ำมันหอมระเหยที่สำคัญ

ซึ่งผลิตโดยการกลั่นด้วยไอน้ำหรือไฮโดรของพืชนอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติไล่แมลงตามธรรมชาติ และเป็นที่น่าสนใจอย่างมากสำหรับอุตสาหกรรมยาและน้ำหอม ตะไคร้มีประโยชน์ในการรักษา และเป็นฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ผลลัพธ์ฤทธิ์ต้านจุลชีพของน้ำมันหอมระเหย *Cymbopogon Winterianus* ค่า MIC ของ *Cymbopogon winterianus* EOs และสารประกอบบริสุทธิ์บางชนิด เช่น geraniol, citronellol, citral และ citronellal และของ gentamicin ที่ control positive ต่อแถบของสายพันธุ์แบคทีเรียและเชื้อรา ผ่านวิธี two-fold both microdilution method การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ารากและใบที่ทดสอบของ *C. winterianus* EOs มีการยับยั้งจุลินทรีย์ที่เปลี่ยนแปลงได้ แสดงให้เห็นถึงการต้านจุลชีพที่หลากหลายต่อเชื้อโรคต่างๆ ส่วนใบของ *C. winterianus* EO แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการยับยั้ง *Pseudomonas aeruginosa* ที่ค่า MIC 78.1 $\mu\text{g/mL}$ และเห็นได้ชัดเจนต่อ *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* และ *Streptococcus pyogenes* ที่ค่า MIC 156.3 $\mu\text{g/mL}$

งานวิจัยของ Subramaniam et al., (2020) ศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของตะไคร้ (*Cymbopogon citratus*) ต่อเชื้อแบคทีเรียคือยา ได้แก่ MRSA, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* โดยใช้สารสกัด 3 รูปแบบ ได้แก่ สารสกัดจากน้ำ, สารสกัดจากเมทานอล และน้ำมันหอมระเหย พบว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียสูงสุด รองลงมาคือสารสกัดจากเมทานอล ขณะที่สารสกัดจากน้ำไม่มีผลต้านแบคทีเรีย นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแกรมลบ

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

3.1 การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยประยุกต์ในสาขาวิชาจุลชีววิทยาคลินิก โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) เพื่อศึกษาการต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกด้วยน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ ด้วยวิธี Disk diffusion และ Broth microdilution

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1 เครื่องมือ

- | | |
|-------------------|--|
| 1) Autoclave | รุ่น ES-315 ASTELL / UK Tomyseilo Co., LTD / Japan |
| 2) Densitometer | รุ่น DEN-1B / Biosan / England |
| 3) Hot air oven | B50 / Memmert / Germany |
| 4) Vortex | G560E / Scientific Industries |
| 5) เครื่องชั่งสาร | Scout Pro / OHAUS / America |
| 6) Incubator | Biochemical Cultivating Oven รุ่น SPAX / PATANAINSULITE / Thailand |
| 7) ตะเกียงบุนเสน | |
| 8) ตู้เย็น | |

3.2.2 อุปกรณ์

- 1) Autopipette ขนาด 20 μ L, 200 μ L และ 1,000 μ L
- 2) Autopipette tip ขนาด 200 μ L และ 1,000 μ L
- 3) Eppendorf

- 4) Forcep
- 5) Loop
- 6) Petri disk
- 7) Rack
- 8) Sterile tube ขนาด 16 x 150 mL, 16 x 125 mL และ 13 x 100 mL
- 9) Sterile serological pipette ขนาด 1 mL, 5 mL และ 10 mL
- 10) ลูกยาง

3.3 สารเคมี และน้ำยาทดสอบ

3.3.1 สารเคมีในการทดสอบ

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1) น้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ | |
| 2) Gentamicin disk (10 µg) | Oxide / England |
| 3) Ciprofloxacin disk (5 µg) | Oxide / England |
| 4) Resazurin | Sigma Aldrich, St. Louis, NO, USA |
| 5) Dimethyl sulfoxide (DMSO) | Merck KGaA / Germany |

3.3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ และอาหารทดสอบชีวเคมี

- | | |
|------------------------------------|------------------------|
| 1) Blood agar | |
| 2) Mueller-Hinton agar oxoid (MHA) | CLINAG / Thailand |
| 3) Muelle-Hinton broth oxoid (MHB) | Oxoid / United Kingdom |

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย

เชื้อแบคทีเรียแกรมบวกที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีจำนวน 6 สายพันธุ์ ได้แก่ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Enterococcus faecium* และ *Enterococcus faecalis* จากห้องปฏิบัติการคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต โดยนำเชื้อมาเพาะเลี้ยงบน blood agar แล้วนำไป incubate ที่อุณหภูมิ

37 °C 18-24 ชั่วโมง

3.4.2 การทดสอบที่ใช้ในงานวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการทดสอบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ด้วยวิธี Hydrodistillation และทดสอบฤทธิ์การต้านแบคทีเรียแกรมบวกของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ ด้วยวิธี Disk diffusion และ Broth microdilution

3.4.3 การสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธี Hydrodistillation

การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ ด้วยวิธี Hydrodistillation มีขั้นตอนดังนี้

1. นำส่วนใบของตะไคร้มาหั่นเป็นชิ้นขนาด 20 mm เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัด จากนั้นชั่งให้ได้ 50 g
2. ใช้เครื่องกลั่น Hydrodistillation ที่ประกอบด้วย หม้อต้ม, คอนเดนเซอร์, ภาชนะรองรับ น้ำมันหอมระเหย
3. ทำการเติมน้ำ 1000 mL ลงในหม้อต้ม ใส่ใบตะไคร้ที่เตรียมไว้ลงไป จากนั้นปิดฝาหม้อต้ม และเริ่มให้ความร้อน เมื่ออุณหภูมิเริ่มสูงขึ้น ไอน้ำจะพาน้ำมันหอมระเหยออกจากตะไคร้
4. ไอน้ำที่มีน้ำมันหอมระเหยจะผ่านเข้าสู่คอนเดนเซอร์เพื่อควบแน่นเป็นของเหลว น้ำมันหอมระเหยจะลอยตัวแยกออกจากน้ำและถูกเก็บไว้
5. ทำการกลั่นเป็นเวลา เพื่อให้ได้ผลผลิตที่สูงที่สุด จากนั้นแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากน้ำ และวัดปริมาณน้ำมันที่ได้ (Sabita et al., 2023)

3.4.4 การทดสอบการยับยั้งเชื้อด้วยวิธี Disk diffusion

การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก ด้วยวิธี Disk diffusion มีขั้นตอนดังนี้

1. นำเชื้อแบคทีเรียที่เตรียมไว้ใน blood agar มาปรับความขุ่นให้เท่ากับ McFarland standard No. 0.5 ใน sterile normal saline ด้วยเครื่อง densitometer (ปริมาณเชื้อเท่ากับ 1.5×10^8 CFU/mL)
2. จากนั้น streak เชื้อด้วยวิธี three way swab technique ให้ทั่วผิวหน้า Mueller-Hinton agar
3. หยดน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ 10 μ L ลงบน filter paper disc ขนาด 6 มิลลิเมตร แล้วนำไปวางบน Mueller-Hinton agar โดยมี Gentamicin และ Ciprofloxacin เป็น reference antibiotic
4. Incubate ที่อุณหภูมิ 37°C นาน 18-24 ชั่วโมง แล้ววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ inhibition zone โดยมีหน่วยมิลลิเมตร

5. แปลผล inhibition zone โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ weak activity เมื่อ $6\text{ mm} < \text{inhibition zone} \leq 12\text{ mm}$, moderate activity เมื่อ $12\text{ mm} < \text{inhibition zone} < 20\text{ mm}$ และ strong activity เมื่อ $\text{inhibition zone} \geq 20\text{ mm}$ (Lv et al., 2011) และ inhibition zone ของ disc Gentamicin และ Ciprofloxacin ตามเกณฑ์ CLSI (2025)

3.4.5 การทดสอบการต้านเชื้อด้วยวิธี Broth microdilution

การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก ด้วยวิธี Broth microdilution มีขั้นตอนดังนี้

1. นำแบคทีเรียทดสอบที่มีความขุ่น เท่ากับ McFarland No.0.5 (ปริมาณเชื้อเท่ากับ 1.5×10^8 CFU/mL) มาเจือจางด้วย sterile normal saline แบบ serial 10 - fold dilution 2 ครั้ง จนมีปริมาณเชื้อ เท่ากับ 5×10^5 CFU/mL

2. เติม Cation adjusted Muller-Hinton broth (CAMHB) ลงใน Microplate 96 หลุมที่มีความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้อยู่ในช่วง 0.25 ถึง 32.0 mg/mL จากนั้น เติมแบคทีเรียที่ทำทดสอบ 50 μL ลงในแต่ละหลุม แล้วนำไป Incubate ที่อุณหภูมิ 37°C 18 - 24 ชั่วโมง

3. เติม resazurin 0.015% ปริมาตร 5 μL (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) ลงในแต่ละหลุม แล้ว incubate ในที่มืด 2 ชั่วโมงการเจริญเติบโตของแบคทีเรียสามารถสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงสีของ resazurin (น้ำเงิน-ม่วง) เป็น reduced form (แดง-ไม่มีสี)

4. นำเชื้อในหลุมที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีไป streak บน Mueller-Hinton agar แล้ว incubate ต่อที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง แล้วอ่านผล พบโคโลนี คือ Growth, ไม่พบโคโลนี คือ No growth เพื่อหาค่า MBC คือ ความเข้มข้นต่ำสุดของสารที่สามารถฆ่าเชื้อได้ จากนั้นวิเคราะห์หาค่า การคำนวณ MIC index (MBC/MIC ratio) และแปลผลการออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากเกณฑ์ : bactericidal ; MIC index ≤ 4 ; bacteriostatic, MIC index > 4 ; and resistance, MIC index ≥ 32 (Gatsing et al., 2009)

3.5 การรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

นำเสนอข้อมูลในรูปแบบสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของ Inhibition zone, ค่า MIC, ค่า MBC และค่า MIC index ของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ ต่อเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก 6 สายพันธุ์

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Disk diffusion

การควบคุมคุณภาพการทดสอบใช้เชื้อมาตรฐาน *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 โดยเปรียบเทียบค่า Inhibition zone ของยา Gentamicin และ Ciprofloxacin ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียตามเกณฑ์มาตรฐานของ CLSI ปี 2025 ผลการทดสอบพบว่าค่าที่ได้อยู่ในช่วง Susceptible สำหรับทั้งสองยา แสดงให้เห็นว่าการทดสอบมีความถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือ สามารถใช้ผลดังกล่าวเพื่อยืนยันคุณภาพของการทดลอง และนำไปใช้ในการแปลผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ได้อย่างเหมาะสม

จากการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Disk diffusion ดังแสดงในตารางที่ 4.1 พบว่า น้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้ทุกสายพันธุ์ที่ทดสอบทั้งหมด 6 สายพันธุ์ โดยผลการทดสอบพบว่า *Staphylococcus saprophyticus* อยู่ในช่วง 38.1 - 40.5 มิลลิเมตร ถือว่าอยู่ในระดับ strong activity, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 อยู่ในช่วง 12.5 - 14.9 มิลลิเมตร, *Staphylococcus aureus* อยู่ในช่วง 13.1 - 14.3 มิลลิเมตร และ *Staphylococcus epidermidis* อยู่ในช่วง 16.0 - 18.0 มิลลิเมตร ซึ่งจัดอยู่ในระดับ moderate activity สำหรับเชื้อในกลุ่ม *Enterococcus* spp. ได้แก่ *Enterococcus faecium* อยู่ในช่วง 13.3 - 16.7 มิลลิเมตร ซึ่งจัดอยู่ในระดับ moderate activity และ *Enterococcus faecalis* อยู่ในช่วง 9.5 - 11.9 มิลลิเมตร ซึ่งจัดอยู่ในระดับ weak activity

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Disk diffusion

Bacteria	Inhibition zone (mm)			Zone Diameter Breakpoints of Gentamicin			Zone Diameter Breakpoints of Ciprofloxacin			Activity of Gentamicin	Activity of Ciprofloxacin	Activity of <i>Cymbopogon citratus</i> essential oil
	Gentamicin	Ciprofloxacin	<i>Cymbopogon citratus</i> essential oil	S	I	R	S	I	R			
<i>Staphylococcus</i> ATCC 25923	28.7 ± 1.2	27.7 ± 0.6	13.7 ± 1.2	≥15	13-14	≤12	≥21	16-20	≤15	Susceptible	Susceptible	Moderate
<i>Staphylococcus aureus</i>	27.0 ± 1.7	27.0 ± 1.0	13.7 ± 0.6	≥15	13-14	≤12	≥21	16-20	≤15	Susceptible	Susceptible	Moderate
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	30.0 ± 0.0	33.7 ± 0.6	17.0 ± 1.0	≥15	13-14	≤12	≥21	16-20	≤15	Susceptible	Susceptible	Moderate
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	37.7 ± 0.6	33.3 ± 4.2	39.3 ± 1.2	≥15	13-14	≤12	≥21	16-20	≤15	Susceptible	Susceptible	Strong
<i>Enterococcus faecium</i>	14.7 ± 2.3	6.0 ± 0.0	15.0 ± 1.7	Not done	Not done	Not done	≥21	16-20	≤15	Not done	Resistant	Moderate
<i>Enterococcus faecalis</i>	15.7 ± 1.7	22.3 ± 1.5	10.7 ± 1.2	Not done	Not done	Not done	≥21	16-20	≤15	Not done	Susceptible	Weak

หมายเหตุ

- 1) แสดงผลค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบ 3 ครั้ง
- 2) แปลผลความไวของเชื้อยา gentamicin และ ciprofloxacin ตามเกณฑ์ CLSI 2025
- 3) ผลการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ ตามเกณฑ์ Lv et al., 2011

4.2 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Broth microdilution

จากการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี broth microdilution ดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่า หลอดควบคุมคุณภาพคือ oil control ไม่มีการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย แสดงว่า oil ไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อ และ bacterial control กับ DMSO control มีการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย แสดงว่าเชื้อเจริญได้ดี และ DMSO ที่ใช้ในการทดลองนี้ ไม่มีผลต่อการยับยั้งหรือฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ตามลำดับ สำหรับผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ซึ่งมีความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ ตั้งแต่ 0.25 -32 mg/mL พบว่าค่า MIC ของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้อยู่ในช่วง 4.0 – 10.7 mg/mL โดยยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus saprophyticus* ได้ดีเป็นอันดับ 1 รองลงมา *Enterococcus faecium* เป็นอันดับที่ 2, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 และ *Staphylococcus aureus* เป็นอันดับที่ 3, *Staphylococcus epidermidis* และ *Enterococcus faecalis* เป็นลำดับที่ 4 ค่า MBC ของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้อยู่ในช่วง 5.3 – 10.7 mg/mL โดยฆ่าเชื้อ *Staphylococcus saprophyticus* และ *Enterococcus faecium* ได้ดีเป็นอันดับ 1 รองลงมา ได้แก่ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 เป็นอันดับที่ 2, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* และ *Enterococcus faecalis* เป็นอันดับที่ 4

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Broth microdilution

Bacteria	น้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้			Antibacterial activity
	MIC (mg/mL)	MBC (mg/mL)	MIC index	
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	8.0 ± 0.0	8.0 ± 0.0	1.0	bactericidal
<i>Staphylococcus aureus</i>	8.0 ± 0.0	10.7 ± 4.6	1.3	bactericidal
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	10.7 ± 4.6	10.7 ± 4.6	1.0	bactericidal
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	4.0 ± 0.0	5.3 ± 1.9	1.3	bactericidal
<i>Enterococcus faecium</i>	5.3 ± 1.9	5.3 ± 1.9	1.0	bactericidal
<i>Enterococcus faecalis</i>	10.7 ± 4.6	10.7 ± 4.6	1.0	bactericidal

- หมายเหตุ
- 1) แสดงผลค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบ 3 ครั้ง
 - 2) แปลผลการออกฤทธิ์ด้านแบคทีเรีย ตามเกณฑ์ Gasting et al., 2009

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี disk diffusion พบว่าสามารถยับยั้งเชื้อได้ทุกชนิด (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Enterococcus faecium* และ *Enterococcus faecalis*) โดยส่วนใหญ่มีการออกฤทธิ์แบบ Moderate Activity ได้แก่ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* และ *Enterococcus faecium* รองลงมาออกฤทธิ์แบบ Strong Activity ได้แก่ *Staphylococcus saprophyticus* และออกฤทธิ์แบบ Weak Activity ได้แก่ *Enterococcus faecalis*

จากการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี broth microdilution มีค่า MIC ของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ต่อเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก อยู่ในช่วง 4.0 – 10.7 mg/mL และค่า MBC อยู่ ในช่วง 5.3 – 10.7 mg/mL, จากค่า MIC Index อยู่ในช่วง 1.0 - 1.3 แสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ มีการออกฤทธิ์แบบ Bactericidal ต่อเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกทดสอบทั้ง 6 ชนิด (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Enterococcus faecium* และ *Enterococcus faecalis*)

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษานี้เป็นการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งและฆ่าเชื้อของแบคทีเรียแกรมบวกจากน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ โดยทดสอบในเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก ประกอบไปด้วยเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์มาตรฐาน (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923) และเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกจำนวน 6 สายพันธุ์ ทดสอบด้วยวิธี disk diffusion และ broth microdilution เนื่องจากเป็นวิธีที่ CLSI 2025 แนะนำในการทดสอบความไวของแบคทีเรียต่อสารต้านจุลชีพ

หลักการของการทดสอบวิธี disk diffusion เป็นการหยดสารที่ต้องการทดสอบลงบน filter paper disc แล้ววางบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้เพาะเลี้ยงเชื้อไว้แล้ว ใช้หลักการแพร่ไปในอาหารเลี้ยงเชื้อ ทำให้เกิดการยับยั้งไม่ให้มีการเจริญของเชื้อแบคทีเรียในบริเวณที่สารทดสอบแพร่ไปได้ จะ

ไม่มีการเจริญของเชื้อจึงเห็นเป็นบริเวณใส (clear zone) เกิดขึ้น โดยเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว ให้ผลที่แน่นอนและถูกต้อง

การควบคุมคุณภาพในการทดสอบวิธี disk diffusion ประกอบด้วย ความหนาของ Mueller Hinton agar (MHA) 4 มิลลิเมตร, ขนาดของ filter paper disc 6 มิลลิเมตร และ positive control คือ Gentamicin (CN) และ Ciprofloxacin (CIP) โดยทำกับเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก 6 สายพันธุ์ ซึ่งมี inhibition zone ดังตารางที่ 4.1

ตัวแปรควบคุมในการทดสอบวิธี disk diffusion ประกอบด้วย ปริมาณของเชื้อโดยปรับความขุ่น McFarland standard No. 0.5 (1.5×10^8 CFU/mL) หากใช้เชื้อปริมาณน้อยกว่า 1.5×10^8 CFU/mL ทำให้ผล inhibition zone กว้างขึ้น เกิด false susceptible และหากใช้เชื้อปริมาณมากกว่า 1.5×10^8 CFU/mL ทำให้ผล inhibition zone แคบลง เกิด false resistance (CLSI, 2025)

หลักการของการทดสอบวิธี broth microdilution คือ การทดสอบใน microtiter plate 96 - well โดยทำการเจือจางแบบ 2 - fold serial dilution แล้วเติมเชื้อที่ปรับความขุ่นเท่ากับ McFarland standard No. 0.5 และอ่านผลค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ (MBC) โดยมีข้อดี คือ ใช้เชื้อและสารสกัดปริมาณน้อยสามารถทดสอบได้หลายตัวอย่างหรือหลายความเข้มข้นพร้อมกัน แต่มีความยุ่งยากของขั้นตอน และต้องอาศัยความชำนาญ (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2560)

ตัวแปรควบคุมในการทดสอบวิธี broth microdilution ประกอบด้วย ปริมาณของเชื้อโดยปรับความขุ่น McFarland standard No. 0.5 และทำการเจือจางเชื้อให้ได้ 5×10^5 CFU/mL (CLSI, 2025)

การอ่านผล broth microdilution ใช้ Resazurin เป็น indicator อาศัยการรีดักชันจากเซลล์ที่มีชีวิต โดยสีน้ำเงิน (Resazurin) จะถูกออกซิไดซ์ เป็นรีโซรูฟีน (Resorufin) ที่มีสีชมพู ซึ่งสามารถเกิด false positive ได้จาก สารที่มีคุณสมบัติรีดอกซ์ (Tarnowski et al., 2018) และเกิด false negative ได้จาก ความเข้มข้นของ Resazurin สูง, ปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบน้อยเกินไป (Singh et al., 2014)

การศึกษครั้งนี้ใช้ *Staphylococcus aureus* ATCC25923 เป็นสายพันธุ์ควบคุมตามคำแนะนำของมาตรฐานการทดสอบความไวต่อสารต้านจุลชีพ (CLSI, 2025) เชื้อมีคุณสมบัติเป็น Methicillin - sensitive *Staphylococcus aureus* (MSSA) ที่ไวต่อ ย 1 oxacillin, vancomycin, kanamycin, chloramphenicol, tetracycline, penicillin, streptomycin, erythromycin (Ham et al., 2010)

การใช้ยาควบคุมคุณภาพ คือ Gentamicin (CN) และ Ciprofloxacin (CIP) โดยกลไกของ Gentamicin เป็นยาต้านแบคทีเรียในกลุ่ม aminoglycoside ออกฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน โดยจับกับไรโบโซมที่ซับยูนิต 30S ทำให้เกิดการยับยั้งกระบวนการ translocation ของบริเวณที่ถูกจับด้วยตัวยา ทำให้แบคทีเรียตาย และ Ciprofloxacin (CIP) เป็นยาต้านแบคทีเรียในกลุ่ม Fluoroquinolones ออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ DNA Gyrase และ Topoisomerase IV ส่งผลให้แบคทีเรียไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ทำให้แบคทีเรียตาย (คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย., 2523) จากการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ยา Gentamicin ในการต้านเชื้อ *Staphylococcus* spp. และ Ciprofloxacin ต้านเชื้อ *Staphylococcus* spp. และ *Enterococcus* spp.

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้ 6 ชนิด ได้แก่ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Enterococcus faecium* และ *Enterococcus faecalis* โดยมีค่า Inhibition zone อยู่ในช่วง 10.7 – 39.3 มิลลิเมตร และมีค่า MIC 4.0 – 10.7 mg/mL และค่า MBC อยู่ในช่วง 5.3 – 10.7 mg/mL เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Subramaniam et al., 2020 ศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียกับเชื้อ MRSA, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* พบว่า Inhibition zone อยู่ในช่วง 18 - 20 มิลลิเมตร และงานวิจัยของ Gao et al., 2020 ศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้หอม ต่อเชื้อ *Candida albicans*, *Candida tropicalis* และ *Staphylococcus aureus* แสดงให้เห็นว่า การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีความครอบคลุมในชนิดเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้มากกว่า และสามารถต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกทดสอบได้ทั้ง 6 ชนิด

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ รวมจำนวน 6 สายพันธุ์ แสดงว่าน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ช่วยในการรักษาโรคอาหารเป็นพิษ, การติดเชื้อที่ผิวหนัง, การติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้ควรเพิ่มเชื้อเพื่อให้ครอบคลุมแบคทีเรียแกรมบวกที่ก่อโรคที่สำคัญทั่วโลก เช่น เชื้อที่ก่อให้เกิดโรคคอติบหรือโรคติดเชื้อแบคทีเรียที่ผิวหนังชนิดอื่น และในการใช้สารต้านแบคทีเรียต่อเชื้อกลุ่ม *Enterococcus* หากใช้ยาในกลุ่ม Gentamicin เพียงชนิดเดียว พบว่า มีความแรงไม่พอในการฆ่าเชื้อ และ การใช้กลุ่มยา β -lactam (Ampicillin/Penicillin) พบว่า สามารถฆ่าเชื้อได้ดี (synergistic) กรณีถ้าคือกลุ่มยา β -lactam จะใช้ Vancomycin ร่วมกับ Gentamicin แทน และควรศึกษาการเสริมฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย (Antibacterial synergy test) ของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ โดยวิธี Checkerboard assay ใช้เพื่อประเมินผลของการใช้ยาต้านเชื้อจุลินทรีย์สองชนิดร่วมกัน ทดสอบบน 96 - well microplate (Bellio et al., 2021), ทดสอบ cytotoxicity เพื่อทดสอบความเป็นพิษต่อ human cell lines

ต่าง ๆ เช่น Squamous epithelial cells, Hepatocytes เป็นต้น จากการศึกษาที่ผ่านมารายงานว่า ค่าความเข้มข้นของสารในการยับยั้ง 50% (Half maximal inhibitory concentration, IC50) ของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ต่อ HaCaT cells มีค่า 92.30 µg/mL (Maksimovic et al., 2025) และปริมาณของสารที่ทำให้สัตว์ทดลองตาย 50% (Median lethal dose, LD50) มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ต่อหนูขาวโดยการกิน เท่ากับ 3,250 mg/kg (คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2555)

สารออกฤทธิ์หลักในน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ คือ citral โดยมีกลไกที่น่าจะเป็นไปได้ของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่ ลดการแสดงออกของยีนที่ควบคุมการหลั่งสารพิษ ทำให้ α -toxin ลดลง, ลดการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์กรดไขมัน ทำให้เชื้อสร้างเยื่อหุ้มเซลล์ไม่สมบูรณ์ และลดการแสดงออกของยีนที่มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์ peptidoglycan ซึ่งเป็นโครงสร้างสำคัญของผนังเซลล์ (Gao et al., 2020)

จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า น้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้เหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ด้านแบคทีเรียแกรมบวกในรูปแบบที่เหมาะสม เช่น แคปซูล สำหรับเชื้อ *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Enterococcus faecalis* และ *Enterococcus faecium* สบู่ล้างมือ และยาทา สำหรับเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Staphylococcus epidermidis* เป็นต้น และคาดว่าจะยังสามารถนำน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้มาใช้เป็นผลิตภัณฑ์ด้านเชื้อแบคทีเรียรูปแบบอื่น ๆ ได้อีก

บรรณานุกรม

- กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. (2566). สถานการณ์การติดเชื้อยาต้านจุลชีพระหว่างการติดเชื้อในโรงพยาบาล และการติดเชื้อในชุมชนสำหรับผู้ป่วยที่มีการติดเชื้อในกระแสเลือด โรงพยาบาลนพรัตนราชธานี ปี พ.ศ. 2561-2562. *วารสารกรมการแพทย์*, 48 (2), 30. สืบค้นจาก <https://nrh.nopparat.go.th/research/public/view/pdf/m5.pdf>
- กรมควบคุมโรค. (2565). *แนวทางการเฝ้าระวังและสอบสวนเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แคนนา กราฟฟิค. จาก <https://ddc.moph.go.th/uploads/publish/1541720240307052203.pdf>
- คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. (2561). *การสังเคราะห์และฤทธิ์ด้านแบคทีเรียของสารกลุ่ม 3 - substituted indole และ 2 - substituted pyrrole*. สืบค้น 20 กุมภาพันธ์ 2568, จาก https://buuir.buu.ac.th/bitstream/1234567890/4071/1/2564_246.pdf
- คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2523). *Aminoglycoside*. สืบค้น 20 กุมภาพันธ์ 2568, จาก <https://digital.car.chula.ac.th/cgi/viewcontent.cgi?article=1690&context=tjps>
- คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2564). *ตะไคร้*. สืบค้น 20 กุมภาพันธ์ 2568, จาก [ตะไคร้ – สถานการณ์แพทย์แผนไทยประยุกต์](#)
- คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (2565). *Urinary Tract Infection*. สืบค้น 20 กุมภาพันธ์ 2568, จาก <https://cimjournal.com/nephro-conference/infection-urinary-tract/>
- คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2555). *ตะไคร้*. สืบค้น 20 กุมภาพันธ์ 2568, จาก <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/JBAP/article/download/32245/27533/71746>
- ณัฐฉิณี ชีรกุลกิตติพงศ์, อาลักษณ์ ทิพย์รัตน์, ภัคดี สุขพรสวรรค์, อาณัติ ดีพัฒนา, สมชาติ โชคชัยธรรม, จักริน สุขสวัสดิ์ชน, & มารุต ตั้งวัฒนานุสิพร. (2561). *โครงการ การวิเคราะห์ความไวต่อยาปฏิชีวนะรูปแบบใหม่และมีประสิทธิภาพสูง สำหรับการทดสอบตัวอย่างทางคลินิก ระดับจุลภาคด้วยวิธีการพิสูจน์เอกลักษณ์ภาพดิจิทัล* (มหาวิทยาลัยบูรพา). มหาวิทยาลัยบูรพา. สืบค้น จาก https://buuir.buu.ac.th/xmlui/bitstream/handle/1234567890/3618/2563_106.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- บุษยรัตน์ พันธุ์เครือบุตร. (2545). *การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ*. สืบค้น 5 มีนาคม 2568, จาก <https://www.nectec.or.th/schoolnet/library/create-web/10000/science/10000-6457.html>

- ประภาพร ถ้ำแก้ว, ชญาภรณ์ ศรีณพฤติ, และวัลลภรัตน์ พบศิริ. (2564). การศึกษาการติดเชื้อในกระแสเลือดและความไวต่อยาต้านจุลชีพ ของแบคทีเรียซึ่งแยกจากผู้ป่วยในโรงพยาบาลปทุมธานี ปี พ.ศ. 2556-2561. *วารสารสถาบันบำราศนราดูร*, 15(3), 139–149.
- รายการเชื้อโรคที่ประสงค์ควบคุมตามมาตรา 18. (27 พฤศจิกายน 2561). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่มที่ 135 ตอนที่ 301 ง, หน้า 6-7
- ศุภาวิดา จรรย์ยา. (2563). การแยกสารเนื้อเดียว (สกัดด้วยตัวทำละลาย/ตกผลึก/กลั่น/โครมาโทกราฟี). สืบค้น 24 มีนาคม 2568, จาก <https://www.scimath.org/lesson-chemistry/item/9423-2018-11-14-08-38-39>
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข. (2557.) *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus (MRSA)*. สืบค้น 20 กุมภาพันธ์ 2568, จาก https://nih.dmsc.moph.go.th/data/data/fact_sheet/11_57.pdf
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ. (2557). *ไทยพบเชื้อแบคทีเรียคือยาสูง*. สืบค้น 20 กุมภาพันธ์ 2568, จาก <https://www.thaihealth.or.th/ไทยพบเชื้อแบคทีเรียคือ/>
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ. (2558). *ใช้ภูมิปัญญาไทย “ตะไคร้หอม” ได้ยุ่ง*. สืบค้น 20 กุมภาพันธ์ 2568, จาก [ใช้ภูมิปัญญาไทย “ตะไคร้หอม” ได้ยุ่ง - สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ \(สสส.\)](#)
- Anna, K., Esteban, J., & Jabłońska-Trypuć, A. (2024). Antiviral, Antibacterial, Antifungal, and Anticancer Activity of Plant Materials Derived from *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf Species. *Pharmaceuticals* (Basel, Switzerland), 17(6), 705.
- Aryal, S. (2022). *Staphylococcus epidermidis*. Retrieved 25 February 2025, from <https://microbenotes.com/staphylococcus-epidermidis/>
- Bajaj, M., & Naaz, A. (2023). *A Review on Lemongrass Essential Oil—A Blessing to Human Being*. ISSN:2320-2882, Volume.11, Issue 12, pp.e393-e409.
- Bellio, P., Fagnani, L., Nazzicone, L., & Celenza, G. (2021). New and simplified method for drug combination studies by checkerboard assay. *MethodsX*, 8, 101543.
- Botanicessence. (2023). *Pure Essential Oils*. Retrieved 20 February 2025, from [Pure Essential Oil - Knowledge](#)
- Bui, T., Patel, P., & Preuss, C. V. (2025). *Cephalosporins*. In StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. สืบค้น จาก <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551517/>

- Chaves, B. J., & Tadi, P. (2025). Gentamicin. ใน *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. สืบค้น จาก <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557550/>
- Chaves-Quirós, C., Usuga-Usuga, J.-S., Morales-Uchima, S.-M., Tofiño-Rivera, A.-P., Tobón-Arroyave, S.-I., & Martínez-Pabón, M.-C. (2020). Assessment of cytotoxic and antimicrobial activities of two components of *Cymbopogon citratus* essential oil. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 12(8), e749–e754.
- Chedia, A., Jouini, A., Maaroufi, K., & Maaroufi, A. (2024). Antibacterial Effect of Eight Essential Oils against Bacteria Implicated in Bovine Mastitis and Characterization of Primary Action Mode of Thymus capitatus Essential Oil. *Antibiotics* (Basel, Switzerland), 13(3), 237.
- Chompinn. (2563). *วิธีการกลั่นและสกัดน้ำมันหอมระเหย*. สืบค้น 12 เมษายน 2568, จาก [วิธีการกลั่นและสกัดน้ำมันหอมระเหย - Chompinn](#)
- Chopra, I., & Roberts, M. (2001). Tetracycline Antibiotics: Mode of Action, Applications, Molecular Biology, and Epidemiology of Bacterial Resistance. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 65(2), 232–260.
- CLSI M100: Performance standards for antimicrobial. 35th edition. (2025). S.I.: CLINICAL AND LABORATORY.
- Conversant. (2568). *Extraction Machine*. Retrieved 20 February 2568, from <https://www.conversant.co.th/herbalproduct>
- Dahal, P. (2023). *Enterococcus faecalis: A Comprehensive Guide*. Retrieved 25 February 2025, from <https://microbenotes.com/enterococcus-faecalis-overview/>
- Dai, J., Bai, M., Li, C., San Cheang, W., Cui, H., & Lin, L. (2023). Antibacterial properties of citral against *Staphylococcus aureus*: From membrane damage to metabolic inhibition. *Food Bioscience*, 53, 102770. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102770>
- Dangol, S., Poudel, D. K., Ojha, P. K., Maharjan, S., Poudel, A., Satyal, R., ... Setzer, W. N. (2023). Essential Oil Composition Analysis of *Cymbopogon* Species from Eastern Nepal by GC-MS and Chiral GC-MS, and Antimicrobial Activity of Some Major Compounds. *Molecules* (Basel, Switzerland), 28(2), 543.
- de Oliveira Alencar, D. D., de Souza, E. L., da Cruz Almeida, E. T., da Silva, A. L., Oliveira, H. M. L., & Cavalcanti, M. T. (2022). Microencapsulation of *Cymbopogon citratus* D.C. Stapf

Essential Oil with Spray Drying: Development, Characterization, and Antioxidant and Antibacterial Activities. *Foods (Basel, Switzerland)*, 11(8), 1111.

de Melo, A. M., Barbi, R. C. T., Chaves Almeida, F. L., de Souza, W. F. C., de Melo Cavalcante, A. M., de Souza, H. J. B., ... de Sousa, S. (2022). Effect of Microencapsulation on Chemical Composition and Antimicrobial, Antioxidant and Cytotoxic Properties of Lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*) Essential Oil. *Food Technology and Biotechnology*, 60(3), 386–395.

Deborah Weatherspoon. (2022). *Understanding Bacteria: What It Is and How It Affects You*. Retrieved 22 February 2025, from <https://www.healthline.com/health/bacteria>

Denise, O., de Souza, E. L., da Cruz Almeida, E. T., da Silva, A. L., Oliveira, H. M. L., & Cavalcanti, M. T. (2022). Microencapsulation of *Cymbopogon citratus* D.C. Stapf Essential Oil with Spray Drying: Development, Characterization, and Antioxidant and Antibacterial Activities. *Foods (Basel, Switzerland)*, 11(8), 1111.

Fouad H. Kamel & Sanaria Fawzi Jarjes. (2015). *Essentials of Bacteriology and Immunology*. Retrieved 25 February 2025, from https://www.researchgate.net/figure/Gram-stain-of-Saureus_fig4_290911856

Gao, S., Liu, G., Li, J., Chen, J., Li, L., Li, Z., ... Zhang, S. (2020). Antimicrobial Activity of Lemongrass Essential Oil (*Cymbopogon flexuosus*) and Its Active Component Citral Against Dual-Species Biofilms of *Staphylococcus aureus* and *Candida* Species. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 10, 603858.

Gatsing, D., Tchakoute, V., Ngamga, D., Kuiaite, J.-R., Tamokou, J. D. D., Nji-Nkah, B. F., ... Fodouop, S. P. C. (2009). In Vitro Antibacterial Activity of *Crinum Purpurascens* Herb. Leaf Extract Against the *Salmonella* Species Causing Typhoid Fever and Its Toxicological Evaluation. *Iranian Journal of Medical Sciences*, 34(2), 126–136.

Gutiérrez-Pacheco, M. M., Torres-Moreno, H., Flores-Lopez, M. L., Velázquez Guadarrama, N., Ayala-Zavala, J. F., Ortega-Ramírez, L. A., & López-Romero, J. C. (2023). Mechanisms and Applications of Citral's Antimicrobial Properties in Food Preservation and Pharmaceuticals Formulations. *Antibiotics*, 12(11), 1608.

Ham, J.-S., Lee, S.-G., Jeong, S.-G., Oh, M.-H., Kim, D.-H., Lee, T., ... Kim, H. (2010). Powerful Usage of Phylogenetically Diverse *Staphylococcus aureus* Control Strains for Detecting

- Multidrug Resistance Genes in Transcriptomics Studies. *Molecules and Cells*, 30(1), 71–76.
- Jennifer Sabour. (2024). *What Is Enterococcus Faecalis (E. faecalis)? Causes and Treatment*. Retrieved 21 February 2025, from <https://www.verywellhealth.com/enterococcus-faecalis-5219779>
- Kazemi, A., Iraj, A., Esmaealzadeh, N., Salehi, M., & Hashempur, M. H. (2025). Peppermint and menthol: A review on their biochemistry, pharmacological activities, clinical applications, and safety considerations. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 65(8), 1553–1578.
- Kiełtyka-Dadasiewicz, A., Esteban, J., & Jabłońska-Trypuć, A. (2024). Antiviral, Antibacterial, Antifungal, and Anticancer Activity of Plant Materials Derived from *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf Species. *Pharmaceuticals (Basel, Switzerland)*, 17(6), 705.
- Kristeen Cherney. (2022). *Understanding Bacteria: What It Is and How It Affects you*. Retrieved 22 February 2025, from <https://www.healthline.com/health/bacteria>
- Lv, F., Liang, H., Yuan, Q., & Li, C. (2011). In vitro antimicrobial effects and mechanism of action of selected plant essential oil combinations against four food-related microorganisms. *Food Research International*, 44(9), 3057–3064.
- Maćzka, W., Duda-Madej, A., Grabarczyk, M., & Wińska, K. (2022). Natural Compounds in the Battle against Microorganisms-Linalool. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 27(20), 6928.
- Maćzka, W., Wińska, K., & Grabarczyk, M. (2020). One Hundred Faces of Geraniol. *Molecules*, 25(14), 3303.
- Maksimović, T., Minda, D., Șoica, C., Mioc, A., Mioc, M., Colibășanu, D., ... Gogulescu, A. (2025). Anticancer Potential of *Cymbopogon citratus* L. Essential Oil: In Vitro and In Silico Insights into Mitochondrial Dysfunction and Cytotoxicity in Cancer Cells. *Plants (Basel, Switzerland)*, 14(9), 1341. <https://doi.org/10.3390/plants14091341>
- Microchemical Laboratory. (2024) *Enterococcus faecium*. Retrieved 25 February 2025, from <https://microchemlab.com/microorganisms/enterococcus-faecium/>
- National Center for Biotechnology Information (2025). *PubChem Compound Summary for CID 887, Methanol*. Retrieved 22 February 2025, from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Methanol>

- Nishimura, S., Matsuyama, S., & Yamamoto, K. (2020). *Staphylococcus saprophyticus* native valve endocarditis possibly originating from the lower gastrointestinal tract. *IDCases*, 19, e00713.
- Oreopoulou, A., Tsimogiannis, D., & Oreopoulou, V. (2019). Chapter 15 - Extraction of Polyphenols From Aromatic and Medicinal Plants: An Overview of the Methods and the Effect of Extraction Parameters. ใน R. R. Watson (Ed.), *Polyphenols in Plants (Second Edition)* (p. 243–259). Academic Press.
- Otto, M. (2009). *Staphylococcus epidermidis* – the “accidental” pathogen. *Nature reviews. Microbiology*, 7(8), 555–567.
- Patel, P. H., & Hashmi, M. F. (2025). *Macrolides*. ใน StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. สืบค้น จาก <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551495/>
- Rhimi, W., Mohammed, M. A., Zarea, A. A. K., Greco, G., Tempesta, M., Otranto, D., & Cafarchia, C. (2022). Antifungal, Antioxidant and Antibiofilm Activities of Essential Oils of *Cymbopogon* spp. *Antibiotics* (Basel, Switzerland), 11(6), 829.
- Regina Bailey. (2024). *Bacteria Shapes*. Retrieved 21 February 2025, from <https://www.thoughtco.com/bacteria-shapes-373278>
- Regina Bailey. (2025). *Gram Positive vs. Gram Negative Bacteria*. Retrieved 20 February 2025, from <https://www.thoughtco.com/gram-positive-gram-negative-bacteria-4174239>
- Sabour, J. (2024). *What Is Enterococcus Faecalis?*. Retrieved 25 February 2025, from Verywell Health website: <https://www.verywellhealth.com/enterococcus-faecalis-5219779>
- Sabita, D., Poudel, D. K., Ojha, P. K., Maharjan, S., Poudel, A., Satyal, R., ... Setzer, W. N. (2023). Essential Oil Composition Analysis of *Cymbopogon* Species from Eastern Nepal by GC-MS and Chiral GC-MS, and Antimicrobial Activity of Some Major Compounds. *Molecules* (Basel, Switzerland), 28(2), 543.
- Sagar Aryal. (2022). *Staphylococcus epidermidis- An Overview*. Retrieved 25 February 2025, from <https://microbenotes.com/staphylococcus-epidermidis/>
- Sagar Aryal. (2023). *Enterococcus faecalis: A Comprehensive Guide*. Retrieved 25 February 2025, from <https://microbenotes.com/enterococcus-faecalis-overview/>
- Sagar Aryal. (2024). *Classification of Bacteria*. Retrieved 25 February 2025, from <https://microbenotes.com/classification-of-bacteria/>

- Santhana Lakshmi, V., Ranjani, S., & Hemalatha, S. (2023). Anti-bacterial activity of *Cymbopogon citratus* nanoparticles against *Vibrio* species infecting aquatic organisms. *Aquatic Toxicology (Amsterdam, Netherlands)*, 260, 106583.
- SciMath. (2558). อาหารเป็นพิษ...เกิดจากเชื้ออะไร?? สืบค้น 20 กุมภาพันธ์ 2568, จาก <https://www.scimath.org/article-biology/item/4751-11027>
- Severn, M. M., & Horswill, A. R. (2023). *Staphylococcus epidermidis* and its dual lifestyle in skin health and infection. *Nature Reviews. Microbiology*, 21(2), 97–111. <https://doi.org/10.1038/s41579-022-00780-3>
- Shah, G., Shri, R., Panchal, V., Sharma, N., Singh, B., & Mann, A. S. (2011). Scientific basis for the therapeutic use of *Cymbopogon citratus*, stapf (Lemon grass). *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*, 2(1), 3–8.
- Singh, C. (2014). Antioxidant and Antibacterial Activity of Field Grown and Tissue Cultured Root Callus of Mangrove Species. *European Journal of Medicinal Plants*, 4(6), 723–742.
- Siriwantruketrongsite. (2559). วิธีการผลิต การสกัด น้ำมันหอมระเหย. สืบค้น 12 เมษายน 2568, จาก [วิธีการผลิต การสกัด น้ำมันหอมระเหย \(Essential Oils\) |](#)
- Subramaniam, G., Yew, X. Y., & Sivasamugham, L. A. (2020). Antibacterial activity of *Cymbopogon citratus* against clinically important bacteria. *South African Journal of Chemical Engineering*, 34, 26–30.
- Tarnowski, M., Barozet, A., Johansson, C., Eriksson, P.-O., Engkvist, O., Walsh, J., & Nissink, J. W. M. (2018). Utility of Resazurin, Horseradish Peroxidase, and NMR Assays to Identify Redox-Related False-Positive Behavior in High-Throughput Screens. *Assay and Drug Development Technologies*, 16(3), 171–191.
- Tatiana Zanin. (2024). *Lemongrass: 11 Health Benefits, How to Use & Side Effects*. Retrieved 10 May 2025, from <https://www.tuasaude.com/en/lemon-grass/>
- Tonan Asia. (2562). บทความ Gram Staining การย้อมสีแกรม. สืบค้น 20 กุมภาพันธ์ 2568, จาก <https://www.tonanasia.com/gram-staining/>
- Treangen, T. J., Maybank, R. A., Enke, S., Friss, M. B., Diviak, L. F., Karaolis, D. K. R., ... Rosovitz, M. J. (2014). Complete Genome Sequence of the Quality Control Strain *Staphylococcus aureus* subsp. *Aureus* ATCC 25923. *Genome Announcements*, 2(6), e01110-14.

- Ulanowska, M., & Olas, B. (2021). Biological Properties and Prospects for the Application of Eugenol—A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(7), 3671.
- Venkataraman, R., Yadav, U., Shivalingegowda, R. K., & Shrestha, Y. (2023). Vaccination strategies to combat nosocomial infections. *Vacunas (English Edition)*, 24(1), 60–67.
- Yang, Y. & Hu, B. (2014). 21 - Bio-based chemicals from biorefining: lipid and wax conversion and utilization. Retrieved 22 February 2025, from [Bio-based chemicals from biorefining: lipid and wax conversion and utilization - ScienceDirect](#)
- Yip, D. W., & Gerriets, V. (2025). Penicillin. ใน *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. สืบค้น จาก <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554560/>
- Zhu, Q., Yue, Y., Zhu, L., Cui, J., Zhu, M., Chen, L., ... Liang, Z. (2018). Epidemiology and microbiology of Gram-positive bloodstream infections in a tertiary-care hospital in Beijing, China: A 6-year retrospective study. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 7, 107.

ภาคผนวก ก

รายละเอียดการเตรียมสารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

การเตรียมสารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

5% DMSO (1 mL)

Cation adjusted MHB	950 μ L
DMSO (Merck KGaA, Germany)	50 μ L

เตรียมส่วนผสมดังกล่าวใส่ eppendorf ที่ผ่านการ sterile แล้ว จากนั้นผสมกันด้วย vortex mixer

การเตรียม Mueller hinton agar (800 mL)

Mueller hinton agar (OXOID, United Kingdom)	30.4 g
DW	800 mL

ทำการเตรียม DW และ MHA แล้วผสมให้ MHA ละลาย จากนั้นนำไป sterile ด้วยเครื่อง autoclave จากนั้นรอให้อุณหภูมิของ MHA อยู่ประมาณ 45 -50°C แล้วเทลงใน petri dish รอให้ MHA แข็งตัวแล้วเก็บเข้าตู้เย็น

การเตรียม Cation adjusted mueller hinton Broth (400 mL)

Mueller hinton agar (Becton, USA)	8.4 g
DW	400 mL
Calcium	860 μ L
Magnesium	620 μ L

ทำการเตรียม DW และ MHB แล้วผสมให้ MHB ละลาย จากนั้นนำไป sterile ด้วยเครื่อง autoclave จากนั้นก่อนที่จะใช้ในการทดสอบ ใส่ Calcium และ Magnesium ลงไปแล้วผสมให้เข้ากัน

การเตรียม Blood agar (800 mL)

Tryptone Soya Agar (HIMEDIA, India)	32 g
-------------------------------------	------

DW	800 mL
Agar	4 g

ทำการเตรียม DW และ TSA แล้วผสมให้ TSA ละลายจากนั้นนำไป sterile ด้วยเครื่อง autoclave จากนั้นรอให้อุณหภูมิของ TSA อยู่ประมาณ 45 - 50°C ทำการเติมเลือดลงไป 5% แล้วเทลงใน petri dish รอให้ MHA แข็งตัวแล้วเก็บเข้าตู้เย็น

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ภาคผนวก ข

ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียแกรมบวกของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้

ตารางที่ 1 ผลการออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้

No.	Bacteria	ครั้งที่	ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้								MIC (mg/mL)	Mean±SD (mg/mL)
			32	16	8	4	2	1	0.5	0.25		
1	<i>Staphylococcus</i>	1	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	8.00±0
	<i>aureus</i> ATCC	2	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	
	25923	3	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	
2	<i>Staphylococcus</i>	1	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	8.00±0
	<i>aureus</i>	2	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	
		3	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	
3	<i>Staphylococcus</i>	1	NG	NG	G	G	G	G	G	G	16	10.67±4.62
	<i>epidermidis</i>	2	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	
		3	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	
4	<i>Staphylococcus</i>	1	NG	NG	NG	NG	G	G	G	G	4	4.00±0
	<i>saprophyticus</i>	2	NG	NG	NG	NG	G	G	G	G	4	
		3	NG	NG	NG	NG	G	G	G	G	4	

ตารางที่ 1 ผลการออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ (ต่อ)

No.	Bacteria	ครั้งที่	ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้								MIC (mg/mL)	Mean±SD (mg/mL)
			32	16	8	4	2	1	0.5	0.25		
5	<i>Enterococcus faecium</i>	1	NG	NG	NG	NG	G	G	G	G	4	5.33±1.89
		2	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	
		3	NG	NG	NG	NG	G	G	G	G	4	
6	<i>Enterococcus faecalis</i>	1	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	10.67±4.62
		2	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	
		3	NG	NG	G	G	G	G	G	G	16	

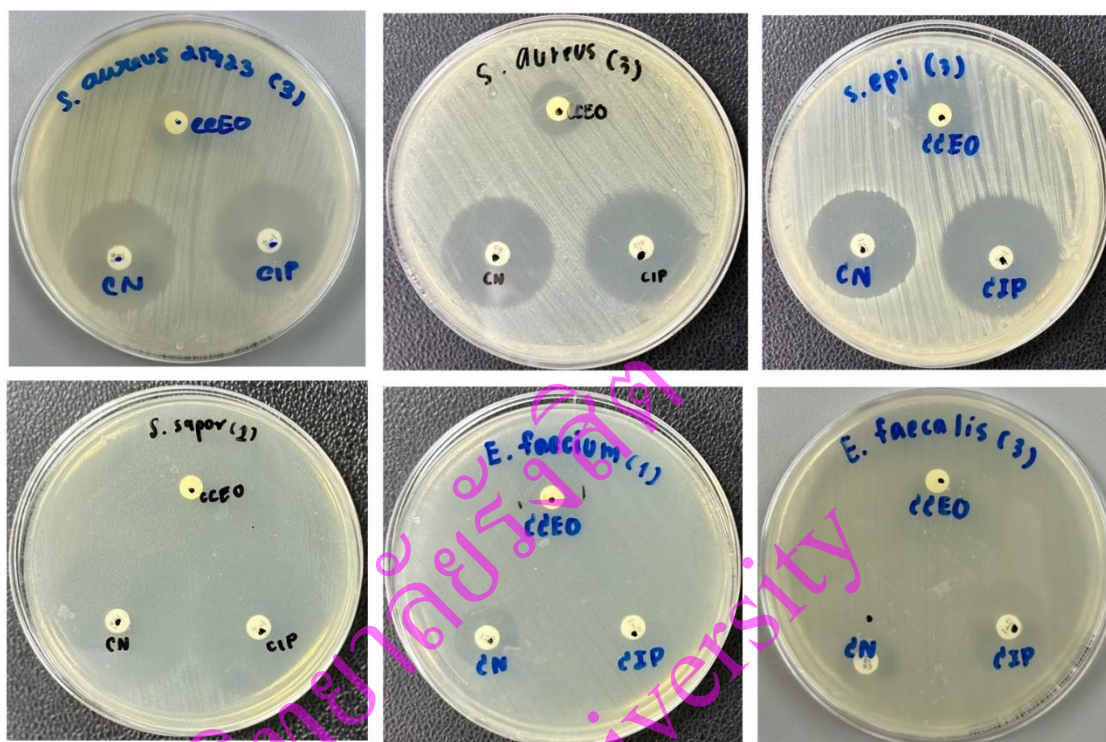
ตารางที่ 2 ผลการออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้

No.	Bacteria	ครั้งที่	ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้								MBC (mg/mL)	Mean±SD (mg/mL)
			32	16	8	4	2	1	0.5	0.25		
1	<i>Staphylococcus</i>	1	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	8.00±0
	<i>aureus</i> ATCC	2	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	
	25923	3	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	
2	<i>Staphylococcus</i>	1	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	10.67±4.62
	<i>aureus</i>	2	NG	NG	G	G	G	G	G	G	16	
		3	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	
3	<i>Staphylococcus</i>	1	NG	NG	G	G	G	G	G	G	16	10.67±4.62
	<i>epidermidis</i>	2	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	
		3	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	
4	<i>Staphylococcus</i>	1	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	5.33±1.89
	<i>saprophyticus</i>	2	NG	NG	NG	NG	G	G	G	G	4	
		3	NG	NG	NG	NG	G	G	G	G	4	
5	<i>Enterococcus</i>	1	NG	NG	NG	NG	G	G	G	G	4	5.33±1.89
	<i>faecium</i>	2	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	
		3	NG	NG	NG	NG	G	G	G	G	4	

ตารางที่ 2 ผลการออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ (ต่อ)

No.	Bacteria	ครั้งที่	ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้								MBC (mg/mL)	Mean±SD (mg/mL)
			32	16	8	4	2	1	0.5	0.25		
6	<i>Enterococcus</i>	1	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	10.67±4.62
	<i>faecalis</i>	2	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	8	
		3	NG	NG	G	G	G	G	G	G	16	

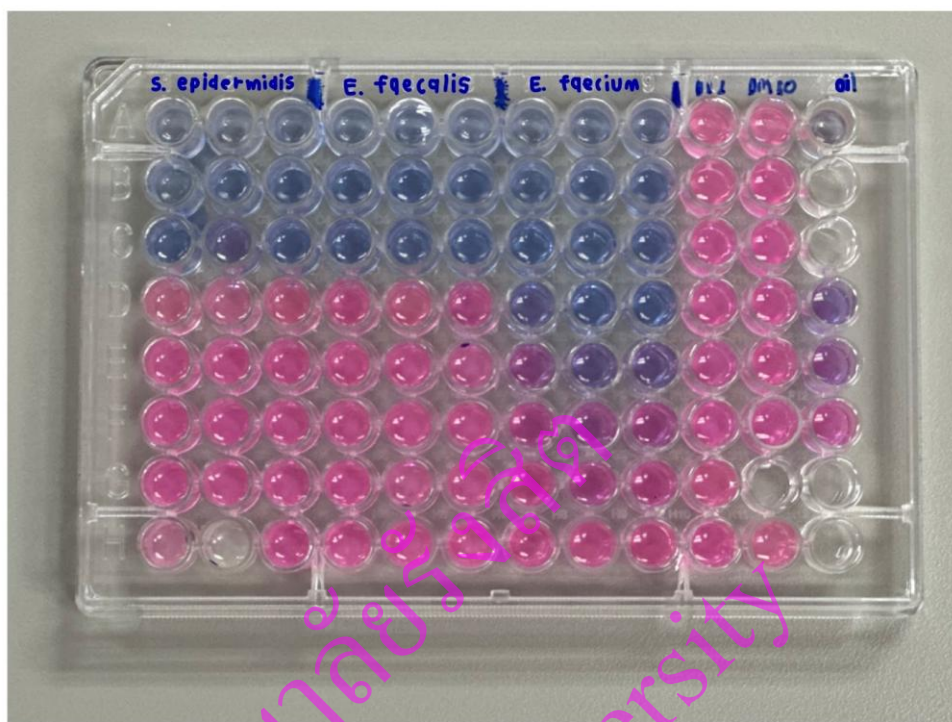
ภาคผนวก ค
รูปแสดงผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกของน้ำมันหอมระเหยสกัดจาก
ตะไคร้



รูปที่ 1 การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ ด้วยวิธี disk diffusion โดยมี disk ทดสอบคือ *Cymbopogon citratus* essential oil (CCEO), positive control คือ Gentamicin (CN), Ciprofloxacin (CIP)



รูปที่ 2 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ ด้วยวิธี broth microdilution



รูปที่ 3 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกของน้ำมันหอมระเหยสกัดจากตะไคร้ ด้วยวิธี broth microdilution

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	ชินวรินทร์ ชัยยืน
วัน เดือน ปี	18 กุมภาพันธ์ 2545
สถานที่เกิด	พัทลุง
ที่อยู่ปัจจุบัน	52/173 ซอยเอกประจิม 2 หมู่ 7 ตำบล หลักหก อำเภอเมือง ปทุมธานี ปทุมธานี 12000
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2561 จากโรงเรียนพัทลุง จังหวัดพัทลุง สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2564 จากโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช
ปัจจุบัน	นักศึกษาเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยรังสิต

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	พรหมพนิดา แจ่มใส
วัน เดือน ปี	11 กุมภาพันธ์ 2547
สถานที่เกิด	ประจวบคีรีขันธ์
ที่อยู่ปัจจุบัน	52/207 ซอยเอกประจิม 2/2 หมู่ที่ 7 ตำบลหลักหก อำเภอเมือง ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี 12000
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2562 จากโรงเรียนอรุณวิทยา จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2565 จากโรงเรียนพรหมานุสรณ์ จังหวัดเพชรบุรี
ปัจจุบัน	นักศึกษาเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยรังสิต

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	ภัคพร ศรีวัฒนาเจริญ
วัน เดือน ปี	24 กุมภาพันธ์ 2547
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่ปัจจุบัน	101/6 หมู่ที่ 7 ซอย เอกประจิม 2/2 ตำบลหลักหก อำเภอเมือง ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี 12000
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2562 จากโรงเรียนเซนต์หลุยส์ จังหวัดฉะเชิงเทรา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2565 จากโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา
ปัจจุบัน	นักศึกษาเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยรังสิต

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	มุกิตา ศูนย์ดำรงค์
วัน เดือน ปี	14 กันยายน 2545
สถานที่เกิด	สมุทรปราการ
ที่อยู่ปัจจุบัน	18/55 หมู่ 3 ตำบลบางเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10270
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2561 จากโรงเรียนเทพศิรินทร์สมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2564 จากโรงเรียนเทพศิรินทร์สมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ
ปัจจุบัน	นักศึกษาเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยรังสิต

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	ศศิธร ประเคนรี
วัน เดือน ปี	16 พฤษภาคม 2547
สถานที่เกิด	นนทบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	23 ซอยเปรมฤทัย 23/5 หมู่ 2 ตำบลท่าทราย อำเภอเมือง จังหวัด นนทบุรี 11000
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2562 จากโรงเรียนชลประทานวิทยา จังหวัดนนทบุรี สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2565 จากโรงเรียนชลประทานวิทยา จังหวัดนนทบุรี
ปัจจุบัน	นักศึกษาเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยรังสิต

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	หทัยภัทร กุลละวณิชย์
วัน เดือน ปี	3 กุมภาพันธ์ 2546
สถานที่เกิด	ฉะเชิงเทรา
ที่อยู่ปัจจุบัน	3 หมู่ 1 ตำบลลาดขวาง อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา 24140
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2562 จากโรงเรียนเซนต์หลุยส์ จังหวัดฉะเชิงเทรา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2565 จากโรงเรียนเซนต์หลุยส์ จังหวัดฉะเชิงเทรา
ปัจจุบัน	นักศึกษาเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยรังสิต