KOCH CHA SARN JOURNAL OF SCIENCE
Vol. 47 (2); July-December (2025), pp. 20-29
https://science.srru.ac.th/kochasarn

Research Article

Development of Antibacterial Microemulsions from Ajowan Oil

การพัฒนาแอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณี

ประภาพร บุญมี[1*], ชนาภา ธนอัศวพล[1], นวพร โชติพินทุ[1]
Prapaporn Boonme[1*], Chanapa Thanausawapol[1], Navaporn Chotipintu[1]
[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90112
[1]Department of Pharmaceutical Technology, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Prince of Songkla University, Songkhla, 90112

Article Info

Received 15 May 2025

Revised 22 December 2025

Accepted 23 December 2025

Abstract

Acne and body odor caused by bacteria disturb persons' confidence in daily life. Therefore, cosmetics containing an antibacterial agent are one option for solving these problems. This research aimed to develop antibacterial microemulsions using ajowan oil as an oil phase and an active ingredient. A mixture of water and polyethylene glycol 400 in a ratio of 1:1 was used as an aqueous phase. In addition, a mixture of Tween-80 and propylene glycol in 3 different ratios, including 1:1, 2:1 and 3:1, was used as a surfactant mixture. Microemulsion regions from 3 systems were obtained. Then, two formulations from each system were prepared to obtain 6 formulations. The prepared formulations were investigated physical properties and stability when being stored under normal condition at ambient temperature for 60 days. Additionally, antibacterial activity against *Staphylococcus aureus* was evaluated. In the physical property tests, the results showed that all formulations were transparent yellow liquids and they were oil-in-water microemulsions. During the storage of 60 days, their pH values were 6.74 to 7.43 which is in an acceptable range for skin-care cosmetics. They had Newtonian flow. Their viscosity values implied for ease of skin application. Data of quantitative analysis of ajowan oil using UV-visible spectroscopy technique at the wavelength of 275 nanometers exhibited that all formulations were chemically stable. The selected formulations for studying the antibacterial activity could present inhibition zones. Therefore, antibacterial microemulsions from ajowan oil had potential for use as anti-acne and deodorant cosmetics.

Keywords: Ajowan oil, Microemulsion, Bacteria, Acne, Body odor

*Corresponding Author. Email: prapaporn@pharmacy.psu.ac.th

บทคัดย่อ

สิวและกลิ่นกายซึ่งเกิดจากเชื้อแบคทีเรียรบกวนความมั่นใจในการใช้ชีวิตประจำวัน ดังนั้น เครื่องสำอางที่มีสารยับยั้งแบคทีเรียจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันโดยใช้น้ำมันเทียนเยาวพาณีเป็นวัฏภาคน้ำมันและสารสำคัญ ของผสมระหว่างน้ำกับพอลิเอทิลีนไกลคอล 400 ในอัตราส่วน 1:1 เป็นวัฏภาคน้ำ นอกจากนี้ ของผสมระหว่างทวีน-80 กับโพรพิลีนไกลคอล ใน 3 อัตราส่วนที่แตกต่างกัน คือ 1:1 2:1 และ 3:1 เป็นสารลดแรงตึงผิวผสม ส่งผลให้ได้พื้นที่ไมโครอิมัลชัน 3 ระบบ จากนั้นเตรียมสองตำรับจากแต่ละระบบ รวมเป็น 6 ตำรับ ศึกษาสมบัติทางกายภาพและความคงตัวของตำรับที่เตรียมได้เมื่อเก็บภายใต้สภาวะปกติที่อุณหภูมิโดยรอบ นาน 60 วัน รวมถึงศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อสแตปฟิโลคอคคัสออเรียส ในการศึกษาสมบัติทางกายภาพ ผลที่ได้พบว่าทุกตำรับมีลักษณะเป็นของเหลวใส สีเหลือง และเป็นไมโครอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ ในระหว่างการเก็บนาน 60 วัน ตำรับมีความเป็นกรด-ด่าง 6.74 ถึง 7.43 ซึ่งอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ในเครื่องสำอางสำหรับผิวพรรณ ไหลแบบนิวโตเนียน ค่าความหนืดแสดงนัยยะถึงความง่ายในการทาผิวหนัง ผลการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำมันเทียนเยาวพาณีด้วยเทคนิคอัลตราไวโอเลตและวิสิเบิลสเปกโทรสโคปีที่ความยาวคลื่น 275 นาโนเมตร พบว่าทุกตำรับคงตัวทางเคมี และตำรับที่เลือกไปศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียสามารถแสดงพื้นที่ยับยั้งเชื้อ ดังนั้น แอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณีจึงมีแนวโน้มในการใช้เป็นเครื่องสำอางแอนตี้แอคเน่และระงับกลิ่นกาย

คำสำคัญ: น้ำมันเทียนเยาวพาณี, ไมโครอิมัลชัน, แบคทีเรีย, สิว, กลิ่นกาย

1. บทนำ

แบคทีเรียหลายชนิดก่อให้เกิดปัญหาต่อผิวหนัง เช่น สิวและกลิ่นกายที่บริเวณต่างๆ โดยบริเวณที่พบสิว ได้แก่ ใบหน้า หน้าอก หลังด้านบน และแขนด้านบน [1] ส่วนกลิ่นกายที่เหม็นฉุน (malodor) มักพบที่รักแร้และเท้า [2] ซึ่งปัญหาเหล่านี้พบได้ในทุกเพศและทุกช่วงวัย ส่งผลรบกวนความมั่นใจในการใช้ชีวิตประจำวันและการเข้าสังคม ในกรณีที่อาการไม่รุนแรง คนส่วนใหญ่มักเลือกใช้เครื่องสำอางที่ผสมสารซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (antibacterial activity) เพื่อลดความรุนแรงของปัญหาดังกล่าว Grand View Research รายงานว่าเครื่องสำอางแอนตี้แอคเน่ (anti-acne cosmetics) มีมูลค่า 5.2 พันล้านเหรียญสหรัฐ (USD Billion) ใน ค.ศ. 2024 และคาดว่าในช่วง ค.ศ. 2025-2030 จะมีมูลค่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.4 [3] ส่วนเครื่องสำอางที่จัดเป็นระบบควบคุมกลิ่น (odor control system) มีมูลค่า 5.7 พันล้านเหรียญสหรัฐใน ค.ศ. 2024 และคาดว่าในช่วง ค.ศ. 2025-2030 จะมีมูลค่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.9 [4] นอกจากนี้ เครื่องสำอางที่มีสารจากธรรมชาติเป็นส่วนประกอบหลักได้รับความนิยมจากผู้บริโภค

น้ำมันเทียนเยาวพาณี (ajowan oil หรือ ajwain oil) เป็นน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเทียนเยาวพาณี (*Trachyspermum ammi*) ซึ่งมีรายงานการวิจัยว่าประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีหลายชนิดที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลชีพและต้านอนุมูลอิสระ โดยองค์ประกอบหลักในน้ำมันเทียนเยาวพาณี คือ thymol [5-7] นอกจากนี้ องค์ประกอบรอง ได้แก่ oleic acid, linoleic acid, γ-terpinene, *p*-cymene, palmitic acid และ xylene [5] อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบรองในน้ำมันเทียนเยาวพาณีจากแหล่งที่มาต่างกัน มีความแตกต่างกัน [6] รายงานการศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *Propionibacterium acnes* (ปัจจุบันเปลี่ยนชื่อเป็น *Cutibacterium acnes*) ของสมุนไพร 5 ชนิด คือ เทียนตาตั๊กแตน เทียนขาว เทียนเยาวพาณี มะแขว่น และหอมแดง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากเทียนเยาวพาณี มีฤทธิ์ดีที่สุด [8] น้ำมันเทียนเยาวพาณียังได้รับการยืนยันว่ามีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลชีพหลายชนิดที่ส่งผลเสียต่อสุขภาพผิวพรรณและหนังศีรษะ เช่น *Candida albicans, Malassezia furfur, Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermidis* เป็นต้น [9] จากรายงานก่อนหน้านี้พบว่าองค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันเทียนเยาวพาณีที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียสูง คือ thymol ซึ่งรบกวนความสมบูรณ์ของผนังเซลล์แบคทีเรียส่งผลให้เชื้อตาย [10] น้ำมันเทียนเยาวพาณีจึงมีความน่าสนใจในการนำไปพัฒนาเป็นเครื่องสำอางแอนตี้แบคทีเรีย โดยมีการศึกษาในรูปเจลแต้มสิว [11] และสบู่ [12] อย่างไรก็ตาม การพัฒนาตำรับเครื่องสำอางโดยใช้น้ำมันเทียนเยาวพาณีเป็นสารสำคัญให้อยู่ในรูปแบบใหม่ๆ จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพเชิงประจักษ์และตอบสนองต่อความพึงพอใจในการใช้ของผู้บริโภค

ไมโครอิมัลชันเป็นรูปแบบตำรับหนึ่งที่ได้รับความน่าสนใจในการพัฒนาเภสัชภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางสำหรับใช้ทางผิวหนัง เนื่องจากมีข้อดีหลายประการ เช่น มีลักษณะเป็นของเหลวใสซึ่งดูน่าใช้และแผ่กระจายบนบริเวณผิวหนังที่ทาได้ดี ผลิตได้ง่ายด้วยการผสมส่วนประกอบต่างๆ ในชนิดและปริมาณซึ่งอยู่ภายในพื้นที่ไมโครอิมัลชัน (microemulsion region) ของแผนภาพวัฏภาคไตรภาค-เทียม (pseudoternary phase diagram) เข้าด้วยกันด้วยการผสมธรรมดา (simple mixing) โดยไม่ต้องใช้พลังงานสูงหรือเครื่องมือที่ซับซ้อน เนื่องจากไมโครอิมัลชันเป็นระบบที่สามารถเกิดขึ้นได้เอง (spontaneous system) เมื่อมีชนิดและปริมาณของส่วนประกอบที่เหมาะสม มีความคงตัวทางอุณหพลวัต (thermodynamic stability) สามารถเพิ่มการซึมผ่านของสารสำคัญเข้าสู่ผิวหนังกำพร้าชั้นนอกสุด (stratum corneum) รวมถึงสามารถเพิ่มความคงตัวของสารสำคัญบางชนิด [13-15] ระบบไมโครอิมัลชันจึงถูกนำไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางหลากหลายประเภทรวมทั้งผลิตภัณฑ์สำหรับสิว [16] และผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นกาย [17] จากการสืบค้นข้อมูล ยังไม่พบรายงานเกี่ยวกับแอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณี

ดังนั้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณี โดยใช้น้ำมันเทียนเยาวพาณีเป็นทั้งสารสำคัญและวัฏภาคน้ำมัน รวมถึงใช้สารที่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไปว่าปลอดภัย (generally recognized as safe; GRAS) เป็นส่วนประกอบอื่นๆ ในตำรับ ได้แก่ ทวีน-80 (Tween-80) ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวไม่มีประจุ (nonionic surfactant) โพรไพลีน ไกลคอล (propylene glycol) และพอลิเอทิลีน ไกลคอล 400 (polyethylene glycol 400) ซึ่งเป็นสารที่ช่วยให้พื้นที่ไมโครอิมัลชันมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยสารดังกล่าวเป็นสารที่มีการใช้เป็นส่วนประกอบในตำรับเครื่องสำอาง จากนั้นศึกษาสมบัติต่างๆ ความคงตัว และประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ของตำรับที่เตรียมได้

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 สารเคมี

น้ำมันเทียนเยาวพาณี ซึ่งเป็นทั้งสารสำคัญและวัฏภาคน้ำมันในตำรับ ซื้อจาก บริษัท จันทร์เจ้า ลองจีวิตี้ จำกัด ประเทศไทย สารเคมีที่เป็นส่วนประกอบในตำรับเป็นสารเกรดเครื่องสำอางหรือยา (cosmetic or pharmaceutical grade) ซื้อจาก บริษัท เคมีภัณฑ์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด ประเทศไทย สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นสารเกรดงานวิเคราะห์ (analytical grade) ซื้อจาก บริษัท อาร์ซีไอ แล็บสแกน จำกัด ประเทศไทย และน้ำที่ใช้ คือ น้ำขจัดอิออน (deionizied water) ผลิตโดยคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2.2 การสร้างแผนภาพวัฏภาคไตรภาคเทียมเพื่อหาพื้นที่ไมโครอิมัลชัน

สร้างแผนภาพวัฏภาคไตรภาคเทียมด้วยวิธีไทเทรต (titration method) ที่อุณหภูมิโดยรอบ (ambient temperature; 28±2 องศาเซลเซียส (^{o}C)) โดยผสมวัฏภาคน้ำมันกับของผสมระหว่างสารลดแรงตึงผิวและสารลดแรงตึงผิวร่วม ในอัตราส่วน 1:9 2:8 3:7 4:6 5:5 6:4 7:3 8:2 และ 9:1 โดยน้ำหนัก จากนั้นไทเทรตแต่ละของผสมด้วยวัฏภาคน้ำ หลังการเติมวัฏภาคน้ำทุกครั้ง เขย่าแรงๆ ด้วย vortex mixer (G560E, Scientific Industries, Inc., USA) เพื่อให้ของผสมทั้งหมดเข้ากันดีและรอจนกระทั่งระบบเข้าสู่สมดุล (equilibrium) ก่อนไทเทรตต่อ จนถึงจุดที่สังเกตเห็นว่าระบบมีลักษณะขุ่นหรือเริ่มเกิดการแยกชั้น ซึ่งเป็นจุดสิ้นสุดการเกิดไมโครอิมัลชัน จากนั้นจึงนำปริมาณร้อยละโดยน้ำหนักของส่วนประกอบต่างๆ ที่ผสมกันแล้วได้ไมโครอิมัลชันที่มีลักษณะเป็นของเหลวใสไปเขียนกราฟสามเหลี่ยมเพื่อหาพื้นที่ไมโครอิมัลชันบนแผนภาพวัฏภาคไตรภาคเทียม [15] ในงานวิจัยนี้วัฏภาคน้ำมันที่ศึกษา คือ น้ำมันเทียนเยาวพาณี (ajowan oil; AO) ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารสำคัญในตำรับด้วย ของผสมระหว่างสารลดแรงตึงผิวกับสารลดแรงตึงผิวร่วมที่ศึกษา คือ ของผสมระหว่างทวีน-80 (Tween-80; T80) กับโพรไพลีน ไกลคอล (propylene glycol; PG) ใน 3 อัตราส่วน คือ 1:1 2:1 และ 3:1 โดยน้ำหนัก และวัฏภาคน้ำที่ศึกษา คือ ของผสมระหว่างน้ำ (water; W) กับพอลิเอทิลีน ไกลคอล 400 (polyethylene glycol 400; PEG400) ในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก

2.3 การเตรียมตำรับแอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณี

เมื่อได้พื้นที่ไมโครอิมัลชันจากทั้ง 3 ระบบซึ่งมีของผสมระหว่างสารลดแรงตึงผิวกับสารลดแรงตึงผิวร่วมที่ต่างกันแล้ว เลือกจุดที่มีสัดส่วนของวัฏภาคน้ำมันต่ำกว่าวัฏภาคน้ำ เพื่อให้ได้ไมโครอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ และมีปริมาณสารลดแรงตึงผิวต่ำ เพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดความระคายเคืองต่อผิวหนัง โดยเลือกจากระบบละ 2 จุด เพื่อเป็นตัวแทนของแต่ละระบบ ซึ่งรวมเป็น 6 ตำรับ จากนั้นเตรียมตำรับด้วยการคนผสมส่วนประกอบทั้งหมดให้เข้ากัน โดยเตรียม 3 ซ้ำ (triplicate) ที่อุณหภูมิโดยรอบ

2.4 การศึกษาสมบัติและความคงตัวของแอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณี

สังเกตลักษณะที่มองเห็นด้วยตาเปล่าของตำรับที่เตรียมได้ ได้แก่ ความใส และสี ศึกษาชนิดของไมโครอิมัลชันโดยสังเกตการผสมเข้ากันได้เมื่อเจือจาง (drop dilution test) ด้วยการหยดตัวอย่างลงในตัวกลางซึ่งเป็นสารละลายสี brilliant blue ในน้ำและสารละลายสี Sudan III ในน้ำมัน รวมถึงวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) ของตัวอย่างด้วย electrical conductivity meter (Mettler Toledo, Switzerland) วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วย pH meter (a-AB33PH, Ohaus Corporation, USA) วัดความหนืด (viscosity) และศึกษารูปแบบการไหล (rheological characteristics) ด้วย rheometer (DV-III Ultra, Brookfield Engineering Laboratories, USA) โดยใช้ spindle No. 31 ที่หมุนด้วยความเร็วรอบ 30 50 70 100 และ 120 รอบต่อนาที (rpm) แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปเขียน rheograms ระหว่างความเค้นเฉือน (shear stress) กับอัตราเฉือน (shear rate) โดยวัดทุกสมบัติ 3 ซ้ำที่อุณหภูมิโดยรอบ

ศึกษาความคงตัวภายใต้สภาวะปกติ โดยเก็บตำรับในขวดแก้วใส วางที่อุณหภูมิโดยรอบ เป็นระยะเวลารวม 60 วัน จากนั้นสังเกตและศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสมบัติต่างๆ ทางกายภาพ รวมถึงวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันเทียนเยาวพาณีในตำรับที่เวลา 30 และ 60 วัน เปรียบเทียบกับเมื่อเริ่มต้น (เวลา 0 วัน) ยกเว้น สมบัติด้านความหนืดที่ศึกษาที่เวลา 0 และ 30 วัน

2.5 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันเทียนเยาวพาณี

วิเคราะห์ปริมาณน้ำมันเทียนเยาวพาณีด้วยเทคนิคอัลตราไวโอเลตและวิสิเบิลสเปกโทรสโคปี (UV-visible spectroscopy) โดยสแกนการดูดกลืนแสง (absorbance) ของสารละลายน้ำมันเทียนเยาวพาณีความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (µg/mL) ในเอทานอลร้อยละ 95 ในช่วงความยาวคลื่น 200-400 นาโนเมตร (nm) โดยใช้เอทานอลร้อยละ 95 เป็นแบลงค์ (blank) เพื่อหาความยาวคลื่นที่ดูดกลืนแสงได้สูงสุด (maximum wavelength) ของน้ำมันเทียนเยาวพาณีด้วย UV-VIS spectrophotometer (UV-1280, Shimadzu, Japan) จากนั้นสร้างกราฟมาตรฐาน (calibration curve) ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายน้ำมันเทียนเยาวพาณีในช่วงความเข้มข้น 20-100 µg/mL ในเอทานอลร้อยละ 95 และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่สารละลายน้ำมันเทียนเยาวพาณีในเอทานอลร้อยละ 95 ดูดกลืนแสงได้สูงสุด ซึ่งมีเกณฑ์ว่าต้องมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (linearity) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (coefficient of determination, r^2) สูงกว่า 0.999

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันเทียนเยาวพาณีในตำรับ มีขั้นตอนดังนี้ ชั่งตำรับแอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณี 0.0200 กรัม ด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Sartorius BP 300 S Analytical balance, Sartorius AG, Germany) จากนั้นละลายและปรับปริมาตรให้ครบ 25 มิลลิลิตร (mL) ด้วยเอทานอลร้อยละ 95 ในขวดวัดปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 25 mL จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่ดูดกลืนแสงได้สูงสุดตามที่สแกนไว้ โดยใช้เอทานอลร้อยละ 95 เป็นแบลงค์ นำค่าการดูดกลืนแสงของส่วนประกอบอื่นๆ ในตำรับซึ่งเตรียมโดยผสมในชนิดและปริมาณเดียวกันกับตำรับที่ศึกษา ยกเว้นใช้น้ำแทนน้ำมันเทียนเยาวพาณี ไปหักลบกับค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างแอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชัน และเทียบกับกราฟมาตรฐาน วิเคราะห์แต่ละตัวอย่าง 3 ซ้ำ

2.6 การทดสอบประสิทธิภาพของแอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณีในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus*

ศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ด้วยวิธี agar well diffusion [18] โดยเลี้ยงเชื้อ *S. aureus* ATCC 25923 (DMST 8840, กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ประเทศไทย) ใน Tryptic Soy Agar ที่อุณหภูมิ 35-37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นชะล้างหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อด้วย 0.9% Normal Saline และปรับความขุ่นของเชื้อโดยปรับค่าดูดกลืนแสงให้ได้เท่ากับ 0.1 เมื่อวัดด้วย spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 625 nm ซึ่งจะได้ความเข้มข้นเชื้อเท่ากับ 10^8 cfu/mL จากนั้นใช้ sterile cotton swab จุ่มลงในหลอดเชื้อ *S. aureus* แล้วบิดกับข้างหลอดเหนือระดับของของเหลวให้หมาดๆ นำไปขีดเชื้อ (streak) บนผิวหน้าของ Mueller-Hinton Agar โดยทำซ้ำ 3 ครั้ง แต่ละครั้งหมุนจาน 60 องศา เพื่อให้เชื้อกระจายอย่างสม่ำเสมอ เจาะหลุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.0 มิลลิเมตร (mm) บนอาหารเลี้ยงเชื้อด้วย cork borer เพื่อหยดตัวอย่างที่ต้องการทดสอบลงไปหลุมละ 50 ไมโครลิตร จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และอ่านผลโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งเชื้อ (diameter of inhibition zone) ด้วย antibiotic zone reader เลือกศึกษา 4 ตำรับ คือ ME-1 และ ME-2 ซึ่งอยู่ในระบบ 1:1 T80:PG ME-4 ซึ่งอยู่ในระบบ 2:1 T80:PG และ ME-5 ซึ่งอยู่ในระบบ 3:1 T80:PG โดยใช้ยา Clinda-M® ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ทางการค้าในรูปสารละลายที่ประกอบด้วยยา clindamycin

hydrochloride เทียบเท่ายา clindamycin base 1.0 กรัม/100 มิลลิลิตร เป็นกลุ่มควบคุมแบบบวก (positive control) และ sterile normal saline เป็นกลุ่มควบคุมแบบลบ (negative control) ศึกษาตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

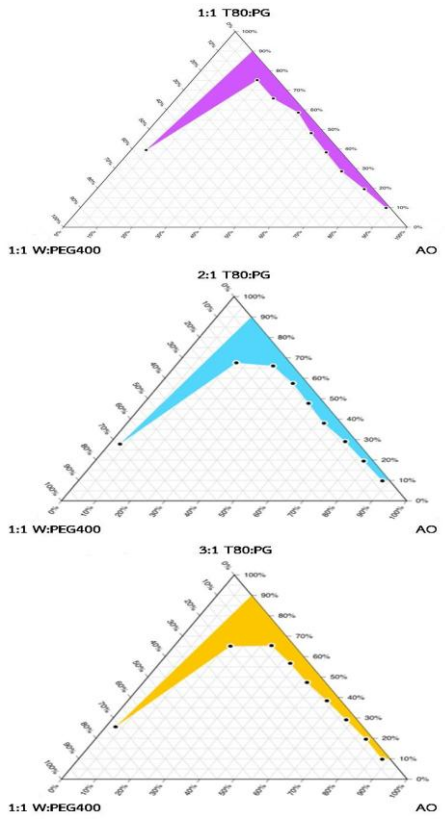
2.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) และทดสอบรายคู่ภายหลัง (post-hoc test)

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

3.1 พื้นที่ไมโครอิมัลชันในแผนภาพวัฏภาคไตรภาคเทียม

ผลการศึกษาพฤติกรรมวัฏภาคพบพื้นที่ไมโครอิมัลชันที่เกิดขึ้นใน 3 ระบบ ดังภาพที่ 1 โดยระบบที่มีปริมาณทวีน-80 สูงขึ้นมีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดพื้นที่ไมโครอิมัลชันขนาดใหญ่ขึ้น จากนั้นเลือกจุดในพื้นที่ไมโครอิมัลชันตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งมีส่วนประกอบดังตารางที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภาพวัฏภาคไตรภาคเทียมของระบบที่ศึกษา โดยบริเวณที่แรเงาแสดงพื้นที่ไมโครอิมัลชัน

ตารางที่ 1 สูตรตำรับแอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณี

ตำรับ	อัตราส่วน T80:PG	ปริมาณ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)		
		T80:PG	W:PEG400	AO
ME-1	1:1	53	40	7
ME-2	1:1	49	44	7
ME-3	2:1	50	42	8
ME-4	2:1	40	54	6
ME-5	3:1	47	46	7
ME-6	3:1	38	57	5

3.2 สมบัติและความคงตัวทางกายภาพของแอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณี

แอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณีที่เตรียมได้ทั้ง 6 ตำรับ (ME-1–ME-6) มีลักษณะเป็นของเหลวใสสีเหลืองอ่อน ผลการสังเกตลักษณะที่มองเห็นด้วยตาเปล่าของตำรับหลังเก็บ ME-1–ME-6 ในขวดแก้วใส ที่อุณหภูมิโดยรอบ เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่าทุกตำรับเป็นของเหลวใส ไม่เกิดการแยกชั้น แต่มีสีเหลืองเข้มกว่าเมื่อเริ่มต้น และหลังเก็บ 60 วัน ทุกตำรับมีลักษณะเช่นเดียวกับหลังเก็บ 30 วัน ดังภาพที่ 2 แต่ไม่พบการเปลี่ยนสีของน้ำมันเทียนเยาวพาณีเดี่ยวๆ ที่เก็บภายใต้สภาวะเดียวกัน ซึ่งไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัด แต่คาดว่าอาจเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันขององค์ประกอบบางชนิด เช่น กรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acids) ในน้ำมันพืชเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีน้ำ โดยก่อนหน้านี้ มีรายงานว่าไมโครอิมัลชันที่เตรียมจากน้ำมันมะพร้าวและไมโครอิมัลชันที่เตรียมจากน้ำมันมะกอกมีสีเข้มขึ้นเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 45 °C นาน 3 เดือน ขณะที่น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันมะกอกที่เก็บภายใต้สภาวะเดียวกันไม่เกิดการเปลี่ยนสี [19] ดังนั้น ควรเก็บแอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณีในภาชนะกันแสงที่อุณหภูมิต่ำ หรือเติมสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ลงในตำรับ เพื่อชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

ภาพที่ 2 ลักษณะที่มองเห็นด้วยตาเปล่าของแอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณี หลังเตรียม (Day 0) และหลังเก็บที่อุณหภูมิโดยรอบนาน 30 วัน (Day 30) และ 60 วัน (Day 60) (n=3)

ทุกตำรับผสมเข้ากันได้ (miscible) กับ brilliant blue aqueous solution แต่ไม่ผสมเข้ากัน (immiscible) กับ Sudan III oily solution (ข้อมูลไม่แสดง) และทุกตำรับมีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยหลังเตรียม 15.73-31.36 ไมโครซีเมนส์/เซนติเมตร (µS/cm) ซึ่งจัดเป็นค่าที่สูงในกรณีที่ส่วนประกอบในตำรับเป็นสารที่ไม่มีประจุ ดังนั้นทุกตำรับเป็นไมโครอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ เนื่องจากมีปริมาณวัฏภาคน้ำสูงกว่าวัฏภาคน้ำมัน นอกจากนี้ พบว่าการเก็บตำรับ 60 วัน ไม่มีผลต่อชนิดของไมโครอิมัลชัน ดังตารางที่ 2

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของทุกตำรับอยู่ในช่วงที่เป็นกลาง ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางสำหรับผิวพรรณ การเก็บตำรับนาน 60 วัน ไม่มีผลต่อความเป็นกรด-ด่าง ดังตารางที่ 3 ผลการศึกษารูปแบบการไหลของตำรับหลังเตรียม และหลังเก็บที่อุณหภูมิโดยรอบนาน 30 วัน พบว่า rheograms ระหว่างความเค้นเฉือนกับอัตราเฉือนของทุกตำรับมีลักษณะเป็นเส้นตรงที่มีความชันคงที่ (ข้อมูลไม่แสดง) ดังนั้น ทุกตำรับไหลแบบนิวโตเนียน (Newtonian flow) [20] ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะอย่างหนึ่งของไมโครอิมัลชัน [13] ทุกตำรับมีความหนืดเฉลี่ยหลังเตรียม 123.1-219.0 เซนติพอยส์ (cP) เมื่อวัดที่ความเร็วรอบ spindle 120 rpm ดังแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งเป็นความหนืดในช่วงที่ทาบนผิวหนังได้ง่าย หลังเก็บตำรับ 30 วัน ความหนืดลดลง อย่างไรก็ตาม มีการเปลี่ยนแปลงน้อย ซึ่งคาดว่าไม่ส่งผลกระทบต่อความรู้สึกในการทาผิวหนัง

ตารางที่ 2 ค่าการนำไฟฟ้าของแอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณี หลังเตรียม (Day 0) และหลังเก็บที่อุณหภูมิโดยรอบนาน 30 วัน (Day 30) และ 60 วัน (Day 60) (mean±SD, n=3)

ตำรับ	ค่าการนำไฟฟ้า (µS/cm)		
	Day 0	Day 30	Day 60
ME-1	15.73±0.80	16.10±0.89	19.46±1.85
ME-2	18.47±1.24	21.42±1.50	20.30±1.99
ME-3	18.64±2.41	17.32±1.12	18.37±1.63
ME-4	23.89±0.75	27.67±1.79	27.50±0.65
ME-5	17.41±0.63	21.02±0.69	21.58±0.99
ME-6	31.36±0.83	29.94±0.47	29.19±1.24

ตารางที่ 3 pH ของแอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณี หลังเตรียม (Day 0) และหลังเก็บที่อุณหภูมิโดยรอบนาน 30 วัน (Day 30) และ 60 วัน (Day 60) (mean±SD, n=3)

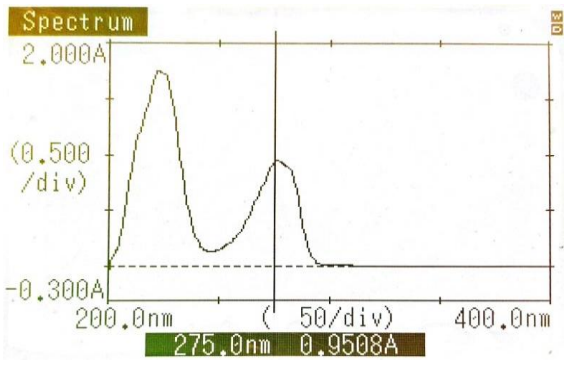
ตำรับ	pH		
	Day 0	Day 30	Day 60
ME-1	7.27±0.06	7.03±0.06	7.02±0.19
ME-2	7.40±0.04	6.99±0.08	6.92±0.04
ME-3	7.40±0.05	7.14±0.04	7.03±0.08
ME-4	7.43±0.06	7.01±0.06	6.84±0.07
ME-5	7.41±0.03	7.19±0.02	6.95±0.03
ME-6	7.41±0.01	7.04±0.07	6.74±0.06

ตารางที่ 4 ความหนืดที่ความเร็วรอบในการหมุน spindle 120 rpm ของแอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณี หลังเตรียม (Day 0) และหลังเก็บที่อุณหภูมิโดยรอบนาน 30 วัน (Day 30) (mean±SD, n=3)

ตำรับ	ความหนืด (cP)	
	Day 0	Day 30
ME-1	127.5±0.5	123.4±0.5
ME-2	123.1±2.0	117.9±1.4
ME-3	187.0±2.7	168.2±2.4
ME-4	174.0±2.8	157.6±0.5
ME-5	219.0±3.4	198.4±0.8
ME-6	214.1±1.1	195.2±2.3

3.3 ความคงตัวทางเคมีของแอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณี

จากการสแกนค่าการดูดกลืนแสง พบว่าสารละลายน้ำมันเทียนเยาวพาณีในเอทานอลร้อยละ 95 ดูดกลืนแสงได้สูงที่ความยาวคลื่น 220 และ 275 nm ดังภาพที่ 3 อย่างไรก็ตาม มีความเป็นไปได้ว่าพีค (peak) ที่ 220 nm เกิดจากตัวทำละลาย ในการศึกษานี้ จึงเลือกวิเคราะห์ที่ความยาวคลื่น 275 nm ซึ่งสอดคล้องกับความยาวคลื่นในการดูดกลืนแสงของ thymol ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันเทียนเยาวพาณีที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย [21] ผลการสร้างกราฟมาตรฐาน พบว่าความเข้มข้นของสารละลายน้ำมันเทียนเยาวพาณีในเอทานอลร้อยละ 95 ในช่วงความเข้มข้น 20-100 µg/mL และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 275 nm มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง โดยมีค่า r^2 = 0.9996 และอธิบายด้วยสมการ y = 0.0092x – 0.0059 เมื่อ y คือ ค่าการดูดกลืนแสง และ x คือ ความเข้มข้นของสารละลายน้ำมันเทียนเยาวพาณีในเอทานอลร้อยละ 95 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันเทียนเยาวพาณีในตำรับไมโครอิมัลชันซึ่งอยู่ในรูปสารที่ละลายได้ในเอทานอลร้อยละ 95 และสามารถดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 275 nm แสดงในตารางที่ 5 ซึ่งพบว่าปริมาณหลังเตรียมและหลังเก็บ 30 วัน รวมถึง 60 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) นั่นคือ ทุกตำรับมีความคงตัวทางเคมีภายใต้สภาวะที่ศึกษา เมื่อวิเคราะห์ในรูปของ thymol อย่างไรก็ตาม พบการเปลี่ยนสี ซึ่งคาดว่าอาจเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว



ภาพที่ 3 การดูดกลืนแสงของสารละลายน้ำมันเทียนเยาวพาณีความเข้มข้น 100 µg/mL ในเอทานอลร้อยละ 95 ในช่วงความยาวคลื่น 200-400 nm

ตารางที่ 5 ปริมาณน้ำมันเทียนเยาวพาณีในตำรับไมโครอิมัลชันซึ่งอยู่ในรูปสารที่ละลายได้เอทานอลร้อยละ 95 และสามารถดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 275 nm หลังเตรียม (Day 0) และหลังเก็บที่อุณหภูมิโดยรอบนาน 30 วัน (Day 30) และ 60 วัน (Day 60) (mean±SD, n=3)

ตำรับ	ปริมาณน้ำมันเทียนเยาวพาณี (กรัม/ตำรับ 0.0200 กรัม)		
	Day 0	Day 30	Day 60
ME-1	0.0013±0.0001	0.0013±0.0000	0.0013±0.0001
ME-2	0.0014±0.0001	0.0014±0.0001	0.0014±0.0001
ME-3	0.0016±0.0001	0.0016±0.0000	0.0016±0.0000
ME-4	0.0012±0.0000	0.0013±0.0000	0.0013±0.0001
ME-5	0.0013±0.0001	0.0015±0.0000	0.0014±0.0001
ME-6	0.0011±0.0001	0.0010±0.0000	0.0011±0.0000

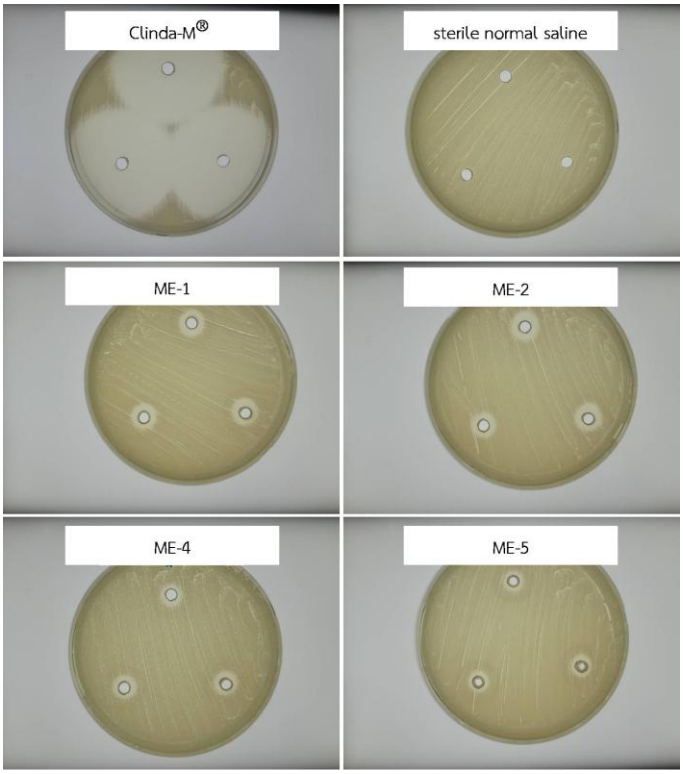
3.4 ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ของแอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณี

ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ดังภาพที่ 4 และขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ในตารางที่ 6 พบว่ายา Clinda-M® ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมแบบบวก สามารถยับยั้งเชื้อได้ดี โดยให้ผลเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่มีขนาดใหญ่ ขณะที่ sterile normal saline ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมแบบลบ ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ แสดงว่าวิธีทดสอบที่ใช้มีความถูกต้อง แอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณีที่เลือกมาศึกษา 4 ตำรับ คือ ME-1 ME-2 ME-4 และ ME-5 ทำให้เกิดพื้นที่ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ ถึงแม้ว่าทั้ง 4 ตำรับนี้ให้ผลเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียต่ำกว่ายา Clinda-M® มาก แต่มีค่าใกล้เคียงกับผลการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ของผลิตภัณฑ์เจลผสมสารสกัดหยาบจากลำต้นโนราในรายงานวิจัยก่อนหน้านี้ [22] ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ของ ME-1 ME-2 ME-4 และ ME-5 ด้วย one-way ANOVA ได้ค่า p=0.026 แสดงว่ามีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างน้อยหนึ่งคู่ระหว่างกลุ่ม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และเมื่อทำ post-hoc test ด้วยวิธี least significant difference (LSD) พบว่าคู่ ME-1 กับ ME-2 และคู่ ME-4 กับ ME-5 มีผลการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) แต่ ME-1 และ ME-2 มีผลนี้แตกต่างจาก ME-4 และ ME-5 อย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) ดังนั้น แอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณีทั้ง 4 ตำรับนี้จึงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *S.*

aureus โดยลำดับค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากสูงไปต่ำ คือ ME-2 ≈ ME-1 > ME-5 ≈ ME-4

การศึกษานี้ ไม่สามารถประเมินความเกี่ยวข้องระหว่างประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* กับชนิดและปริมาณของส่วนประกอบในตำรับได้อย่างชัดเจน เนื่องจากระบบไมโครอิมัลชันที่ศึกษา ทำให้เกิดพื้นที่ไมโครอิมัลชันขนาดเล็กและมีลักษณะใกล้เคียงกัน ตำรับที่เลือกจากพื้นที่ไมโครอิมัลชันจึงมีความใกล้เคียงกันด้วย อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ของ ME-2 และ ME-5 ซึ่งมีน้ำมันเทียนเยาวพาณีในปริมาณร้อยละ 7 โดยน้ำหนักเท่ากัน แต่มีทวีน-80 ในปริมาณต่ำสุด (คิดเป็นทวีน-80 ร้อยละ 24.5 โดยน้ำหนัก) และสูงสุด (คิดเป็นทวีน-80 ร้อยละ 35.25 โดยน้ำหนัก) ตามลำดับ พบว่า ME-2 มีฤทธิ์สูงกว่า ME-5 อย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) ขณะที่ ME-4 ซึ่งมีน้ำมันเทียนเยาวพาณีในปริมาณต่ำ มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ต่ำด้วย ดังนั้น ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ของตำรับในการศึกษานี้ เป็นผลจากน้ำมันเทียนเยาวพาณีซึ่งทำหน้าที่เป็นทั้งสารสำคัญที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและวัฏภาคน้ำมันในตำรับ นอกจากนี้ พบว่า ME-4 และ ME-5 ซึ่งมีน้ำมันเทียนเยาวพาณีในปริมาณร้อยละ 6 และ 7 โดยน้ำหนักตามลำดับ มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) เนื่องจากผลของปริมาณทวีน-80 ที่ต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของตำรับ ME-1 ME-2 และ ME-5 ซึ่งมีปริมาณน้ำมันเทียนเยาวพาณีร้อยละ 7 โดยน้ำหนักเท่ากัน แต่มีปริมาณทวีน-80 ต่างกัน ซึ่งคิดเป็นทวีน-80 ร้อยละ 26.5 24.5 และ 35.25 โดยน้ำหนักตามลำดับ พบว่า ME-5 มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อต่ำกว่า ME-1 และ ME-2 อย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) แสดงว่าตำรับที่มีปริมาณทวีน-80 สูงขึ้นมีแนวโน้มยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ลดลง สอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ซึ่งพบว่าของผสมระหว่างทวีน-80 กับน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิด คือ cinnamon bark oil, eugenol และ thyme oil ที่มีปริมาณทวีน-80 สูงขึ้น มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *Listeria monocytogenes* ลดลง เพราะการจับกันระหว่างโครงสร้างทางเคมีในส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic binding) ของทวีน-80 กับน้ำมันหอมระเหย [23]



ภาพที่ 4 พื้นที่ยับยั้งเชื้อ S. aureus ของยา Clinda-M® (กลุ่มควบคุมแบบบวก) sterile normal saline (กลุ่มควบคุมแบบลบ) และแอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณี 4 ตำรับ คือ ME-1 ME-2 ME-4 และ ME-5 (n=3)

ตารางที่ 6 เส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งเชื้อ S. aureus ของกลุ่มควบคุมและแอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณี (mean±SD, n=3)

ตำรับ	เส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งเชื้อ (mm)
กลุ่มควบคุมแบบบวก	46.2±3.4
กลุ่มควบคุมแบบลบ	No inhibition zone
ME-1	9.6±0.2[a]
ME-2	9.7±0.9[a]
ME-4	8.2±0.5[b]
ME-5	8.3±0.6[b]

หมายเหตุ เมื่อเปรียบเทียบผลยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ของแอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณี: ตัวอักษรที่ต่างกัน (a และ b) แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ถึงแม้ว่าโดยภาพรวม ทุกตำรับในการศึกษานี้มีสมบัติใกล้เคียงกัน ตำรับที่น่าสนใจในการนำไปพัฒนาต่อ คือ ME-2 ซึ่งประกอบด้วยน้ำมันเทียนเยาวพาณีร้อยละ 7 ของผสมระหว่างน้ำกับพอลิเอทิลีนไกลคอล 400 ในอัตราส่วน 1:1 ร้อยละ 44 และของผสมระหว่างทวีน-80 กับโพรพิลีน ไกลคอล ในอัตราส่วน 1:1 ร้อยละ 49 โดยน้ำหนัก เนื่องจากทำให้เกิดพื้นที่ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียขนาดใหญ่ จึงมีแนวโน้มในการใช้เป็นเครื่องสำอางแอนตี้แอคเน่และเครื่องสำอางระงับกลิ่นกายได้ นอกจากนี้ ME-2 มีทวีน-80 ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวในปริมาณน้อย (คิดเป็นทวีน-80 ร้อยละ 24.5 โดยน้ำหนัก) จึงมีความเสี่ยงในการเกิดความระคายเคืองต่อผิวหนังต่ำ

4. สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษานี้พบว่าน้ำมันเทียนเยาวพาณีถูกเตรียมให้อยู่ในรูปแบบไมโครอิมัลชันได้ เมื่อระบบประกอบด้วยของผสมระหว่างน้ำกับพอลิเอทิลีน ไกลคอล 400 ในอัตราส่วน 1:1 เป็นวัฏภาคน้ำ และของผสมระหว่างทวีน-80 กับโพรพิลีน ไกลคอล ในอัตราส่วน 1:1 2:1 และ 3:1 เป็นสารลดแรงตึงผิวผสม อย่างไรก็ตาม พื้นที่ไมโครอิมัลชันมีขนาดเล็ก จึงเป็นข้อจำกัดในการตั้งสูตรตำรับ แอนตี้แบคทีเรียไมโครอิมัลชันจากน้ำมันเทียนเยาวพาณีที่เตรียมได้ในการศึกษานี้ เป็นไมโครอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำที่มีลักษณะเป็นของเหลวใสสีเหลือง มีสมบัติ ความคงตัว และประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ที่สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องสำอางแอนตี้แอคเน่และเครื่องสำอางระงับกลิ่นกายได้ โดยมีข้อแนะนำว่าควรเก็บในภาชนะกันแสงและหลีกเลี่ยงอุณหภูมิสูง หรือปรับสูตรตำรับโดยเติมสารต้านอนุมูลอิสระ เพื่อป้องกันปัญหาการเปลี่ยนสีจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว

โดยตำรับที่พบว่ามีความน่าสนใจในการนำไปศึกษาต่อ คือ ME-2 ซึ่งประกอบด้วยน้ำมันเทียนเยาวพาณีร้อยละ 7 ของผสมระหว่างน้ำกับพอลิเอทิลีน ไกลคอล 400 ในอัตราส่วน 1:1 ร้อยละ 44 และของผสมระหว่างทวีน-80 กับโพรพิลีน ไกลคอล ในอัตราส่วน 1:1 ร้อยละ 49 โดยน้ำหนัก เนื่องจากมีสมบัติด้านความเป็นกรด-ด่าง ความหนืด และความคงตัว ที่น่าพอใจ รวมถึงมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* สูง และมีปริมาณสารลดแรงตึงผิวต่ำกว่าตำรับอื่นๆ ที่เลือกมาศึกษาสมบัตินี้ จึงควรศึกษาต่อในด้านประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียชนิดอื่นๆ ที่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพของผิวพรรณ ได้แก่ *C. acnes* ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของสิว และ *S. epidermidis* ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของกลิ่นกาย รวมถึงความคงตัวในระยะยาว และความปลอดภัยต่อผิวหนัง

5.กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบสนับสนุนจากคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประเภทโครงงานนักศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2568 (PHA6804057S)

เอกสารอ้างอิง

1. Fox L, Csongradi C, Aucamp M, du Plessis J, Gerber M. Treatment modalities for acne. Molecules. 2016;21:1063.
2. Khuntayaporn P, Suksiriworapong J. Efficacy of essential oil formulations against malodor causing bacteria. Pharm Sci Asia. 2017;44:209-216.
3. Grand View Research. Anti-acne cosmetics market size & trends. [cited 2025 Apr 29]. Available from: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/anti-acne-cosmetics-market.
4. Grand View Research. Odor control system market size & trends. [cited 2025 Apr 29]. Available from: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/odor-control-system-market.
5. Singh G, Maurya S, Catalan C, Lampasona MP. Chemical constituents, antifungal and antioxidative effects of ajwain essential oil and its acetone extract. J Agric Food Chem. 2004;52:3292-3296.
6. Subramaniyan P, Jeeva Jothi L, Sundharaiya K, Shoba N, Murugesan S. Extraction of essential oil and thymol from different ajowan (*Trachyspermum ammi* L.) genotypes using gas chromatography. Pharma Innovation J. 2019;8: 548-552.
7. Mirniyam G, Rahimmalek M, Arzani A, Matkowski A, Gharibi S, Szumny A. Changes in essential oil composition, polyphenolic compounds and antioxidant capacity of ajowan (*Trachyspermum ammi* L.) populations in response to water deficit. Foods. 2022;11:3084
8. วันวิสาข์ คุณะวัฒนกุล, วนิดา ไทรชมภู, คัทลียา เมฆจรัสกุล, อมรรัตน์ เจริญมิตร, ชิดชนก เหล็กดี, ณัฐภากานต์ ศรีจันทร์. ฤทธิ์ต้านเชื้อสิว (*Propionibacterium acnes*) จากสมุนไพรไทย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2560;36(5):607-613.

9. Misar K, Kulkarni S, Chandak A. Study of ajowan oil as antimicrobial agent against cosmetically important microorganisms. Materials Today: Proceedings. 2020;29: 1179-1184.
10. Wongkattiya N, Sanguansermsri P, Assawatheptawee K, Niumsup PR, Fraser IH, Sanguansermsri D. Antibacterial activity of ajwain oil on multidrug-resistant enterobacteriaceae isolated from human faeces. Songklanakarin J Sci Technol. 2022;44:785-793.
11. Talebi Z, Afshari GK, Nasrollahi SA, Firooz A, Ghovvati M, Samadi A, Karimi M, Kolahdooz S, Vazirian M. Potential of *Trachyspermum ammi* (ajwain) gel for treatment of facial acne vulgaris: a pilot study with skin biophysical profile assessment and red fluorescence photography. Res J Pharmacogn. 2020;7:61-69
12. Tandekar AR, Khursam AA, Sarve A, Somkuwar PA, Dhawade AG. Formulation and evaluation of ajwain soap for antibacterial and antifungal activity. Int J of Pharm Sci. 2024;2:2629-2639.
13. Boonme P. Applications of microemulsions in cosmetics. J Cosmet Dermatol. 2007;6:223-228.
14. Azeem A, Rizwan M, Ahmad FJ, Khan ZI, Khar RK, Aqil M, Talegaonkar S Emerging role of microemulsions in cosmetics, Recent Pat Drug Deliv Formul. 2008;2:275-289.
15. ณัฐธิดา ภัคพยัต, ทรงวุฒิ ยศวิมลวัฒน์, ประภาพร บุญมี. กรีน-ไมโครอิมัลชันสำหรับเครื่องสำอาง. วารสารไทยเภสัชศาสตร์และวิทยาการสุขภาพ 2554;6(4):290-298.
16. Talianu MT, Dinu-Pîrvu CE, Violeta GM, Anuta V, Jinga V, Popa L. Foray into concepts of design and evaluation of microemulsions as a modern approach for topical applications in acne pathology. Nanomaterials. 2020;10: 2292.
17. Boonme P, Songkro S. Antiperspirants and deodorants: active ingredients and novel formulations. J Clin Dermatol. 2010;1(2):67-72.
18. ปิยนุช พรมภมร, นภัสสร ราชรินทร์. การประเมินฤทธิ์ต้านแบคทีเรียและการพัฒนาตำรับเจลจากสารสกัดสมอไทย. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยสวนดุสิต. 2559;9:51-63.
19. Hlaing NHE, Pakpayat N, Boonme P. Stability and release kinetics of natural oil microemulsions containing nicotinamide. J Cosmet Sci. 2020;71(1):23-35.
20. Sinko PJ., editor. Chapter 19: Rheology. In: Martin's Physical Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 6th Edition. Lippincott Williams & Wilkins, USA, 2011, pp. 469-491.
21. Gaba J, Sharma S, Kaur P, Joshi S. Essential oil and thymol extracted from ajwain as effective antioxidant agents. J Spices Aromatic Crops. 2019;28:141-146.
22. ฐิติมา ละอองฐิติรัตน์, ศศมล ผาสุก, ปุณยนุช นิลแสง. ประสิทธิภาพของเจลผสมสารสกัดหยาบโนราในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. 2563;15:99-113.
23. Ma Q, Davidson PM, Zhong Q. Antimicrobial properties of microemulsions formulated with essential oils, soybean oil, and Tween 80. Int J Food Microbiol. 2016; 226:20-25.