

ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

ของสารสกัดพืชสมุนไพรไทย 7 ชนิด

ANTIBACTERIAL ACTIVITY AGAINST *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

OF 7 THAI MEDICINAL PLANT EXTRACTS

ซูไบด๊ะ หะยีวาเงาะ* นารีซา อาบู นูรุลอาซีกิน สามะ นัจวาท เจ๊ะสนอ นูรอัยนี หะยียูโซะ
และ คอสิยาห์ สะลี

Zubaidah Hajiwangoh*, Nareesa Abu, Nurulasikeen Sama, Najwa Jehseno,

Nur-ainee Hayeeyusoh, and Khosiya Sali

หลักสูตรจุลชีววิทยาทางการแพทย์และอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

Medical and industrial program, Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University

*corresponding author e-mail: zubaidah.h@yru.ac.th

(Received: 22 April 2025; Revised: 23 June 2025; Accepted: 6 July 2025)

บทคัดย่อ

Staphylococcus aureus เป็นแบคทีเรียก่อโรคสำคัญในมนุษย์ ทำให้เกิดการติดเชื้อในหลายๆ อวัยวะ และในปัจจุบันพบการดื้อยาปฏิชีวนะของเชื้อชนิดนี้ ซึ่งเป็นวิกฤตที่เกิดขึ้นทั่วโลก งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบฤทธิ์ของสารสกัดสมุนไพรต่อการยับยั้งแบคทีเรีย *S. aureus* โดยนำสารสกัดหยาบสมุนไพรด้วยตัวทำละลายเอทานอล จำนวน 7 ชนิด ได้แก่ ใบฝรั่ง ใบเพกา ใบชะมวง เหง้าขมิ้นชัน เหง้าข่า อบเชย และกานพลู มาทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อด้วยวิธี Disk diffusion และทดสอบหาความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดในการยับยั้งแบคทีเรีย (MIC) ด้วยวิธี Broth microdilution และหาความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดในการฆ่าแบคทีเรีย (MBC) ผลการวิจัย พบว่า สารสกัดจากสมุนไพร 4 ชนิด มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ คือ ใบฝรั่ง ใบชะมวง เหง้าข่า และกานพลู มีค่า Inhibition zone อยู่ในช่วง 9.54–22.93 มิลลิเมตร ค่า MIC และ MBC ของสารสกัดอยู่ในช่วง 0.25–8 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และ 2–128 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ โดยสารสกัดจากใบชะมวงยับยั้งเชื้อได้ดีที่สุดมีค่า MIC และ MBC คือ 0.25 และ 2 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้สารสกัดทุกชนิดมีค่า MBC/MIC มากกว่า 4 ดังนั้นสารสกัดเหล่านี้มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบบ Bacteriostatic activity จากผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสมุนไพรไทยหลายๆ ชนิด มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อก่อโรคและสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ยับยั้งจุลินทรีย์ที่ใช้กับอาหาร ทั้งนี้เพื่อช่วยลดอุบัติการณ์การเกิดโรคจากอาหารได้

คำสำคัญ: สมุนไพร *S. aureus* ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย

Abstract

Staphylococcus aureus is a major human pathogen causing infections in multiple organs and is now becoming antibiotic-resistant which is a global crisis. The aim of this study was to investigate the antibacterial effect of medicinal plant extracts for *S. aureus* inhibition. Crude extracts of plants, including *Psidium guajava* L. leaf, *Oroxylum indicum* (L.) Kurz. leaf, *Garcinia cowa* Roxb. ex Choisy leaf, *Curcuma longa* L. rhizomes, *Alpinia galanga* (L.) Willd. rhizomes, *Cinnamomum verum*, and *Syzygium aromaticum* L., were obtained by ethanol extraction. Their antibacterial activities were investigated by disk diffusion method. The minimum inhibitory concentration; MIC was performed by the broth microdilution method and the minimum bactericidal concentration; MBC values of these extracts was tested. The results found that 4 herb extracts namely *P. guajava* leaf, *G. cowa* leaf, *A. galanga* rhizomes and *S. aromaticum* rhizomes showed an inhibitory activity which the inhibition zone as 9.54–22.93 millimeters. The MIC and MBC values of these extracts were in the range of 0.25–8 mg/ml and 2–128 mg/ml, respectively. The *G. cowa* leaves extract was the best antibacterial activity which MIC and MBC values of 0.2 and 2 mg/ml, respectively. In addition, all extracts showed the MBC to MIC ratio value greater than 4. Therefore, these extracts presented the bacteriostatic activity. These results show that many Thai herbs are effective in inhibiting pathogens. It can be developed into an antimicrobial product used in food, which can help to reduce the incidence of food-borne diseases.

Keywords: Medicinal plants, *S. aureus*, Antibacterial

บทนำ

Staphylococci เป็นแบคทีเรียที่พบได้ทั่วไปที่บริเวณผิวหนังของคนเราโดยเฉพาะบริเวณโพรงจมูก นอกจากนี้เชื้อยังสามารถแพร่ไปยังวัสดุต่างๆ ที่สัมผัสกับมือหรือผิวหนังของคนเรา เชื้อบางชนิดในจีสันนี้สามารถทำให้เกิดการติดเชื้อในคนได้ โดยเฉพาะ *Staphylococcus aureus* เป็นเชื้อก่อโรคที่สำคัญมากชนิดหนึ่ง สามารถทำให้เกิดโรคติดเชื้อและแสดงอาการของโรคได้หลากหลาย ได้แก่ โรคติดเชื้อที่ผิวหนัง ทำให้เกิดเป็นตุ่มหนอง ติดเชื้อในกระแสเลือด และยังทำให้เกิดโรคที่เกิดจากอาหาร (Foodborne disease) โดยพบการปนเปื้อน *S. aureus* ในไข่ไก่ (Mebkhout, 2022; Rikamalia, 2018) ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ นอกจากนี้

พบว่า เชื้อดังกล่าวคือดื้อยาปฏิชีวนะหลายชนิด (Anosa, 2019; Islam, 2018) โดยเฉพาะ Methicillin resistance *Staphylococcus aureus* (MRSA) ก่อให้เกิดโรคติดเชื้อที่ร้ายแรงและเป็นปัญหาสำคัญของโรคติดเชื้อในโรงพยาบาล (Nosocomial infection) การติดเชื้อแบคทีเรียกลุ่มนี้ทำให้เกิดความรุนแรงของโรคมามากขึ้น ใช้เวลาในการรักษานานและมีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นตามมา โดยทั่วไปการรักษาโรคติดเชื้อจาก *S. aureus* ใช้ยาปฏิชีวนะกลุ่มเพนิซิลลิน แต่พบการดื้อยาของเชื้อที่เกิดจากการผลิตเอนไซม์บีตาแลกตาเมส (β -lactamase) โดยเฉพาะเชื้อ MRSA ที่ต้องใช้ยาแวนโคมัยซินในการรักษา ซึ่งเป็นยาที่มีผลข้างเคียงสูง และปัจจุบันยังพบว่า MRSA ดื้อยาแวนโคมัยซิน (Gherardi, 2023)

ดังนั้นจึงมีการศึกษาวิจัยเพื่อค้นหาสารยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดใหม่ๆ ซึ่งพืชสมุนไพรเป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ มีการนำสารสกัดสมุนไพรมาใช้รักษาโรคในมนุษย์และสัตว์ เนื่องจากมีผลข้างเคียงที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสารเคมี (Bernardini et al., 2018; Gertsch, 2016) มีรายงานวิจัยพบว่า สารสกัดจากสมุนไพรหลายชนิดมีฤทธิ์ยับยั้ง *S. aureus* รวมถึงแบคทีเรียก่อโรคชนิดอื่น ได้แก่ สารสกัดจากผลและเมล็ดเพกา สารสกัดจากใบฝรั่ง ใบชะมวง สารสกัดจากขมิ้นชันและเหง้าข่า (สุวรรณดี และณัฐชา, 2567; Aziz et al., 2024; Ngene, et al., 2019; Oklo et al., 2023; Sithisarn, Rojsanga & Sithisarn, 2021; Tinrat, 2022) โดยเฉพาะสารสกัดจากกานพลู สามารถยับยั้ง MRSA ได้ (Yassin et al., 2020) โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารสกัดด้วยเอทานอลจากสมุนไพร 7 ชนิด ได้แก่ ใบฝรั่ง ใบเพกา ใบชะมวง เหง้าขมิ้นชัน เหง้าข่า อบเชย และกานพลู ในการยับยั้ง *S. aureus* ซึ่งสมุนไพรเหล่านี้มีสรรพคุณทางยา มีสารประกอบทางพฤกษเคมี (Phytochemical) ที่สามารถยับยั้งแบคทีเรียได้ อาทิเช่น แทนนิน (Tannin) ฟีนอลิก (Phenolic) ฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) ซาโปนิน (Saponin) และอัลคาลอยด์ (Alkaloid) เป็นต้น (ธนวัฒน์ และคณะ, 2565; Ngene et al., 2019; Sithisarn, Rojsanga & Sithisarn, 2021) เนื่องจากสารประกอบทางพฤกษเคมีที่พบในพืชสมุนไพรมีความแตกต่างในแต่ละส่วนของพืช และยังขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจีโนไทป์ของพืช สภาพการเจริญเติบโต ระยะการพัฒนา ดิน สภาพแวดล้อม การจัดการทางการเกษตร รวมถึงวิธีการสกัดสาร (Isah, 2019) ดังนั้นจึงมีโอกาที่จะค้นพบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อของสมุนไพรในท้องถิ่นเหล่านี้ ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถสนับสนุนองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้สมุนไพรในการรักษาโรคติดเชื้อ และเป็นแนวทางในการนำพืชสมุนไพรมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมสารสกัดสมุนไพร

นำตัวอย่างพืชสมุนไพร ได้แก่ ใบสดของฝรั่ง เพกา และชะมวง รวมถึงเหง้ามันชัน เหง้าขา อบเชย และกานพลู ล้างน้ำให้สะอาด นำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จนแห้ง แล้วนำไปบดให้เป็นผงละเอียด โดยนำสมุนไพร 250 กรัม แช่ในตัวทำละลาย 95% เอทานอลปริมาตร 250 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 7 วัน แล้วกรองส่วนน้ำไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง Rotary evaporator เก็บสารสกัดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปทดสอบต่อไป

2. การคัดแยก *S. aureus*

เก็บตัวอย่างจากไขไก่ที่วางจำหน่ายในท้องตลาด โดยนำไขไก่ทั้งฟอง (รวมเปลือกไข่) ใส่ในถุงที่ปราศจากเชื้อ ตีให้เข้ากันด้วย Stomacher ที่ความเร็ว 230 rpm เป็นเวลา 1 นาที นำทุกส่วนของไขไก่ปริมาณ 25 กรัม ใส่ลงใน Tryptic soy broth; TSB+10% NaCl ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำตัวอย่างไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18–24 ชั่วโมง แล้วนำไป Streak บนอาหาร Mannitol salt agar; MSA บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24–48 ชั่วโมง เลือกลักษณะโคโลนีที่มีรูปร่างกลม สีเหลืองทอง เพื่อนำไปศึกษาลักษณะลักษณะพื้นฐานวิทยาและนำไปทดสอบทางชีวเคมี ได้แก่ การสร้างเอนไซม์เคตาเลสการสร้างเอนไซม์โคออกูเลสและการย่อยน้ำตาลแมนนิทอลในอาหาร PR-mannitol (ดัดแปลงจาก Weldelesassie et al., 2020)

3. การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของ *S. aureus* ด้วยวิธี Disk diffusion

ทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะด้วยวิธี Disk diffusion (Kirby Bauer's method) ตามข้อกำหนดของ Clinical and Laboratory Standards Institute; CLSI (CLSI, 2015b) โดยเฉพาะเลี้ยง *S. aureus* บนอาหาร Nutrient agar; NA ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18–24 ชั่วโมง นำมาปรับความเข้มข้นสารละลาย 0.85% NaCl ให้เท่ากับ 0.50 McFarland standard (ปริมาณเชื้อประมาณ 1.5×10^8 cfu/ml) ใช้สำลีพันปลายไม้ที่ปราศจากเชื้อ จุ่มลงในสารแขวนลอยเชื้อให้ชุ่ม แล้วปิดข้างหลอดพอหมาดๆ นำไปเกลี่ยบนอาหาร Muller Hinton agar; MHA ให้ทั่วผิวน้ำอาหาร ทิ้งให้ผิวน้ำอาหารแห้งแล้ววางแผ่นยาปฏิชีวนะมาตรฐาน จำนวน 9 ชนิด ได้แก่ Penicillin G (10 units) Sulfamethoxazole Trimethoprim (25 ไมโครกรัม) Oxacillin (1 ไมโครกรัม) Novobiocin (5 ไมโครกรัม) Gentamicin (10 ไมโครกรัม) Erythromycin (15 ไมโครกรัม) Cefoxitin (30 ไมโครกรัม) และ Clindamycin (2 ไมโครกรัม) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18–24 ชั่วโมง อ่านผลโดยวัดค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใส (Inhibition zone) และนำไปแปลผลความไวต่อยาปฏิชีวนะตามข้อกำหนดของ CLSI (2023)

4. การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อของสารสกัดสมุนไพรโดยวิธี Disk diffusion

เตรียมสารสกัดสมุนไพรใน 50% Dimethyl sulfoxide (DMSO) ให้มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และทดสอบภาวะปราศจากเชื้อของสารสกัดก่อนนำไปทดสอบ โดยการเพาะเชื้อบนอาหาร NA บ่มอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18–24 ชั่วโมง สำหรับเชื้อทดสอบเตรียมให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 0.50 McFarland standard แล้วใช้สำลีพันปลายไม้ที่ปราศจากเชื้อจุ่มลงในสารแขวนลอยเชื้อให้ชุ่ม ปิดข้างหลอดพอหมาดๆ นำไปเกลี่ยบนอาหาร MHA ให้ทั่วผิวน้ำอาหาร ทิ้งให้ผิวน้ำอาหารแห้งแล้ววางแผ่นดิสก์ที่ปราศจากเชื้อ (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร) บนอาหาร MHA ที่ป้ายเชื้อแล้ว จากนั้นหยดสารสกัดที่เตรียมไว้ปริมาตร 20 ไมโครลิตรต่อแผ่นดิสก์ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18–24 ชั่วโมง อ่านผลโดยวัดค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใส ทดลอง 3 ซ้ำ โดยมีแผ่นดิสก์ที่หยด 50% DMSO เป็นชุดควบคุม

5. การทดสอบหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ (Minimum inhibitory concentration; MIC) และค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อ (Minimum bactericidal concentration; MBC)

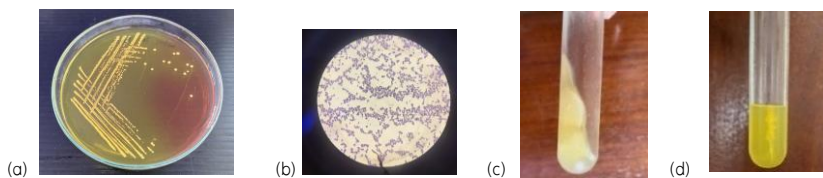
ทดสอบหาค่า MIC ด้วยวิธี Broth microdilution ตามข้อกำหนดของ CLSI (2015a) ทดสอบที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดระหว่าง 128–0.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ด้วยวิธีเจือจางสารสกัดในอาหารเลี้ยงเชื้อ Muller Hinton broth (MHB) ครึ่งละ 2 เท่า โดยดูสารสกัดปริมาตร 50 ไมโครลิตร ผสมกับอาหารเลี้ยงเชื้อ MHB ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ลงใน Microtiter plate และเจือจางจนได้ความเข้มข้นตามที่กำหนด แล้วเติมเชื้อ *S. aureus* ที่มีจำนวนเชื้อ 10^6 cfu/ml ลงไปหลุมละ 50 ไมโครลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18–24 ชั่วโมง แล้วใส่ 0.18% resazurin ลงไปหลุมละ 30 ไมโครลิตร นำไปบ่มต่ออีก 2–4 ชั่วโมง อ่านผลการทดสอบโดยสังเกตการเปลี่ยนสีของริซาชูริน ถ้าเป็นสีน้ำเงิน-ม่วง แสดงว่า สารสกัดสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ แต่ถ้าริซาชูรินเปลี่ยนเป็นสีชมพู แสดงว่า สารสกัดไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ โดยค่า MIC คือ ความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดในหลุมสุดท้ายที่เป็นสีน้ำเงิน-ม่วง ทดสอบสารสกัดละ 3 ซ้ำ สำหรับชุดควบคุมลบ ใส่เฉพาะอาหารเลี้ยงเชื้อและเชื้อเพื่อเป็น Growth control ส่วนชุดควบคุมบวก ใส่เฉพาะอาหารเลี้ยงเชื้อเป็น Sterility control และทดสอบหาค่า MIC ของยาปฏิชีวนะด้วยวิธีการเดียวกัน โดยใส่ยา Tetracycline ทดสอบที่ความเข้มข้นระหว่าง 128–0.25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนการทดสอบหาค่า MBC จะนำสารสกัดจากทุกหลุมที่สามารถยับยั้งเชื้อจากการทดสอบหาค่า MIC นำมา Streak บนอาหารเลี้ยงเชื้อ NA นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18–24 ชั่วโมง อ่านผลค่า MBC คือ จานอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่พบการเจริญของเชื้อบนอาหาร

6. การวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical analysis)

โดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี One-way ANOVA ที่ $P < 0.05$ และหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test; DMRT ด้วยโปรแกรม R studio Version 4.4.1

ผลการวิจัย

โคไลนัสของ *S. aureus* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ MSA มีลักษณะกลม ขอบเรียบ มีสีเหลืองทอง เมื่อนำไปย้อมแกรมจะติดสีแกรมบวก รูปกลม เรียงตัวเป็นกลุ่ม ให้ผลคะตาเลสและโคแอกูเลส เป็นบวก สามารถย่อยน้ำตาลแมนนิทอลได้ ดังภาพที่ 1 โดยเชื้อที่คัดแยกเมื่อนำไปแปลผลความไวต่อยาปฏิชีวนะตามข้อกำหนดของ CLSI (2023) พบว่า มีความไวต่อยาเกือบทุกชนิดที่ใช้ทดสอบ ยกเว้นยา Penicillin นอกจากนี้เชื้อมีความไวต่อยา Cefoxitin จึงไม่ใช่เชื้อกลุ่ม MRSA (Yuceel–Timur et al, 2024) ดังตารางที่ 1



ภาพที่ 1 ลักษณะเชื้อ *S. aureus* และผลการทดสอบทางชีวเคมี (a) โคไลนัสบน MSA (b) ลักษณะโคไลนัสจุลทรรศน์ (1000x) (c) การทดสอบโคแอกูเลส และ (d) การย่อยแมนนิทอล

ตารางที่ 1 การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของ *S. aureus* โดยวิธี Disk diffusion

Antibiotic disk	Inhibition zone (mm.)	Interpretation
Trimethoprim/Sulfamethoxazole (SXT, 25 µg)	28.5±0.35	S
Clindamycin (DA, 2 µg)	29.78±1.83	S
Erythromycin (E, 15 µg)	27.37±0.07	S
Novobiocin (NV, 5 µg)	29.02±0.48	S
Cefoxitin (FOX, 30 µg)	28.97±0.19	S
Oxacillin (OX, 1 µg)	20.25±0.15	S
Gentamicin (CN, 10 µg)	24.55±1.9	S
Penicillin G (P, 10 µg)	17.55±0.25	R

หมายเหตุ S = susceptible R = resistant

การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อเบื้องต้นของสารสกัดสมุนไพรด้วยวิธี Disk diffusion พบว่า สารสกัดจากสมุนไพร 4 ชนิด สามารถยับยั้ง *S. aureus* โดยมีค่าเฉลี่ย Inhibition zone อยู่ระหว่าง 9.54–22.93 มิลลิเมตร โดยสารสกัดจากเหง้าขมิ้น Inhibition zone กว้างที่สุด สำหรับสารสกัดที่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อได้ คือ ใบเพกา เหนียงมันชัน และอบเชย ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้ง *S. aureus* ของสารสกัดสมุนไพรด้วยวิธี Disk diffusion

Plants	Inhibition zone (mm)*
ใบฝรั่ง	9.82±0.66 ^b
ใบชะมวง	9.54±1.45 ^b
เหง้าขมิ้น	22.93±2.06 ^a
กานพลู	9.78±2.50 ^b

หมายเหตุ – *data presented as means±S.D. from analysis of three samples, in triplicate

– ^{ab} Means±S.D. with different letters are significantly different (P<0.05)

เมื่อนำสารสกัดที่สามารถยับยั้งเชื้อได้ไปทดสอบหาค่า MIC และ MBC พบว่า สารสกัดจากใบชะมวงมีค่า MIC ต่ำที่สุด คือ 0.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และมีค่า MBC เท่ากับ 2 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร รองลงมา คือ สารสกัดจากใบฝรั่งมีค่า MIC เท่ากับ 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และมีค่า MBC เท่ากับ 32 มิลลิกรัม /มิลลิลิตร ดังตารางที่ 3 เมื่อนำไปคำนวณค่า MBC/MIC (Mogana et al., 2020) พบว่า สารสกัดทุกชนิดมีค่ามากกว่า 4 บ่งชี้ว่าสารสกัดมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อ (Bacteriostatic activity)

ตารางที่ 3 ค่า MIC MBC และ MBC/MIC ratio ของสารสกัดสมุนไพรต่อ *S. aureus*

Plants/Antibiotic	MIC/MBC			Antibacterial activity
	MIC (mg/ml)	MBC (mg/ml)	MBC/MIC ratio	
ใบฝรั่ง	1	32	32	Bacteriostatic
ใบชะมวง	0.25	2	8	Bacteriostatic
เหง้าขมิ้น	8	128	16	Bacteriostatic
กานพลู	4	64	16	Bacteriostatic
ยาปฏิชีวนะ	MIC (µg /ml)	MBC (µg/ml)		
tetracycline	2 µg/ml	16 µg/ml		

อภิปรายผล

S. aureus ที่ปนเปื้อนในไข่และผลิตภัณฑ์จากไข่เป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ โดยมีรายงานพบเชื้อมากกว่าในไข่และผลิตภัณฑ์ไข่แปรรูปต่างๆ (Pondit et al., 2018; Thaha et al., 2024) สำหรับเชื้อที่แยกได้ครั้งนี้มีความไวต่อยาเกือบทุกชนิดที่ใช้ทดสอบและดื้อยาเพียงชนิดเดียว คือ Penicillin แต่เนื่องจากเชื้อมากกว่ามีความไวต่อยา Cefoxitin จึงไม่จัดเป็นเชื้อกลุ่ม MRSA (Yuceel-Timur et al., 2024) มีรายงานการคัดแยก *S. aureus* จากเปลือกไข่ไก่และไข่นกกระทา และพบว่าดื้อยา Penicillin ถึงร้อยละ 82.60 (Pondit et al., 2018) และพบเชื้อกลุ่ม MRSA ในไข่ไก่ถึงร้อยละ 86.80 การปนเปื้อน MRSA จะทำให้การติดเชื้อมีความรุนแรงและการรักษายากมากขึ้น เพราะเชื้อดื้อยา กลุ่ม Penicillins และ Methicillin (Syed et al., 2018)

การคัดกรองฤทธิ์ยับยั้ง *S. aureus* เบื้องต้นด้วยวิธี Disk diffusion พบว่า สารสกัดจากใบฝรั่ง ใบชะมวง เหน่าข่า และกานพลู สามารถยับยั้งเชื้อได้ เมื่อนำไปทดสอบหาค่า MIC ปรากฏว่าสารสกัดจากใบชะมวงมีค่า MIC และ MBC ต่ำสุด คือ 0.25 และ 2 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ และที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร มี Inhibition zone ขนาด 9.54 มิลลิเมตร ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของ Ngamsurach & Praipipat (2022) ที่พบว่า สารสกัดจากใบชะมวงที่สกัดด้วยเอทานอลสามารถยับยั้ง *S. aureus* ได้เช่นกัน โดยที่ความเข้มข้น 100–400 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร มีค่า Inhibition zone ขนาด 7.30–8.50 มิลลิเมตร แต่เมื่อเปรียบเทียบกับผลการวิจัยของ Tinrat (2022) ที่พบว่า มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อได้น้อยกว่า กล่าวคือ สารสกัดเริ่มยับยั้งเชื้อได้ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร มี Inhibition zone ขนาด 10.60 มิลลิเมตร และมีค่า MIC และ MBC เท่ากับ 25 และ 50 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณารายละเอียดวิธีการสกัด พบว่า งานวิจัยดังกล่าวใช้ระยะเวลาในการแช่สมุนไพรเพื่อสกัดสารน้อยงานวิจัยนี้ ดังนั้นระยะเวลาที่แช่สมุนไพรในตัวทำละลายจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้สารประกอบต่างๆ ละลายออกมาได้มากน้อยต่างกัน นอกจากนี้ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อยังขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลาย เนื่องจากพบว่าสารสกัดด้วยเอทานอลมีประสิทธิภาพดีกว่าสารที่สกัดด้วยอะซิโตน และน้ำกลั่น ตามลำดับ เพราะสารเคมีแต่ละชนิดในสมุนไพรมีความสามารถในการละลายในตัวทำละลายได้ต่างกันนั่นเอง สำหรับสารพฤกษเคมีที่พบในใบชะมวงที่สกัดด้วยเอทานอล มีหลายชนิด ได้แก่ แทนนิน ซาโพนิน ฟลาโวนอยด์ สเตอรอยด์ เทอร์ปีนอยด์ และอัลคาลอยด์ โดยสาร Secondary metabolite หลักในชะมวงที่มีบทบาทสำคัญในการต้านแบคทีเรีย คือ แชนโทนและฟลอโรกลูซินอล รวมถึงฟลาโวนอยด์ที่มีคุณสมบัติเป็นสารแอนติออกซิแดนท์ต่อสาร 2,2-Diphenyl-1-picryl hydrazyl (DPPH) ซึ่งเป็นที่ทราบกันว่าสารต้านอนุมูลอิสระแสดงฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ได้ในระดับหนึ่ง (Ayoola et al., 2008)

สารสกัดจากใบฝรั่งเป็นอีกสารสกัดหนึ่งที่มีฤทธิ์ยับยั้ง *S. aureus* ได้ดีรองลงมาจากสารสกัดจากใบชะมวง มีค่า MIC และ MBC เท่ากับ 1 และ 32 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีรายงานวิจัยพบว่าสารสกัดด้วยเอทานอลของใบฝรั่งสามารถยับยั้ง *S. aureus* ได้เช่นเดียวกัน มีค่า MIC เท่ากับ 20 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร โดยมีค่า MIC สูงกว่าผลการทดสอบครั้งนี้ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากวิธีการสกัดที่แตกต่างกันเช่นเดียวกันกับกรณีของสารสกัดจากใบชะมวง เนื่องจากมีระยะเวลาการแช่สมุนไพรในตัวทำละลายน้อยกว่านั่นเอง นอกจากนี้ชนิดของตัวทำละลายยังมีผลต่อประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อเช่นเดียวกัน เนื่องจากเมื่อสกัดด้วยน้ำ จะให้ค่า MIC ที่สูงกว่าคือ 40 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร (Ngene et al., 2019) สำหรับสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อที่พบในใบฝรั่ง คือ แทนนิน ซึ่งพบมากในใบฝรั่งรวมถึงชาโพนิน ฟลาโวนอยด์ เทอร์พีนอยด์ (Bashir, Ado & Alli, 2021; Ngene et al., 2019)

สำหรับสารสกัดจากกานพลูและเหง้าขมิ้นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ รองลงมา คือ มีค่า MIC เท่ากับ 4 และ 8 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ โดยเฉพาะสารสกัดจากเหง้าขมิ้นที่มี Inhibition zone กว้างที่สุด คือ 22.93 มิลลิเมตร แต่มี MIC สูงสุด เกิดจากการทดสอบทั้งสองวิธี อาศัยหลักการที่ต่างกัน กล่าวคือ การทดสอบด้วยวิธี Disk diffusion อาศัยหลักการแพร่กระจายของสารสกัดบนฐานอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยขนาดโมเลกุลของสารและความสามารถในการละลายมีผลต่ออัตราการแพร่ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อขนาด Inhibition zone (ณัฐฉิณี และคณะ, 2562) หากสารแพร่ได้ไกล จะทำให้ Inhibition zone มีขนาดใหญ่ แม้ว่าสารนั้นจะต้องใช้ความเข้มข้นสูงในการยับยั้งเชื้อหรือฆ่าเชื้อก็ตาม ดังนั้นสารที่มี Inhibition zone กว้าง อาจให้ผลการทดสอบ MIC สูงได้ เนื่องจากเชื้อต้องสัมผัสกับความเข้มข้นนั้นโดยตรง ไม่ได้อาศัยการแพร่ ในกรณีนี้การแพร่ที่ดีในฐานจึงไม่ส่งผลต่อค่า MIC

อย่างไรก็ตามผลการวิจัยครั้งนี้ ปรากฏว่า สารสกัดจากใบเพกา เหง้าขมิ้นชัน และอบเชย ไม่สามารถยับยั้งเชื้อได้ ซึ่งมีรายงานวิจัยศึกษา พบว่า สารสกัดจากผลและเมล็ดของเพกา สารสกัดจากเหง้าขมิ้นชัน และสารสกัดด้วยเอทานอลจากอบเชย สามารถยับยั้งเชื้อได้ (Idris & Habibu, 2021; Oklo et al., 2023; Sithisam, Rojsanga & Sithisam, 2021) ดังนั้นการที่ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อของสารสกัดแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน เกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย ตั้งแต่วิธีการสกัด ระยะเวลาในการแช่สมุนไพร ชนิดของตัวทำละลาย ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังขึ้นอยู่กับลักษณะของพืชสมุนไพรที่ได้มาจากแหล่งเพาะปลูกที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน ลักษณะของดินที่ปลูก สิ่งแวดล้อมที่พืชเจริญ อายุของพืช หรือช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง นอกจากนี้วิธีการสกัด อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอบพืชก่อนนำไปสกัดก็มีผลเช่นเดียวกัน (สุกัญญา และคณะ, 2563; Nimrat, Soodsawaeng & Vuthiphandcha, 2018) สำหรับผลการทดสอบหาค่า MBC/MIC ยังแสดงให้เห็นว่าสารสกัดทุกชนิดออกฤทธิ์แบบยับยั้งการเจริญของเชื้อ (Bacteriostatic activity)

โดยสารที่ออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อนั้นจะป้องกันการเพิ่มจำนวนแต่ไม่ฆ่าเชื้อ ซึ่งออกฤทธิ์โดยการยับยั้งการสร้างโปรตีน ส่วนสารที่ออกฤทธิ์โดยการฆ่าเชื้อ (Bactericidal activity) จะมีผลในการทำลายผนังเซลล์หรือเซลล์เมมเบรนของเชื้อ (Biology Libretexts, 2025) ผลการวิจัยในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสมุนไพรหลายชนิดมีศักยภาพที่จะนำไปพัฒนาต่อไป โดยการพัฒนาและตรวจสอบคุณสมบัติอื่นๆ เพิ่มเติม จะสามารถนำไปพัฒนาเป็นสารสำคัญทางการแพทย์ และช่วยส่งเสริมให้มีการใช้ทรัพยากรทางชีวภาพของประเทศ/ท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์และมีมูลค่าเพิ่มได้

สรุปผลการวิจัย

S. aureus ที่ใช้ทดสอบคัดแยกจากไขไก่ซึ่งแสดงคุณสมบัติคือต่อยา Penicillin แต่มีความไวต่อยา จำนวน 7 ชนิด ที่ใช้ทดสอบ รวมถึงยา Cefoxitin จึงไม่จัดเป็นเชื้อ MRSA เมื่อนำมาทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อด้วยสารสกัดสมุนไพรที่สกัดด้วยเอทานอล พบว่า สมุนไพร จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ใบฝรั่ง ใบชะมวง เหง้าข่า และกานพลู แสดงฤทธิ์ยับยั้ง *S. aureus* แบบ Bacteriostatic activity โดยเฉพาะสารสกัดจากใบชะมวง มีค่า MIC และ MBC ต่ำที่สุด คือ 0.25 และ 2 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร รองลงมา คือ สารสกัดจากใบฝรั่งที่มีค่า MIC และ MBC คือ 1 และ 32 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ด้วยเหตุนี้สารสกัดทั้งสองชนิดจึงมีศักยภาพนำไปพัฒนาเป็นสารยับยั้งเชื้อที่ช่วยลดอุบัติการณ์การเกิดโรคต่างๆ ที่เกิดในมนุษย์หรือสัตว์ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณหลักสูตรจุลชีววิทยาทางการแพทย์และอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่ได้สนับสนุนงานวิจัยนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ณัฏฐินี ชีรกุลกิตติพงศ์, อาลักษณ์ ทิพย์รัตน์, ภักดี สุขพรสวรรค์, อาณัติ ตีพัฒนา, สมชาติ โชคชัยธรรม, จักริน สุขสวัสดิ์ชน, และมารุต ตั้งวัฒนาชลีพร. (2562). *การวิเคราะห์ความไวต่อยาปฏิชีวนะรูปแบบใหม่และมีประสิทธิภาพสูง สำหรับการทดสอบตัวอย่างทางคลินิกในระดับจุลภาคด้วยวิธีการพิสูจน์เอกลักษณ์ภาพดิจิทัล* (รายงานการวิจัย). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ธนวัฒน์ ทองจีน, อัศวชัย ช่วยพรหม, สายัณห์ เรืองเขตร, และศักดิ์วิชัย อ่อนทอง. (2565). การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของใบชะมวง. *วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก*, 20(3), 536–550.
- สุกัญญา จันทร์สุนะ, ลลิตา เจริญทรัพย์, เยาวพา จิระเกียรติกุล, และพรชัย หาระโคตร. (2563). ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการอบแห้งต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระของใบบัวบก [*Centella asiatica* (L.) Urb.]. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 28(12), 2261–2272.
- สุวรรณดี ทรัพย์เจริญ, และณัฐชา ดั่งรัก. (2567). ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคทางเดินอาหารของสารสกัดเอทานอลขมิ้นชัน. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์*, 66(1), 18–33.

- Anosa, G.N., Ezenduka, E.V., Gabriel, K.C., Ngene, A., & Eze, U.U. (2019). Occurrence and antibiogram of *Staphylococcus aureus* and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* from table eggs in Nsukka, Enugu State, Nigeria. **Sokoto Journal of Veterinary Science**, 17(1), 62–70.
- Ayoola, G.A., Coker, H.A.B., Adesegun, S.A., Adepoju-Bello, A.A., Obaweya, K., Ezennia1, E.C., & Atangbayila, T.O. (2008). Phytochemical Screening and Anti-oxidant Activities of Some Selected Medicinal Plants Used for Malaria Therapy in Southwestern Nigeria. **Tropical Journal of Pharmaceutical Research**, 7(3), 1019–1024.
- Aziz, I.M., Alfuraydi, A.A., Almarfadi, O.M., Aboul-Soud, M.A.M., Alshememry, A.K., Alsaleh, A.N., & Almajhdi, F.N. (2024). Phytochemical analysis, antioxidant, anticancer, and antibacterial potential of *Alpinia galanga* (L.) rhizome. **Heliyon**, 10(17), 1–16.
- Bashir, A., Ado, A., & Alli, A.I. (2021). Determination of Antibacterial Activity of *Psidium guajava* Leaf Extract against Bacteria Isolated from Mobile Phones of Umaru Musa Yar'adua University, Katsina Community. **UMYU Journal of Microbiology Research**, 6(1), 219–226.
- Bernardini, S., Tiezzi, A., Masci, V.L., & Ovidi, E. (2018). Natural products for human health: an historical overview of the drug discovery approaches. **Natural Product Research**, 32(16), 1926–1950.
- Biology LibreTexts. (2023). **7.1.5: Antibiotic Classifications**. Retrieved September, 8, 2024, from [https://bio.libretexts.org/Courses/Northwest_University/MKBN211%3A_Introductory_Microbiology_\(Bezuidenhout\)/07%3A_Antimicrobial_Drugs/7.01%3A_Overview_of_Antimicrobial_Therapy/7.1.05%3A_Antibiotic_Classifications](https://bio.libretexts.org/Courses/Northwest_University/MKBN211%3A_Introductory_Microbiology_(Bezuidenhout)/07%3A_Antimicrobial_Drugs/7.01%3A_Overview_of_Antimicrobial_Therapy/7.1.05%3A_Antibiotic_Classifications)
- CLSI. (2015a). **Method for dilution antimicrobial susceptibility test for bacteria that grow aerobically: Approved standard. (10th edition)**. CLSI document M07–A10. Wayne, PA: Clinical laboratory standard institute.
- CLSI. (2015b). **Performance standards for antimicrobial disk susceptibility test; Approved standard (12th edition)**. CLSI document M02–A12. Wayne, PA: Clinical laboratory standard institute.
- CLSI. (2023). **Performance standards for antimicrobial disk susceptibility test; Approved standard. (33th edition)**. CLSI supplement M100. Wayne, PA: Clinical laboratory standard institute.
- Gertsch, J. (2016). The Metabolic Plant Feedback Hypothesis: How Plant Secondary Metabolites Nonspecifically Impact Human Health. **Planta Medica**, 82(11–12), 920–929.
- Gherardi, G. (2023). *Staphylococcus aureus* infection: pathogenesis and antimicrobial resistance. **International Journal of Molecular Sciences**, 24(9), 1–3.
- Idris, F.Z., & Habibu, U.A. (2021). In-vitro antibacterial activity of Cinnamon bark extracts on clinical multi-drug resistant (MDR) *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae* and *Pseudomonas aeruginosa* isolates. **Bayero Journal of Pure and Applied Sciences**, 14(1), 38–44.
- Isah, T. (2019). Stress. & defense responses in plant secondary metabolites production. **Biological Research**, 52(39), 1–25.

- Islam, M., Sabrin, M.S., Kabir, M.H.B., & Aftabuzzaman, M. (2018). Antibiotic sensitivity and resistant pattern of bacteria isolated from table eggs of commercial layers considering food safety issue. **Asian Journal of Medical and Biological Research**, 4(4), 323–329.
- Mebkhout, F., Khelifi Touhami, N.A., Ouchene, N., Dahmane, T., Hamdi, T.M., & Kessi, O. (2022). Evaluation of bacterial contamination of laying hen eggshells by using a classic and fast method: First report in Algeria. **Agricultural Science Technology**, 14(4), 49–56.
- Mogana, R., Adhikari, A., Tzar, M.N., Ramliza, R., & Wiat, C. (2020). Antibacterial activities of the extracts, fractions and isolated compounds from *Canarium patentinervium* Miq. against bacterial clinical isolates. **BMC Complementary Medicine and Therapies**, 20(1), 1–11.
- Ngamsurach, P., & Praipipat, P. (2022). Comparative antibacterial activities of *Garcinia cowa* and *Piper sarmentosum* extracts against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* with studying on disk diffusion assay, material characterizations, and batch experiments. **Heliyon**, 8(11), 1–15.
- Ngene, A.C., Aguiyi, J.C., Chibuike, C.J., Ifeanyi, V.O., Ukaegbu-Obi, K. M., Kim, E.G., Ohaeri, U.C., & Onyemegbulem, B.O. (2019). Antibacterial activity of *Psidium guajava* leaf extract against selected pathogenic bacteria. **Advances in Microbiology**, 9(12), 1012–1022.
- Nimrat, S., Soodsawaeng, P., & Vuthiphandcha, V. (2018). Chemical Composition and Antibacterial Activity of Ethanol Extract of Lemon Grass (*Cymbopogon citratus*) on Pathogenic Bacteria: A review. **Journal of Science and Technology Ubon Ratchathani University**, 20(3), 20–28.
- Oklo, A.D., Adah, C.A., Abah, C.N., Ode, P.I., Praise, A.J., & Ede, C.O. (2023). Physicochemical analysis and anti-bacterial activity of rhizome of tumeric (*Curcuma longa* L.) vegetable plants. **World Journal of Advanced Research and Reviews**, 2023, 18(01), 1169–1181.
- Pondit, A., Haque, Z.F., Sabuj, A.A., Khan, M.R., & Saha, S. (2018). Characterization of *Staphylococcus aureus* isolated from chicken and quail eggshell. **Journal of Advanced Veterinary and Animal Research**, 5(4), 466–471.
- Rikamalia, R., Rastina, R., & Ismail, I. (2018). Total *Staphylococcus aureus* in chicken eggs sold in minimarkets In Syiah Kuala district. **Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner**, 2(3), 388–395.
- Syed, M.A., Shah, S.H.H., Sherafzal, Y., Shafi-Ur- Rehman, S., Khan, M.A., Barrett, J.B., Woodley, T.A., Jamil, B., Abbasi, S.A., & Jackson, C.R. (2018). Detection and molecular characterization of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* from table eggs in Haripur, Pakistan. **Foodborne Pathogen and Disease**, 15(2), 86–93.
- Sithisarn, P., Rojsanga, P., & Sithisarn, P. (2021). Flavone-Rich Fractions and Extracts from *Oroxylum indicum* and Their Antibacterial Activities against Clinically Isolated Zoonotic Bacteria and Free Radical Scavenging Effects. **Molecules**, 26(1773), 1–20.
- Thaha, A.H., Malaka, R., Hatta, W., & Maruddin, F. (2024). *Staphylococcus aureus* as a foodborne pathogen in eggs and egg products in Indonesia: A review. **International Journal of One Health**, 10(1), 141–147.

- Tinrat, S. (2022). Phytochemical screenings, antibacterial and anti-biofilm activities of *Garcinia cowa* Roxb. leaves extracts and its synergistic effect with antibiotic. **Pharmaceutical Sciences Asia**, 49(6), 556–567.
- Weldeselassie, M., Gugsa, G., Kumar, A., Tsegaye, Y., Awol, N., Ahmed, M., Abebe, M., & Tadele, H. (2020). Isolation and Characterization of *Staphylococcus aureus* From Food of Bovine Origin in Mekelle, Tigray, Ethiopia. **The Open Microbiology Journal**, 14, 234–241.
- Yassin, M.T., Al-Askar, A.A., Mostafa, A. A. F., & El-Sheikh, M.A. (2020). Bioactivity of *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & LM Perry extracts as potential antimicrobial and anticancer agents. **Journal of King Saud University–Science**, 32(8), 3273–3278.
- Yuceel–Timur, I., Garner, C.D., Franlin, S., & Hardy, D.J. (2024). Performance evaluation of cefoxitin screen test on two different automated antimicrobial susceptibility test systems: a comparative study. **Microbiology Spectrum**, 12(9), 1–6.