



ประเมินฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* และ Methicillin-resistant
Staphylococcus aureus ของสารสกัดจากสมุนไพรไทย 7 ชนิด
 Evaluation of Antibacterial Activity against *Staphylococcus aureus* and
 Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* of Extracts
 from Seven Thai Herbal Plants

พฤทธิกร ศุภพล^{1*}, สุนิษา คงพล², สุภาวดี จันทร์แก้ว², อุสนา ดือเลาะ², อาสุรา เจ๊ะบือราเฮง²

¹ สาขาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์พื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา 90000

² สาขาวิชาชีววิทยา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา 90000

Preuttiporn Supaphon^{1*}, Sunisa Kongplub², Supawadee Chankaew², Husna Duelah²,
 Asura Chebueraheng²

¹ Department of Basic Science and Mathematic, Faculty of Science, Thaksin University, Songkla 90000

² Division of Biology, Faculty of Education, Thaksin University, Songkla 90000

*Email : Preuttiporn@tsu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* (SA) และ Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) ของสารสกัดจากสมุนไพรไทยจำนวน 7 ชนิด (ผิวมะนาว ใบตะไคร้ ใบมะกรูด เหนียงมันชัน ใบบัวบก ใบขี้เหล็ก และใบมะม่วงหาวมะนาวโห่) โดยสกัดสารจากพืชด้วยเมทานอลและเฮกเซน จากนั้นนำสารสกัดหยดทั้งหมดไปทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียด้วยวิธี colorimetric broth microdilution หาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดในการยับยั้งแบคทีเรีย (MIC) และค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดในการฆ่าแบคทีเรีย (MBC) ผลการทดสอบพบว่าสารสกัดเมทานอลจากเหง้ามันชันมีฤทธิ์ยับยั้ง *S. aureus* ATCC 25923 ดีที่สุดให้ค่า MIC 0.025 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ MBC 0.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และยับยั้ง MRSA ให้ค่า MIC 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ MBC 1.6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ขณะที่สารสกัดเฮกเซนจากเปลือกมะนาว ใบตะไคร้ และใบมะกรูดสามารถยับยั้ง *S. aureus* ATCC 25923 ให้ค่า MIC เท่ากับ 0.1 0.5 และ 0.8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้สารสกัดที่เหลือมีฤทธิ์ยับยั้งและฆ่าแบคทีเรียได้ต่ำ ให้ค่า MIC ในช่วง 3.2-12.8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ MBC มากกว่าหรือเท่ากับ 12.8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า สารสกัดจากพืชสมุนไพรบางชนิดเป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียที่น่าสนใจซึ่งอาจนำไปสู่การใช้ประโยชน์ในอนาคต

คำสำคัญ : สมุนไพร สารสกัดหยด ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย



Abstract

This research aims to study the antibacterial activity (*Staphylococcus aureus* (SA) and Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) of extracts from seven Thai herbal plants (peels of *Citrus aurantifolia*, leaf of *Cymbopogon citratus*, leaf of *Citrus hystrix*, rhizome of *Curcuma longa*, leaf of *Centella asiatica*, leaf of *Senna siamea* and leaf of *Carissa carandas*). Each plant was extracted with methanol and hexane. All crude extracts were evaluated for their antibacterial activity using a colorimetric broth microdilution test. The minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) were evaluated. The results showed that methanol extract from rhizome of *Curcuma longa* was the most active against *S. aureus* ATCC25923 with MIC 0.025 mg/ml and MBC 0.2 mg/ml and MRSA with MIC 0.5 mg/ml and MBC 1.6 mg/ml. On the other hand, hexane extracts from peels of *Citrus aurantifolia*, leaf of *Cymbopogon citratus* and leaf of *Citrus hystrix*, gave the moderate antibacterial activity with MIC 0.1 0.5 and MBC 0.8 mg/ml, respectively; whereas, the remaining extract showed the lowest antibacterial efficiency with MIC concentration range of 3.2-12.8 mg/ml and MBC concentration more than or equal to 12.8 mg/ml. These results show that crude extracts from some Thai herbal plants are an interesting source of active metabolites for future application.

Keywords : Herbal plant, Crude Extract, Antibacterial activity

บทนำ

ปัญหาสุขภาพโดยเฉพาะปัญหาโรคติดเชื้อเป็นปัญหาสำคัญทั้งในระดับประเทศไทยและทั่วโลก โดยเฉพาะโรคติดเชื้อจากแบคทีเรีย ปัจจุบันมีรายงานว่าส่วนหนึ่งของการติดเชื้อมาจากการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลของผู้ป่วย โดยแบคทีเรียสามารถเข้าสู่ร่างกายและก่อโรคในหลายระบบทั้งทางผิวหนัง ระบบทางเดินหายใจและระบบปัสสาวะ ซึ่งแบคทีเรียสาเหตุ คือ *Staphylococcus aureus* และ Methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA) แบคทีเรียในกลุ่มนี้มีรายงานการดื้อยาเพิ่มขึ้น ทำให้ใช้เวลานานในการรักษาและมีค่าใช้จ่ายสูงขึ้น⁽¹⁾ โดย *S. aureus* ก่อโรคได้หลายระบบ มีอุบัติการณ์การติดเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ คิดเป็นร้อยละ 5-17 ในโรงพยาบาล และเป็นสาเหตุของโรคติดเชื้อทั่วร่างกาย โดยเฉพาะโรคติดเชื้อที่ผิวหนังและตุ่มหนองบริเวณผิวหนัง และยังเป็นเชื้อฉวยโอกาสก่อโรคในผู้ป่วยที่ร่างกายอ่อนแอ ทำให้เกิดโรคปอดบวมและมีอัตราการเสียชีวิตสูงถึงร้อยละ 50⁽²⁾ การรักษาโดยทั่วไปนิยมใช้ยา penicillin แต่ต่อมาพบว่า *S. aureus* ดื้อยาเพิ่มมากขึ้นโดยการสร้างเอนไซม์ beta-lactamase ทำลายยา จึงมีการใช้ยา methicillin ในการรักษาซึ่งยาชนิดนี้สามารถทนต่อเอนไซม์ Beta-lactamase ได้ ต่อมา มีรายงานพบว่า *S. aureus* ดื้อต่อยา methicillin เพิ่มมากขึ้น จึงเรียกแบคทีเรียนี้ว่า methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA) และมีการพัฒนายาที่ใช้ในการรักษามาเป็น vancomycin ในปัจจุบัน และมีรายงานว่า MRSA ดื้อยา vancomycin ที่ใช้ในการรักษา⁽³⁾



ดังนั้นหลาย ๆ หน่วยงาน จึงพยายามหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยสมุนไพรเป็นแหล่งทางเลือกในการรักษาที่น่าสนใจ เนื่องจากสมุนไพรไทยหลายชนิดมีสารพฤกษเคมี ที่หลากหลาย ได้แก่ ควิโนน อัลคาลอยด์ แทนนิน ฟลาโวนอยด์ เทอร์พีนอยด์ สเตียรอยด์ และซาโปนิน เป็นต้น ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน นักวิจัยมีการศึกษาและนำพืชสมุนไพรมาใช้ในการรักษาหรือยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียจำนวนมาก⁽⁴⁾ ซึ่งการนำพืชสมุนไพรใช้นั้นจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการส่งซื้อยาสำเร็จรูปที่อาจก่อให้เกิดผลข้างเคียงหรืออาจก่อให้เกิดการดื้อยาเมื่อบริโภคเป็นเวลานาน แต่อย่างไรก็ตามการใช้สมุนไพรในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียในประเทศไทย ยังไม่ได้รับความสนใจมากนัก อาจด้วยการเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ทั้งรายงานการนำสมุนไพรไปใช้ประโยชน์ของผู้ป่วย รวมทั้งแหล่งข้อมูลที่รายงานประสิทธิภาพของสมุนไพรไทยบางชนิดในการยับยั้งจุลินทรีย์ ซึ่งจากงานวิจัยพบว่าสมุนไพรไทยจำนวน 7 ชนิด (มะนาว ตะไคร้ มะกรูด ขมิ้นชัน บัวบก ขี้เหล็ก และมะม่วงหาวมะนาวโห่) มีสารประกอบทางพฤกษเคมี ที่สำคัญ เช่น ฟลาโวนอยด์ โพลีฟีนอล ซาโปนิน และ แทนนิน ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) และสามารถยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคได้⁽⁵⁻⁷⁾ สารสกัดจากพืชเหล่านี้มีศักยภาพและรายงานการยับยั้งแบคทีเรียหลายชนิด ได้แก่ *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella Typhimurium*, *Staphylococcus epidermidis* และ *S. aureus*

โดยการศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่เป็นเพียงการรายงานฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากสมุนไพร ซึ่งทดสอบกับแบคทีเรียสายพันธุ์มาตรฐานหลายชนิดทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบ โดยยังไม่มีการศึกษาควบคู่ไปกับแบคทีเรียสายพันธุ์ดื้อยา ของแบคทีเรียชนิดนั้น ๆ นอกจากนี้วิธีการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียส่วนใหญ่เลือกใช้วิธีทดสอบบนอาหารแข็งและวัดขนาดวงใสทำให้ไม่ทราบความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถยับยั้งและฆ่าแบคทีเรีย⁽⁷⁻⁹⁾ จากความสำคัญของปัญหา การติดเชื้อแบคทีเรียของผู้ป่วยในโรงพยาบาล โดยเฉพาะ *S. aureus* และ MRSA รวมทั้งเพื่อเพิ่มฐานข้อมูลประสิทธิภาพของสมุนไพรไทย โดยผลการวิจัยอาจใช้เป็นแนวทางหนึ่งของการศึกษาในอนาคตเพื่อลดการติดเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวได้ ผู้วิจัยจึงศึกษาศักยภาพของสารสกัดหยาบจากสมุนไพรไทย 7 ชนิด ได้แก่ มะนาว ตะไคร้ มะกรูด ขมิ้นชัน บัวบก ขี้เหล็ก และมะม่วงหาวมะนาวโห่ ในการยับยั้งและฆ่าแบคทีเรีย *S. aureus* สายพันธุ์มาตรฐานและสายพันธุ์ดื้อยา methicillin (MRSA) แบคทีเรียสาเหตุก่อโรคในระบบทางเดินอาหารและผิวหนังรวมทั้งเป็นเชื้อฉวยโอกาส

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาศักยภาพของสารสกัดจากสมุนไพรไทย 7 ชนิด ในการยับยั้งและฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* สายพันธุ์มาตรฐานและสายพันธุ์ดื้อยา methicillin (Methicillin-resistant *S. aureus*)

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมพืชและสารสกัดหยาบจากพืช นำตัวอย่างพืชทั้ง 7 ชนิด ได้แก่ ผิวมะนาว ใบตะไคร้ ใบมะกรูด เหง้าขมิ้นชัน ใบบัวบก ใบขี้เหล็ก และใบมะม่วงหาวมะนาวโห่ มาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปาและผึ่งให้แห้ง จากนั้นนำตัวอย่างไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 วัน หรือจนตัวอย่างแห้ง จากนั้นนำตัวอย่าง



พืชไปบดให้ละเอียด ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างพืช บรรจุตัวอย่างพืชลงในขวดโหล แช่ด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ 2 ชนิด ได้แก่ เมทานอล และเฮกเซน โดยใช้สัดส่วนของพืชต่อตัวทำละลายในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 และวางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นกรองตัวอย่างพืชออกด้วยผ้าขาวบาง และนำส่วนของเหลวที่ได้ไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยแบบหมุน (Rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนได้สารสกัดหยาบ ชั่งน้ำหนักและคำนวณหาร้อยละของสารสกัดที่ได้ ดังนี้ ร้อยละของสารสกัด = (น้ำหนักของสารสกัด / น้ำหนักแห้งของตัวอย่าง) $\times$ 100 จากนั้นนำสารสกัดหยาบที่ผ่านการสกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ มาละลายด้วย dimethyl sulfoxide (DMSO) ให้ได้ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อเป็น stock solution ของสารสกัดและนำไปทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียต่อไป

การเตรียมยาปฏิชีวนะมาตรฐาน ทำการละลายยา vancomycin ด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจากเชื้อ ให้ได้ความเข้มข้น 16 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส โดยยา vancomycin ใช้เป็นยามาตรฐานสำหรับแบคทีเรีย

การเตรียมแบคทีเรียทดสอบ จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วย แบคทีเรียแกรมบวก 2 สายพันธุ์ คือ *Staphylococcus aureus* ATCC25923 (SA) และ methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) SK1 โดย streak เชื้อแบคทีเรียทดสอบลงบนอาหาร nutrient agar (NA) จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง จะสังเกตเห็นโคโลนีของแบคทีเรียขึ้นบนจานอาหาร จากนั้นทำการเตรียมเชื้อเริ่มต้นโดยเชื้อแบคทีเรีย 3-5 โคโลนี ลงในอาหาร nutrient broth (NB) ปรับความขุ่นของเชื้อด้วยน้ำเกลือ 0.85 เปอร์เซ็นต์ ที่ปราศจากเชื้อ ให้ได้ 0.5 McFarland standard (เชื้อประมาณ 1.5×10^8 CFU/ml) และเจือจางต่อที่อัตราส่วน 1:200 ด้วยอาหาร Mueller-Hinton Broth (MHB)

การทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดจากสมุนไพรด้วยวิธี colorimetric broth microdilution

ทดสอบฤทธิ์เบื้องต้นของสารสกัดที่ความเข้มข้นสุดท้าย 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำสารสกัดหยาบที่เตรียมไว้ที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ดูดใส่ใน sterile 96-well microtiter plates หลุมละ 40 ไมโครลิตร จากนั้นดูดอาหาร MHB ลงไปหลุมละ 60 ไมโครลิตร และดูดเชื้อทดสอบที่เตรียมไว้ซึ่งปรับความขุ่นแล้วใส่ใน sterile 96-well microtiter plates ที่มีสารสกัดและอาหารอยู่ หลุมละ 100 ไมโครลิตร โดยทำการทดสอบ 3 ซ้ำ จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมง หยด resazurin indicator (0.18%) ลงในหลุมทดสอบหลุมละ 30 ไมโครลิตร และนำไปบ่มต่อเป็นเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาที่กำหนดอ่านผลการทดสอบโดยสังเกตสีของ resazurin หากยังคงเห็นเป็นสีน้ำเงินให้ผลเป็นบวก แสดงว่าสารสกัดสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทดสอบได้ แต่หากเปลี่ยนเป็นสีชมพูหรือใสไม่มีสีให้ผลเป็นลบ แสดงว่าสารสกัดไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทดสอบได้

การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดที่สามารถยับยั้งเชื้อทดสอบ (The minimum inhibitory concentrations; MICs) และการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดที่สามารถฆ่าเชื้อทดสอบ (The minimum bactericidal concentration; MBCs) นำสารสกัดที่ให้ผลการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบที่ความเข้มข้นสุดท้าย 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากการทดสอบก่อนหน้ามาทดสอบหาค่า MIC ของสารสกัดในช่วงความเข้มข้น



สุดท้าย 12.8-0.025 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยดูดอาหารเหลว MHB ปริมาตร 148.8 ไมโครลิตร ใส่ลงใน sterile 96-well microtiter plates จากนั้นดูดสารสกัดหยาบปริมาตร 51.2 ไมโครลิตร (จากหลอดความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ใส่ sterile 96-well microtiter plates หลุมเดียวกันกับที่มีอาหารเหลวอยู่ (แถวที่ 1) และดูดอาหาร MHB ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ลงในแถวที่ 2-10 ของ sterile 96-well microtiter plates จากนั้นทำการเจือจางแบบ 2-fold dilution จากแถวที่ 1-10 และดูดเชื้อแบคทีเรียทดสอบที่มีอัตราส่วน 1:200 ที่เตรียมไว้ ใส่ใน sterile 96-well microtiter plates หลุมละ 100 ไมโครลิตร เพื่อให้ได้ความเข้มข้นสุดท้ายของสารสกัดหยาบในช่วง 12.8-0.025 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยทดสอบความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ นำจานทดสอบไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมง จากนั้นหยด Resazurin indicator (0.18 %) ลงในหลุมทดสอบหลุมละ 30 ไมโครลิตร และนำไปบ่มต่อที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาที่กำหนดอ่านผลการทดสอบ บันทึกค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเชื้อทดสอบได้เป็นค่า MIC จากนั้นนำผลที่ระดับความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งเชื้อได้ในการทดสอบ MIC มา Streak บนอาหาร NA นำจานอาหารไปบ่มที่สภาวะเดียวกับการทดสอบข้างต้น อ่านค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้เป็นค่า MBC สำหรับชุดควบคุมเชิงบวกใช้ยา Vancomycin ในการทดสอบ โดยทดสอบความเข้มข้นสุดท้ายของยาในช่วงความเข้มข้น 64 – 0.125 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร นอกจากนี้ในการทดสอบยังใช้ DMSO ในการทดสอบเพื่อเป็นชุดควบคุมเชิงลบ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการสกัดพืชด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ เมทานอล และเฮกเซน พบว่าพืชแต่ละชนิดที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอลมีแนวโน้มของร้อยละของสารสกัดที่ได้มากกว่าตัวทำละลายเฮกเซน โดยสารสกัดหยาบจากตัวทำละลาย เมทานอลมีร้อยละของสารสกัดอยู่ในช่วง 2.11–12.5 ขณะที่สารสกัดหยาบจากเฮกเซนมีร้อยละของสารสกัดหยาบในช่วง 1.97-3.5 (ตารางที่ 1) ซึ่งจากผลการศึกษาสอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ที่ใช้ตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ในการสกัดสารจากพืช โดยเมทานอลเป็นตัวทำละลายที่มีขั้วสูงจึงสามารถสกัดเอาสารสำคัญในพืชออกมาได้มากกว่าเฮกเซนซึ่งเป็นสารขั้วต่ำหรือไม่มีขั้ว ซึ่งสอดคล้องกับรายงานผลการศึกษากการสกัดสารจากแก่นฝางโดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล พบว่า เมทานอลเป็นตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีขั้วสูงจึงมีความสามารถในการดึงสารสำคัญในพืชออกมาได้ในปริมาณมาก ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ กรดฟีนอลิก และฟีนอลิกไดเทอร์พีนส์ โดยสารสำคัญในกลุ่มนี้มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียได้ดี⁽¹⁰⁾ แต่อย่างไรก็ตามมีปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจส่งผลต่อร้อยละของสารสกัดที่ได้ เช่น อุณหภูมิที่ใช้ในการอบพืชระยะเวลาที่อบพืช รวมทั้งวิธีการสกัดสารจากพืช โดย สุกัญญา และคณะ⁽¹¹⁾ ในปี พ.ศ. 2563 รายงานว่า ปริมาณสารที่ได้จากการอบใบบัวบกที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ส่งผลต่อปริมาณร้อยละของสารสกัดที่ได้ โดยการอบพืชที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 8-10 ชั่วโมง มีร้อยละของสารสกัดสูงสุดที่ 25.75-27.58



ตารางที่ 1 พืชและส่วนของพืชที่ใช้ในการเตรียมสารสกัดและร้อยละของสารสกัดที่ได้

Plant species (common name)	Part of plant	Solvent (%yield)	
		Methanol	Hexane
<i>Citrus aurantifolia</i> (มะนาว)	peels	2.11	1.97
<i>Cymbopogon citratus</i> (ตะไคร้)	leaf	2.33	2.08
<i>Citrus hystrix</i> (มะกรูด)	leaf	2.14	2.42
<i>Curcuma longa</i> (ขมิ้นชัน)	rhizome	5.6	3.2
<i>Centella asiatica</i> (บัวบก)	leaf	4.4	3.5
<i>Senna siamea</i> (ขึ้นฉะ)	leaf	7.3	2.4
<i>Carissa carandas</i> (มะม่วงหาวมะนาวโห่)	leaf	12.5	3.5

ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดหยาบโดยวิธี colorimetric broth microdilution ผลจากการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียเบื้องต้นของสารสกัดหยาบทั้งหมด 14 สาร จากพืช 7 ชนิด ที่สกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ 2 ชนิด ประกอบด้วย เมทานอลและเฮกเซน ในการยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวก 2 สายพันธุ์ ที่ระดับความเข้มข้นสุดท้ายของสารสกัด 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าสารสกัดทั้ง 14 สาร มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกทั้ง 2 สายพันธุ์ *Staphylococcus aureus* ATCC25923 และ methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) SK1 ที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าว แต่เมื่อทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดที่มีความสามารถในการยับยั้งและฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ในช่วงความเข้มข้น 12.8-0.025 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (ตารางที่ 2) พบว่ามีสารสกัดจำนวน 10 สาร คิดเป็น 71.43 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้ง *S. aureus* ATCC25923 ได้ในช่วงความเข้มข้นที่ทดสอบ แต่มีสารสกัดเพียง 2 สาร คิดเป็นร้อยละ 14.29 สามารถยับยั้ง MRSA ได้ โดยสารสกัดเมทานอลจากเหง้าขมิ้นชันมีศักยภาพในการยับยั้ง *S. aureus* ทั้ง 2 สายพันธุ์ ได้ดีที่สุด ให้ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดในการยับยั้ง *S. aureus* และ MRSA เท่ากับ 0.025 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ขณะที่สารสกัดเมทานอลจากเหง้าขมิ้นชันให้ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดในการฆ่า *S. aureus* และ MRSA เท่ากับ 0.2 และ 1.6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

ตารางที่ 2 สารสกัดหยาบที่มีศักยภาพในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบในช่วงความเข้มข้น 12.8-0.025 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยวิธี colorimetric broth microdilution

Plants	Solvents	MIC/MBC (mg/ml)	
		SA	MRSA
<i>Citrus aurantifolia</i>	methanol	1.6/>12.8	6.4/>12.8
(มะนาว)	hexane	0.1/>12.8	-
<i>Cymbopogon citratus</i>	methanol	3.2/>12.8	-
(ตะไคร้)	hexane	0.5/>12.8	-



Plants	Solvents	MIC/MBC (mg/ml)	
		SA	MRSA
<i>Citrus hystrix</i> (มะกรูด)	methanol	1.6/>12.8	-
	hexane	0.8/>12.8	-
<i>Curcuma longa</i> (ขมิ้นชัน)	methanol	0.025/0.2	0.5/1.6
	hexane	-	-
<i>Centella asiatica</i> (บัวบก)	methanol	1.6/>12.8	-
	hexane	-	-
<i>Senna siamea</i> (ขึ้นฉะ)	methanol	6.4/>12.8	-
	hexane	-	-
<i>Carissa carandas</i> (มะม่วงหาวมะนาวโห่)	methanol	12.8/12.8	-
	hexane	-	-
Antibiotic drug		MIC/MBC (µg/ml)	
Vancomycin		0.5/2	1/2

หมายเหตุ SA = *Staphylococcus aureus* ATCC25923, MRSA = methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) SK1, - หมายถึง ไม่มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียในช่วงความเข้มข้นที่ทดสอบ

เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรที่สกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ 2 ชนิด ในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ 2 สายพันธุ์ พบว่าสารสกัดเมทานอลในการศึกษานี้มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียทดสอบได้ 7 สาร คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่สารสกัดจากเฮกเซน 3 สาร มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ คิดเป็น 21.43 เปอร์เซ็นต์ โดยแนวโน้มของสารสกัดจากเมทานอลมีฤทธิ์ในการยับยั้งได้ดีกว่า เนื่องจากสามารถนำสารสำคัญมีขั้วออกมาได้มากกว่าโดยสารเหล่านั้นมีรายงานว่ามีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียได้ดี⁽¹²⁾ และจากผลการศึกษามีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากสมุนไพร 7 ชนิดพบว่าสารสกัดเมทานอลจากผิวมะนาวสามารถยับยั้ง *S. aureus* และ MRSA โดยให้ค่า MIC เท่ากับ 1.6 และ 6.4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และสารสกัดเฮกเซนจากผิวมะนาวยับยั้งได้เฉพาะ *S. aureus* ที่ 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ibukun และคณะ⁽¹³⁾ ในปี ค.ศ. 2007 ที่รายงานว่า สารสกัดเอทานอลจากผลมะนาวสามารถยับยั้ง *S. aureus* ATCC25213 ได้ โดยให้ค่า MIC เท่ากับ 64 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ขณะที่ สิริแซ และ ทรงพล⁽¹⁴⁾ ในปี พ.ศ. 2558 รายงานว่าสารสกัดจากเปลือกมะนาวสามารถยับยั้ง MRSA ให้ค่า MIC เท่ากับ 15.63 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แต่อย่างไรก็ตามตัวสกัดที่เลือกใช้ ส่วนของมะนาวที่นำมาสกัด รวมทั้งสายพันธุ์ของ *S. aureus* ที่ทดสอบมีความแตกต่างกันจึงอาจส่งผลต่อฤทธิ์ของสารสกัดที่ต่างกันได้ ส่วนศักยภาพของสารสกัดจากตะไคร้มีรายงานของ Subuntith และคณะ⁽⁷⁾ ในปี ค.ศ. 2018 รายงานว่าสารสกัดเอทานอลจากตะไคร้สามารถยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* ให้ค่า MIC เท่ากับ 0.78 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ขณะที่ผลการศึกษานี้พบว่าสารสกัดจากใบตะไคร้ที่สกัดด้วยเมทานอลและเฮกเซนยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* ได้โดยให้ค่า MIC เท่ากับ 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ 3.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และจากรายงานสารพิษจากเคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบเอทานอลจากตะไคร้พบ เทนิน ฟลาโวนอยด์ เทอพินอยด์ ฟีนอล และกรดแอสคอบิก โดยสารพิษเคมีที่พบมีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียได้ และองค์ประกอบของสารพิษเคมีที่ได้อาจไม่เท่ากันในพื้นที่เดียวกันขึ้นกับตัวทำละลาย



ที่เลือกใช้และวิธีการสกัดสาร⁽⁷⁾ ส่วนสารสกัดจากใบมะกรูดในการศึกษานี้ทั้งสารสกัดจากเมทานอลและเฮกเซนพบว่า มีฤทธิ์ในการยับยั้ง *S. aureus* ให้ค่า MIC เท่ากับ 0.8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ 1.6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ขณะที่รายงานก่อนหน้านี้พบว่าสารสกัดจากส่วนของผิวมะกรูดที่สกัดด้วยเอทานอลและทดสอบฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียด้วยวิธี agar well diffusion ไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้ง *S. aureus*⁽¹⁵⁾ และมีรายงานของ วนิดา ไทรชมพู และคณะ⁽¹⁶⁾ ในปี พ.ศ. 2563 รายงานว่าสารสกัดจากน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้และมะกรูดมีศักยภาพในการยับยั้ง MRSA 6 สายพันธุ์ ได้แก่ MRSA DMST20645, DMST20646, DMST20649, DMST20651, DMST20652 และ DMST20654 โดย น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ ให้ค่า MIC ในช่วง 3.125 -100 ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตร ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจาก มะกรูด ให้ค่า MIC ในช่วง 6.25 - 50 ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตร ขณะที่รายงานของ วันเพ็ญ และธีรพร⁽¹⁷⁾ ในปี พ.ศ. 2551 กล่าวว่าสารสกัดจากใบมะกรูดที่สกัดด้วยน้ำและทดสอบด้วยวิธี paper disc diffusion ไม่มีฤทธิ์ยับยั้ง *S. aureus* ขณะที่สารสกัดเมทานอลจากขมิ้นชันมีฤทธิ์ยับยั้งทั้ง *S. aureus* และ MRSA

ส่วนสารสกัดจากสมุนไพรอีก 4 ชนิด ในการศึกษานี้ ได้แก่ สารสกัดจากใบบัวบก ใบชี้เหล็ก ใบมะม่วงหาว มะนาวโห่ และเหง้าของขมิ้นชัน พบว่าสารสกัดเมทานอลจากใบบัวบก ใบชี้เหล็ก และใบมะม่วงหาวมะนาวโห่มีฤทธิ์ยับยั้ง *S. aureus* ให้ค่า MIC ในช่วง 1.6-12.8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แต่ไม่มีฤทธิ์ยับยั้ง MRSA ส่วนสารสกัดสารสกัด เฮกเซน ไม่มีฤทธิ์ยับยั้งทั้ง *S. aureus* และ MRSA ขณะที่สารสกัดเมทานอลจากขมิ้นชันมีฤทธิ์ยับยั้งทั้ง *S. aureus* และ MRSA ได้ดีที่สุดให้ค่า MIC/MBC เท่ากับ 0.025/0.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ 0.5/1.6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ จากรายงานของ มณฑล⁽¹⁸⁾ ในปี พ.ศ. 2562 ศึกษาฤทธิ์ของสมุนไพรไทยจำนวน 16 ชนิด ได้แก่ ทองพันชั่ง พลับพลึง มะม่วงหาวมะนาวโห่ ผักตบ ชะลียง ตะไคร้ หูเสือ ชี้เหล็ก ทรงบาดาล หม่อน ชะพลู พลุ ยอ มะกรูด ข่า และขมิ้น ในการยับยั้งแบคทีเรียด้วยวิธี agar disc diffusion โดยพบว่าสารสกัดจาก ผลมะม่วงหาว มะนาวโห่ ต้นตะไคร้ ใบชี้เหล็ก ใบมะกรูด และเหง้าขมิ้น มีฤทธิ์ยับยั้ง *S. aureus* และ MRSA ได้ดี โดยสารสกัดจาก มะม่วงหาวมะนาวโห่ ต้นตะไคร้ ใบชี้เหล็ก ใบมะกรูด ให้วงใสในการยับยั้ง *S. aureus* ในช่วง 7.84 -14.86 มิลลิเมตร และให้วงใสในการยับยั้ง MRSA 7.05-10.61 มิลลิเมตร แต่จากงานวิจัยพบว่าสารสกัดจากเหง้าขมิ้น ไม่สามารถยับยั้ง MRSA ได้ โดยไม่มีวงใสเกิดขึ้น ขณะที่นุศวดี และสมใจ⁽¹⁹⁾ ในปี พ.ศ. 2553 รายงานว่าสารสกัดจากขมิ้นชันและใบ บัวบกสามารถยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* ได้ โดยให้วงใสในการยับยั้งเท่ากับ 4.62 และ 1.75 มิลลิเมตร ตามลำดับ ณัฐริกา และคณะ⁽²⁰⁾ ในปี พ.ศ. 2562 รายงานว่าสารสกัดเอทานอลจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ทดสอบ ด้วยวิธี Agar well diffusion ในการยับยั้ง *S. aureus* สารสกัดสามารถยับยั้ง *S. aureus* โดยให้วงใสเท่ากับ 12.00 มิลลิเมตร นอกจากนี้มีรายงานของ นพดล หงส์สุวรรณ และคณะ⁽²¹⁾ ในปี พ.ศ. 2558 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ของมะม่วงหาวมะนาวโห่ใน 2 ระยะ คือ ผลแก่ และผลอ่อน รวมทั้งแยกศึกษาออกเป็นส่วนของเปลือกและเนื้อ กับ ส่วนเยื่อหุ้มเมล็ดและเมล็ด ที่สกัดด้วยเมทานอล และนำมาทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *S. aureus* ผลการศึกษา องค์ประกอบทางเคมีพบสารในกลุ่มฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ แทนนิน คูมารินกับแอนทราควิโนน และเทอร์ปีนอยด์กับ สเตียรอยด์ ในสารสกัดจากผลสดทั้ง 4 ส่วน และพบว่าสารสกัดเมทานอลจากเปลือกและเนื้อของผลสุก และสารสกัด เมทานอลจากเปลือกและเนื้อของผลอ่อน สามารถยับยั้ง *S. aureus* ได้ ให้ค่า MIC และ MBC เท่ากับ 1.95 และ 15.63 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ 3.91 และ 15.63 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ แต่ในงานวิจัยนี้ศึกษาในส่วนของ สารสกัดเมทานอลจากใบมะม่วงหาวมะนาวโห่ พบว่าสารสกัดสามารถยับยั้งและฆ่า *S. aureus* ได้โดยให้ค่า MIC และ



MBC เท่ากับ 12.8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากรายงานก่อนหน้านี้ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในส่วนของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ และในการศึกษานี้ศึกษาในส่วนใบของมะม่วงหาวมะนาวโห่ ซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มฐานข้อมูลฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดจากมะม่วงหาวมะนาวโห่

Prakathagomol, et al⁽²²⁾ ในปี ค.ศ. 2012 ศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยเอทานอลด้วยวิธี agar well diffusion พบว่าสารสกัดไม่มีฤทธิ์ยับยั้ง *S. aureus* ATCC25923 โดยไม่พบวงใส ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลในงานวิจัยนี้ เนื่องจากพบว่าสารสกัดเมทานอลจากขมิ้นชันเป็นสารสกัดที่มีศักยภาพดีที่สุดในการยับยั้ง *S. aureus* ATCC25923 ให้ค่า MIC และ MBC เท่ากับ 0.025 และ 0.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามอาจเพราะวิธีการทดสอบที่ต่างกันจึงส่งผลต่อผลการศึกษาค้นคว้าได้ และจากรายงานของ Teow, et al⁽²³⁾ ในปี ค.ศ. 2016 รายงานว่าสารสำคัญในขมิ้นชันที่มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย *S. aureus* ได้ดี คือ เคอร์คูมิน ซึ่งเคอร์คูมินเป็นสารประกอบโพลีฟีนอลิกสีเหลือง มีฤทธิ์ยับยั้งทั้ง methicillin-sensitive *S. aureus* และ methicillin-resistant *S. aureus* ทั้งสายพันธุ์มาตรฐานและสายพันธุ์ที่แยกได้จากผู้ป่วยหลายไอโซเลท โดยให้ค่า MIC ในช่วง 18.4-256 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยในงานวิจัยก่อนหน้านี้เป็นการศึกษาสารเคอร์คูมินบริสุทธิ์ แตกต่างจากการศึกษานี้เนื่องจากใช้สารสกัดหยาบที่มีองค์ประกอบของสารอื่น ๆ ด้วย สอดคล้องกับรายงานของ Gupta, et al⁽²⁴⁾ ในปี ค.ศ. 2015 รายงานองค์ประกอบของสารพฤกษเคมีที่พบในสารสกัดจากขมิ้นชัน ได้แก่ แอลคาลอยด์ แทนนิน สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ สเตียรอยด์ ไตรเทอร์พีนอยด์ และ ไกลโคไซด์ และเมื่อศึกษาผลของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันต่อเซลล์ของ *S. aureus* พบว่าสารสกัดส่งผลทำให้เกิดความเสียหายบริเวณผนังเซลล์ของแบคทีเรีย จากผลการศึกษาดังกล่าวพบว่าสารสกัดจากสมุนไพรแต่ละชนิดมีฤทธิ์และศักยภาพในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบได้แตกต่างกัน มีรายงานสารสำคัญในสมุนไพรไทยหลายชนิดที่มีฤทธิ์ต้านการอักเสบและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ รวมทั้งช่วยต้านอนุมูลอิสระ⁽⁶⁾ ซึ่งพบว่ามีหลายปัจจัยที่อาจส่งผลต่อสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น สายพันธุ์ของตัวอย่าง สถานที่เก็บตัวอย่าง ฤดูกาล อายุ และตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้ในการสกัดสาร

บทสรุป

เนื่องจากปัญหาโรคติดเชื้อแบคทีเรียของผู้ป่วยและประชากรทั่วโลก นักวิจัยจึงมองหาแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพแหล่งใหม่ ๆ โดยเฉพาะฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากพืชสมุนไพรไทย โดยในการศึกษานี้สนใจสารสกัดจากสมุนไพร 7 ชนิด เนื่องจากหาได้ง่ายและนิยมนำมาใช้ในการรักษาอาการต่าง ๆ ตามตำรับยาแผนไทย สมุนไพรเหล่านี้มีสรรพคุณทางยาโดยเฉพาะฤทธิ์ต้านแบคทีเรียก่อโรค จากผลการศึกษาพบว่าสารสกัดจากขมิ้นชันมีฤทธิ์ยับยั้ง *S. aureus* ทั้งสายพันธุ์มาตรฐานและสายพันธุ์ดื้อยา methicillin ได้ดี สอดคล้องกับรายงานผลของสารบริสุทธิ์จากเคอร์คูมินก่อนหน้านี้ จากงานวิจัยนี้จึงเป็นการเพิ่มฐานข้อมูลของสมุนไพรไทย และชี้ให้เห็นศักยภาพของสมุนไพรไทยและอาจนำไปสู่การศึกษาและอาจใช้เป็นแหล่งทางเลือกในการใช้ประโยชน์ในอนาคต



กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ และคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ และขอขอบคุณศาสตราจารย์ ดร. วิชรินทร์ รุกขไชยศิริกุล และ ศาสตราจารย์ ดร. เสาวลักษณ์ พงษ์ไพจิตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สำหรับคำปรึกษาและที่ติตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

1. นิตยา เขียวสะอาด, อัศวิน ดาตุเคล. โรคติดเชื้อในโรงพยาบาลและสถานการณการดื้อยา. ว. การแพทย์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ 2558;22(1):81-92.
2. จิราภรณ์ บุราคร, เรือนแก้ว ประพฤติ. ผลของสารสกัดสมุนไพรรพบ้านไทยจำนวน 7 ชนิดต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย. ว. การแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก 2555;10(1):11-22.
3. นิภาพรณ มะลิซ้อน. แบคทีเรียดื้อยา: อดีตและปัจจุบัน. ว. อาหารและยา 2558;22(3):4-6.
4. ภโวทัย พาสนาโสภณ. สารออกฤทธิ์ในสมุนไพรร. ว. วิทยาลัยพยาบาลพระปกเกล้า จันทบุรี 2559;27(1):120-31.
5. วันเพ็ญ เพ็ชรจันทร์, อีรพร กงบังเกิด. การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคในอาหารและการประยุกต์ใช้. ว. วิทยาศาสตร์ 2551;9(1-2):26-36.
6. วิภาวรรณ นิละพงษ์, บุษบา ผลโยธิน, วันแข็ง สิทธิกิจโยธิน. การสกัดสารสำคัญจากสมุนไพรรไทย: แบบผงแห้งและแบบสกัด. ว. วิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2562;29(1):157-66.
7. Nimrat S, Soodsawaeng P, Vuthiphandchai V. Chemical composition and antibacterial activity of ethanol extract of lemon grass (*Cymbopogon citratus*) on pathogenic bacteria: A review. J of Science and Technology Ubon Ratchathani University 2018;20(3):20-8.
8. ตยาดี พลล้า, รสจรินทร์ แซ่โซ, จุฑาวดี ฤทธิสอน, ธนภัทร สืบราศรี, อรุมา จันทรเสถียร. ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดจากใบสาบเสือและใบบัวบกต่อเชื้อสแตฟฟีโลคอคคัส ออเรียส. ว. วิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2565;16(1):99-105.
9. ณัฐริกา ชันเงิน, อรุณลักษณ์ โชตินาครินทร์, มนตรา ศรีชะแย้ม. การศึกษาสารสกัดจากลูกหว้าและมะม่วงหาวมะนาวโห่ในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค. ว. วิทยาศาสตร์เกษตร 2562;50(1):262-7.
10. จันทนา กาญจนกมล. ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งของสารสกัดฝาง. ว. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท) 2564;29(2):307-17.
11. สุกัญญา จันทรสุนะ, ลลิตา เจริญทรัพย์, เยาวพา จิระเกียรติกุล, พรชัย ทหารโคตร. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการอบแห้งต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระของใบบัวบก. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2563;28(12):2261-72.



12. วีรภัทร วิโนทพรรษ์. การประยุกต์ใช้เอนไซม์ในรูปอิสระและรูปตรึงสำหรับการสกัดสารธรรมชาติจากพืช. ว.ร.ไทยเภสัชวิทยนิพนธ์ 2557;9(1):57-70.
13. Aibinu I, Adenipekun T, Adelowotan T, Ogunsanya T, Odugbemi T. Evaluation of the antimicrobial properties of different parts of *Citrus aurantifolia* (Lime fruit) as used locally. African J of Traditional, Complementary and Alternative 2007;4(2):185-90.
14. สิริแซ พงษ์สวัสดิ์, ทรงพล จำดิษฐ์.ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของเปลือกผลไม้บางชนิดต่อ Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. ว. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. ธัญบุรี 2558;5(1):63-9.
15. ปวีณา วัดบัว, คุณานนท์ อ้นเต้ง, ณัฐวุฒิ วงษ์วิชา, ธนพล วัฒนาธร, อภิรักษ์ อินทชิต, นิจิโรจน์ จรัสวรพันธ์. การยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรที่พบบริเวณโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าต่อเชื้อแบคทีเรียก่อให้เกิดกลิ่นเท้า. ว. วิชาการโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า 2559;14(1):131-6.
16. วนิตา ไทรชมพู่, ภรณ์ประภา อ่วมนุษ, กัลยา แสงฉวี, ปิณัสนา เลิศสถิตธนกร. การพัฒนาเมดบีดส์จากน้ำมันหอมระเหยที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อ Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. ว. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยปทุมธานี 2563;1(1):24-34.
17. วันเพ็ญ เพ็ชรจันทร์, อีรพร กงบังเกิด. การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคในอาหารและการประยุกต์ใช้. ว. วิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม 2551;9(1-2):26-36.
18. มณฑล วิสุทธิ. สูตรผสมของสารสกัดจากพืชสำหรับยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคบางชนิด. ว. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. ธัญบุรี 2562;9(2):125-35.
19. นุศวัต พจนานุกิจ, สมใจ ขจรชีพนธ์งาม. เจลสมุนไพรสำหรับยับยั้งแบคทีเรียที่ทำให้เกิดสิว. ว. วิทยาศาสตร์ลาดกระบัง. 2553;19(2):47-58.
20. ณัฐริกา ชันเงิน, อรุณลักษณ์ โชตินาครินทร์, มนตรา ศรีชะแย้ม. การศึกษาสารสกัดจากลูกหว้าและมะม่วงหาวมะนาวโห่ในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค. ว. วิทยาศาสตร์เกษตร 2562;50(1):262-7.
21. นพดล หงษ์สุวรรณ, แคทริยา สุทธานุษ, ดวงกมล ศักดิ์เลิศสกุล. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น คุณค่าทางโภชนาการและฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของผลมะม่วงไม่รู้หาวมะนาวไม่รู้โห่ (*Carissa caradas*). ใน: The 7th Annual Northeast Pharmacy Research Conference; วันที่7-8 เดือนมีนาคม พศ 2558; ณ ขอนแก่น: มหาวิทยาลัย; 2558. หน้า7-13.
22. Prakatthagomol W, Sirithunyalug J, Okonogi S. Comparison of antibacterial activity against food-borne bacteria of *Alpinia galangal*, *Curcuma longa*, and *Zingiber cassumunar*. Chiang Mai University J of Natural Sciences 2012;11(2):177-86.
23. Teow S-Y, Liew K, Ali SA, Khoo AS-B, Peh. S-C Antibacterial action of curcumin against *Staphylococcus aureus*: A brief review. J of Tropical Medicine 2016;2853045:1-10.
24. Gupta A, Mahajan S, Sharma R. Evaluation of antimicrobial activity of *Curcuma longa* rhizome extract against *Staphylococcus aureus*. Biotechnology Reports 2015;6:51-5.