

ฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรียจากสารสกัดบัวหลวง

ANTIBACTERIAL ACTIVITIES OF *NELUMBO NUCIFERA* EXTRACTSเรณู อยู่เจริญ¹ อรทัย ไชยชนะ¹ และปาวาลี ศรีสุขสมวงศ์^{2*}Raenu Yucharoen¹, Orathai Chaichana¹ and Pawalee Srisuksomwong^{2*}

บทคัดย่อ

เชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคในมนุษย์อาจปนเปื้อนในอาหาร โดยทั่วไปนิยมใช้ยาปฏิชีวนะในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย แต่ถ้าใช้เป็นระยะเวลานาน ส่งผลให้เกิดอาการดื้อยาได้ ดังนั้นการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคเหล่านี้จากสารสกัดพืชสมุนไพรต่าง ๆ ในท้องถิ่น จึงจำเป็นอย่างยิ่ง บัวหลวงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรค งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรียจากสารสกัดบัวหลวงส่วนของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย นำมาสกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต และเอทานอล ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย 8 ชนิด ได้แก่ *Escherichia coli*, *Salmonella* Typhimurium, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Aeromonas hydrophila* และ *Proteus vulgaris* ด้วยวิธี agar well diffusion พบว่า สารสกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 8 ชนิดได้ดีที่สุด โดยสารสกัดเกสรตัวเมียด้วยเอทิลอะซิเตตที่ระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *B. cereus* โดยให้ค่าวงใสการยับยั้งเชื้อ เท่ากับ 29.33 ± 0.58 มิลลิเมตร ส่วนสารสกัดเกสรตัวผู้ของบัวหลวงด้วยเอทิลอะซิเตตที่ระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ให้ค่าวงใสการยับยั้งเชื้อ *B. cereus* เท่ากับ 17.00 ± 1.00 มิลลิเมตร และเมื่อนำสารสกัดเกสรตัวเมียของบัวหลวงด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต ซึ่งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *B. cereus* ได้มากที่สุด มาทดสอบหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (MIC) และความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (MBC) พบว่า มีค่า MIC และ MBC เท่ากับ 62.5 และ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds)

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ 60000¹Faculty of Science and Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University, Muang District, Nakhon Sawan Province 60000²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต 83000²Faculty of Science and Technology, Phuket Rajabhat University, Muang District, Phuket Province 83000

*corresponding author e-mail: pawalee.s@pkru.ac.th

Received: 26 September 2024; Revised: 11 November 2024; Accepted: 13 November 2024

DOI: <https://doi.org/10.14456/lsej.2024.32>

ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูงในสารสกัดหยาบชิ้นเอทิลอะซิเตตของเกสรตัวเมีย พบสารเคอซีทิน (Quercetin) มีปริมาณเท่ากับ 147.18 ± 15.91 ไมโครกรัมต่อกรัมของตัวอย่าง

คำสำคัญ: เกสรตัวผู้ เกสรตัวเมีย บัวหลวง ต้านแบคทีเรีย เคอซีทิน

Abstract

Pathogenic bacteria that pose a risk to human health can be transmitted through contaminated food. While antibiotics are commonly employed to eliminate these bacterial pathogens, their extended use often results in the development of antibiotic resistance. Thus, it is imperative to explore and evaluate the antibacterial properties of alternative agents derived from natural extracts. This research was to evaluate the antibacterial activity of extracts derived from the stamen and pistil of *Nelumbo nucifera*. The extracts were prepared using ethyl acetate and ethanol as solvents and were subsequently tested for their ability to inhibit the growth of eight bacterial subspecies: *Escherichia coli*, *Salmonella Typhimurium*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Aeromonas hydrophila*, and *Proteus vulgaris*. The assessment was conducted using the agar well diffusion method. The result showed that the pistil of *N. nucifera* extracted with ethyl acetate at a concentration of 500 mg/mL had the highest antibacterial activity. The inhibition of *B. cereus* was 29.33 ± 0.58 mm. The stamen of *N. nucifera* extracted with ethyl acetate at a concentration of 500 mg/mL showed highest antibacterial activity against *B. cereus* with inhibition zone at 17.00 ± 1.00 mm. Moreover, the ethyl acetate extract of pistil of *N. nucifera* showed highest antibacterial activity against *B. cereus* with MIC of 62.5 mg/mL and MBC of 250 mg/mL. In addition, the analysis of phenolic content using high performance liquid chromatography (HPLC) in ethyl acetate extracts from pistil part found that amount quercetin content had 147.18 ± 15.91 µg/g of sample.

Keywords: stamen, pistil, *nelumbo nucifera*, antibacterial, quercetin

บทนำ

ในปัจจุบันโรคระบบทางเดินอาหาร เป็นปัญหาที่สำคัญอย่างมากทางด้านสาธารณสุข เชื่อว่าจะเข้าร่างกายโดยการปนเปื้อนในอาหาร ซึ่งทำให้เกิดการติดเชื้อในระบบทางเดินอาหาร ลูกกลืนเข้าไปทำลายเยื่อบุลำไส้ กระตุ้นให้เซลล์ของผนังลำไส้ขับคลอโรดและน้ำออกมา ทำให้อุจจาระเหลวเป็นน้ำ มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน มีไข้ ปวดศีรษะ โดยแบคทีเรียจะแบ่งตัวนอกเซลล์และสร้างสารเอนเทอโรทอกซินที่ทำให้เกิดการในลำไส้ ยาที่ใช้ในการรักษาในปัจจุบัน ได้แก่ diosmectite, norfloxacin, loperamide และ ceftriaxone เป็นต้น ซึ่งยาเหล่านี้สามารถรักษาอาการติดเชื้อได้ผลดี แต่ยาสังเคราะห์อาจจะทำให้เกิดผลข้างเคียงกับผู้ป่วยหรือก่อให้เกิดการดื้อยาของเชื้อจุลินทรีย์ (สมาคมกุมารเวชศาสตร์ทางเดินอาหารและตับ, 2562) เชื้อสาเหตุอาหารเป็นพิษ ทำให้เกิดการอุจจาระร่วง ถ่ายเหลว อาเจียน คลื่นไส้ เป็นอีกหนึ่งปัญหาสำคัญทางสาธารณสุขที่พบได้บ่อย ผู้ป่วยอาจได้รับเชื้อหรือสารพิษจากอาหารและน้ำที่ปนเปื้อนเชื้อเหล่านี้ การรักษาอาจยังไม่ถูกต้องหรือแพทย์อาจรักษาตามอาการ ซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดภาวะดื้อยาของเชื้อเหล่านี้ ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญด้านการแพทย์ที่พบได้บ่อยในปัจจุบัน การใช้สมุนไพรจากธรรมชาติที่มีสารออกฤทธิ์ในการต้านจุลชีพเหล่านี้จำเป็นและเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการรักษา งานวิจัยนี้เป็นแนวทางในการรักษาโดยใช้สมุนไพรในท้องถิ่นที่มีฤทธิ์ต่อต้านจุลินทรีย์ก่อโรค เพื่อลดปัญหาดื้อยา และเป็นการนำสารสกัดจากธรรมชาติที่ไม่มีผลข้างเคียงและปลอดภัยต่อผู้ป่วยมาใช้ในการรักษาโรคติดเชื้อแบคทีเรียก่อโรคทางเดินอาหารแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์

บัวในจังหวัดนครสวรรค์มีหลากหลายสายพันธุ์ตามท้องถิ่น เช่น บัวแดง (บัวสาย), บัวหลวง และบัวสาย แต่ละสายพันธุ์จะขึ้นตามฤดูกาล โดยบัวหลวง *Nelumbo nucifera* Gaertn. มีชื่อเรียกอื่น ๆ ได้แก่ บุนนาค ปทุม ปทุมมาลย์ สัตตบุษย์ สัตตบงกช และอุบล มีถิ่นกำเนิดแถบเอเชีย เช่น จีน อินเดีย และไทย บัวหลวงเป็นพืชไม้น้ำมีถิ่นกำเนิดแถบเอเชีย ลำต้นใต้ดินแบบเหง้าและไหล มีลักษณะเรียวยาว ขอบปล้องที่เกิดของราก ใบ และดอก เกิดจากหน่อที่ขอบปล้องแล้วเจริญขึ้นมาที่ผิวน้ำหรือเหนือน้ำ ดอกใหญ่นิยมมาไหว้พระ เกสรใช้เป็นสมุนไพรบำรุงหัวใจ พบสารฟลาโวนอยด์ (Bubphachat et al., 2007) นอกจากนี้พบสารสำคัญในกลุ่มอัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ โกลโคไซด์ ไตรเทอร์พีนอยด์ และวิตามิน เป็นต้น (Mukherjee et al., 2009) ทุกส่วนของบัวมีประโยชน์หลากหลาย ไม่เพียงแต่นำไปใช้ในพิธีกรรม ยังนำไปรับประทาน และประดับสวยงาม (Charoenwattana et al., 2009) บัวหลวง จัดอยู่ในวงศ์ Nelumbonaceae (*N. nucifera* Gaertn) เกสรตัวผู้จำนวนมากติดกับฐานรองดอกในตำแหน่งที่ต่ำกว่าเกสรตัวเมีย เกสรตัวเมียประกอบด้วยรังไข่อยู่เหนือชั้นของกลีบดอกและเกสรตัวผู้ ยอดเกสรตัวเมียขนาดเล็กอยู่ด้านบน เกสร มีรสฝาดหอมเย็น แก้ไข้ มีพิษ ไข้รากสาด แก้เสมหะ แก้อ่อนเพลีย คลื่นไส้ ใช้เป็นยาบำรุงครรภ์ เกสรตัวผู้รสฝาดสมาน มีกลิ่นหอม ใช้ปรุงเป็นยาหอม บำรุงหัวใจ บำรุงประสาท และชูกำลังให้ชุ่มชื้น มีการใช้ประโยชน์ในแทบทุกส่วนของบัวหลวง เช่น เมล็ดบัว บำรุงรักษาประสาทและไต แก้อาการท้องร่วง ดีบัวสีเขียวยำ เกสรตัวผู้ใช้เป็นส่วนผสมของยาหลายชนิด เช่น ยาลม ยาหอม หรือ

ยานัตถ์ ก้านใบและก้านดอกนำมาทำยารักษาอาการท้องร่วง รากหรือเหง้า นำมาต้มน้ำดื่มแก้ร้อนใน กระหายน้ำ (Wongklang et al., 2014)

งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดเธรสตัวผู้และเธรสตัวเมียของบัวหลวง ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานทางสมุนไพรและเป็นการสนับสนุนนโยบายการพึ่งตนเองทางด้านสาธารณสุข รวมถึงการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรท้องถิ่นต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสกัดสารหยาบจากเธรสตัวผู้ และเธรสตัวเมียของบัวหลวง

เก็บตัวอย่างบัวหลวงจากบึงบอระเพ็ด ต.แควใหญ่ อ.เมือง จ.นครสวรรค์ โดยนำเอาส่วน เธรสตัวผู้ และเธรสตัวเมียออกมา นำมาล้างให้สะอาด แล้วผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นนำมาแช่ในตัวทำละลาย เอทานอลและเอทิลอะซิเตต เป็นอัตราส่วน 1:10 แช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 7 วัน กรองสารละลายด้วยกระดาษ กรองเบอร์ 1 นำไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นระเหยสารสุญญากาศแบบหมุน จนได้สารสกัดที่มีความเข้มข้น

นำสารสกัด 1.0000 กรัม ละลายด้วยตัวทำละลายไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (Dimethyl sulfoxide; DMSO) 2.00 มิลลิลิตร ได้สารสกัดที่มีความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นเจือจางด้วยตัวทำละลายได้ 250 และ 125 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เก็บสารสกัดในขวดสีชา และนำไปเก็บรักษาไว้ในตู้ทำความเย็น

2. การทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดจากเธรสตัวผู้ และเธรสตัวเมียของบัวหลวงและยาปฏิชีวนะต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Agar well diffusion

เพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียก่อโรคทั้ง 8 ชนิด ได้แก่ *S. aureus* TISTR 517, *E. coli* TISTR 780, *S. Typhimurium* TISTR 292, *P. aeruginosa* TISTR 781, *B. cereus*, *P. vulgaris*, *A. hydrophila* และ *S. marcescens* ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Muller Hinton Broth (MHB) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้ได้ความขุ่นของแบคทีเรียเทียบเท่า McFarland standards 0.5 จากนั้นใช้ไม้ปั่นสำลีปลอดเชื้อจุ่มลงในหลอดเพาะเชื้อแต่ละชนิดมาเกลี่ยบนผิวหน้าอาหาร MHA เเจาะหลุมขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ด้วยที่เจาะจุกคอร์ก เดิม DMSO เป็นตัวควบคุมเชิงลบ ปริมาตร 30 ไมโครลิตร แล้วหยดยาปฏิชีวนะ ceftriazone เป็นตัวควบคุมเชิงบวก ปริมาตร 30 ไมโครลิตร ที่ความเข้มข้น 100, 50, 25 และ 12.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เติมสารสกัดเธรสตัวผู้และเธรสตัวเมียที่ความเข้มข้น 500, 250 และ 125 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร หลุมละ 30 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกค่าวงใสของการยับยั้ง (Eiamthaworn et al., 2022)

3. การทดสอบค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ (Minimum inhibitory concentration, MIC) ด้วยวิธี Broth dilution technique และการทดสอบหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อได้ (Minimum bactericidal concentration, MBC) ด้วยวิธี Agar dilution technique

นำหลอดทดลองปลอดเชื้อจำนวน 10 หลอด ทำการดูดอาหารเลี้ยงเชื้อ MHB ใส่ลงในหลอดที่ 1-10 หลอดละ 1 มิลลิลิตร แล้วดูดสารสกัดใส่ลงในหลอดที่ 1 โดยให้สารสกัดมีความเข้มข้นอยู่ที่ 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ต่อจากนั้นดูดสารจากหลอดที่ 1 จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดที่ 2 ทำซ้ำในทำนองเดียวกันนี้ไปจนถึงหลอดที่ 9 สำหรับหลอดที่ 9 เมื่อผสมสารสกัดและอาหารเลี้ยงเชื้อเข้ากันได้แล้วดูดสารละลายทิ้งไป 1 มิลลิลิตร จากนั้นเติมเชื้อแบคทีเรียทดสอบที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 0.125 ลงไปในหลอดที่ 1-10 หลอดละ 1 มิลลิลิตร โดยหลอดที่ 10 มีอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ไม่มีสารสกัด ใช้เป็นตัวควบคุมเชิงลบ บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง การหาค่า MIC ทำได้จากการสังเกตหลอดทดลองแรกที่ปรากฏความขุ่นของเชื้อ จากนั้นดูดหลอดสุดท้ายที่อาหารมีความใสมา spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Muller Hinton Agar (MHA) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ถ้าไม่พบการเจริญของแบคทีเรียแสดงว่าความเข้มข้นดังกล่าว คือค่า MBC

4. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบกลุ่มฟีนอลิกจากสารสกัดเกสรของบัวหลวงด้วยเครื่อง HPLC

เลือกสารสกัดเกสรบัวหลวงที่ให้ผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทดสอบที่ดีที่สุดมาทำการทดสอบ โดยนำสารสกัดตัวอย่าง 0.0109 กรัม ละลายในเมทานอลต่อน้ำ (1:1) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ปริมาณสารตัวอย่างที่ฉีด เท่ากับ 10 ไมโครลิตร โดยวิเคราะห์เทียบสารมาตรฐานฟีนอลิกผสมของ กรดแกลลิก (Gallic acid) กรดคลอโรจีนิค (Chlorogenic acid) กรดวาลิก (Vallic acid) เอพิกาทะชิน (Epicatechin) วานิลลิน (Vanillin) กรดคูมาริก (p-Coumaric acid) และ เควอซีติน (Quercetin) ด้วยเครื่องโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC, UHPLC Thermo Scientific model Accela) ใช้คอลัมน์ C18 (4.6x150 มิลลิเมตร, 5.0 ไมโครเมตร) อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของสาร 800 ไมโครลิตรต่อนาที เฟสเคลื่อนที่เป็นอะซีโตนไตริล (A) และ 0.1% กรดอะซิติกในน้ำ (B) การชะแบบเกรเดียน (Gradient) ดังแสดงในตารางที่ 1 (Table 1) เครื่องตรวจวัดสารชนิดโฟโตไดโอดอะเรย์ (Photodiode array, PDA detector) ที่ 272 นาโนเมตร (ส่งตรวจวิเคราะห์ที่บริษัทไฮบริด อินโนเวท จำกัด

Table 1 Gradient times and percentage of solvent used as mobile phase.

Time (min)	%(A) acetonitrile	%(B) 0.1% acetic acid in water
0	10.0	90.0
9.00	15.0	85.0
10.00	20.0	80.0
15.00	40.0	60.0
15.01	10.0	90.0
20.00	10.0	90.0

5. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (One-way ANOVA) ทดสอบด้วยวิธี Tukey's post hoc test โดยใช้ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรม IBM SPSS

ผลการวิจัย

1. ผลการสกัดสมุนไพrobe่งต้น

บัวหลวงที่นำมาทดสอบ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียของบัวหลวง มาสกัดเบ่งต้นด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตและเอทานอล นำไประเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน พบว่าลักษณะของสารสกัดจะมีความข้นหนืดและสีที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของสมุนไพrobe่งต้นและตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด โดยสารสกัดหยาบเอทิลอะซิเตตของเกสรตัวผู้ มีสีน้ำตาลข้นเหนียวเล็กน้อยและจับก้อน และสารสกัดหยาบเอทานอลของเกสรตัวผู้ มีสีน้ำตาลข้น เหลวและเหนียวเล็กน้อย ส่วนสารสกัดหยาบเอทิลอะซิเตตของเกสรตัวเมีย น้ำตาลเข้ม ข้นและเหลว และสารสกัดหยาบเอทานอลของเกสรตัวเมีย สีน้ำตาลเข้ม มีลักษณะข้นและเหนียว

2. ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคทางเดินอาหารของสารสกัดเกสรของบัวหลวง ด้วยวิธี Agar well diffusion

จากการทดสอบความสามารถของสารสกัดจากเกสรบัวหลวงด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตและเอทานอล จากส่วนของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย ที่ความเข้มข้น 125, 250 และ 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย 8 ชนิด ได้แก่ *E. coli*, *S. Typhimurium*, *S. aureus*, *B. cereus*, *P. aeruginosa*, *S. marcescens*, *A. hydrophila*, และ *P. vulgaris* ด้วยวิธี agar well diffusion โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใส จากการทดสอบพบว่า สารสกัดจากเกสรตัวผู้ (stamen) และเกสรตัวเมีย (pistil) ของตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ดีกว่าตัวทำละลายเอทานอล โดยประสิทธิภาพสารสกัดจากเกสรตัวผู้ด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต สามารถการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย 8 ชนิด ได้ทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น แต่ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของ *P. vulgaris* ที่ระดับความเข้มข้น 125 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรได้ และสารสกัดจากเกสรตัวผู้ด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต ที่ระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของ *E. coli*, *B. cereus* และ *S. aureus* สามารถยับยั้งได้ดีที่สุด มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใส เท่ากับ 16.33 ± 0.75 , 17.00 ± 1.00 และ 17.33 ± 0.58 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 1 (Figure 1)

เมื่อทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลของเกสรตัวผู้ ที่ระดับความเข้มข้น 125, 250 และ 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มาทำการทดสอบกับเชื้อทั้ง 8 ชนิด พบว่า ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของ *E. coli* และ *S. aureus* ทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น แต่สามารถยับยั้งการเจริญของ *B. cereus* และ *A. hydrophila* ได้ และที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ของ *S. marcescens*, *P. aeruginosa*

และ *P. vulgaris* ไม่สามารถยับยั้งการเจริญได้ เมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลของ เกสรตัวผู้ ที่ระดับความเข้มข้น 125 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าสามารถยับยั้งเจริญเติบโตของ *B. cereus* ได้ดีที่สุด มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใส เท่ากับ 9.67 ± 0.58 มิลลิเมตร ดังแสดงใน ภาพที่ 2 (Figure 2)

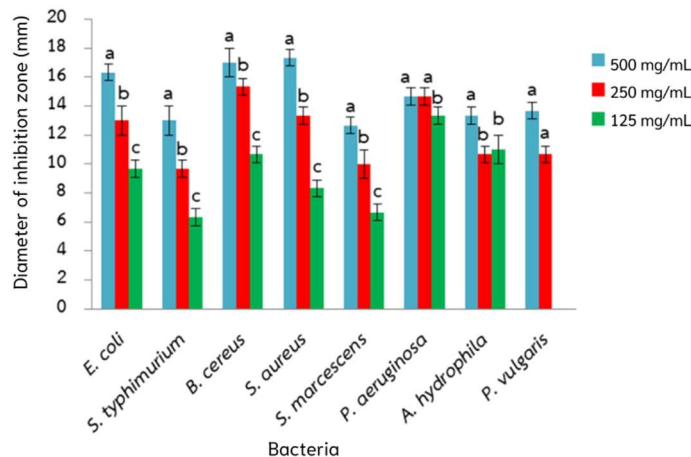


Figure 1 Antibacterial activity of ethyl acetate extract of stamen part of *N. Nucifera*.

Remark The data of different letters (a, b and c) are presented as mean $\pm$ SD of triplicate independent experiment and show significantly different values in each extract ($p < 0.05$).

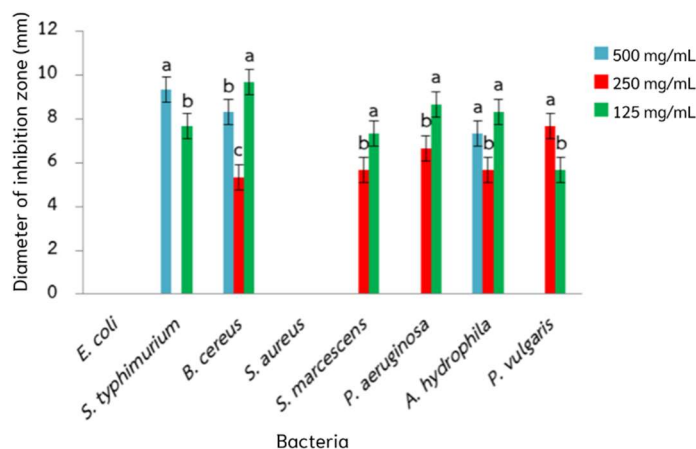


Figure 2 Antibacterial activity of ethanol extract of stamen part of *N. Nucifera*.

Remark The data of different letters (a, b and c) are presented as mean $\pm$ SD of triplicate independent experiment and show significantly different values in each extract ($p < 0.05$).

เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตของเกสรตัวเมียต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย 8 ชนิด พบว่า สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 8 ชนิด ได้ทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น โดยที่ระดับความเข้มข้นที่ 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของ *B. cereus* ได้สูงที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางวงใส เท่ากับ 29.33 ± 0.58 มิลลิเมตร ดังแสดงในภาพที่ 3 (Figure 3)

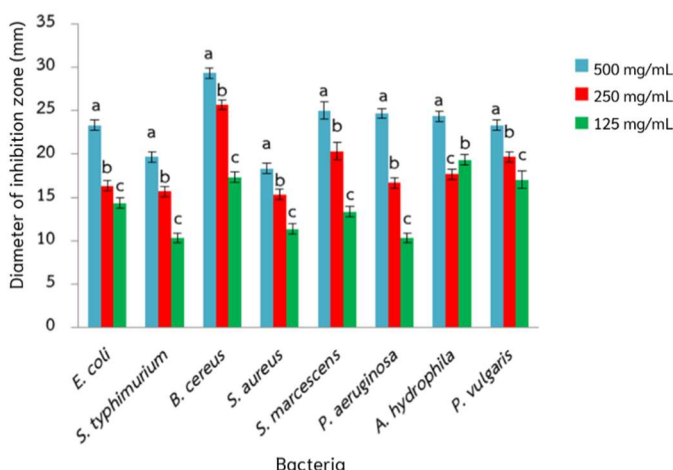


Figure 3 Antibacterial activity of ethyl acetate extract of pistil part of *N. nucifera*

Remark The data of different letters (a, b and c) are presented as mean $\pm$ SD of triplicate independent experiment and show significantly different values in each extract ($p < 0.05$)

เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลของเกสรตัวเมียต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย 8 ชนิด พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของ *A. hydrophila* ได้ดีที่สุดในขณะที่เชื้อ *E. coli*, *S. Typhimurium*, *S. aureus*, *S. marcescens*, *P. aeruginosa*, และ *P. vulgaris* ที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดทั้ง 3 ระดับไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้ สำหรับเชื้อ *B. cereus* พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้ โดยมีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางวงใส 6.77 ± 0.58 และ 7.33 ± 0.58 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4 (Figure 4)

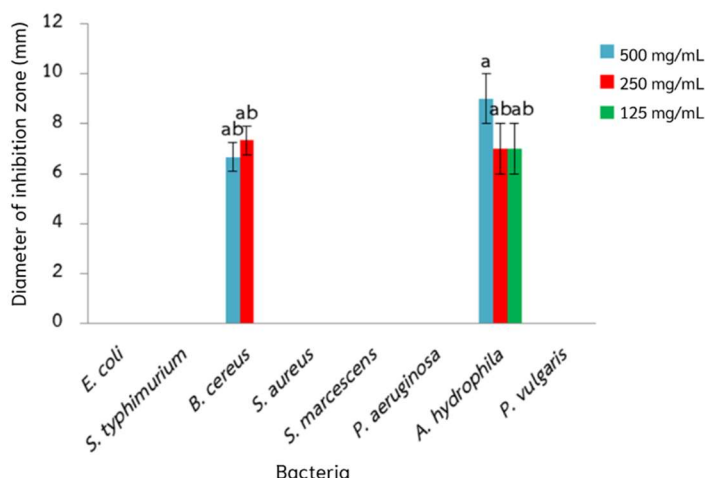


Figure 4 Antibacterial activity of ethanol extract of pistil part of *N. Nucifera*.

Remark The data of different letters (a and b) are presented as mean $\pm$ SD of triplicate independent experiment and show significantly different values in each extract ($p < 0.05$).

3. ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคด้วยยาปฏิชีวนะด้วยวิธี Agar well diffusion

เมื่อนำยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone ที่ความเข้มข้น 12.5, 25, 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มาทำการทดสอบการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย 8 ชนิด ได้แก่ *E. coli*, *S. Typhimurium*, *S. aureus*, *B. cereus*, *P. aeruginosa*, *S. marcescens*, *A. hydrophila* และ *P. vulgaris* พบว่า ยาปฏิชีวนะ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทดสอบทั้ง 8 ชนิดได้ทุกระดับความเข้มข้น โดยที่ระดับความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. aureus* และ *S. marcescens* ได้มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางวงใส เท่ากับ 39.33 ± 0.58 และ 38.67 ± 0.58 มิลลิเมตร ตามลำดับ จากการทดสอบพบว่า DMSO ที่ใช้ในการละลายสารสกัดไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบ ดังแสดงในภาพที่ 5 (Figure 5)

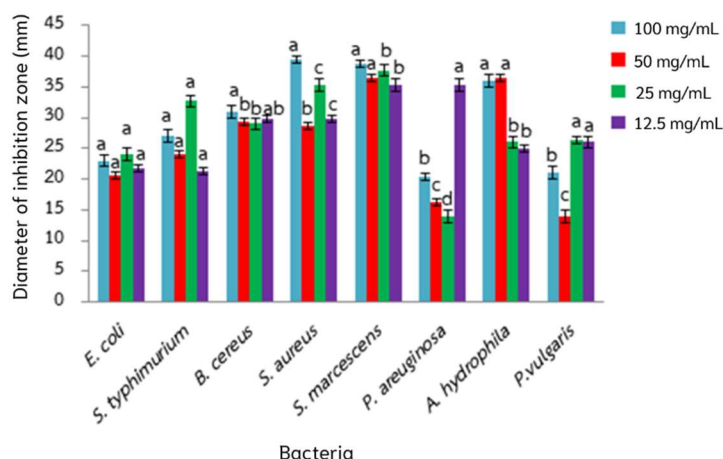


Figure 5 Effect of ceftriaxone on eight bacterial pathogens.

Remark The data of different letters (a, b, c and d) are presented as mean $\pm$ SD of triplicate independent experiment and show significantly different values in each extract ($p < 0.05$).

4. ผลการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญและฆ่าเชื้อแบคทีเรียทดสอบ (MIC และ MBC)

จากการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียเบื้องต้น พบว่าสารสกัดจากเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียของบัวหลวงที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต โดยสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *B. cereus* ได้ดีที่สุด ดังนั้นจึงเลือกนำสารสกัดดังกล่าว มาทำการทดสอบ หาค่า MIC และ MBC โดยใช้ความเข้มข้นเริ่มต้นที่ 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในการทดสอบทำการเจือจางสองเท่า ลำดับส่วนจนได้ทั้งหมด 8 ความเข้มข้น ได้แก่ 500, 250, 125, 62.5, 31.25, 15.62, 7.81 และ 3.91 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ทำ 3 ซ้ำ พบว่าสารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตของเกสรตัวผู้ของบัวหลวง ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *B. cereus* มีค่า MIC และ MBC เท่ากับ 500 และ 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนสารสกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตของเกสรตัวเมียของบัวหลวง ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *B. cereus* มีค่า MIC และ MBC เท่ากับ 62.5 และ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 (Table 2)

Table 2 Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Bacterial Concentration (MBC) values of stamen and pistil extracts against *B. Cereus*.

Extract	Bacteria	MIC (mg/mL)	MBC (mg/mL)
Stamen	<i>B. cereus</i>	500	500
Pistil		62.5	250

5. ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดเกสรบัวหลวง

จากการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียเบื้องต้น จึงเลือกสารสกัดเอทิลอะซิเตตของเกสรตัวเมียมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ โดยเทียบกับสารมาตรฐานสารประกอบฟีนอลิกผสมด้วยเทคนิค HPLC พบในสารสกัดหยาดชั้นเอทิลอะซิเตตของเกสรตัวเมีย มีพีคสารสำคัญขึ้นที่เวลา 16.83 นาที ตรงกับสารมาตรฐานสารเคอควิซีน (Quercetin) มีปริมาณเท่ากับ 147.18 ± 15.91 ไมโครกรัมต่อกรัมของตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 6 (Figure 6)

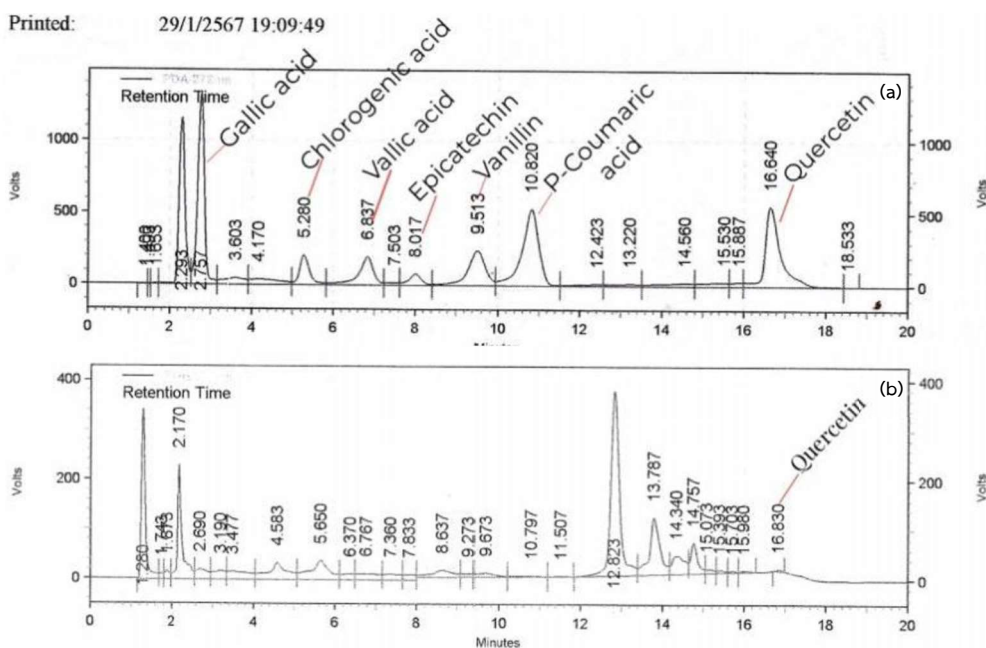


Figure 6 Representative HPLC chromatogram of standard (a) and ethyl acetate extract of pistil (b) recorded DAD signal at 272 nm.

อภิปรายผล

จากการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารของสารสกัดเกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมีย ด้วยเอทิลอะซิเตต และเอทานอล ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรค ด้วยวิธี Agar well diffusion พบว่า เมื่อนำสารสกัดเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียของบัวหลวงที่มีความเข้มข้นเริ่มต้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มาทดสอบกับเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคในระบบทางเดินอาหารทั้ง 8 ชนิด ได้แก่ *E. coli*, *S. Typhimurium*, *S. aureus*, *B. cereus*, *P. aeruginosa*, *S. marcescens*, *A. hydrophila* และ *P. vulgaris* พบว่า สารสกัดจากเกสรตัวผู้ด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. aureus*, *B. cereus* และ *E. coli* ได้ดีกว่าตัวทำละลายเอทานอล มีค่าวงใสในการยับยั้งเชื้อ เท่ากับ 17.33 ± 0.58 , 17.00 ± 1.00 และ 16.33 ± 0.75 มิลลิเมตร ตามลำดับ และสารสกัด

เกอร์ตัวเมียด้วยตัวทำลายเอทิลอะซิเตต สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดีกว่าตัวทำลายเอทานอล โดยสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *B. cereus* ได้ดีที่สุด มีค่าวงใสในการยับยั้งเชื้อ เท่ากับ 29.33 ± 0.58 มิลลิเมตร การศึกษาครั้งนี้พบว่า *B. cereus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวกสามารถยับยั้งได้ดีที่สุด และพบว่า สารสกัดเอทิลอะซิเตตทั้งเกอร์ตัวผู้และเกอร์ตัวเมีย ยับยั้งได้ดีกว่าสารสกัดด้วยตัวทำลายเอทานอล

นอกจากนี้ยังมีรายงานฤทธิ์ของสารสกัดจากบัวหลวงสายพันธุ์อื่นทั้งทางฤทธิ์ชีวภาพและด้านอนุมูลอิสระพบว่า รายงานการวิจัยของ Chaisri et al. (2019) ศึกษาสารสกัดเฮกเซนจากเกอร์บัวแดง มีค่ายับยั้งแบคทีเรียในกลุ่มระบบทางเดินอาหารมากที่สุด ส่วนผสมของเกอร์บัวแดงในผลิตภัณฑ์เจลล้างมือสามารถยับยั้ง *E. coli*, *S. epidermidis*, *V. cholerae* ได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wongrak & Piyaluk (2006) พบว่า สารสกัดเอทิลอะซิเตตจากกลีบดอก สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้มากกว่าแบคทีเรียแกรมลบ อาจจะเนื่องจากสารสกัดมีสารประกอบเป็นกลุ่มโพลีฟีนอล ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียหลายชนิด แบคทีเรียแกรมบวกมีความไวต่อสารประกอบโพลีฟีนอล ทำให้สารสกัดของบัวแดงสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกได้ดี จึงสามารถกล่าวได้ว่าสารกลุ่มโพลีฟีนอล ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย สอดคล้องกับงานวิจัยนี้ ทั้งนี้อาจเนื่องจากโครงสร้างของแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบมีความแตกต่างกันโดยแบคทีเรียแกรมบวก มีเปปติโดไกลแคนหนากว่า และมีความไวต่อสารสกัดจากพืชมากกว่าแบคทีเรียแกรมลบ (Henley-Smith et al., 2014)

เมื่อนำสารสกัดสมุนไพรจากเกอร์บัวหลวงในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ดีที่สุด จากการทดสอบด้วยวิธี Agar well diffusion พบว่า สารสกัดด้วยตัวทำลายเอทิลอะซิเตต ทั้งเกอร์ตัวผู้ และเกอร์ตัวเมีย ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จึงนำไปทดสอบหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทดสอบ (MIC) และค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารทดสอบที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียทดสอบ (MBC) พบว่า สารสกัดด้วยตัวทำลายเอทิลอะซิเตตของเกอร์ตัวผู้ ให้ค่า MIC และ MBC เท่ากับ 500 และ 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และสารสกัดด้วยตัวทำลายเอทิลอะซิเตตของเกอร์ตัวเมีย ให้ค่า MIC และ MBC เท่ากับ 62.5 และ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีรายงานการวิจัยบัวสายพันธุ์ต่างๆ ถึงสรรพคุณ สรรพคุณกลีบดอกบัวยับยั้งแบคทีเรีย *Acinetobacter*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus cereus* โดยสารสกัดกลีบดอกบัวพันธุ์เรดแฟลร์ยับยั้ง แบคทีเรีย *Acinetobacter lowffii* ATCC15309, *Salmonella dysenteriae* DMST15111 และ *S. epidermidis* ATCC12228 โดยมีค่า MIC เท่ากับ 31 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งเต้านม และมะเร็งปอดได้ (Wong-Aree et al., 2017) และยังพบสารสำคัญในสารสกัดหยาบเอทานอลบัวขาวและชมพู คือ ซาโปนิน แทนนิน เทอร์ปีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ คูมาริน คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ สเตียรอยด์ โดยกลีบดอกบัวหลวงสีขาวที่ความเข้มข้น 0.250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงถึง 94.95% มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดรส และแอลฟาอะไมเลส (Dangnoi, 2016) สารสกัดเอทานอลบัวหลวงสีขาวยับยั้งแบคทีเรียสายพันธุ์ต่างๆ เช่น *E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *B. subtilis*, *S. aureus* ได้ดีกว่าบัวหลวงสีชมพูและมีฤทธิ์ต้าน

อนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP hemoglobin glycosylation และ phosphomolybdenum ได้ดีกว่าสารมาตรฐานวิตามินซี (Venkatesh & Dorai, 2011) งานวิจัยของ Singchai et al. (2017) ศึกษาไขมันหอมระเหยจากเกสรบัวหลวง จ.เพชรบุรี พบว่ามีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและพบสาร ethyl palmitate และจากงานวิจัยของ Zheng et al. (2012) พบว่าไขมันหอมระเหยจากใบบัวหลวงที่กลั่นด้วยไอน้ำมีปริมาณฟีนอลิกรวม ฟลาโวนอยด์ โปรแอนโธไซยานิน มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH, ABTS นอกจากนี้ Kim et al. (2011) พบว่าสารสกัดจากใบ ดอก และเมล็ดของบัวหลวงมีคุณสมบัติที่ดีในการเป็นสารให้ความขาวและสารต้านริ้วรอยด้วยวิธี adenosine inhibition และ elastase inhibition

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดเกสรบัวหลวงตัวเมียพบสารประกอบฟีนอลิกเทียบกับสารมาตรฐาน Quercetin มีปริมาณ 147.18 ± 15.91 ไมโครกรัมต่อกรัม ตัวอย่าง (ภาพที่ 6) สอดคล้องกับงานของ Qi et al. (2022) กล่าวว่า Quercetin มีคุณสมบัติช่วยปกป้องการทำลายของอนุมูลอิสระ โดยอนุมูลอิสระคืออะตอมหรืออิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว อนุมูลอิสระจึงต้องไปดึงอิเล็กตรอนจากสารประกอบอื่น เช่น hydroxide, hydroxyl และ hydrogenperoxide เป็นต้น สารต้านอนุมูลอิสระกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่พบได้มากที่สุดในธรรมชาติ พบได้แทบทุกส่วนของพืช ฟลาโวนอยด์ในพืชเป็นสารอินทรีย์ประเภทโพลีฟีนอล มีโครงสร้างเป็นไดฟีนิลโพรเพน มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในอาหารประเภทไขมันและไขมันผสมน้ำ (Silalai, 2006) จากการศึกษาพบว่า Quercetin พบได้ ทั้งในผักและผลไม้ มีฤทธิ์ทางชีวภาพ ลดการติดเชื้อของไวรัส ยับยั้งการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็ง ส่งเสริมกลไกการเกิด apoptosis autophagy ต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ และยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรค เช่น *Salmonella enterica*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* เป็นต้น (Qi et al, 2022) นอกจากนี้ยังพบว่า Quercetin สามารถฆ่าเชื้อ *E. coli* ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์และผนังเซลล์ของ *S. aureus* แตก และยับยั้ง *E. faecalis* MTCC2729 ยับยั้งการสร้าง biofilm ของเชื้อ *Streptococcus hepatitis* ได้อีกด้วย (Qi et al, 2022) นอกจากนี้ Quercetin ยังเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ที่มีผลต่อ กลูตาไธโอน ROS และกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ ส่งเสริมการควบคุมระดับกลูตาไธโอน ในร่างกาย ปกป้องสารพิษที่ทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้ แสดงให้เห็นว่า Quercetin ที่พบในเกสรบัวหลวงนี้มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย ดังนั้น ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้ จึงเป็นการสนับสนุนข้อมูลสารสกัดเกสรบัวหลวงที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคทางเดินอาหาร และเป็นแนวทางในการนำข้อมูลสรรพคุณสมุนไพรไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ เป็นทางเลือกในการดูแลสุขภาพจากสมุนไพรหรือส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางในอนาคต และเป็นการสนับสนุนเกษตรกรในท้องถิ่นที่ปลูกบัว เพิ่มมูลค่าสมุนไพรไทยและเพิ่มรายได้ต่อครัวเรือนให้ชุมชนอีกทางเลือกหนึ่งด้วย

สรุปผลการวิจัย

1. การศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดเกสรบัวหลวง ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตและเอทานอลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. coli*, *S. Typhimurium*, *S. aureus*, *B. cereus*, *P. aeruginosa*, *S. marcescens*, *A. hydrophila*, และ *P. vulgaris* พบว่า ตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดีกว่าตัวทำละลายเอทานอล โดยการวัดขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางวงใส
2. สารสกัดของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต ทดสอบด้วยวิธี Agar well diffusion สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *B. cereus* ได้ดีที่สุด โดยเกสรตัวผู้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสเท่ากับ 17.00 ± 1.00 มิลลิเมตร และเกสรตัวเมียมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสเท่ากับ 29.33 ± 0.58 มิลลิเมตร
3. สารสกัดของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต ทดสอบการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียทดสอบ (Minimum Inhibitory Concentrations, MIC) ด้วยวิธี Broth dilution และผลการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารทดสอบที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียทดสอบ (Minimum Bactericidal Concentrations, MBC) พบว่า ค่า MIC และ MBC ของเกสรตัวผู้เท่ากับ 500 และ 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และเกสรตัวเมีย เท่ากับ 62.5 และ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ
4. เมื่อทำการตรวจสอบสารประกอบฟีนอลิกโดยเทียบกับสารมาตรฐาน Quercetin ด้วยวิธี HPLC พบว่า มีปริมาณเท่ากับ 147.18 ± 15.91 ไมโครกรัมต่อกรัมตัวอย่าง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2566

เอกสารอ้างอิง

- Bubphachat A, Khlam-Ngin B, Makmai B, Teekang P, Boonyom S. Food recipes from lotus. Nakhon Sawan: Nakhon Sawan Rajabhat University; 2007.
- Chaisri P, Chaiwes W, Wangka-orn C, Laoprom N. Effect of hand cleansing gel mixed the crude extract of *Nymphaea lotus* L. in inhibiting pathogenic bacteria. PSRU Journal of Science and Technology 2019;4(3):58-71.
- Charoenwattana P, Pansamut S, Khongswasdi D, Petprapai A. Antimicrobial activity of *Nelumbo nucifera* Gaertn. Extracts. Research report, Rajamangala University of Technology Thanyaburi; 2009.
- Dangnoi T. Phytochemical screening and biological activities of *Nelumbo nucifera* Gaertn. Master of Science (Chemistry Education), Faculty of Science, Burapha University; 2016.
- Eiamthaworn K, Kaewkod T, Bovonsombut S, Tragoolpua Y. Efficacy of *Cordyceps militaris* extracts against some skin pathogenic bacteria and antioxidant activity. Journal of Fungi 2022;8(4):327.

- Henley-Smith CJ, Steffens FE, Botha FS, Lall N. Predicting the influence of multiple components on microbial inhibition using a logistic response model - a novel approach. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 2014;14:190.
- Kim T, Kim HJ, Cho SK, Kang WY, Baek H, Jeon HY, Kim B, Kim D. *Nelumbo nucifera* extracts as whitening and anti-wrinkle cosmetic agent. *Korean Journal Chemical Engineering* 2011;28:424-427.
- Mukherjee PK., Mukherjee D, Maji AK, Rai S, Heinrich M. The sacred lotus (*Nelumbo nucifera*) – phytochemical and therapeutic profile. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 2009;61:407-422.
- Qi W, Qi W, Xiong D, Lomg M. Quercetin: Its antioxidant mechanism, antibacterial properties and potential application in prevention and control of toxipathy. *Molecules* 2022;27(19):6545.
- Silalai N. Tea flavonoids: their functions, utilization and analysis. *Journal of Food Technology, Siam University* 2006;2(1):2-10.
- Singchai B, Trakulpukdee N, Thonglim S. Essential Oil from *Nelumbo nucifera* Stamen. *Thai Science and Technology Journal* 2017;25(1):27-34.
- The Society of Pediatric Gastroenterology and Hepatology. Clinical Practice Guideline for acute diarrhea in Children. 2019; 1-58.
- Venkatesh B, Dorai A. Antibacterial and Antioxidant potential of White and Pink *Nelumbo nucifera* Gaertn. Flowers. *Proceedings of 5th International Conference on Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics* 2011; 213-216.
- Wong-Aree C, Chansilpa A, Noichinda S, Jirapong C. Antioxidant properties of waterlily extracts and their anticancer and anti-human pathogen activities. Research report, King Mongkut's University of Technology Thonburi; 2017.
- Wongklang S, Steinrut L, Itharat A. Antioxidant Activity of *Nelumbo nucifera* Gaertn. extract. *Agricultural Science Journal* 2014; 45(2) (Supplement); 673-676.
- Wongrak B, Piyaluk S. Free radical scavenger of Thai vegetables. Bachelor Degree of Science (Pharmacy), Faculty of Pharmacy, Mahidol University; 2006.
- Zheng LZ, Wu YB, Wu JG, Tan CJ, Yi J, Chen TQ, Wu JZ. Antioxidant activity of lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) receptacles of eleven cultivars grown in China. *Journal of Medicinal Plants Research* 2012;6(10):1902-1911.