Thai Science and Technology Journal Vol. 34 No. 5 September–October 2026 ISSN 3027-6365 (Online)

Thai Science and Technology Journal
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
Journal Homepage : http://li01.tci-thaijo.org/index.php/tstj

ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากวัสดุเหลือทิ้งของข้าวโพด

Antibacterial Activities of Corn Waste Crude Extracts

อมราภรณ์ โพธิ์ประจักษ์ และพัชรนันท์ อมรรัตนพันธ์*

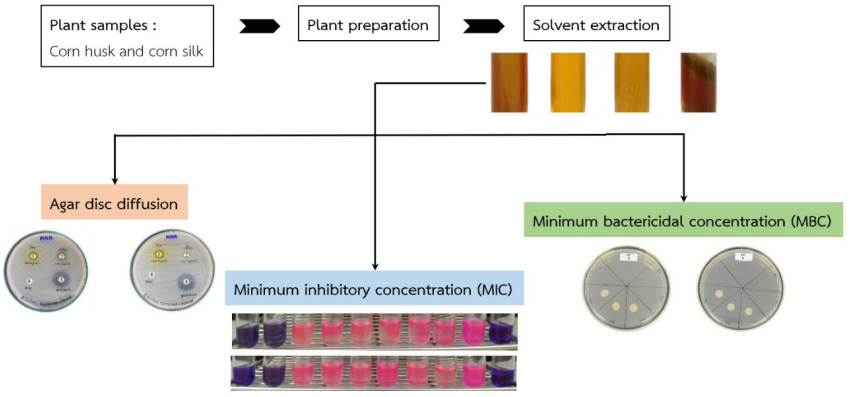
ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี 20131

Amaraporn Phoprajak and Patcharanan Amornrattanapan*

Department of Microbiology, Faculty of Science, Burapha University, Chonburi 20131

Received

GRAPHICAL ABSTRACT



ABSTRACT

Corn is an economically important crop used as food for both humans and animals. Its large-scale production generates substantial amounts of agricultural waste, which can be processed into bioactive extracts with antibacterial properties. The objectives of this study were to obtain crude extracts containing bioactive compounds from different parts of corn waste, including corn husk and corn silk, using two solvents, ethanol and methanol, and to evaluate their effectiveness in inhibiting three pathogenic bacteria. The results of the agar disc diffusion assay showed that ethanolic and methanolic extracts of corn husk and corn silk, prepared at a concentration of 400 mg/mL and applied at an amount equivalent to 8 mg/disc, exhibited antibacterial activity against *Bacillus cereus* TISTR 1395, with mean inhibition zone diameters ranging from 8.6 ± 0.4 to 11.2 ± 0.8 mm. However, these extracts showed no inhibitory activity against *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 or *Escherichia coli* ATCC 25922. The minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) of the crude extracts from both corn husk and corn silk against *Bacillus cereus* TISTR 1395 were determined to be 4 mg/mL. These findings provide preliminary evidence that corn husk and corn silk have the potential to serve as valuable sources of antibacterial compounds effective against specific bacterial species.

คำสำคัญ

วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร; เปลือกข้าวโพด; ไหมข้าวโพด; สารสกัดหยาบ; ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย

Keywords

Agricultural waste; Corn husk; Corn silk; Crude extracts; Antibacterial activities

บทคัดย่อ

ข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญโดยเป็นได้ทั้งอาหารของมนุษย์และสัตว์จึงมีปริมาณการปลูกที่มาก ทำให้เกิดวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่สามารถนำมาเตรียมเป็นสารสกัดที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปของสารสกัดหยาบจากวัสดุเหลือทิ้งส่วนต่างๆ ของข้าวโพด ได้แก่ เปลือกและไหมข้าวโพด โดยนำมาสกัดด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิด ได้แก่ เอทานอลและเมทานอล เพื่อใช้สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค 3 สายพันธุ์ ผลการทดสอบด้วยวิธี Agar disc diffusion ที่ใช้สารสกัดหยาบจากเปลือกข้าวโพดและไหมข้าวโพดที่สกัดด้วยเอทานอลและเมทานอลที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีปริมาณสารสกัดทดสอบเท่ากับ 8 มิลลิกรัม/ดิสก์ พบว่ามีฤทธิ์ยับยั้ง *Bacillus cereus* TISTR 1395 โดยมีค่าเฉลี่ยของบริเวณยับยั้งอยู่ในช่วง 8.6 ± 0.4 ถึง 11.2 ± 0.8 มิลลิเมตร แต่ไม่สามารถยับยั้ง *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 และ *Escherichia coli* ATCC 25922 ได้ เมื่อนำสารสกัดหยาบจากทั้งสองส่วนมาหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ (MIC) และค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อ (MBC) แบคทีเรีย *Bacillus cereus* TISTR 1395 พบว่า มีค่าเท่ากันที่ 4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นในขั้นเบื้องต้นว่าเปลือกและไหมข้าวโพดมีศักยภาพที่จะนำมาแปลงสภาพให้เกิดประโยชน์โดยใช้เป็นสารต้านแบคทีเรียที่เฉพาะเจาะจงได้

***ผู้รับผิดชอบบทความ:** patcharanan@go.buu.ac.th **DOI:**

1. บทนำ

ข้าวโพดเป็นธัญพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญที่ใช้เป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ รองจากข้าวสาลี และข้าว สามารถปลูกได้ในเขตอบอุ่น เขตกึ่งร้อนชื้น และพื้นที่ราบเขตร้อน อีกทั้งยังสามารถเจริญได้ดีในดินร่วนเหนียวปนทราย [1] สำหรับประเทศไทยนั้นข้าวโพดถือว่าเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญที่สามารถทำรายได้ให้กับประเทศได้เป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีแหล่งเพาะปลูกข้าวโพดที่สำคัญกระจายอยู่ในทุกภาคของประเทศ และข้าวโพดที่ปลูกในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ ข้าวโพดฝักสด ซึ่งเป็นข้าวโพดที่นิยมนำฝักสดมารับประทาน เช่น ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ [2] สำหรับพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวที่แบ่งโดยวิธีการผลิตเมล็ดพันธุ์ แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ พันธุ์ผสมเปิด และพันธุ์ลูกผสม ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากกว่าพันธุ์ผสมเปิด เช่น Bigwhite#854 Violet white-926 [3] ทั้งนี้ข้าวโพดข้าวเหนียวมีพื้นที่เพาะปลูกในประเทศไทยในปี 2561-2563 รวมทั้งหมด 96,451, 90,196 และ 76,446 ไร่ ตามลำดับ [4]

การปลูกข้าวโพดในปริมาณมากทำให้ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตนั้นมีวัสดุเหลือทิ้งเช่น ซัง เปลือก ไหม ต้น จำนวนมากและอาจจะไม่ได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า โดยวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้มักจะถูกนำไปเผาทำลาย ซึ่งเป็นวิธีการกำจัดที่สะดวกและรวดเร็ว แต่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งการก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ การหาวิธีกำจัดวัสดุเหลือทิ้งด้วยการแปรสภาพไปใช้ประโยชน์โดยไม่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การนำไปเตรียมเป็นสารสกัดหยาบที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ จึงเป็นทางเลือกในการกำจัดวัสดุเหลือทิ้งที่น่าสนใจ ทั้งนี้ จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในส่วนต่างๆ ของข้าวโพดในงานวิจัยก่อนหน้านี้ พบว่าในเปลือกข้าวโพดประกอบด้วยสารฟีนอลิก [5] ส่วนไหมข้าวโพดนั้น มีรายงานพบสารสำคัญ ได้แก่ ฟีนอลิก กรดแอสคอร์บิก ฟลาโวนอยด์ แทนนิน [6] ดังนั้นหากนำวัสดุต่างๆ เหล่านี้ของข้าวโพดไปเตรียมเป็นสารสกัดหยาบ (Crude extract) สารสกัดนั้นก็จะมีสารพฤกษเคมีหลายชนิดเป็นองค์ประกอบอยู่รวมกัน ซึ่งสารพฤกษเคมีดังกล่าวข้างต้นเป็นสารในกลุ่มที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น ต้านอนุมูลอิสระ ต้านแบคทีเรีย ต้านรา เป็นต้น [6] บ่งชี้ว่าสารที่สกัดได้จากส่วนต่างๆ ของข้าวโพดประกอบด้วยสารสำคัญที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยมีรายงานว่าสารสกัดจากไหมข้าวโพดสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย เช่น *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* ได้ [7] ในขณะที่สารสกัดจากส่วนประกอบอื่นๆ เช่น เปลือกข้าวโพด ยังมีรายงานการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์อยู่น้อยมาก ดังนั้น การนำวัสดุเหลือทิ้งจากส่วนที่แตกต่างกันของข้าวโพด เช่น เปลือกและไหมข้าวโพด มาศึกษาฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์เปรียบเทียบกันจึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจและจะช่วยเติมเต็มข้อมูลในส่วนนี้ให้มีมากขึ้นซึ่งจะมีประโยชน์สำหรับการศึกษาต่อยอดต่อไป

ความต้องการที่จะนำสารสกัดจากพืชมาใช้ในการควบคุมจุลินทรีย์นั้นเกิดขึ้นมาเนื่องจากปัญหาของการใช้ยาปฏิชีวนะที่ส่งผลให้เกิดเชื้อดื้อยาที่ก่อปัญหาทางสาธารณสุขทั่วโลกอยู่ในปัจจุบัน [8] โดยทั่วไป แบคทีเรียมักถูกใช้เป็นเป้าหมายเบื้องต้นที่ถูกนำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพในการต้านจุลินทรีย์ของสารสกัด โดยการศึกษานี้มีความสนใจในการทดสอบกับแบคทีเรียก่อโรคทั้งแกรมบวกและแกรมลบ ได้แก่ *B. cereus* ที่เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปท่อน สามารถสร้างสปอร์และสารพิษ และพบปนเปื้อนอยู่ในอาหารหลากหลายชนิด โดยเฉพาะในข้าว จึงเป็นสาเหตุของอาการอาหารเป็นพิษ เช่น ท้องร่วง อาเจียน ในคนได้ [9] *Pseudomonas aeruginosa* เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อน ที่พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม เช่น ดินและน้ำ เป็นเชื้อฉวยโอกาสที่สามารถก่อโรคในคนและมักเป็นสาเหตุของการติดเชื้อในโรงพยาบาล เช่น ปอดอักเสบ การติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ เป็นต้น [10] และ *Escherichia coli* เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อน ที่พบได้ในลำไส้ของคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ตลอดจนพบการปนเปื้อนในน้ำ

และอาหาร โดยมีหลาย Pathotype ที่สามารถก่อโรคกระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ เช่น enteropathogenic (EPEC), enterotoxigenic (ETEC) *E. coli* [11]

ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสกัดสารสกัดหยาบจากวัสดุเหลือทิ้งจาก 2 ส่วนของข้าวโพด ได้แก่ เปลือกและไหมข้าวโพดโดยใช้ตัวทำละลาย 2 ชนิด ได้แก่ เอทานอลและเมทานอล จากนั้นดำเนินการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบที่ได้จากวัสดุเหลือทิ้งในส่วนที่ต่างกันของข้าวโพดพันธุ์เดียวกันในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ *Bacillus cereus* TISTR 1395, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 และ *Escherichia coli* ATCC 25922 โดยวิธี Agar Disc diffusion ตลอดจนการหาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญ (Minimum Inhibitory Concentration; MIC) และหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าแบคทีเรีย (Minimum Bactericidal Concentration; MBC) ของสารสกัดหยาบ เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการนำสารสกัดไปใช้เพื่อควบคุมแบคทีเรีย

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างวัสดุเหลือทิ้งของข้าวโพดข้าวเหนียว (Waxy corn; *Zea mays* L. var. ceratina) จากไร่ข้าวโพด ตำบลศาลาลอย อำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 2 ตัวอย่าง ได้แก่ เปลือกข้าวโพด และไหมข้าวโพด ในช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2568 หลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีอายุ 70-80 วัน โดยเปลือกข้าวโพดมีลักษณะเป็นแผ่นแบนยาวที่หุ้มฝักข้าวโพด มีสีเขียว ส่วนไหมข้าวโพดที่อยู่ด้านในใต้เปลือกข้าวโพด มีลักษณะเป็นเส้นขนาดเล็ก อีกทั้งเปลือกและไหมข้าวโพดที่เลือกมาใช้ในการศึกษามีความสมบูรณ์ ไม่มีรอยโรค

2.2 การเตรียมสารสกัดหยาบจากเปลือกข้าวโพดและไหมข้าวโพด

นำเปลือกและไหมข้าวโพดมาล้างให้สะอาดในขั้นตอนแรกด้วยน้ำประปาเพื่อกำจัดดินและสิ่งปนเปื้อนขนาดใหญ่ ตามด้วยการล้างขั้นสุดท้ายด้วยน้ำกลั่นเพื่อกำจัดคลอรีนในน้ำประปา ตากแดดให้แห้ง ตามด้วยการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องปั่น แล้วนำไปเตรียมให้เป็นสารสกัดโดยนำเปลือกและไหมข้าวโพดที่บดละเอียดมาอย่างละ 100 กรัม แช่ในตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ 95% เอทานอล (RCI Labscan, Ireland)และ 99.9% เมทานอล (RCI Labscan, Ireland) โดยใช้อัตราส่วนของเปลือกหรือไหมข้าวโพดต่อตัวทำละลายเท่ากับ 1:4 (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) นำไปเขย่าด้วยความเร็ว 150 รอบต่อนาที ในเครื่อง Incubator shaker ที่อุณหภูมิห้อง นาน 7 วัน จากนั้นเก็บตัวอย่างมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 (England) แล้วแยกเฉพาะส่วนที่เป็นของเหลวไปผ่านกระบวนการระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง Rotary evaporator โดยใช้ Vapor temp 40 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดัน 100 มิลลิบาร์

นำสารสกัดที่ได้ไปชั่งน้ำหนัก เพื่อนำไปคำนวณหา %Yield ของสารสกัดจากเปลือกและไหมข้าวโพดเทียบกับน้ำหนักเริ่มต้นก่อนการสกัด ดังสมการ

$$\% \text{ yield} = \frac{[(\text{น้ำหนักของสารสกัดพืช})}{(\text{น้ำหนักแห้งของพืช})]} \times 100$$

นำสารสกัดที่ได้ไปทำให้มีความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรโดยละลายใน 99.9% Dimethyl Sulfoxide (DMSO; Fisher Chemical, China) (ความเข้มข้นสุดท้ายของ DMSO ในสารสกัดที่เตรียมได้มีค่าไม่เกิน 2% (โดยปริมาตรต่อปริมาตร)) จากนั้นเก็บสารสกัดหยาบที่ได้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

2.3 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากเปลือกข้าวโพดและไหมข้าวโพดโดยวิธี Agar disc diffusion

วิธี Agar disc diffusion [12] ดำเนินการโดยทำการเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย 3 สายพันธุ์ ได้แก่ *Bacillus cereus* TISTR 1395, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 และ *Escherichia coli* ATCC 25922 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ Mueller Hinton broth (MHB) นำมาบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง จากนั้นปรับความขุ่นของแบคทีเรียให้เทียบเท่ากับ McFarland standard No. 0.5 ใน 0.85% Saline solution ใช้ไม้พันสำลีปลอดเชื้อจุ่มลงในหลอดที่ปรับความขุ่นของแบคทีเรียแล้วนำมาป้ายให้ทั่วผิวหน้าอาหาร Mueller-Hinton agar (MHA; HiMedia, India) วางแผ่นกระดาษกรองปลอดเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ที่มีสารสกัดหยาบจากเปลือกและไหมข้าวโพดความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 20 ไมโครลิตร เพื่อให้ได้ปริมาณสารสกัดทดสอบเท่ากับ 8 มิลลิกรัม/ดิสก์ ไปวางบนผิวหน้าอาหาร MHA ที่มีแบคทีเรียป้ายไว้แล้ว โดยใช้ยาปฏิชีวนะ Gentamicin ขนาด 10 ไมโครกรัม/ดิสก์ เป็น positive control และ 2% DMSO เป็น negative control จากนั้นบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจสอบการเกิดบริเวณยับยั้ง (Inhibition zone) วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเป็นหน่วยมิลลิเมตรโดยใช้ไม้บรรทัด (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ) รายงานค่าที่วัดได้เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และวิเคราะห์ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้ One-way ANOVA ผ่านซอฟต์แวร์ SPSS Statistics (Version 30.0)

2.4 การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญ (Minimum Inhibitory Concentration; MIC) ของแบคทีเรียโดยสารสกัดหยาบจากเปลือกข้าวโพดและไหมข้าวโพด

ดำเนินการหาค่า MIC ด้วยวิธี Broth macrodilution [13] โดยเริ่มจากการเลี้ยงแบคทีเรียทดสอบ ได้แก่ *B. cereus* TISTR 1395, *P. aeruginosa* ATCC 27853, และ *E. coli* ATCC 25922 และปรับความขุ่นให้เท่ากับ McFarland standard No. 0.5 เช่นเดียวกับวิธีที่อธิบายไว้ในข้อ 2.3 นำแบคทีเรียที่ได้มาเจือจางต่อใน Mueller Hinton Broth (MHB; HiMedia, India) ที่อัตราส่วน 1:300 ให้ได้ปริมาณแบคทีเรียเท่ากับ $5x10^5$ CFU/mL ในส่วนของสารสกัดหยาบ ทำการเจือจางสารสกัดหยาบจากเปลือกและไหมข้าวโพดแบบสองเท่า (two-fold serial dilution) ใน 2% DMSO ให้ได้ความเข้มข้นของสารสกัดหยาบเท่ากับ 400, 200, 100, 50, 25, 12.5 และ 6.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นนำแบคทีเรียที่ปรับปริมาณเชื้อให้ได้เท่ากับ $5x10^5$ CFU/mL แล้วมา 980 ไมโครลิตร ผสมกับสารสกัดหยาบที่ความเข้มข้นต่างๆ ความเข้มข้นละ 20 ไมโครลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นตรวจผลโดยทำการหยดสี 0.135% Resazurin หลอดละ 3 หยด แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสี Resazurin ซึ่งจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีชมพูหากมีเชื้อเจริญ โดยหลอดสุดท้ายที่มีสีน้ำเงินจะเป็นหลอดที่เป็นความเข้มข้นต่ำที่สุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทดสอบได้

ทำการทดสอบเช่นเดียวกันกับที่อธิบายไว้ข้างต้น โดยเปลี่ยนจากสารสกัดมาเป็นยาปฏิชีวนะ Gentamicin ที่มีการเจือจางแบบ 2- fold dilution ให้ได้ความเข้มข้นเท่ากับ 800, 400, 200, 100, 50, 25, 12.5 และ 6.25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เตรียมชุดควบคุม ได้แก่ Negative control (แบคทีเรียปริมาณ $5x10^5$ CFU/mL ที่อยู่ใน 2% DMSO) Growth control (แบคทีเรียปริมาณ $5x10^5$ CFU/mL ที่อยู่ในอาหาร MHB) และ Sterility control (อาหารเหลว MHB) จากนั้นนำไปบ่มโดยใช้สภาวะเดียวกันกับชุดทดลอง และตรวจสอบการเจริญของแบคทีเรียเช่นเดียวกันกับวิธีที่ใช้กับชุดทดลอง

2.5 การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าแบคทีเรีย (Minimum Bactericidal Concentration; MBC) ของสารสกัดหยาบจากเปลือกข้าวโพดและไหมข้าวโพด

ปิเปตตัวอย่างจากหลอดที่เป็นชุดทดลองทุกหลอดที่ไม่พบการเจริญของแบคทีเรียจากการหาค่า MIC และปิเปตตัวอย่างจากหลอดที่เป็นชุดควบคุม (จากข้อ 2.4) หลอดละ 10 ไมโครลิตร มา drop ลงบนอาหาร Mueller Hinton agar (MHA; HiMedia, India) [14] โดยแต่ละหลอดทำซ้ำ 3 จาน จากนั้นนำไปบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วตรวจผลโดยสังเกตการเจริญของแบคทีเรียและพิจารณาความเข้มข้นของสารที่ต่ำที่สุดที่ไม่พบการเจริญของแบคทีเรีย ซึ่งบ่งชี้ว่าความเข้มข้นนั้นเป็นค่า MBC

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 การเตรียมสารสกัดหยาบจากเปลือกข้าวโพดและไหมข้าวโพด

การเตรียมสารสกัดหยาบในการศึกษานี้เริ่มจากการนำเปลือกและไหมข้าวโพดมาทำให้แห้งแล้วนำมาบดให้ละเอียด ซึ่งการทำให้ชิ้นส่วนของตัวอย่างมีขนาดเล็กลงนั้นเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสกับตัวทำละลาย [15] ตามด้วยการสกัดสารโดยการแช่ในตัวทำละลาย 2 ชนิด ได้แก่ 95% เอทานอล และ 99.9% เมทานอล ซึ่งเอทานอลและเมทานอลที่ใช้เป็นตัวทำละลายสำหรับการสกัดสารพฤกษเคมีในงานวิจัยนี้เป็นตัวทำละลายที่มีขั้ว สามารถสกัดสารที่มีขั้วและสารที่มีขั้วปานกลางหลายชนิดออกมาจากพืชได้ [16] โดยมีรายงานว่าสารสำคัญของเปลือกข้าวโพดที่สกัดตัวทำละลายเอทานอลและเมทานอล เป็นสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ [17] เช่น แอนโทไซยานิน [18] และสารสำคัญในไหมข้าวโพดที่สกัดได้โดยตัวทำละลายเอทานอลและเมทานอลเป็นสารในกลุ่มฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ [19-21] และเบต้าแคโรทีน [19, 21]

จากการศึกษานี้ สารสกัดที่ได้หลังจากการระเหยตัวทำละลายออกมีลักษณะเป็นของเหลวข้น โดยสารสกัดหยาบจากเปลือกและไหมข้าวโพดที่สกัดด้วยเมทานอลและสารสกัดหยาบจากไหมข้าวโพดที่สกัดด้วยเอทานอลมีสีเหลืองเข้ม ส่วนสารสกัดหยาบจากเปลือกข้าวโพดที่สกัดด้วยเอทานอลมีสีน้ำตาลอ่อนและใส เมื่อพิจารณา % yield ของสารสกัดหยาบ ระหว่างสารสกัดจากเปลือกและไหมข้าวโพดที่สกัดด้วยเอทานอล พบว่าปริมาณสารสกัดหยาบจากไหมข้าวโพดมีค่าสูงกว่าปริมาณสารสกัดหยาบจากเปลือกข้าวโพดโดยมีค่าเท่ากับ 11.46 และ 4.08% ตามลำดับ โดยทั้งสองค่าเป็นปริมาณสารสกัดที่สูงที่สุดและต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณสารสกัดของทุกตัวอย่างที่เตรียมได้ ในขณะที่เมื่อพิจารณาเฉพาะ % yield ของสารสกัดหยาบ ระหว่างสารสกัดที่สกัดด้วยเมทานอล พบว่าปริมาณสารสกัดหยาบจากเปลือกและไหมข้าวโพดที่สกัดด้วยเมทานอลมีค่าใกล้เคียงกัน แสดงใน Table 1 ทั้งนี้ปริมาณสารสกัดหยาบที่แสดงในการศึกษานี้มาจากการสกัดสารจากเปลือกและไหมข้าวโพดจำนวนอย่างละ 1 ตัวอย่าง ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพในการต้านแบคทีเรียซึ่งเป็นการทดสอบที่มีการทำซ้ำ (Technical replicates) ต่อไป

จากผลการศึกษาข้างต้นจะเห็นได้ว่าสารสกัดหยาบจากเปลือกข้าวโพดและไหมข้าวโพดที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิด มีปริมาณสารสกัดหยาบที่ใกล้เคียงกันในช่วง 10.54-11.46% ยกเว้นเปลือกข้าวโพดที่สกัดด้วยเอทานอลที่ได้ปริมาณสารสกัดหยาบน้อยกว่า ทั้งนี้มีหลายปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณสารสกัดหยาบที่ได้ เช่น วิธีการสกัด ชนิดและความเข้มข้นของตัวทำละลายที่ใช้

Table 1 Yields of the ethanolic and methanolic extracts of corn husk and corn silk.

Substrates	Solvents	Yields (%)
Corn husk	Ethanol	4.08
	Methanol	10.54
Corn silk	Ethanol	11.46
	Methanol	10.78

สกัด สภาวะการสกัด สภาพของพืช (สดหรือแห้ง) ก่อนนำไปสกัดสาร และส่วนของพืชที่นำมาสกัด [22] ซึ่งมีปริมาณองค์ประกอบทางเคมีและเซลล์เนื้อเยื่อที่แตกต่างกัน รวมทั้งพันธุ์ของข้าวโพด สภาวะแวดล้อมของการปลูก ตลอดจนอายุและความสมบูรณ์ของข้าวโพดที่ใช้ [23] โดยปริมาณของสารสกัดหยาบที่ได้ในการศึกษาครั้งนี้และที่มีรายงานไว้ก่อนหน้านี้มีค่าที่หลากหลายต่างกันออกไปหลายระดับ ไม่ว่าจะเป็นงานวิจัยของ Sawangwong et al. [20] ที่ระบุว่าการใช้ 95% เอทานอลในการเตรียมสารสกัดโดยวิธี Maceration ทำให้ได้ปริมาณสารสกัดจากไหมข้าวโพดเพียง 1.36% ในขณะที่ Nurhanan and Wan Rosli [24] รายงานว่าการใช้เอทานอลและเมทานอล ทำให้ได้ปริมาณสารสกัดจากไหมข้าวโพดเฉลี่ยอยู่ที่ 27.73 และ 33.10% ตามลำดับ ในส่วนของปริมาณสารสกัดจากเปลือกข้าวโพด มีรายงานว่าเมื่อใช้เอทานอลและเมทานอลที่ความเข้มข้น 100% เป็นตัวทำละลาย ทำให้ได้ปริมาณสารสกัดจากเปลือกข้าวโพดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.60% และ 4.40% ตามลำดับ [25] และ Odelola et al. [26] รายงานว่าการใช้เมทานอล ทำให้ได้ปริมาณสารสกัดจากไหมและเปลือกข้าวโพดอยู่ที่ 8.69 และ 9.8% ตามลำดับ

3.2 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากเปลือกข้าวโพดและไหมข้าวโพด

ในการศึกษานี้ได้นำสารสกัดหยาบจากเปลือกและไหมข้าวโพดมาทำให้มีความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรโดยใช้ DMSO เป็นตัวทำละลาย ซึ่ง DMSO สามารถละลายสารได้หลายชนิด และไม่ระเหยง่ายจึงทำให้สารละลายมีความเข้มข้นคงที่ [27] เมื่อนำสารสกัดหยาบมาทดสอบกับแบคทีเรียก่อโรค 3 สายพันธุ์ ได้แก่ *B. cereus* TISTR 1395, *P. aeruginosa* ATCC 27853 และ *E. coli* ATCC 25922 ด้วยวิธี Agar disc diffusion และพิจารณาความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียจากขนาดของบริเวณยับยั้งที่เกิดขึ้น (Inhibition zone) พบว่าสารสกัดหยาบจากไหมข้าวโพดที่สกัดด้วยเมทานอลและเอทานอล มีค่าเฉลี่ยของบริเวณยับยั้งสำหรับ *B. cereus* TISTR 1395 เท่ากับ 11.2±0.8 และ 10.5±0.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ และสารสกัดหยาบจากเปลือกข้าวโพดที่สกัดด้วยเอทานอลและเมทานอล มีค่าเฉลี่ยของบริเวณยับยั้ง เท่ากับ 9.7±1.2 และ 8.6±0.4 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 2, Figure 1) ซึ่งค่าเฉลี่ยของบริเวณยับยั้งสำหรับ *B. cereus* TISTR 1395 จากการใช้สารสกัดหยาบจากเปลือกและไหมข้าวโพดทั้ง 4 ค่าข้างต้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Table 2) บ่งชี้ว่าสารสกัดหยาบจากเปลือกและไหมข้าวโพดในตัวทำ

Table 2 Antibacterial activities of ethanolic and methanolic extracts of corn husk and corn silk, as well as gentamicin.

Samples	Solvents	Diameters of the inhibition zone (mm)		
		B. cereus TISTR 1395	*P. aeruginosa* ATCC 27853	*E. coli* ATCC 25922
Corn husk extract	Ethanol	9.7±1.2 [a]	NI	NI
	Methanol	8.6±0.4 a	NI	NI
Corn silk extract	Ethanol	10.5±0.5 [a]	NI	NI
	Methanol	11.2±0.8 [a]	NI	NI
Gentamicin (10 µg/disc)	-	20.4±0.5 [c]	21.5±1.1 [c]	17.3±0.6 [b]
2% DMSO (Negative control)	-	NI	NI	NI

Remarks: (1) Values derived in triplicate are expressed as mean ± SD; NI, no inhibition zone
(2) Different lowercase letters indicate significantly different mean values ($p < 0.05$).



(a) (b)

Figure 1 Antibacterial activities against *B. cereus* TISTR 1395 of the ethanolic (a) and methanolic (b) extracts of corn husk and corn silk.
(1) Corn silk extract (400 mg/mL; 8 mg/disc) (2) Corn husk extract (400 mg/mL; 8 mg/disc)
(3) Gentamicin (10 µg/disc) (4) 2% DMSO

ละลายทั้ง 2 ชนิดมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกันสำหรับการยับยั้ง *B. cereus* TISTR 1395 ในส่วนของการทดสอบกับ *P. aeruginosa* ATCC 27853, และ *E. coli* ATCC 25922 พบว่าไม่มีสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดใดที่มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย 2 สายพันธุ์นี้ได้ (Table 2) ในส่วนของ Positive control (ยาปฏิชีวนะ Gentamicin ขนาด 10 ไมโครกรัม/ดิสก์) และ Negative control (2% DMSO) พบว่า Gentamicin สามารถยับยั้ง *B. cereus* TISTR 1395, *P. aeruginosa* ATCC 27853 และ *E. coli* ATCC 25922 ได้ โดยมีบริเวณยับยั้งเท่ากับ 20.4±0.5, 21.5±1.1 และ 17.3±0.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ สำหรับ 2% DMSO พบว่า ไม่มีผลในการยับยั้งแบคทีเรียที่นำมาทำการทดสอบ ดังแสดงใน Table 2

มีงานวิจัยอื่นๆ ที่รายงานฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียโดยสารสกัดจากเปลือกและไหมข้าวโพดจากการทดสอบด้วยวิธี Agar disc diffusion หรือ Agar well diffusion ซึ่งแสดงให้เห็นแนวโน้มของการยับยั้งแบคทีเรียที่ต่างกัน โดย Odelola et al. [26] รายงานว่าสารสกัดจากเปลือกและไหมข้าวโพดที่สกัดด้วยเมทานอลมีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่ *S. aureus* ได้ แต่ไม่สามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่ *P. aeruginosa*, *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae* และ *Proteus mirabilis* ในขณะที่งานวิจัยอื่นๆ พบว่าสารสกัดจากไหมข้าวโพดมีฤทธิ์ยับยั้งทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ โดย Muzaffar et al. [28] รายงานว่าสารสกัดจากไหมข้าวโพดที่สกัดด้วยเอทานอลและเมทานอลมีฤทธิ์ยับยั้งทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ ได้แก่ *S. aureus, E. coli*, *K. pneumoniae P. aeruginosa* และ *P. mirabilis* ได้ Abirami et al. [29] รายงานว่าสารสกัดจากไหมข้าวโพดที่สกัดด้วยเอทานอล มีฤทธิ์ยับยั้งทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบที่ก่อโรคติดเชื้อในระบบทางเดินปัสสาวะ ได้แก่ *S. aureus, E. coli*, *K. pneumoniae* และ *P. mirabilis* ในขณะที่ Nessa, Ismail and Mohamed [30] รายงานว่าสารสกัดจากไหมข้าวโพดที่สกัดด้วยเมทานอล มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบหลายสายพันธุ์ เช่น *B. cereus*, *B. subtilis*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *P. mirabilis* และ *Proteus vulgaris* แต่ไม่สามารถยับยั้ง *E. coli* ได้ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่สกัดสารจากไหมข้าวโพดโดยใช้ตัวทำละลายอื่นแล้วทำการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย เช่น งานวิจัยของ Yucharoen and Srisuksomwong [7] ที่รายงานว่าสารสกัดจากไหมข้าวโพดที่สกัดด้วยน้ำสามารถยับยั้ง *B. cereus* ได้ดีที่สุด และสารสกัดจากไหมข้าวโพดที่สกัดด้วยเอทิลอะซิเตทสามารถยับยั้ง *S. aureus* TISTR 517 ได้ดีที่สุด จากรายงานวิจัยต่างๆ เหล่านี้ แสดงให้เห็นว่าแบคทีเรียต่างชนิดกันที่แม้จะเป็นแบคทีเรียแกรมเดียวกันก็อาจมีความไวต่อสารสกัดได้ต่างกัน เนื่องจากแบคทีเรียต่างสปีชีส์และต่างสายพันธุ์กันมีองค์ประกอบปลีกย่อยของผนังเซลล์ เช่น ลักษณะของ Peptide crosslinks ใน Peptidoglycan หรือองค์ประกอบของ Lipopolysaccharides ในชั้น Outer membrane ที่ต่างกัน [31-32]

3.3 การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ (MIC) และการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าแบคทีเรีย (MBC) ของสารสกัดหยาบจากเปลือกข้าวโพดและไหมข้าวโพด

จากการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้ง *B. cereus* TISTR 1395, *P. aeruginosa* ATCC 27853 และ *E. coli* ATCC 25922 ของสารสกัดหยาบจากเปลือกและไหมข้าวโพดที่สกัดด้วย 95% เอทานอล และ 99.9% เมทานอล โดยใช้ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารสกัดหยาบที่ 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าสารสกัดหยาบจากเปลือกและไหมข้าวโพดมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้ง (MIC) *B. cereus* TISTR 1395 เท่ากับ 4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (Figure 2, Table 3) แต่ไม่มีผลในการยับยั้ง *P. aeruginosa* ATCC 27853 และ *E. coli* ATCC 25922 และจากการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของยาปฏิชีวนะ Gentamicin ต่อแบคทีเรีย พบว่า มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้ง

(MIC) *B. cereus* TISTR 1395, *P. aeruginosa* ATCC 27853 และ *E. coli* ATCC 25922 เท่ากับ 2, 1 และ 4 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ในส่วนของ negative control พบว่า DMSO ไม่มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียทดสอบทุกชนิด (Table 3)

จากผลการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้ง (MIC) แบคทีเรียทดสอบดังแสดงข้างต้นซึ่งสอดคล้องกับผลการยับยั้งเชื้อที่ทดสอบโดยวิธี Agar disc diffusion แสดงให้เห็นว่าสารสกัดหยาบจากเปลือกและไหมข้าวโพดสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่ *B. cereus* TISTR 1395 แต่ไม่สามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่ *E. coli* ATCC 25922 และ *P. aeruginosa* ATCC 27853 ได้ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการที่แบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบมีโครงสร้างของผนังเซลล์ที่แตกต่างกัน โดยแบคทีเรียแกรมบวกมี Peptidoglycan หนากว่าแบคทีเรียแกรมลบ ส่วนแบคทีเรียแกรมลบมี Lipoprotein และ Lipopolysaccharide ที่เป็นองค์ประกอบของ Outer membrane ที่ทำหน้าที่ป้องกันสารจากภายนอกเข้าสู่ภายในเซลล์ จึงทำให้แบคทีเรียแกรมลบต้านทานต่อสารสกัดที่ยับยั้งการเจริญได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมบวก ดังนั้นสารสกัดจึงซึมผ่านเข้าเยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบได้ยากกว่าแบคทีเรียแกรมบวก [33]

ผลการทดสอบหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อ (MBC) *B. cereus* TISTR 1395, *P. aeruginosa* ATCC 27853 และ *E. coli* ATCC 25922 ของสารสกัดหยาบจากเปลือกข้าวโพดและไหมข้าวโพดในตัวทำละลายทั้ง 2 ชนิด พบว่า สารสกัดหยาบจาก

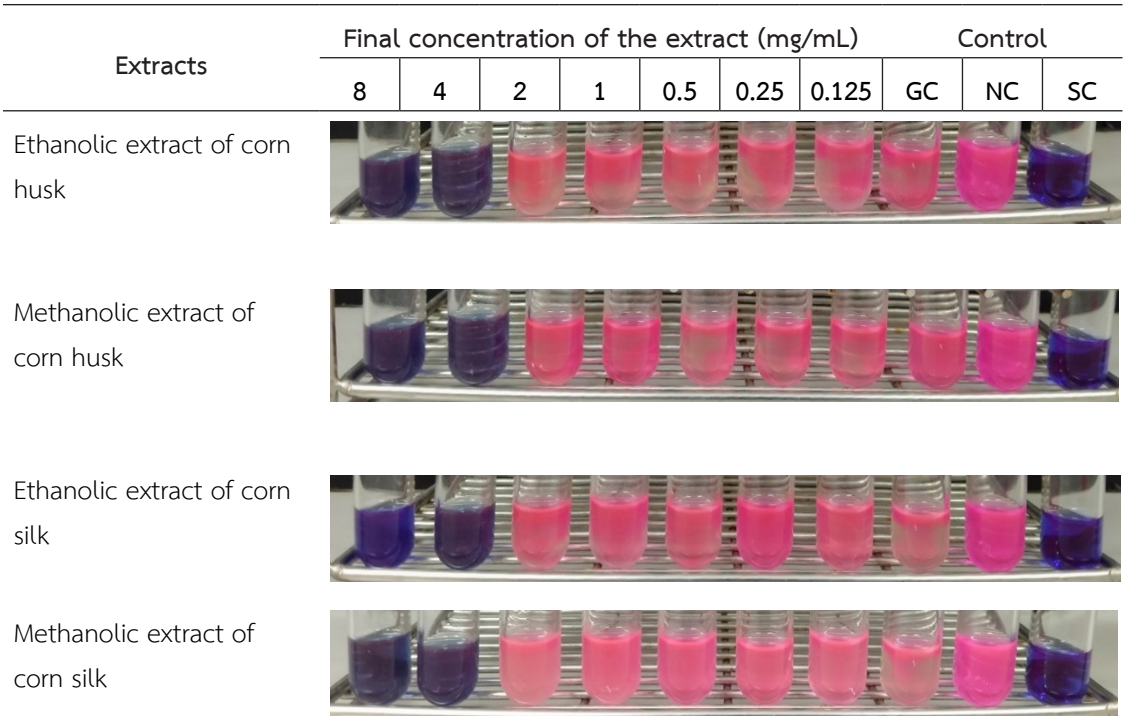


Figure 2 Determination of MIC against *B. cereus* TISTR 1395 of the ethanolic and methanolic extracts of corn husk and corn silk.

Remark: GC, growth control; NC, negative control; SC, sterility control

Table 3 MIC and MBC of the corn husk and corn silk extracts (mg/mL) and gentamicin (µg/mL) against three strains of bacteria.

Extract / Control	Solvents	*B. cereus* TISTR 1395		*P. aeruginosa* ATCC 27853		*E. coli* ATCC 25922	
		MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC
Corn husk	Ethanol	4	4	>8*	>8*	>8*	>8*
	Methanol	4	4	>8*	>8*	>8*	>8*
Corn silk	Ethanol	4	4	>8*	>8*	>8*	>8*
	Methanol	4	4	>8*	>8*	>8*	>8*
Gentamicin	-	2	2	1	1	4	4
GC	-	+	+	+	+	+	+
NC	-	+	+	+	+	+	+
SC	-	-	-	-	-	-	-

Remarks: (1) * indicates the concentration of the extract was over 8.0 mg/mL.
- indicates no bacterial growth was observed.
+ indicates the presence of bacterial growth.
(2) GC, growth control; NC, negative control; SC, sterility control

เปลือกข้าวโพดและไหมข้าวโพดมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อ (MBC) *B. cereus* TISTR 1395 ได้โดยมีค่า MBC ของสารสกัดหยาบอยู่ที่ 4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ดังตารางที่ 3 แต่ไม่มีผลในการฆ่าเชื้อ *P. aeruginosa* ATCC 27853 และ *E. coli* ATCC 25922 ส่วนค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อ (MBC) ของยาปฏิชีวนะ Gentamicin ต่อ *B. cereus* TISTR 1395, *P. aeruginosa* ATCC 27853 และ *E. coli* ATCC 25922 มีค่าเท่ากับ 2, 1 และ 4 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ในส่วนของ Negative control พบว่า DMSO ไม่มีฤทธิ์ฆ่าแบคทีเรียทดสอบทุกชนิด แสดงผลใน Table 3

จากผลการหาทั้งค่า MIC และ MBC ในการศึกษานี้ พบว่า สารสกัดหยาบจากเปลือกข้าวโพดและไหมข้าวโพด มีค่า MIC และ MBC เท่ากันที่ 4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สำหรับการยับยั้งการเจริญและการฆ่า *B. cereus* TISTR 1395 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาอัตราส่วนของค่า MBC:MIC ที่ ≤ 4 บ่งชี้ว่าสารสกัดหยาบจากเปลือกและไหมข้าวโพดมีฤทธิ์ฆ่า *B. cereus* TISTR 1395 [34] อย่างไรก็ตาม ที่ความเข้มข้นสูงสุดของสารสกัดหยาบจากเปลือกและไหมข้าวโพดที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้ (8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) พบว่าไม่สามารถยับยั้งการเจริญของ *P. aeruginosa* ATCC 27853 และ *E. coli* ATCC 25922 ได้ ในขณะที่งานวิจัยอื่นๆ รายงานค่า MIC และ MBC ในระดับความเข้มข้นที่ต่างกันออกไปสำหรับแบคทีเรียแต่ละชนิด โดย Odelola et al. [26] รายงานว่าสารสกัดจากเปลือกข้าวโพดที่สกัดด้วยเมทานอลมีค่า MIC สำหรับ *S. aureus* เท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในขณะที่สารสกัดจากไหมข้าวโพด

ที่สกัดด้วยเมทานอลไม่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *E. coli*, *K. pneumoniae*, *S. aureus* และ *P. aeruginosa* ที่ความเข้มข้นสูงสุด (500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ที่ทำการทดสอบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารสกัดอาจมีค่า MIC ต่อแบคทีเรียทดสอบที่สูงกว่านี้ Abirami et al. [29] รายงานว่า สารสกัดจากไหมข้าวโพดที่สกัดด้วยเอทานอลมีค่า MIC สำหรับ *E. coli*, *S. aureus*, *K. pneumoniae* และ *P. mirabilis* เท่ากับ 700, 800, 600 และ 600 ไมโครกรัม ตามลำดับและมีค่า MBC สำหรับแบคทีเรีย 4 สายพันธุ์ข้างต้น เท่ากับ 800, 900, 700 และ 700 ไมโครกรัม ตามลำดับ และ de Azevedo et al. [35] รายงานว่า สารสกัดจากไหมข้าวโพดที่สกัดด้วยเอทานอลมีค่า MIC สำหรับ *S. aureus*, *E. coli*, และ *P. aeruginosa* เท่ากับ 12.5, 50 และ 25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และมีค่า MBC สำหรับ *S. aureus*, *E. coli* และ *P. aeruginosa* เท่ากับ 50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

การที่สารสกัดหยาบจากเปลือกและไหมข้าวโพดในการศึกษาครั้งนี้แสดงฤทธิ์ในการฆ่า *B. cereus* TISTR 1395 นั้นจัดเป็นฤทธิ์ทางชีวภาพที่น่าสนใจเนื่องจาก *B. cereus* เป็นแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ได้ อย่างไรก็ตาม ฤทธิ์ในการฆ่า *B. cereus* TISTR 1395 ในการศึกษาครั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากการทำลายเซลล์ เนื่องจากระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงเชื้อก่อนนำมาทดสอบกับสารสกัดหยาบยังไม่อยู่ในระยะที่เซลล์สร้างสปอร์ [36] หากต้องการทราบฤทธิ์ยับยั้งของสารสกัดหยาบที่มีต่อสปอร์ก็จะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป อย่างไรก็ตาม ในส่วนของการที่ไม่พบฤทธิ์ยับยั้ง *P. aeruginosa* ATCC 27853 และ *E. coli* ATCC 25922 ของสารสกัดหยาบจากเปลือกข้าวโพดและไหมข้าวโพดจากผลการทดสอบด้วยวิธี Agar disc diffusion ร่วมกับผลจากการหาค่า MIC และ MBC แสดงให้เห็นว่าสารสกัดหยาบจากเปลือกและไหมข้าวโพดที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้อาจมีความเข้มข้นไม่สูงพอที่จะแสดงฤทธิ์ยับยั้ง *P. aeruginosa* ATCC 27853 และ *E. coli* ATCC 25922 ได้ ซึ่งหากต้องการเห็นผลการยับยั้งหรือฆ่าแบคทีเรียเหล่านี้ก็อาจเตรียมสารสกัดใหม่ให้มีความเข้มข้นของสารสกัดหยาบที่เพิ่มขึ้นสำหรับใช้ในการทดสอบ

การศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดหยาบในการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดหยาบที่ได้จากเปลือกและไหมข้าวโพดพันธุ์เดียวกันมีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียที่นำมาทดสอบได้ไม่แตกต่างกัน บ่งชี้ว่าสารออกฤทธิ์ที่อยู่ในสารสกัดหยาบที่มาจากส่วนที่ต่างกันของข้าวโพด ได้แก่ เปลือกและไหม อาจมีองค์ประกอบทางเคมีที่คล้ายคลึงกัน [26] หรืออาจมีสารออกฤทธิ์ที่เป็นองค์ประกอบหลักที่ต่างกันแต่มีประสิทธิภาพและกลไกในการต้านแบคทีเรียที่คล้ายกัน ทั้งนี้ส่วนของข้าวโพดที่นำมาสกัดสารในการศึกษานี้มาจากข้าวโพดพันธุ์เดียวกัน ในพื้นที่เพาะปลูกเดียวกัน และเก็บมาใช้สำหรับการสกัดสารในช่วงเวลาเดียวกัน เมื่อพิจารณาในส่วนของฤทธิ์ต้านแบคทีเรียที่ไม่แตกต่างกันของสารสกัดหยาบที่สกัดโดยตัวทำละลาย 2 ชนิดที่ใช้ในการสกัดสารจากจากเปลือกและไหมข้าวโพดในการศึกษานี้ บ่งชี้ว่าเอทานอลและเมทานอลอาจสกัดสารสำคัญที่เป็นองค์ประกอบหลักออกมาจากเปลือกข้าวโพดและไหมข้าวโพดได้คล้ายกันทั้งฟลาโวนอยด์และสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดจากไหมข้าวโพด [19-21] และเปลือกข้าวโพด [37] แม้ว่าในการศึกษานี้จะยังไม่ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดหยาบก็ตาม

ในภาพรวมของผลการศึกษาในครั้งนี้บ่งชี้ว่าสารสกัดหยาบจากไหมและเปลือกข้าวโพดที่สกัดด้วยเอทานอลและเมทานอลมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกที่นำมาทดสอบได้ดี โดยในส่วนของฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดหยาบจากเปลือกข้าวโพดที่มีรายงานการศึกษาอยู่ไม่มากนักจนถึงปัจจุบันนั้น ผลการศึกษาในครั้งนี้ได้ให้ข้อมูลที่มากขึ้นเกี่ยวกับศักยภาพเบื้องต้นของสารสกัดหยาบจากเปลือกข้าวโพดในการยับยั้งแบคทีเรีย ดังนั้นวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดทั้งเปลือกและไหมจึงนับเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับนำไปใช้เป็นแหล่งของสารต้านแบคทีเรีย อย่างไรก็ตาม

สารสกัดหยาบจากเปลือกข้าวโพดและไหมข้าวโพดในการศึกษานี้มีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบได้ไม่ดีเท่ากับยาปฏิชีวนะ Gentamicin เนื่องจากสารสกัดหยาบประกอบด้วยสารพฤกษเคมีหลายชนิดที่อาจมีความเข้มข้นไม่สูง หากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการต้านแบคทีเรียของสารสกัดหยาบและลดปริมาณการใช้ยาปฏิชีวนะนั้นอาจทำได้โดยการนำสารสกัดหยาบไปผสมกับยาปฏิชีวนะเพื่อทดสอบการเสริมฤทธิ์กัน (Synergy) [38] นอกจากนี้ อาจนำสารสกัดหยาบไปทดสอบฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ที่หลากหลายชนิดมากขึ้นเพื่อประเมินขอบเขตในการออกฤทธิ์ที่กว้างขึ้น อีกทั้งควรนำสารสกัดหยาบไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเพื่อตรวจสอบชนิดของสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบหลักของการออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ทำ fractionation เพื่อแยกสารออกฤทธิ์ ทำการระบุโครงสร้างสารสำคัญ ศึกษากลไกการออกฤทธิ์ ตลอดจนทดสอบความปลอดภัยของสารสกัดก่อนนำไปประยุกต์ใช้จริงต่อไป

4. สรุป

การศึกษานี้ได้ดำเนินการเตรียมสารสกัดหยาบของเปลือกและไหมข้าวโพดด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิด ได้แก่ 95% เอทานอล และ 99.9% เมทานอล และนำสารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรมาทดสอบความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค พบว่า สารสกัดหยาบจากเปลือกและไหมข้าวโพดที่สกัดด้วยเอทานอลและเมทานอลสามารถยับยั้ง *Bacillus cereus* TISTR 1395 โดยมีค่าเฉลี่ยของบริเวณยับยั้งอยู่ในช่วง 8.6±0.4 ถึง 11.2±0.8 มิลลิเมตร แต่ไม่สามารถยับยั้ง *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 และ *Escherichia coli* ATCC 25922 ได้ และจากการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้ง (MIC) และฆ่าแบคทีเรีย (MBC) ของสารสกัดหยาบจากเปลือกและไหมข้าวโพดที่สกัดด้วยเอทานอลและเมทานอล พบว่าสารสกัดหยาบจากเปลือกข้าวโพดและไหมข้าวโพดมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้ง (MIC) และฆ่าเชื้อ (MBC) *B. cereus* TISTR 1395 เท่ากับ 4 และ 4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ในขณะที่ความเข้มข้นสูงสุดของสารสกัดหยาบจากเปลือกข้าวโพดและไหมข้าวโพดที่ 8 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร ไม่สามารถยับยั้งและฆ่าเชื้อ *P. aeruginosa* ATCC 27853 และ *E. coli* ATCC 25922 ได้ การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นศักยภาพเบื้องต้นของวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดในการควบคุมการเจริญของแบคทีเรียบางสายพันธุ์ได้อย่างเด่นชัด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *B. cereus* TISTR 1395 ซึ่งเป็นแบคทีเรียก่อโรคแกรมบวกที่สร้างสปอร์ได้

5. References

[1] Jompuk, C. and Pakoktom, T., 2004, Corn, pp. 54-73, In Faculty members from Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University (Ed.), Economic crops, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

[2] Aekatasanawan, C. and Thongkhruea, K., Cultivation of Corns, Available Source: https://bit.ly/3JVShQT, April 28, 2026. (in Thai)

[3] Kongsamai, B., Leangumnuay, P., Pooworakulchai, P. and Auvuchanon, A., 2019, Genetic diversity of the 18 commercial waxy corn cultivars based on SRAP markers, Agric. Sci. Manag. J. 2(2): 114-120. (in Thai)

[4] Office of Agricultural Research and Development Region 5, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives 2022, Optimized Production Technology for Fresh-market Corn in Central and West Regions, Available Source: https://www.doa.go.th/oard5/

wp-content/uploads/2022/10/KM65-corn.pdf, May 1, 2026. (in Thai)

[5] Chusiri, Y., Jaimun, R. and Kongmee, W., 2015, The study of xylose extraction from corn cob and corn husk waste, RDIBRU. 11(Special edition): 63-67. (in Thai)

[6] Nawaz, H., Aslam, M. and Muntaha, S. T., 2019, Effect of solvent polarity and extraction method on phytochemical composition and antioxidant potential of corn silk, Free Radicals Antioxid. 9(1): 5-11.

[7] Yucharoen, R. and Srisuksomwong, P., 2022, Development of cosmetic product from corn silk extracts, YRUJST. 7(1): 85-93. (in Thai)

[8] AlSheikh, H. M. A., Sultan, I., Kumar, V., Rather, I. A., Al-Sheikh, H., Tasleem Jan, A. and Haq, Q. M. R., 2020, Plant-based phytochemicals as possible alternative to antibiotics in combating bacterial drug resistance, Antibiotics (Basel, Switz.). 9(8): 480.

[9] McDowell, R. H. and Friedman, H., *Bacillus cereus*, Available Source: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459121/, April 8, 2026

[10] Sathe, N., Beech, P., Croft, L., Suphioglu, C., Kapat, A. and Athan, E., 2023, *Pseudomonas aeruginosa*: Infections and novel approaches to treatment "Knowing the enemy" the threat of *Pseudomonas aeruginosa* and exploring novel approaches to treatment, Infect. Med. 2(3): 178-194.

[11] Naidoo, N. and Zishiri, O. T., 2025, Presence, pathogenicity, antibiotic resistance, and virulence factors of *Escherichia coli*: A review, Bacteria. 4(1): 16.

[12] CLSI, 2024, CLSI standard M02: Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests, 14th Ed., Clinical and Laboratory Standards Institute, Pennsylvania.

[13] CLSI, 2024, CLSI standard M07: Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically, 12th Ed., Clinical and Laboratory Standards Institute, Pennsylvania.

[14] Meesil, W., Wisuitiprot, W., Ngoenkam, J., Muangpat, P., Teethaisong, Y., Sittisak, S., Vitta, A. and Thanwisai, A., 2025., Antibacterial activity of ethanolic extract of *Cardiospermum halicacabum* against Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*, Trends Sci. 22(2): 8854.

[15] Chaiphech, K., Tanomtong, A. and Chaiphech, S., 2020, Investigation of extraction methods, antioxidant and antibacterial activities of crude extracts of *Eurycoma longifolia* (Pla Lai Phueak Yai) root, Koch Cha Sarn J. Sci. 42(2): 40-57. (in Thai)

[16] Tsaturyan, A., Sahakyan, L., Hayrapetyan, L., Minasyan, E., Chakhoyan, A., Mirzoyan, V., Hovhannisyan, G., Khachatryan, H. and Hayrapetyan, S., 2025, Effect of solvent polarity on the extraction of

bioactive compounds from *Heracleum persicum* fruits, Pharmacia. 72: 1-9.

[17] Zuorro, A., Lavecchia, R., González-Delgado Á. D., García-Martinez J. B. and L'Abbate, P., 2019, Optimization of enzyme-assisted extraction of flavonoids from corn husks, Processes. 7(11): 804.

[18] Fernandez-Aulis, F., Hernandez-Vazquez, L., Aguilar-Osorio, G., Arrieta-Baez, D. and Navarro-Ocana, A., 2019, Extraction and identification of anthocyanins in corn cob and corn husk from Cacahuacintle maize, J. Food Sci. 84(5): 954-962.

[19] Laeliocattleya, R. A., 2019, The potential of methanol and ethyl acetate extracts of corn silk (*Zea mays* L.) as sunscreen, AIP Conf. Proc. 2099., p. 020012.

[20] Sawangwong, W., Kiattisin, K., Somwongin, S., Wongrattanakamon, P., Chaiyana, W., Poomanee, W. and Sainakham, M., 2024, The assessment of composition, biological properties, safety and molecular docking of corn silk (*Zea mays* L.) extracts from the valorization of agricultural waste products in Thailand, Ind. Crops Prod. 212: 118352.

[21] Khushe, K. J., Wazed, Md. A., Islam, Md. R., Awal, Md. S. and Mozumder, N. H. M. R., 2024, Extraction and evaluation of bioactive compounds from immature and mature corn silk, J. Food Qual. 2024: 9552151.

[22] Correia, R., & Duarte, M. P., Maurício, E. M., Brinco, J., Quintela, J. C., Silva, M. and Gonçalves, M., 2022, Chemical and functional characterization of extracts from leaves and twigs of *Acacia dealbata*, Processes. 10(11): 2429.

[23] Paseephol, T., Prathum, R. and Suriyakhan, S., 2018, Phytochemical screening and total phenolic content of bi-color sweetcorn silk extracts, Khon Kaen Agr. J. 46(1) Special edition: 1316-1320. (in Thai)

[24] Nurhanan, A. and Wan Rosli, W. I., 2013, Evaluation of polyphenol content and antioxidant activities of some selected organic and aqueous extracts of cornsilk (*Zea mays* Hairs), J. Med. Bioeng. 1(1): 47-50.

[25] Vijayalaxmi, S., Jayalakshmi, S. K. and Sreeramulu, K., 2015, Polyphenols from different agricultural residues: extraction, identification and their antioxidant properties. J. Food Sci. Technol. 52(5): 2761-2769.

[26] Odelola, O. S., Oyetayo , V. O., Ogundare , A. O., Omoya , F. O. and Ajayi, O. E., 2023, Antibacterial activity of *Zea mays* silks and husks crude extract on biofilm producing multi-drug resistant bacteria from urinary catheters, Int. J. Pathog. Res. 12(2): 37-51.

[27] Limmatvapirat, C., 2004, Drug discovery from compound decomposition, Thai Bull. Pharm. Sci. 1(1): 113-122. (in Thai)

[28] Muzaffar, J., Hussain, A., Bibi, A., Ahmad, A., Wahab, A. and Bano, S. A., 2025, Phytochemical screening and antimicrobial activity of maize silk

extract: Public health perspective investigations, Open Access Pub. Health & Health Admin. Rev. 1(1): 96-112.

[29] Abirami, S., Priyalakshmi, M., Soundariya, A., Samrot, A. V., Saigeetha, S., Emilin, R. R., Dhiva, S. and Inbathamizh, L., 2021, Antimicrobial activity, antiproliferative activity, amylase inhibitory activity and phytochemical analysis of ethanol extract of corn (*Zea mays* L.) silk, Curr. Res. Green Sustainable Chem. 4: 100089.

[30] Nessa, F., Ismail, Z. and Mohamed, N., 2012, Antimicrobial activities of extracts and flavonoid glycosides of corn silk (*Zea mays* L), Int. J. Biotechnol. Wellness Ind. 1(2): 115-120.

[31] Silhavy, T. J., Kahne, D. and Walker, S., 2010, The bacterial cell envelope, Cold Spring Harbor Perspect. Biol. 2(5): a000414.

[32] Torrens, G. and Cava, F., 2024, Mechanisms conferring bacterial cell wall variability and adaptivity, Biochem. Soc. Trans. 52(5): 1981-1993.

[33] Chuenchan, W., Phakdee, D., Fungkajorn, L. and Yooboriboon, S., 2020, Effects of tea extracts for inhibition of enteropathogenic bacteria, J. Sci. Ladkrabang. 29(1): 38-49. (in Thai)

[34] Makade, C. S., Shenoi, P. R., Bhongade, B. A., Shingane, S. A., Ambulkar, P. C. and Shewale, A. M., 2024, Estimation of MBC: MIC ratio of herbal extracts against common endodontic pathogens, J. Pharm. Bioallied Sci. 16(Suppl 2): S1414-S1416.

[35] de Azevedo, A. S., Seibert, J. B., Amparo, T. R., dos Santos Antunes, A., Dutra Sousa, L. R., de Souza, G. H. B., Teixeira L. F. M., de Abreu Vieira, P. M., dos Santos, V. M. R., do Nascimento, A. M. and do Nascimento, A. M., 2022, Chemical constituents, antioxidant potential, antibacterial study and photoprotective activity of Brazilian corn silk extract, Food Sci. Technol. 42: e98421.

[36] Li, L., Jin, J., Hu, H., Deveau, I. F., Foley, S. L. and Chen, H., 2022, Optimization of sporulation and purification methods for sporicidal efficacy assessment on *Bacillus* spores, J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 49(4): kuac014.

[37] Ahmad, T., Singh, S. and Siddiqui, S., 2021, Evaluation of phytochemical and bactericidal activities of selected fruit wastes, J. Food, Agric. Environ. 19(1): 79-84.

[38] Vaou, N., Stavropoulou, E., Voidarou, C., Tsigalou, C. and Bezirtzoglou, E., 2021, Towards advances in medicinal plant antimicrobial activity: A review study on challenges and future perspectives, Microorganisms. 9(10): 2041.