Received: 13 Sep. 2023, Revised: 5 Oct. 2023
Accepted: 16 Nov.2023

บทความวิจัย

การศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อ *Bacillus cereus* ในสารสกัดจากขิง

กมล อยู่สุข [1]* ธนาวรรณ สุขเกษม [2]

บทคัดย่อ

ขิง (Ginger) เป็นพืชสมุนไพรที่ได้รับความนิยมในการใช้เพิ่มรสชาติในอาหารและเครื่องดื่มรวมทั้งผลิตภัณฑ์สุขภาพต่างๆ นอกจากนี้ ขิง ยังมีคุณสมบัติทางสุขภาพมากมายที่น่าสนใจ เช่น ฤทธิ์ต้านออกซิเดชันช่วยลดอาการอักเสบในร่างกาย และมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ช่วยป้องกันการติดเชื้อแบคทีเรียในระบบทางเดินอาหารได้ดี เชื้อแบคทีเรียชื่อ *Bacillus cereus* เป็นหนึ่งในเชื้อแบคทีเรียที่พบบ่อยในอาหารและเป็นสาเหตุหลักของโรคติดเชื้อจากอาหาร ทำให้มีอาการอาเจียนและท้องเสีย การรักษาโรคนี้ ส่วนมากใช้ยาต้านเชื้อที่ผลิตจากสารเคมี ซึ่งมักนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้มีค่าใช้จ่ายสูง การค้นคว้ายาที่สกัดจากพืชสมุนไพรสามารถเป็นทางเลือกในการแก้ไขปัญหานี้ ดังนั้น การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อ *Bacillus cereus* ในสารสกัดจากขิง ได้ทำการสกัดสารจากเหง้าขิง (*Zingiber officinale*) โดยใช้วิธี Maceration ด้วย 95% เอทานอล จากผลการศึกษานี้ พบว่า สารสกัดหยาบจากขิง (ethanol crude extract) ความเข้มข้น 10 mg/ml มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Bacillus cereus* เมื่อเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MHA ซึ่งทำให้เกิดโซนการยับยั้ง 10-15 มิลลิเมตร เมื่อทดสอบด้วยวิธี disc diffusion ที่ 100-300 µg/disc ทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อด้วยวิธี microdilution method พบว่า ค่า MIC และ MBC เท่ากับ 625 และ 1,250 µg/ml ตามลำดับ มีฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรียน้อยกว่า ยา Oxacillin ซึ่งมีค่าการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย เท่ากับ 8 และ 16 µg/ml ตามลำดับ ดังนั้น ขิง เป็นสมุนไพรที่มีคุณค่าทางโภชนาการและสุขภาพมากมาย เป็นที่นิยมในการใช้ในด้านสุขภาพ สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับเกษตรกรที่เพาะปลูกขิง เพื่อจำหน่ายอีกด้วย

คำสำคัญ ขิง, บาซิลลัส ซีเลียส, ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย

[1] สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
[2] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
*Corresponding Author :kamol.yus@pcru.ac.th

Original Article

Study of *Bacillus cereus* Antimicrobial Activity in Ginger Extract

Abstract

Ginger is a popular herb used to enhance the flavor of food and beverages, as well as in various health products. Besides its culinary uses, ginger possesses numerous intriguing health properties. It has anti-oxidative properties that help reduce inflammation in the body and exhibit antibacterial effects, making it effective in preventing bacterial infections in the digestive system. *Bacillus cereus* is one of the common bacteria found in food and is a primary cause of foodborne illnesses, leading to symptoms such as vomiting and diarrhea. The conventional treatment for such diseases often involves antibiotics synthesized from chemical compounds, which can be costly due to importation. The exploration of herbal remedies has emerged as a cost-effective alternative. The objective of this study is to investigate the antibacterial properties of *Bacillus cereus*. The extract was obtained from ginger rhizomes (*Zingiber officinale*) using the maceration method with 95% ethanol. The results revealed that the crude ethanol extract of ginger 10 mg/ml had inhibitory effects on the growth of Bacillus cereus when cultivated in an MHA culture medium, resulting in an inhibition zone of 10-15 millimeters when tested with the disc diffusion method at concentrations of 100-300 µg/disc. Furthermore, the extract's ability to inhibit the bacteria was determined using the microdilution method, yielding MIC and MBC values of 625 and 1,250 µg/ml, respectively. The antimicrobial activity of this substance is lower than that of Oxacillin, which has MIC and MBC of 8 and 16 µg/mL, respectively. Therefore, ginger is a valuable herb with various nutritional and health benefits, making it a popular choice for improving overall well-being. Additionally, its cultivation for the production of herbal remedies offers opportunities to increase its value for farmers.

Keyword *Zingiber officinale, Bacillus cereus*, Antibacterial activity

บทนำ

ขิง (Ginger) เป็นพืชล้มลุก มีลำต้นที่แท้จริงอยู่ใต้ดินมีลักษณะเป็นเหง้า หรือแง่งขิง มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Zingiber officinale* Roscoe มีแหล่งกำเนิดมาจากประเทศในบริเวณเอเชียอาคเนย์ อาทิ อินเดีย ญี่ปุ่น และเกาหลี ปัจจุบันแหล่งผลิตที่สำคัญในประเทศไทย ได้แก่ เชียงราย พะเยา เลย เพชรบูรณ์ และศรีสะเกษ ลักษณะของขิงจะมีลักษณะเป็นแง่งเล็ก ๆ คล้ายนิ้วมือ รสชาติหวาน เผ็ดร้อน[1] ซึ่งขิงมีสรรพคุณทางเภสัชวิทยาต่าง ๆ มากมาย อาทิ เช่น ฤทธิ์บรรเทาอาการท้องอืดท้องเฟ้อ ฤทธิ์ลดการอักเสบของลำไส้ใหญ่ ฤทธิ์แก้ท้องเสีย ฤทธิ์การหดเกร็งของลำไส้ ฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็ง ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในกระเพาะอาหาร ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบ และฤทธิ์ต้านเชื้อปรสิต เป็นต้น[2] สารประกอบหลักที่พบได้ในขิงจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-MS ได้แก่ zingiberene, gingerols, shogoal และ 6-gingerdiol[3,4] สารสกัดจากขิงมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย มีสารต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และสารต้านการเกิดมะเร็ง[5] นอกจากนี้ขิงยังมีประสิทธิภาพในการควบคุมการเน่าเสียของอาหารและการผลิตสารพิษจากเชื้อราได้ที่ความเข้มข้น 800-2500 ppm และยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ 5 ชนิด ได้แก่ *Bacillus cereus, Stapphylococcus aureus, Listeria monocytogenes, Escherichia coli* และ *salmonella infantis* โดยมีค่า MIC ระหว่าง 165-650 ด้วยวิธี agar dilution method[6] สารสกัดขิงด้วยเมทานอลสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus, Escherichia coli Pseudomonas aeruginosa* โดยมีค่า MIC เท่ากับ 50-100 มิลิกรัมต่อมิลลิลิตร และมีค่า MBC เท่ากับ 100-200 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร[7] สารสกัดของขิงในส่วนของราก และเหง้าสามารถยับยั้งกิจกรรมการทำงานของเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* และ *Streptococcus pyogenes* เมื่อทำการเปรียบเทียบกับยาปฏิชีวนะ (chloramphenicol, ampicillin และ tetracycline) ในปริมาณที่สูง[8] มีสารที่พบในขิงทั้งหมด 393 ชนิดด้วยเทคนิค UPLC และ TMS มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* โดยมีค่า MIC และ MBC เท่ากับ 3.91 และ 125 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร[9] สาร gingerol และอนุพันธ์ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักที่พบในขิงมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมลบได้ ได้แก่ *Porphyromonas gingivalis* ATCC53978, *Porphyromonas endodontalis* ATCC35406 และ *Prevotella intermedia* ATCC25611 ที่เป็นสาเหตุของโรคเหงือกอักเสบ โดยมีค่า MIC ระหว่าง 6-30 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ MBC ระหว่าง 4-20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร[10]

แบคทีเรีย *Bacillus cereus* เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างเป็นแท่ง มีการเรียงตัวเป็นสายและสร้างเอนโดสปอร์ได้ เจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน เป็นแบคทีเรียที่มีความสำคัญต่อสุขลักษณะมักก่อให้เกิดโรคในอาหารหรือก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษภายใน 8-16 ชั่วโมง[11] เข้าสู่ร่างกายโดยการรับประทานอาหารที่ไม่สะอาด ซึ่งจะก่อให้เกิดสารพิษในขณะที่เจริญในอาหารก่อนการนำไปบริโภค ทำให้ผู้ป่วยเกิดอาการท้องร่วง เป็นตะคริว มีอุจจาระเหลว อาเจียน[12] ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ จึงได้ทำการศึกษาฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus cereus* ในสารสกัดจากขิง เพื่อนำสมุนไพรในท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์สุขภาพซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าให้กับขิงซึ่งเป็นพืชท้องถิ่นเชิงเศรษฐกิจของจังหวัดเพชรบูรณ์

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อ *Bacillus cereus* ในสารสกัดจากขิง

วิธีดำเนินการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองทางห้องปฏิบัติการ ทำการสกัดสารจาก ขิง ที่ปลูกในอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อนำมาทดสอบกับเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus cereu* TISTR 1451 จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

การเตรียมสารสกัดจากขิง

การสกัดครั้งนี้ ทำด้วยวิธี Maceration โดยประยุกต์วิธีการสกัดขิงจากงานวิจัยของ Phuc Van Pham และคณะ[13] เก็บตัวอย่างขิงจากสวนสมุนไพร มาตากแดดให้แห้ง เมื่อได้พืชที่ต้องการแล้วนำมาบดให้ละเอียด นำผงขิงมาชั่งในปริมาณ 50 กรัม ลงในบีกเกอร์ขนาด 500 ml จากนั้นเติม 95% Ethanol ในปริมาณ 500 ml เพื่อทำการสกัดสารด้วยวิธี Maceration ปิดบีกเกอร์ด้วยฝอยห่อหุ้มแล้วเก็บให้พ้นแสงตั้งไว้ในอุณหภูมิห้อง 3 วัน และกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 ได้ปริมาณสารสกัด 200 ml นำส่วนที่กรองแล้วไปทำการระเหยตัวทำละลายออก ด้วยเครื่อง Evaporator rotary แล้วนำไป Freeze dry เพื่อให้ได้สารสกัดขิงบริสุทธิ์ นำมาชั่งน้ำหนัก แล้วคำนวณหาค่า % yield จากสูตร และนำเข้าตู้แช่ที่ 4°c จนกว่าจะนำมาใช้

สูตรคำนวณหา % yield = (น้ำหนักของสารสกัดขิงหลังระเหยตัวทำละลายออก / น้ำหนักของสารสกัดขิง)x100

การคำนวณหาความเข้มข้นของสารสกัดขิงเพื่อทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย

นำสารสกัดขิง ปริมาณ 100 มิลลิกรัม ละลายใน DMSO ปริมาณ 10 มิลลิลิตร ได้ความเข้มข้นของสารสกัดขิงเท่ากับ 10 mg/ml เพื่อนำไปทดสอบด้วยวิธี Disc diffusion และ Minimum inhibition concentration (MIC) และ Minimum bactericidal concentration (MBC)

การทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย

วิธี Disc diffusion

แบคทีเรียที่ใช้ในการทดสอบคือ *Bacillus cereus* โดยเพาะเลี้ยงแบคทีเรียในอาหาร Mueller-Hinton Broth (MHB)[14] บ่มเชื้อให้เจริญเติบโตที่ตู้อบเพาะเลี้ยงเชื้ออุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง[8] แล้วนำมาเจือจางด้วยสารละลาย 0.85 % NaCl เทียบความขุ่นกับ 0.5 McFarland เพื่อให้ได้จำนวนเชื้อแบคทีเรียประมาณ 10^8 cfu/ml หลังจากนั้น ป้ายเชื้อลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Mueller-Hinton Agar (MHA) ดูดสารสกัดขิงความเข้มข้น 10,000 µg/ml ปริมาณ 10, 20 และ 30 ไมโครลิตร ตามลำดับ ใส่บนแผ่นกระดาษกรอง What man No.1 ขนาด 6 มิลลิเมตร (ปริมาณสารสกัดเท่ากับ 100, 200, 300 µg/disc) ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วนำไปวางบน อาหารเลี้ยงเชื้อ MHA ใช้ DMSO และยาปฏิชีวนะ Oxacillin เป็น Vehicle control และ Positive control ตามลำดับ นำจานเพาะเลี้ยงเชื้อไปบ่มในตู้อบเพาะเลี้ยงเชื้ออุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง วัดขนาด Inhibition zones รอบแผ่นกระดาษกรอง แล้วบันทึกผล

วิธี Minimum inhibition concentration (MIC) และ Minimum bactericidal concentration (MBC)

ทำการทดสอบด้วยวิธี microdilution method[14] ในหลุมเพาะเลี้ยงเชื้อ 96 well plate ใช้สารสกัดขิงความเข้มข้น 10,000 µg/ml ปริมาณ 95 ไมโครลิตร เติมลงในหลุมเพาะเชื้อที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ MHB ปริมาณ 95 ไมโครลิตร ด้วยวิธี two-fold serial dilutions[15] ทำให้มีความเข้มข้นของสารสกัดสูงสุดเท่ากับ 5,000 µg/ml และ ความเข้มข้นของสารสกัดต่ำสุดเท่ากับ 2.5 µg/ml หลังจากนั้นเติมเชื้อ *Bacillus cereus* ที่มีจำนวนแบคทีเรีย 10^7 cfu/ml ปริมาณ 10 ไมโครลิตร ทุกหลุม เพื่อให้มีปริมาณเท่ากับ 200 ไมโครลิตร และมีจำนวนเชื้อสุดท้ายในหลุมทดลองเท่ากับ $5x10^5$ cfu/ml การทดลองด้วยวิธีนี้ใช้ยาปฏิชีวนะ Oxacillin, DMSO และ หลุมที่ไม่ใส่สารสกัด เป็น positive, vehicle control และ negative control ตามลำดับ นำ หลุมเพาะเลี้ยงเชื้อ 96 well plate ไปบ่มในตู้อบเพาะเลี้ยงเชื้ออุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหลังจากนั้น นำไปวัด ด้วยเครื่อง Micro reader plate ที่ OD 600 nm ค่า MIC คือค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ไม่เห็นการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย วิเคราะห์ค่า MBC ด้วยการนำอาหารเลี้ยงเชื้อจากหลุมที่ไม่เกิดความขุ่นไปเพาะเลี้ยงเชื้อบน MHA แล้วนำไปบ่มในตู้อบเพาะเลี้ยงเชื้ออุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ความเข้มข้นต่ำสุดที่ไม่เห็นเชื้อแบคทีเรียเจริญเติบโต จะเป็นค่า MBC การทดลองทุกวิธีจะทำทั้งหมด 3 ครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ สถิติ One way ANOVA

ผลการศึกษา

จากการสกัดขิง ด้วยวิธี Maceration โดยใช้ 95% Ethanol เป็นตัวทำละลาย ละลายสารออกให้หมด ด้วยเครื่อง Evaporator rotary และ Freeze Dry จะได้ สารสกัดขิง น้ำหนัก 5 กรัม ที่มีลักษณะเหนียวหนืดเป็นน้ำมัน สีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นหอม คำนวณ % yield ได้เท่ากับ 2.5 % (รูปที่ 1)

รูปที่ 1 สารสกัดขิง

ผลการทดสอบหาฤทธิ์ต้านเชื้อ *B. cereus* ด้วยวิธี Disc diffusion วัดค่า inhibition zone ได้เท่ากับ 13 ± 0.5 มิลลิเมตร ที่ความเข้มข้น 10 mg/ml มีสารสกัดขิง 200 µg/disc ซึ่งมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียเท่ากับ ยา Oxacillin ที่มีปริมาณยา 10 µg/disc ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus cereus* จากสารสกัดขิง

	Diameter of inhibitions zone (mm)			
	สารสกัดขิง (µg)			ยา Oxacillin (µg)
เชื้อแบคทีเรีย	100	200	300	10
B. cereus TISTR 1451	10 ±0.7*	13 ± 0.5	15 ±0.3*	13 ± 0.2*

(n=3, * = $p < 0.05$)

เมื่อทำการสอบหาฤทธิ์ต้านเชื้อเพื่อวัดค่า MIC และ MBC ด้วยวิธี microdilution method ได้ค่าเท่ากับ 625 µg/ml และ 1,250 µg/ml ตามลำดับ ซึ่งมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียน้อยกว่ายา Oxacillin เป็น 78 เท่า ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบหาความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (MIC) และความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดที่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (MBC)

เชื้อแบคทีเรีย	**สารสกัดขิง**		**ยา Oxacillin**	
	MIC (µg/ml)	MBC (µg/ml)	MIC (µg/ml)	MBC (µg/ml)
B.cereus TISTR 1451	625	1,250	8	16

(n=3, $p > 0.05$)

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ทำการสกัดขิงด้วยวิธี Maceration ใช้ 95% Ethanol เป็นตัวทำละลาย หลังจากกรองด้วย Whatman No.1 ได้ปริมาณสารสกัดขิง 200 ml หลังจากระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง Evaporator rotary และ Freeze dry ได้สารสกัดขิง ปริมาณ 5 กรัม คำนวณ % yield ได้เท่ากับ 2.5 % ละลายสารสกัดด้วย DMSO ให้มีความเข้มข้นของสารสกัดขิง เท่ากับ 10 mg/ml นำไปทดสอบหาฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Disc diffusion พบว่า มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *B. cereus* TISTR 1451 วัดค่า inhibition zone ได้เท่ากับ 13-15 มิลลิเมตร เมื่อมีสารสกัดขิง 200 µg/disc ในขณะที่ยา Oxacillin ปริมาณ 10 µg/disc สามารถเกิดฤทธิ์ดังกล่าวได้ การที่เลือกยา Oxacillin เป็นสาร

เปรียบเทียบ เพราะว่า ยาปฏิชีวนะชนิดนี้ มีกลไกการออกฤทธิ์ในการยับยั้งการสร้างผนังเซลล์ของแบคทีเรีย โดยมีเป้าหมายคือ ทำลาย Peptidoglycan ซึ่งในปัจจุบันเชื้อแบคทีเรียหลายชนิดเริ่มดื้อยากลุ่มนี้เพิ่มขึ้น

เมื่อทำการสอบหาฤทธิ์ต้านเชื้อด้วยการวัดค่า MIC และ MBC ได้ค่าเท่ากับ 625 µg/ml และ 1,250 µg/ml ตามลำดับ ซึ่งมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียน้อยกว่ายา Oxacillin เป็น 78 เท่า สอดคล้องกับการศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุมการเน่าเสียของอาหาร และยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ 5 ชนิด ได้แก่ *Bacillus cereus, Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes, Escherichia coli* และ *salmonella infantis* โดยมีค่า MIC ระหว่าง 165-650 ด้วยวิธี agar dilution method[7,16] การที่สารสกัดจากขิง มีฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรียน้อยกว่ายา Oxacillin อาจเนื่องมาจากโครงสร้างทางเคมีของสารสกัด ความบริสุทธิ์ของสาร ความเข้มข้นของสารสกัด ที่จะส่งผลต่อกลไกการออกฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตและการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรียนี้อาจเกิดจากสารสกัดที่มีอยู่ในขิง เช่น gingerol, shogaol, และ zingerone[17] โดยสารที่พบเป็นองค์ประกอบหลัก คือ gingerol และอนุพันธ์ มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ ฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและต้านการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย จากการศึกษานี้ หากจะนำขิงไปใช้เพื่อประโยชน์ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย *B. cereus* ในอาหาร ต้องใช้ ขิง ประมาณ 625-1,250 มิลลิกรัม ต่อ อาหาร 1,000 กรัม ข้อมูลจากการศึกษาในครั้งนี้ สามารถส่งเสริมและสนับสนุน การใช้ขิงในอาหารและเครื่องดื่ม เพื่อป้องการเกิดโรคอาหารเป็นพิษได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่จัดสรร ทุนอุดหนุนงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ 2564

เอกสารอ้างอิง

1. พืชสมุนไพรเศรษฐกิจ. (2564). กองการแพทย์ทางเลือก กรมการแพทย์แผนไทย และการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข. 1 กันยายน 2566. **ขิง (ออนไลน์).** เข้าถึงได้จาก https://thaicam.go.th/wp-content/uploads/2021/08/3.พืชสมุนไพรเศรษฐกิจ-2564.pdf
2. ฐานข้อมูลเครื่องยาสมุนไพร. (2564). ฐานข้อมูลเครื่องยาสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 1 กันยายน 2566. **ขิง (ออนไลน์).** เข้าถึงได้จาก https://apps.phar.ubu.ac.th/thaicrudedrug/main.php?action=viewpage&pid=39.
3. Kelly, C.Z., Marcia, O.M., Adeemir, J.P. and Angela, A.M. (2002). Extraction of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) oleoresin with CO_2 and co-valent: A study of the antioxidant action of the extracts. *Journal of Supercritical Fluids*. 24. 57-76.
4. Esam H.M. and Ali, H.K. (2000). Evalution of antioxidant of some plant extracts and theirs application to ground beef patties. **Food Chemistry.** 69. 13-141.
5. Patricia, F.L., Mera, E.M., Daisy, N.S., Joao, E.C., Maricia, O.M. and Angela, A.M. (2003). Functional properties of spice extracts obtained via supercritical fluid extraction. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 51. 2520-2525.
6. Nguefack, J., Leth, V., Amvam, P.H. and Mathur, S.B. (2004). Evaluation of five essential oil from aromatic plant of Cameroon for controlling food spoilage and mycotoxin producing fung. **International Journal of Food Microbiology**. 94. 329-334.
7. วารีรัตน์ หนูหีต. (2557). **การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคที่ปนเปื้อนบนพื้นผิวสัมผัสโดยใช้สารสกัดจากพืชตระกูลขิง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม. 94 หน้า.
8. Sebiomo, A., Awofodu, A.D., Awosanya, A.O., Awotona, F.E. and Ajayi, A.J. (2010). Comparative studies of antibacterial effect of some antibiotics and ginger (Zingiber officinale) on two pathogenic bacteria. *Journal of Microbiology and Antimicrobials*. 3(1). 18-22.

9. Zhang, L., Qin, M., Yin, J., Liu, X., Zhou, J., Zhu, Y. and Liu, Y. (2022). Antibacterial activity and mechanism of ginger extract against Ralstonia solanacearum. Journal of Applied Microbiology. 133(4). 2642-2654.
10. Park, M., Bae J. and Lee, D.S. (2008). Antibacterial activity of [10]-gingerol and [12]-gingerol isolated from ginger rhizome against periodontal bacteria. **Phytotherapy Research**. 22(11). 1446-1449.
11. Schoeni, J. and Wong, A.C. (2005). *Bacillus cereus* food poisoning and its toxins. **Journal of mangostana Phyrochemistry.** 20(1). 183-185.
12. กระทรวงสาธารณสุข. **สาเหตุและแนวทางการแก้ปัญหาการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในโรงงานแปรรูปนมพาสเจอร์ไรส์.(ออนไลน์)** 1 กันยายน 2566. เข้าถึงได้จาก http://www.foodsafetymobile.org/UserFiles/Documents/
13. Sinh Truong Nguyen, Phuc Hong Vo , Thao Duy Nguyen , Nghia Minh Do , Bao Huu Le , Duong Thuy Dinh , Kiet Dinh Truong , Phuc Van Pham.(2019). Ethanol extract of Ginger Zingiber officinale Roscoe by Soxhlet method induces apoptosis in human hepatocellular carcinoma cell line. Biomedical Research and Therapy. 6(11).3433- 3442.
14. Kamol YUSOOK, Pettaya PANVONGSA. (2020). Antibacterial activity of Lupinifolin from Derris reticulate and its effect on cytoplasmic membrane of Methicillin Resistant Staphylococcus aureus. Walailak Journal of Science and Technology, 17(10), 1104-1112.
15. Clinical and Laboratory Standards Institute. Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically, Approved Standard. Clin Lab Stand Inst Doc M07-A8. 2012;16-18.
16. Sharma, S., & Verma, H. N. (2019). Antibacterial activity of ginger against Staphylococcus aureus and Streptococcus pyogenes. Journal of Medicinal Plants Studies, 7(5), 64-67.
17. Kovačević, M., Gjorgieva, D., Stefkov, G., & Alipieva, K. (2021). Antimicrobial activity and chemical composition of selected essential oils and some of their main compounds. Molecules, 26(2), 480.