ฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากสมุนไพรในครัวเรือนในการต้านอนุมูลอิสระ ยับยั้งจุลินทรีย์และต้านการอักเสบ

Activities of culinary herbs for antioxidants, antimicrobial and anti-inflammatory

ฤทัยภักดิ์ ชาญศรี[1*] และ เนาวรัตน์ กองคำ[1]
Ruthaipak Chansri[1*] and Naowarat Kongkum[1]

Received: 23 February 2022 ; **Revised**: 25 April 2022 ; **Accepted**: 29 December 2022

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกรวม ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ และฤทธิ์ต้านการอักเสบของสารสกัดเมทานอลจากสมุนไพรในครัว 7 ชนิด คือ กระชาย ขิง ข่า ตะไคร้ มะกรูด กะเพรา และชะพลู การวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกรวม (Total Phenolic Content ; TPC) ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu พบว่ากระชาย ชะพลู และขิง มีปริมาณ TPC มากที่สุด เรียงตามลำดับ เมื่อนำไปทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS พบว่าสารสกัดขิงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด รองลงมาคือกระชาย และชะพลู ตามลำดับ โดยมีค่า IC_{50} จากวิธี DPPH เท่ากับ 0.366±0.005, 0.545±0.003 และ 0.629±0.003 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และค่า IC_{50} จากวิธี ABTS เท่ากับ 0.193±0.003, 0.218 ±0.001 และ 0.528±0.001 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ทดสอบฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค 4 ชนิด คือ *Staphylcoccus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* และ *Klebsiella pneumonia* subsp. *Pneumoniae* ด้วยวิธี microdilution พบว่าสารสกัดจากขิงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus*, *E. coli และ S. typhimurium* ได้ดีที่สุด มีค่าความเข้มข้นของสารในระดับต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์เท่ากับ 1.40, 1.40 และ 5.63 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนกระชายสามารถยับยั้งเชื้อ *K. pneumonia* subsp. *Pneumoniae* ได้ดีที่สุด มีค่าความเข้มข้นของสารในระดับต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์เท่ากับ 0.70 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และพบว่าสารสกัดใบมะกรูดมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการอักเสบสูงที่สุด คือ 47.58% ที่ความเข้มข้นของสารละลาย 1000 ส่วนในล้านส่วน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ด้วยวิธี Egg's albumin protein denaturation method ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าสมุนไพรในครัวบางชนิด นอกจากจะช่วยเพิ่มรสชาติ ในอาหารแล้ว ยังสามารถใช้เป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ สารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค และสารที่มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ

คำสำคัญ: สมุนไพรในครัว ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ ปริมาณฟีนอลิกรวม ฤทธิ์ต้านการอักเสบ

Abstract

The objectives of this study were to determine total phenolic content, antioxidant, antimicrobial and anti-inflammatory activities of methanol extracts from 7 culinary herbs (*Boesenbergia rotunda*, *Zingiber officinale*, *Alpinia galanga*, *Cymbopogon citratus*, *Citrus hystrix*, *Ocimum sanctum* and *Piper sarmentosum*). The results revealed that total phenolic content (TPC) determined by Folin-Ciocaltue assay was highest *in B. rotunda*, *P. sarmentosum* and *Z. officinale* extracts. *Z. officinale* extract had the most antioxidant activity followed by extracts of *B. rotunda* and *P. sarmentosum*. Their IC_{50} values from the DPPH test were 0.366±0.005, 0.545±0.003 and 0.629±0.003 mg/ml, and those from the ABTS test were 0.193±0.003, 0.218 ±0.001 and 0.528±0.001 mg/ml, respectively. Inhibition of 4 pathogenic microorganisms (*Staphylcoccus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* and *Klebsiella pneumoniae* subsp. *Pneumoniae*) assayed by microdilution method showed that *Z. officinale* extract provided the most inhibitory effects against *S. aureus*, *E. coli* and *S. typhimurium* with MIC of 1.40, 1.40 and 5.63 mg/ml, respectively. Furthermore, *B. rotunda* extract showed the greatest activity against *K. pneumonia* subsp. *Pneumoniae*, with MIC of

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ อ. เมือง จ. สุรินทร์ 32000
[1] Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University, Muang, Surin, 32000, Thailand
* Corresponding author: Ruethaipak_d@hotmail.com

0.70 mg/ml. It was found that *Citrus hystrix* extract had the highest anti-inflammatory percentage of 47.58% at 1000 ppm solution by Egg's albumin protein denaturation method, and the result was statistically significant ($p<0.05$). The results of this study show that some of the culinary herbs can not only enhance the taste of food but can also be used as a source of antioxidant, antimicrobial and anti-inflammatory effects.

Keywords: Culinary herbs, antioxidant, antimicrobial, total phenolic content, anti-inflammatory

บทนำ

พืชสมุนไพรในครัวถูกนำมาประกอบอาหารในรูปแบบต่างๆ ตั้งแต่สมัยโบราณ เพื่อเพิ่มรสชาติของอาหาร ใช้ปรับปรุงคุณสมบัติของอาหารทางด้านกลิ่น สี และใช้ในการถนอมอาหารเพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังนำมาใช้เป็นยารักษาโรคได้อีก มีรายงานการศึกษาวิจัยพืชสมุนไพรในครัวหลายชนิดอย่างกว้างขวางทั้งในและต่างประเทศ เนื่องจากพืชสมุนไพรในครัวบางชนิดมีประโยชน์ต่อสุขภาพ และมีฤทธิ์ทางชีวภาพสูง เช่น มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ และฤทธิ์ต้านการอักเสบ เป็นต้น (อินทิรา ขุดแก้ว และ ภาริตา ลิมปิโชติกุล, 2561) สมุนไพรในครัวเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติอีกแหล่งหนึ่งที่ประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระกลุ่มใหญ่ เช่น สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ สารประกอบที่มีกำมะถัน แทนนิน แอลคาลอยด์ และวิตามิน เป็นต้น (Yashin *et al*., 2017) สารประกอบอินทรีย์เหล่านี้มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระได้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างและปริมาณที่พบในพืชแต่ละชนิด เช่น ฟลาโวนอยด์ จัดอยู่ในกลุ่มฟีนอลิกที่มีความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระและสามารถสร้างสารประกอบเชิงซ้อนกับไอออนของโลหะ จึงช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่มีโลหะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา มีการศึกษาวิจัยพืชสมุนไพรในครัวหลายชนิดพบสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้สูง เช่น ยี่หร่า (*ocimum gratissimum*) และสะระแหน่ (*melissa officinalis*) มีสาร Naringenin และ eriodictyol ผักชีฝรั่ง (*eryngium foetidum*) และโหระพา (*ocimum basilicum*) มีสาร apigenin, chrysin, luteolin และ diosmetin หอมหัวใหญ่ (*allium cepa*) มีสาร quercetin และ kaempferol (Yao *et al*., 2004) เป็นต้น นอกจากนี้สมุนไพรในครัวบางชนิดยังมีฤทธิ์เป็นสารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ เช่น กานพลู (*eugenia caryohyllata*) มีสาร eugenol ที่เป็นองค์ประกอบหลัก (76.23%) ในน้ำมันหอมระเหย มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ได้ดี โดยสามารถยับยั้งเชื้อได้ที่ความเข้มข้นต่ำสุด (MIC) 0.625 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (Xu *et al*., 2016) ออริกาโน (*origanum vulgare*) มีสาร carvacrol และ thymol เป็นสารที่ให้กลิ่น มีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Rodriguez-Garcia *et al., 2016*) โหระพา (*thymus vulgaris*) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ จึงนำมาใช้ในอาหารบางชนิดเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร (Assiri *et al*., 2016) อบเชย(*cinnamomum zeylanicum*) มีสาร cinnamaldehyde, cinnamyl acetate และ cinnamyl alcohol เป็นองค์ประกอบหลัก (Khasnavis & Pahan, 2012) มีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ จึงนิยมนำมาใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์อาหาร เป็นต้น นอกจากนี้ ยังพบว่าสารอินทรีย์ต่างๆ โดยเฉพาะสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ เช่น 5-hydroxy-3,7-dimethoxy flavone และ 5-hydroxy-7-methoxyflavone ที่พบในสารสกัดจากพืชสมุนไพรบางชนิดยังมีประสิทธิภาพในการต้านการอักเสบที่ดีด้วย (วศพล ฉัตรเกตุ และคณะ, 2558) ซึ่งจะเห็นได้ว่าสารประกอบฟีนอลิกนอกจากจะมีฤทธิ์ดังกล่าวข้างต้น ยังมีฤทธิ์ต้านการอักเสบได้ด้วยเช่นกัน

พืชสมุนไพรในครัวที่มีอยู่ภายในบ้านถูกมาปรุงเป็นอาหารซึ่งถือเป็นวัตถุดิบที่หาง่ายโดยเฉพาะครัวในชนบท พบว่าเกือบทุกหลังคาเรือนมักปลูกพืชสวนครัวไว้รับประทานเอง และในสถานการณ์ที่มีการระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ประชาชนทุกคนมีความตื่นกลัวและเร่งสร้างภูมิต้านทานแก่ร่างกายโดยเฉพาะคนที่อาศัยอยู่ในชนบทที่การรักษาเข้าถึงยากกว่าคนในเมืองและกำลังทรัพย์เป็นสิ่งสำคัญในภาวะวิกฤตนี้ชาวบ้านจึงอาศัยพืชสมุนไพรต่างๆ ที่มีอยู่ในครัวเรือนมาใช้บริโภคเพื่อป้องกันตนเองในเบื้องต้น เนื่องจากการบอกต่อกันมาว่าพืชสมุนไพรไทยล้วนแล้วแต่สามารถป้องกันโรคและสร้างภูมิให้ร่างกายเพื่อต่อต้านเชื้อโรคต่างๆ ทำให้อาการหนักกลายเป็นเบาได้ เมื่อเป็นเช่นนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของพืชสมุนไพรบางชนิดที่หาได้ง่ายและคนมักนิยมนำมารับประทานในช่วงการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาที่ได้จากพืชสมุนไพรในครัวกลุ่มนี้คงมีประโยชน์ไม่มากก็น้อยที่จะบอกถึงการออกฤทธิ์ทางชีวภาพของพืชเหล่านี้ได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคกับเชื้อ 4 สายพันธุ์ คือ *Staphylcoccus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* และ *Klebsiella pneumonia* subsp. *Pneumoniae* และฤทธิ์ต้านการอักเสบจากพืชสมุนไพรในครัวที่นิยมนำมาใช้ประกอบอาหาร 7 ชนิด คือ กระชาย (*Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf), ขิง (*Zingiber officinale* Roscoe.), ชะพลู (*Piper sarmentosum* Roxb), ตะไคร้ (*Cymbopogon citratus* Stapf.), ข่า (*Alpinia*

galanga (L.) Willd.), มะกรูด (*Citrus hystrix* DC.) และกะเพรา (*Ocimum sanctum* Linn.) ผลการศึกษาที่ได้สามารถใช้เป็นข้อมูลในการส่งเสริมการกินอยู่ของชาวบ้านให้ปลอดภัยและมีสุขภาพที่แข็งแรงในสถานการณ์ที่มีโรคระบาดเกิดขึ้น สามารถนำข้อมูลที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการประกอบอาหารที่มีประโยชน์แก่ร่างกายของผู้ประชาชนทั่วไป และใช้เป็นข้อมูลทางวิชาการที่สามารถพัฒนาต่อยอดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สารยับยั้งจุลินทรีย์ และสารต้านการอักเสบชนิดใหม่ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคได้

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

เครื่องมือและสารเคมี

เครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เครื่อง UV-Visible Spectrophotometer (*Perkin Elmer Lambda 365*) และเครื่อง Microplate reader รุ่น multiskan go (thermo fisher sciencetific, Finland) สารเคมีที่สำคัญ ได้แก่ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (Sigma-Aldrich, USA), 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) (SRL, India), Folin-Ciocalteu (SRL, India), กรดแกลลิค (gallic acid) (Sigma-Aldrich, USA), BHA (Butylated hydroxytoluene) (Sigma-Aldrich, USA), Quercetin (SRL, India) และอาหารเลี้ยงเชื้อได้แก่ Tryptic Soy Broth และ Mueller-Hinton Broth (Merck KGaA, Germany)

การเตรียมและสกัด

ตัวอย่างพืชสมุนไพรในครัวที่ใช้ในงานวิจัย คือ ส่วนเหง้า จากต้นกระชาย (*Boesenbergia rotunda*) ขิง (*Zingiber officinale*) และข่า (*Alpinia galanga*)ส่วนใบจากต้นกะเพรา (*Ocimum tenuiflorum*) มะกรูด (*Citrus hystrix*) และชะพลู (*Piper sarmentosum*) และส่วนลำต้นจากตะไคร้ (*Cymbopogon citratus*) เก็บจากพื้นที่อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ นำตัวอย่างพืชที่ล้างทำความสะอาดแล้วมาซอยให้บางและทำให้แห้งด้วยเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง และบดละเอียดชนิดละ 30 กรัม หมักด้วยตัวทำละลาย เมทานอล ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน (สกัดซ้ำ 3 ครั้ง) ระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยแบบสุญญากาศ (Vacuum Evaporator) และเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze dryer) จะได้สารสกัดกระชาย (6.71 กรัม) ขิง (5.33 กรัม) ข่า (7.43 กรัม) กะเพรา (5.07 กรัม) มะกรูด (5.98 กรัม) ชะพลู (4.58 กรัม) และตะไคร้ (8.84 กรัม) เพื่อใช้ในการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพต่อไป

การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวม

การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวม (Total phenolic content, TPC) โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu colorimetric assay (Siddiqui *et al*., 2017) เตรียมสารสกัดสมุนไพรในครัวแต่ละชนิดที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำสารละลายตัวอย่างมาชนิดละ 1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu (เจือจางด้วยน้ำ 10 เท่า) 5 มิลลิลิตร และ Sodium carbonate (เข้มข้น 7.5%) 4 มิลลิลิตร ผสมและเขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ในการทดลองนี้ใช้กรดแกลลิค (Gallic acid) เป็นสารมาตรฐาน (กรดแกลลิคเตรียมที่ความเข้มข้น 250, 200, 150, 100 และ 50 ไมโครกรัมต่อลิตร) จากนั้นคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกรวมจากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิคและคำนวณให้อยู่ในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อน้ำหนักกรัมของสารสกัด (mg GAE/g extract)

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

วิเคราะห์ศักยภาพการกำจัดอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH (Veeru *et al.,* 2009) เตรียมสารสกัดสมุนไพรในครัวตัวอย่างละ 5 ความเข้มข้น (1, 0.50, 0.25, 0.125 และ 0.625 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) โดยใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลาย นำสารสกัดตัวอย่างที่ความเข้มข้นต่าง ๆ มาอย่างละ 0.1 มิลลิลิตร เติมเมทานอล 0.2 มิลลิลิตร และสารละลาย 0.3 มิลลิโมลาร์ DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 0.4 มิลลิลิตร ผสมและเขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (% Inhibition) ดังสมการ (1)

$$\% \text{ Inhibition} = [(AB - AA) / AB] \times 100 \qquad (1)$$

เมื่อ AA คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง AB คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวควบคุม (สารทั้งหมดยกเว้นสารตัวอย่าง) จากนั้นคำนวณหาค่า IC_{50} จากกราฟเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละความสามารถต้านอนุมูลอิสระกับสารตัวอย่างในแต่ละความเข้มข้น โดยที่ค่า IC_{50} แสดงถึงความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่มีฤทธิ์ในการต้านออกซิเดชั่นที่ทำให้ความเข้มข้นของอนุมูล DPPH ลดลงร้อยละ 50

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS

วิเคราะห์ศักยภาพการกำจัดอนุมูลอิสระโดยวิธี ABTS (Veeru *et al*., 2009) เตรียมอนุมูล $ABTS^{\cdot+}$ โดยใช้สารละลาย ABTS 0.0768 กรัม และโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต 0.0132 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร เก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเจือจางด้วยเอทานอลให้ได้ค่าการดูดกลืน คลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร เท่ากับ 0.700±0.02 ขั้นตอนการทดสอบ เตรียมสารสกัดสมุนไพรในครัวตัวอย่างละ 5 ความเข้มข้น (1, 0.5, 0.25, 0.125 และ 0.0625 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) นำมาความเข้มข้นละ 0.1 มิลลิลิตร เติมสารละลายอนุมูล $ABTS^{\cdot+}$ 0.9 มิลลิลิตร ผสม

และเขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 6 นาที จากนั้นวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (สมการ 1) และค่า IC_{50} เช่นเดียวกับวิธี DPPH

การทดสอบฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์

ทดสอบหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารที่สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ (Minimum Inhibitory Concentration; MIC) โดยวิธี microdilution (พฤทฐิภร ศุภพล และ สิตา ปรีดานนท์, 2561) ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ศูนย์ทดสอบทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่นำมาใช้ทดสอบ คือ *Staphylcoccus aureus* 2329, *Escherichia coli* NCTC12923, *Salmonella typhimurium* NCTC12023 และ *Klebsiella pneumoniae* subsp. *Pneumoniae* 1867 นำมาเลี้ยงด้วยอาหาร TSB (Tryptic Soy Broth) บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำเชื้อไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 6000 รอบต่อนาที เทส่วนที่เป็น supernatant ทิ้ง ปั่นล้างด้วย 0.85% NaCl จากนั้นปรับความขุ่นของเชื้อให้มีความขุ่นเท่ากับความขุ่นของสารมาตรฐาน McFarland No. 0.5 (1×10^8 CFU/ml) ขั้นตอนการทดสอบเตรียมสารสกัดหยาบให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 22.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แล้วใช้วิธีการเจือจางด้วยอาหาร MHB (Mueller-Hinton Broth) ให้ได้ความเข้มข้น 22.5, 11.25, 5.625, 2.81, 1.40, 0.703, 0.35 และ 0.175 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ กรองด้วย Membrane Filter 0.45 ไมโครเมตร ในสภาวะปลอดเชื้อ เตรียมยาปฏิชีวนะ Vancomycin เพื่อใช้เป็น positive control โดยเตรียมที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เจือจางลงครั้งละ 2 เท่า จะได้ความเข้มข้นของยา Vancomycin เท่ากับ 10, 5, 2.5,1.25, 0.625, 0.3125, 0.156 และ 0.0781 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ จากนั้นเติมเชื้อที่ปรับความเข้มข้นให้เท่ากับ 1×10^8 CFU/mL ลงในแต่ละหลุมปริมาตร 100 ไมโครลิตร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง นำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่อง Microplate reader ที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร การอ่านผลการทดลองค่าความเข้มข้นของสารในระดับต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ให้สังเกตความขุ่นหรือใสของอาหารที่ไม่มีเชื้อเจริญเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่มีแต่อาหารเลี้ยงเชื้อกับสารสกัด ความเข้มข้นที่น้อยที่สุดของสารสกัดที่ไม่มีการเจริญของเชื้อให้บันทึกผลการทดลองเป็นค่า MIC ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ

การทดสอบฤทธิ์ต้านการอักเสบ

ทดสอบการต้านการอักเสบจากการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน (Protein denaturation) ด้วยอัลบูมินของไข่ (ไข่ขาว) ด้วยวิธี Egg's albumin protein denaturation method โดยเตรียมสารละลายตัวอย่างสำหรับทดสอบ: เป็นสารผสม 5 มิลลิลิตร ประกอบด้วยอัลบูมิน ของไข่ขาว 0.2 มิลลิลิตร (ไข่ขาวจากไข่ไก่สด) น้ำเกลือบัฟเฟอร์ฟอสเฟต (PBS, pH 6.3) 4.6 มิลลิลิตร และ ตัวอย่างทดสอบ (สารสกัดสมุนไพรที่ทำละลายด้วยเมทานอลมีความเข้มข้น 1000 ppm) 0.2 มิลลิลิตร สารละลายควบคุม (control): 5 มิลลิลิตร ประกอบด้วยอัลบูมิน 0.2 มิลลิลิตร (ไข่ขาวจากไข่ไก่สด) น้ำเกลือบัฟเฟอร์ฟอสเฟต (PBS, pH 6.3) 4.6 มิลลิลิตร และเมทานอล 0.2 มิลลิลิตร และสารละลายมาตรฐาน: 5 มิลลิลิตร ประกอบด้วยอัลบูมิน 0.2 มิลลิลิตร (ไข่ขาวจากไข่ไก่สด) น้ำเกลือบัฟเฟอร์ฟอสเฟต (PBS, pH 6.3) 4.6 มิลลิลิตร และยาไดโคลฟีแนคโซเดียม (Diclofenac sodium) ความเข้มข้นเดียวกับสารตัวอย่างอีก 0.2 มิลลิลิตร วิธีทดสอบนำหลอดตัวอย่างทั้งหมดที่เตรียมได้ไปบ่มที่ 37±2 องศาเซลเซียส ใน water bath เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำมาอุ่นใน water bath ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ทิ้งให้เย็น ตัวนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร ดัดแปลงจาก (Sangeetha & Vidhya, 2016) และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การต้านอักเสบ(% Inhibition) ดังสมการ (2)

$$\% \text{ Inhibition} = 100 \times [Vt / Vc - 1] \quad (2)$$

เมื่อ Vt คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง และVc คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวควบคุม วางแผนการทดลองแบบ Completely Random Design (CRD) แต่ละทรีทเม้นท์มี 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่าง ทรีทเม้นท์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยกำหนดความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$)

ผลการทดลอง

การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (TPC) โดยวิธี Folin-Ciocalteu ของสารสกัดหยาบจากสมุนไพรในครัว 7 ชนิด โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิค (Table 1) พบว่าสารสกัดกระชายมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุด โดยมี TPC = 121.12±5.51 mgGAE/g extract รองลงมาคือ ชะพลู(88.00±2.31 mgGAE/g extract) ขิง (66.69±0.47 mgGAE/g extract) กะเพรา (62.61±6.56 mgGAE/ g extract) มะกรูด (56.22±3.01 mgGAE/g extract) ข่า (23.48±2.70 mgGAE/g extract) และตะไคร้ (9.57±0.86 mgGAE/g extract) ตามลำดับ

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และวิธี ABTS ของสารสกัดหยาบจากสมุนไพรในครัว 7 ชนิด

(Table 1) ให้ผลการทดสอบไปใน ทิศทางเดียวกัน สารสกัดหยาบสมุนไพรในครัวที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีเปอร์เซ็นการยับยั้งอนุมูลอนุมูลอิสระได้ในช่วง 23.77-100% โดยสารสกัดที่มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระได้มากกว่า 50%

ทั้งวิธี DPPH และ ABTS คือ สารสกัดขิง (85.47, 100%) กระชาย (74.45, 98.00%) และชะพลู (67.50, 82.14%) เมื่อนำมาหาค่าความเข้มข้นในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้ครึ่งหนึ่งของอนุมูลอิสระทั้งหมด (IC_{50}) พบว่าสารสกัดขิง กระชาย และชะพลู มีค่า IC_{50} จากวิธี DPPH เท่ากับ 0.366±0.005, 0.545±0.003 และ 0.629±0.003 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรและค่า IC_{50} จากวิธี ABTS เท่ากับ 0.193±0.003, 0.218±0.001 และ 0.528±0.001 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบกับสารต้านอนุมูลอิสระมาตรฐาน Quercetin และ BHT พบว่าสารสกัดขิง กระชาย และชะพลู ยังคงแสดงฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระได้น้อยกว่า

Table 1 Total phenolic content (TPC) and antioxidant activities of crude extracts from culinary herbs

Sample	TPC (mgGAE/g extract)	DPPH		ABTS	
		% inhibition (1 mg/ml)	IC_{50} (mg/ml)	% inhibition (1 mg/ml)	IC_{50} (mg/ml)
Boesenbergia rotunda	121.12 ±5.51	74.45±0.47	0.545±0.003	98.00±3.15	0.218 ±0.001
Zingiber officinale	66.69±0.47	85.47±1.15	0.366±0.005	100 ±0.00	0.193±0.003
Alpinia galangal	23.48±2.70	26.41±2.77	>1	31.47±1.61	>1
Ocimum tenuiflorum	62.61±6.56	33.08 ±0.86	>1	41.0±0.94	>1
Citrus hystrix	56.22±3.01	25.40±0.38	>1	64.51±1.17	0.688±0.003
Piper sarmentosum	88.00±2.31	67.50±1.78	0.629±0.003	82.14±0.74	0.528±0.001
Cymbopogon citratus	9.57±0.86	26.73±1.02	>1	23.77±0.94	>1
Quercetine	-	100 ±0.00	0.041±0.001	100 ±0.00	0.014±0.001
BHT	-	100 ±0.00	0.048±0.001	100 ±0.00	0.023±0.001

Note: data presented as mean±SD from analysis of three samples, in triplicate, Quercetin and BHT are positive control.

ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค 4 ชนิด คือ *S. aureus*, *E. coli*, *S. typhimurium* และ *K. pneumonia* subsp. *Pneumoniae* ของสารสกัดกระชาย ขิง และชะพลู (Table 2) พบว่าสารสกัดขิงสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ *S. aureus*, *E. coli และ S. typhimurium* ได้ดีกว่าสารสกัดกระชาย และชะพลู โดยมีค่า MIC เท่ากับ 1.40, 1.40 และ 5.63 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนการยับยั้งเชื้อ *K. pneumoniae* subsp. *Pneumoniae* พบว่าสารสกัดกระชายมีฤทธิ์ยับยั้งได้ดีกว่าสารสกัดขิงและชะพลู ที่ความเข้มข้น MIC เท่ากับ 0.70 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับยาปฏิชีวนะ Vancomycin ที่ใช้เป็น positive control สารสกัดสมุนไพรในครัวทั้ง 3 ชนิด มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 4 สายพันธุ์ได้น้อยกว่า

Table 2 Minimum inhibitory concentration (MIC) of crude extracts from culinary herbs

Bacterial Strains	Minimal Inhibition Concentration (mg/ml)			
	B. rotunda	***Z. officinale***	***P. sarmentosum***	**Vancomycin**
S. aureus 2329	>22.5	1.40	22.5	0.00125
E. coli NCTC12923	>22.5	1.40	22.5	>0.01
S. typhimurium NCTC12023	22.5	5.63	22.5	NA
K. pneumoniae subsp. *Pneumoniae* 1867	0.70	5.63	22.5	0.0025

NA = No activity

ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านการอักเสบจากสารสกัดสมุนไพรในครัวโดยดูจากการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน (protein denaturation) เปรียบเทียบระหว่างสารละลายตัวอย่างจากพืชสมุนไพรในครัว 7 ชนิด สารละลายควบคุม และสารละลายมาตรฐาน ซึ่งผลจากการทดสอบโดยวิธี Egg's albumin protein denaturation method (Table 3) พบว่า เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการอักเสบจากสารสกัดใบมะกรูดให้ผลดีที่สุด รองลงมาคือสารมาตรฐาน (ไดโคลฟีแนค) ข่า และชะพลู ในขณะที่สารสกัดขิง ตะไคร้ กระชาย และกระเพรา มีฤทธิ์การต้านการอักเสบต่ำกว่า ซึ่งผลที่ได้พบว่าสารละลายทั้งหมดมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการอักเสบที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

Table 3 % Inhibition of protein denaturation (Egg's albumin) of crude extracts from culinary herbs

Sample	Absorbance at 660 nm*	% inhibition
control	0.929 ± 0.0021^{h}	-
Diclofenac sodium	0.502 ± 0.0027^{b}	45.96
Boesenbergia rotunda	0.643 ± 0.0029^{f}	30.78
Zingiber officinale	0.711 ± 0.0040^{g}	23.46
Alpinia galangal	0.512 ± 0.0030^{c}	44.88
Ocimum tenuiflorum	0.615 ± 0.0046^{e}	33.80
Citrus hystrix	0.487 ± 0.0012^{a}	47.58
Piper sarmentosum	0.547 ± 0.0010^{d}	41.12
Cymbopogon citratus	0.664 ± 0.0013^{g}	28.52

- * data presented as mean±SD from analysis of three samples, in triplicate.
- ^{abc} Means ± SD with different letters are significantly different ($p<0.05$)

อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสามารถสรุปเป็นข้อๆ ได้ดังนี้ 1) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่สกัดได้จากพืชสมุนไพรในครัวเรียงจากมากไปน้อย คือ สารสกัดจากกระชาย ชะพลู ขิง กะเพรา มะกรูด ข่า และ ตะไคร้ ตามลำดับ 2) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่วิเคราะห์ได้จากสารสกัดพืชสมุนไพรในครัวเรียงจากมากไปน้อย คือ สารสกัดจากขิง กระชาย และชะพลู ตามลำดับ สารสกัดอื่นๆ ไม่พบ ถึงแม้ว่าสารสกัดที่ได้จากกระชาย และชะพลู จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุด ก็ตาม แต่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่าสารสกัดจากขิง ดังนั้น สารประกอบฟีนอลิกที่พบในขิง จึงเป็นสารที่มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งอนุมูลอิสระ รายงานวิจัยพบว่าในขิงมีสาร 6-shogaol, 6-gingerol และ oleoresin ซึ่งเป็นสารในกลุ่มฟีนอลิกที่มีประสิทธิภาพสูงในการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Mao *et al*., 2019) กระชายมีสารในกลุ่มฟีนอลิก เช่น quercetin, kaempferol, naringin, hesperidin, caffeic acid, p-coumaric acid และ chlorogenic acid (Eng-Chong *et al*., 2012) เป็นสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ตัวอย่างเช่น 2',4'-dihydroxy-6-methoxychalcone,5-hydroxy-7-methoxy-flavanone และ 5,7-dihydroxy- flavanone แสดงค่า IC_{50} = 46.66, 62.84, และ 62.66 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (Atun *et al*., 2018) ส่วนชะพลู มีสาร β-sitosterol, Naringenin, Sarmentine, Sesamin, 1-piperettyl pyrrolidine, 3',4',5'-trimethoxycinnamoyl pyrrolidine และ Pellitorine (Azelan *et al*., 2020) โดยมีสารในกลุ่ม ฟีนอลิก คือ Naringenin ที่พบในใบของชะพลูมีฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ superoxide ได้ 75.7% (Vimala & Mohd Ilham,1999) นอกจากสารประกอบฟีนอลิกที่มีความสัมพันธ์กับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระแล้วยังมีองค์ประกอบทางเคมีอื่นๆ เช่น vitamin C, vitamin E, carotene และxanthophyll เป็นต้น ที่พบว่าเป็นองค์ประกอบทางเคมีที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้สูง โดยมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพืชแต่ละชนิด และ 3) ฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์จากสารสกัดสมุนไพรในครัว พบว่า สารสกัดจากขิงมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *S. aureus*, *E. coli* และ *S. typhimurium* มากกว่าสารสกัดจากกระชายและชะพลู ในขณะที่ผลการทดสอบเชื้อ *K. pneumoniae* subsp. *Pneumoniae* พบว่าสารสกัดจากกระชายมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อได้มากที่สุด ส่วนชะพลูมีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ต่ำกับเชื้อทุกชนิดที่ทำการทดสอบ เมื่อแบ่งความสามารถในการออกฤทธิ์ของสารสกัดตามการแบ่งกลุ่มการออกฤทธิ์ โดยใช้ค่า MIC (van Vuuren, 2008) พบว่ากระชายให้ค่าการยับยั้งได้ดี (MIC <1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) เฉพาะเชื้อ *K. pneumoniae* subsp. ขิงมีฤทธิ์การยับยั้งปานกลาง (MIC 1-2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ต่อเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* และยับยั้งได้ต่ำต่อเชื้อ *S. typhimurium* (MIC > 2.5

มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ส่วนชะพลูมีฤทธิ์การยับยั้งต่ำกับเชื้อทุกชนิดที่ทำการทดสอบ จากการการวิจัยสารสกัดขิงมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ที่ความเข้มข้นต่ำสุด (MIC) 1.4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ใกล้เคียงกับการศึกษาของ มณฑล วิสุทธิ (2560) ที่พบว่าสารสกัดขิงมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียกลุ่ม Staphylococci มีค่า MIC 1.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และมีรายงานสารสกัดขิงสามารถยับยั้งเชื้อ *E coli, Proteus* sp, *Staphylococci, Streptococci* และ *Salmonella* (Karuppiah *et al*., 2012; Gull *et al*., 2012) โดยองค์ประกอบหลักในขิงมีสาร gingerol, paradol, shogaols และ zingerone เป็นสารที่เคยมีรายงานวิจัยว่าสามารถออกฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สารสกัดกระชายมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *K. pneumoniae* subsp. *Pneumoniae* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมลบได้ที่ความเข้มข้นต่ำสุด 0.7 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ดีกว่าสารสกัดขิงและชะพลู สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pattaratanawadee *et al*. (2006) ที่พบว่าสารสกัดกระชายที่ค่า MIC เท่ากับ 0.2-0.4 % (v/v) สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีกว่าสารสกัดขิง ข่า และขมิ้น องค์ประกอบทางเคมีในกระชายที่มีรายงานว่ามีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้แก่ boesenbergin, cardamonin, pinostrobin, 5, 7-dimethoxyflavone, 1, 8-cineole และ panduratin (Mahesh & Satish, 2008) สารสกัดจากชะพลูมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อได้ในระดับต่ำในทุกเซลล์ที่ทำการทดสอบ (MIC เท่ากับ 22.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) สอดคล้องกับงานวิจัยของ จิราภรณ์ บุราคร และคณะ (2555) ที่พบว่าสารสกัดใบชะพลูสามารถยับยั้งเชื้อ *K. pneumoniae* และ *S. aureus* ที่ค่า MIC เท่ากับ 15.62 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรซึ่งอยู่ในเกณฑ์การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ต่ำเช่นเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามใบชะพลูมีองค์ประกอบทางเคมีที่มีรายงานวิจัย คือ myristicin, sarmentine, brachystamide B, brachyamide B และ piperonal เป็นสารที่มีฤทธิ์การยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียได้ดี (Chanprapai *et al*., 2017) และข้อ 4) นอกจากฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์แล้ว สารสกัดสมุนไพรในครัวยังคงมีฤทธิ์ต้านการอักเสบซึ่งพบว่าสารสกัดใบมะกรูดมีฤทธิ์ต้านการอักเสบได้ดีที่สุดจากการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร ได้ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเมื่อนำมาคำนวณพบว่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการอักเสบสูงที่สุดเมื่อเทียบกับสารละลายควบคุม สารละลายมาตรฐาน และสารสกัดสมุนไพรชนิดอื่น มีการศึกษาพบว่าในมะกรูดมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิด เช่น วิตามินซี เบต้าแคโรทีน (β-Carotene) ซิโทรเนลลาล (citronellal) เบต้าไพนีน (β-Pinene) ลิโมนีน (limonene) โดยเฉพาะสารในกลุ่ม furanocoumarin ได้แก่ สาร oxypeucedanin และ bergamottin ซึ่งมีรายงานวิจัยที่ระบุว่ามีฤทธิ์ในการต้านอักเสบได้ (วุฒิชัย วิสุทธิพรต, 2563) สารสกัดจากใบมะกรูดช่วยป้องกันการเสื่อมสภาพของเซลล์ประสาทที่เกิดจากกลูโคสและปรับปรุงการทำงานของเซลล์ประสาทได้ (Pattarachotanant & Tencomnao , 2020) นอกจากนี้ในปัจจุบันยังพบว่าสารสกัดจากใบมะกรูดสามารถใช้ต้านการอักเสบที่จะนำไปสู่การเกิดโรคต่างๆ โดยพบว่าสาร β-pinene, sabinene, citronellal และ citronellol ที่มีอยู่ในใบมะกรูดมีฤทธิ์ต้านเบาหวาน ลดไขมันในเลือด และต้านโรคอ้วน รวมทั้งป้องกันการพัฒนาไปเป็นโรคความดันโลหิตสูงได้ (Hawa *et al*., 2022) ยังมีงานวิจัยอีกหลายๆ ชิ้นที่กล่าวถึงประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบมะกรดที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการอักเสบได้

แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากผลการทดลองทั้งหมดและศึกษาข้อมูลที่มีจะพบว่าสารสกัดจากสมุนไพรแต่ละชนิดมีฤทธิ์ที่แตกต่างกันออกไปซึ่งพบว่าสารสกัดจากขิงค่อนข้างมีการออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ครอบคลุม มีฤทธิ์ค่อนข้างสูง และนิยมนำมาบริโภคมากว่าสารสกัดจากพืชสมุนไพรในครัวชนิดอื่นเมื่อเป็นเช่นนี้สารสกัดจากขิงจึงน่าสนใจต่อการนำมาศึกษาวิจัยต่อยอด ซึ่งในงานวิจัยของต่างประเทศมีจำนวนมากที่ศึกษาการใช้ประโยชน์จากสารสกัดจากขิง โดยเฉพาะฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากขิง สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของขิง เช่น gingerol มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดี และ Shogaol เป็นสารประกอบในขิงที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระที่มีศักยภาพมากที่สุดและมีฤทธิ์ต้านการอักเสบได้อีกด้วย (Dugasani *et al*., 2010) มีการศึกษาคุณสมบัติการต้านออกซิเดชันของสารสกัดและส่วนประกอบต่างๆ ของขิงในหลอดทดลอง พบว่าสารต่างๆ เหล่านี้มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยปกป้องการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ ได้ (Shukla and Singh, 2007) สารสกัดจากขิงยับยั้งการลุกลามของเซลล์มะเร็ง ช่วยรักษาความผิดปกติของระบบหัวใจและหลอดเลือด โรคเบาหวาน และโรคทางเดินอาหาร (Mashhad *et al*., 2013) เช่นเดียวกับที่ Mao *et al*. (2019) ได้ศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากขิงพบว่า gingerol, Shogaol และ paradol มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ ต้านจุลชีพ ต้านมะเร็ง ปกป้องระบบประสาท ปกป้องหัวใจและหลอดเลือด ปกป้องระบบทางเดินหายใจ ต่อต้านโรคอ้วน โรคเบาหวาน อาการคลื่นไส้ และอาเจียน ได้ นอกจากนี้ สารสกัดจากขิงยังช่วยลดการสูญเสียเลือดในสตรีที่มีประจำเดือนมามากกว่าปกติ (Kashefi *et al*., 2015) มีการทดลองทางคลินิกโดยใช้ผงขิงช่วยบรรเทาอาการปวดไมเกรนได้ผลดีกว่าการใช้ยารักษาทางคลินิก (Maghbooli *et al*., 2014) และยังพบว่าสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของขิง ได้แก่ 6-gingerol, 8-gingerol, 6-shogaol, citral และ eucalyptol มีฤทธิ์ป้องกันความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ ช่วยให้เกิดการผ่อนคลายในกล้ามเนื้อเรียบของทางเดินหายใจและการลดการอักเสบของทางเดินหายใจ

ได้ (Shariatpanahi *et al*., 2013) ในด้านการออกฤทธิ์ต่อจุลินทรีย์ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมามีรายงานว่าสารสกัดจากขิงมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และไวรัส สารสกัดหยาบและชิ้นส่วนของขิงที่สกัดด้วยเมทานอลยับยั้งการสร้างไบโอฟิล์ม การสังเคราะห์กลูแคน และการเกาะติดของ *Streptococcus mutans* โดยปรับลดยีนที่รุนแรงลง สอดคล้องกับการศึกษาในหลอดทดลองที่พบว่าการพัฒนาของฟันผุที่เกิดจากเชื้อ *Streptococcus mutans* ลดลงในกลุ่มหนูที่ได้รับการบำบัด (Hasan *et al.,* 2015) นอกจากนี้ การศึกษาในหลอดทดลองยังพบว่า gingerenone-A และ 6-shogaol มีฤทธิ์ยับยั้ง *Staphylococcus aureus* โดยยับยั้งการทำงานของ 6-hydroxymethyl-7, 8-dihydropterin pyrophospho- kinase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (Rampogu *et al*., 2018) และยังพบว่า γ-terpinene และ citral ในน้ำมันหอมระเหยขิงยังแสดงคุณสมบัติต้านเชื้อรา มีฤทธิ์ต้านเชื้อรา *Aspergillus flavus* และลดการทำงานของยีนบางตัวที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์อะฟลาทอกซินได้ (Moon *et al.,* 2018) เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ ขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและสารเคมี และ ขอบคุณสาขาวิชาธุรกิจการแปรรูปอาหารที่อนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัย

งานวิจัยต่างๆ เหล่านี้ทำให้ทราบข้อมูลของสารสกัดขิงและประโยชน์ที่ได้รับ ทำให้ผู้วิจัยมองถึงศักยภาพที่จะพัฒนาเป็นอาหารเพื่อสุขภาพหรืออาหารเสริมสำหรับการป้องกันและการจัดการโรคเรื้อรังและโรคติดเชื้อต่อไปในอนาคตได้ ทั้งนี้เพื่อเพิ่มมูลค่าของพืชสมุนไพรพื้นบ้าน ส่งเสริมให้มีการปลูกเพื่อให้เกิดรายได้ของเกษตรกร และเพิ่มศักยภาพของประเทศในการผลิตสารสำคัญใช้เองและลดการนำเข้าจากต่างประเทศ

เอกสารอ้างอิง

จิราภรณ์ บุราคร, & เรือนแก้ว ประพฤติ. (2555). ผลของสารสกัดสมุนไพรพื้นบ้านไทยจำนวน 7 ชนิด ต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย. *วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 10*(1), 11-21.

พฤทฐิภร ศุภพล และ สิตา ปรีดานนท์. (2561). สารต้านจุลินทรีย์และสายสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของราจากดินป่าชายเลน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 26*(1), 155-71.

มณฑล วิสุทธิ. (2560). ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียกลุ่ม Staphylococci ของสารสกัดจากพืชท้องถิ่นบางชนิดในจังหวัดนครราชสีมา. *ว.วิทย.มข, 45*(4), 805-16.

วุฒิชัย วิสุทธิพรต. (2563). *การศึกษาฤทธิ์ในการลดปวดอักเสบของสารสกัดจากผิวมะกรูดเพื่อพัฒนาเป็นตำรับยาทารักษาอาการปวดอักเสบ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์*. กองทุนภูมิปัญญา การแพทย์แผนไทย.

วศพล ฉัตรเกตุ, นันทพงศ์ ขำทอง และ ธีรทัศน์ สุดสาย. (2559). ฤทธิ์ต้านการอักเสบและต้านอนุมูล อิสระของสารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากส่วนสกัดเฮกเซนของเหง้าว่านเปรี้ยว. *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต*. มหาวิทยาลัย รังสิต.

อินทิรา ขุดแก้ว, ภาริตา ลิมปิโชติกุล. (2561). การศึกษาฤทธิ์การต้านออกซิเดชันและสหสัมพันธ์ของสารต้านออกซิเดชันของสมุนไพรในสวนครัว 8 ชนิด. *วารสารวิจัย มสด., 10*(1), 137-152.

Assiri, A.M., Elbanna, K., Abulreesh, H.H., Ramadan, M.F. (2016). Bioactive compounds of cold- pressed Thyme (*Thymus vulgaris*) Oil with antioxidant and antimicrobial properties. *Journal of Oleo Science, 65*(8), 629-40.

Atun, S., Handayani, S., Rakhmawati, A. (2018). Potential bioactive compounds isolated from *Boesenbergia rotunda* as antioxidant and antimicrobial. *Journal Pharmacognosy, 10*(3), 513-8.

Azelan, A., Taher, Z.M., Sasano, S., Ariga, T., & Aziz, A.A. (2020). Chemical constituents and bioactivity of *Piper sarmentosum*: a mini review. *Food Research, 4*(2), 14-8.

Chanprapai, P., & Chavasiri, W. (2017). Antimicrobial activity from *Piper sarmentosum* Roxb. against rice pathogenic bacteria and fungi. *Journal of Integrative Agriculture, 16*(11), 2513-24.

Dugasani, S., Pichika, M.R., Nadarajah, V.D., Balijepalli, M.K., Tandra, S., & Korlakunta, J.N. (2010). Comparative antioxidant and anti- inflammatory effects of [6]-gingerol, [8]- gingerol, [10]-gingerol and [6]-shogaol. *J. Ethnopharmacol, 127*, 515-20.

Eng-Chong, T., Yean-Kee, L., Chin-Fei, C., Choon- Han, H., Sher-Ming, W., & Thio Li-Ping, C. (2012). *Boesenbergia rotunda* From Ethno medicine to Drug Discovery. *Evidence- Based Complementary and Alternative Medicine*. 473637.

Sangeetha, G., & Vidhya, R. (2016). In-vitro anti-inflammatory activity of different parts of *Pedalium murex*. *International Journal of Herbal Medicine, 4*(3), 31-36.

Gull, I., Saeed, M., Shaukat, H., Aslam, S.M., Samra, Z.Q., & Athar, A.M. (2012). Inhibitory effect of *Allium sativum* and *Zingiber officinale* extracts on clinically important drug esistant pathogenic bacteria. *Annals of clinical microbiology and antimicrobials, 11*, 1-8.

Hasan, S., Danishuddin, M., & Khan, A.U. (2015). Inhibitory effect of Zingiber officinale towards *Streptococcus mutans* virulence and caries development: in vitro and in vivo studies. *BMC Microbiol, 15*, 1.

Hawa, N. S., Suhaila, M., Yusof, K. (2022). Potential therapeutic effects of *citrus hystrix* DC and Its boactive compounds on metabolic disorders. *Pharmaceuticals (Basel), 15*(2), 167.

Karuppiah, P., & Rajaram, S. Antibacteria. (2012). effect of *Allium sativum* cloves and *Zingiber officinale* rhizomes against multiple-drug resistant clinical pathogens. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine, 2*(8), 597- 601.

Kashefi, F., Khajehei, M., Alavinia, M., Golmakani, E. & Asili, J. (2015). Effect of ginger (*Zingiber officinale*) on heavy menstrual bleeding: a placebo- controlled, randomized clinical trial. *Phytother. Res, 29*(1), 114-9.

Khasnavis, S., & Pahan, K. (2012). Sodium benzoate, a metabolite of cinnamon and a food additive, upregulates neuroprotective Parkinson disease protein DJ-1 in astrocytes and neurons. *J Neuroimmune Pharmacol. 7*(2), 424-35.

Maghbooli, M., Golipour, F., Esfandabadi, A.M. & Yousefi, M. (2014). Comparison between the efficacy of ginger and sumatriptan in the ablative treatment of the common migraine. *Phytother. Res., 28*, 412-5.

Mahesh, B. & Satish, S. (2008). Antimicrobial activity of some important medicinal plant against plant and human pathogens. *World Journal of Agriculture Sciences, 4*(S), 839-43.

Mao, Q.Q., Xu, X., Cao, S.Y., Gan, R.Y., Corke, H., & Beta, T. (2019). Bioactive compounds and bioactivities of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Foods, 8*(6), 185.

Mashhadi, N. S., Ghiasvand, R. Askari, G., Hariri, M., Darvishi, L., & Mofid, M.R. (2013). Anti- oxidative and anti-Inflammatory effects of ginger in health and physical activity: Review of current evidence. *Int J Prev Med, 4*(Suppl 1), S36-S42.

Moon, Y., Lee H., Lee S. (2018). Inhibitory effects of three monoterpenes from ginger essential oil on growth and aflatoxin production of Aspergillus flavus and their gene regulation in aflatoxin biosynthesis. *Appl. Biol. Chem., 61*, 243-50.

Pattarachotanant, N. & Tencomnao, T. (2020). *Citrus hystrix* Extracts Protect Human Neuronal Cells against High Glucose-Induced Senescence. *Pharmaceuticals, 13*(10), 283.

Pattaratanawadee, E., Rachtanapun, C., Wanchai - tanawong, P., & Mahakarnchanakul, W. (2006). Antimicrobial activity of spice extracts against pathogenic and spoilage microorganisms. *Kasetsart Journal Natural Science, 40*, 159-65.

Rampogu, S., Baek, A., Gajula, R.G., Zeb, A., Bavi, R.S., Kumar, R., Kim, Y. (2018). Ginger (*Zingiber officinale*) phytochemicals- gingerenone-A and shogaol inhibit SaHPPK: molecular docking, molecular dynamics simulations and in vitro approaches. *Ann. Clin. Microb. Anti., 17*, 16.

Shukla, Y., Singh, M. (2007). Cancer preventive properties of ginger: A brief review. *Food Chem Toxicol., 45*, 683-90.

Shariatpanahi, Z.V., Mokhtari, M., Taleban, F.A., Alavi, F., Surmaghi, M.H.S., & Mehrabi, Y. (2013). Effect of enteral feeding with ginger extract in acute respiratory distress syndrome. *J. Crit. Care., 28*, 217 e1-6.

Siddiqui, N., Rauf, A., Latif, A., & Mahmood, Z. (2017). Spectral and fluorescence study of the herbal Unani drug Gul-e-Zoofa. *Journal of Taibah University Medical Sciences, 10*(1), 64-70.

Rodriguez-Garcia, I., Silva-Espinoza, B.A., Ortega- Ramirez, L.A., Leyva, J.M., & Siddiqui, M.W. (2016). Cruz-Valenzuela, M.R. and et al. Oregano essential Oil as an Antimicrobial and antioxidant additive in Food Products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 56*(10), 1717-27.

van Vuuren, S.F. (2008). Antimicrobial activity of South African medicinal plants. *Journal of Ethno- pharmaco, 119*(3), 462-72.

Veeru, P., Kishor, M.P., & Meenakshi, M. (2009). Screening of medicinal plant extracts for antioxidant activity. *Journal of Medicinal Plants Research, 3*(8), 608-12.

Vimala, S., & Mohd Ilham A. (1999). Malaysian tropical forest medicinal plants: a source of natural antioxidants. *Journal of Tropical Forest Products, 5*(1), 32-8.

Xu, J. G., Liu, T., Hu, Q. P., and Cao, X. M. (2016). Chemical Composition, Antibacterial Properties and Mechanism of Action of Essential Oil from Clove Buds against *Staphylococcus aureus*. *Molecules (Basel, Switzerland), 21*(9), 1194.

Yao, L.H., Jiang Y.M., Shi, J., Tomas-Barberan F.A., Datta, N., Singganusong, R., & Chen. (2004). S.S. Flavonoids in food and their health benefits, flavanones in cumin, peppermint, flavones in parsley, thyme and flavonoid in onions. *Plant Foods for Human Nutrition, 59*, 113-22.

Yashin, A., Yashin, Y., Xia, X., & Nemzer, B. (2017). Antioxidant Activity of Spices and Their Impact on Human Health: A Review. *Antioxidants (Basel, Switzerland), 6*(3), 70.