

# ฤทธิ์ของสารสกัดหายาจากสมุนไพรในครัวเรือนในการต้านอนุมูลอิสระ ยับยั้งจุลินทรีย์ และต้านการอักเสบ

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

ฤทัยภัคดี ชาญศรี<sup>1\*</sup> และ เนาวรัตน์ กองคำ<sup>1</sup>  
Ruthaipak Chansri<sup>1\*</sup> and Naowarat Kongkum<sup>1</sup>

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  $0.366 \pm 0.005$ ,  $0.545 \pm 0.003$  และ  $0.629 \pm 0.003$  มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และค่า  $IC_{50}$  จากวิธี ABTS เท่ากับ  $0.193 \pm 0.003$ ,  $0.218 \pm 0.001$  และ  $0.528 \pm 0.001$  มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ทดสอบฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค 4 ชนิด คือ *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* และ *Klebsiella pneumoniae* 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. pneumoniae* subsp. *Pneumoniae* ได้ดีที่สุด มีค่าความเข้มข้นของสารในระดับต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์เท่ากับ 0.70 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และพบว่าสารสกัดใบมะกรูดมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการอักเสบสูงที่สุดคือ 47.58% ที่ความเข้มข้นของสารละลาย 1000 ส่วนในล้านส่วน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ด้วยวิธี Egg's albumin protein denaturation method ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าสมุนไพรในครัวบางชนิด นอกจากจะช่วยเพิ่มรสชาติ ในอาหารแล้วยังสามารถใช้เป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ 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-Ciocalteu 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  $0.366 \pm 0.005$ ,  $0.545 \pm 0.003$  and  $0.629 \pm 0.003$  mg/ml, and those from the ABTS test were  $0.193 \pm 0.003$ ,  $0.218 \pm 0.001$  and  $0.528 \pm 0.001$  mg/ml, respectively. Inhibition of 4 pathogenic microorganisms (*Staphylococcus 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. pneumoniae* subsp. *Pneumoniae*, with MIC of

<sup>1</sup> คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ อ. เมือง จ. สุรินทร์ 32000

<sup>1</sup> 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 (อินทวิภา ขุดแก้ว และ ภาริตา ลิ้มปิโซติกุล, 2561) สมุนไพรในครัวเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติอีกแหล่งหนึ่งที่ประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระกลุ่มใหญ่ เช่น สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ สารประกอบที่มีกำมะถัน แทนนิน แอลคาลอยด์ และวิตามิน เป็นต้น (Yashin *et al.*, 2017) สารประกอบอินทรีย์เหล่านี้มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระได้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างและปริมาณที่พบในพืชแต่ละชนิด เช่น ฟลาโวนอยด์ จัดอยู่ในกลุ่มฟีนอลิกที่มีความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระและสามารถสร้างสารประกอบเชิงซ้อนกับไอออนของโลหะ จึงช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่มีโลหะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา มีการศึกษาวิจัยพืชสมุนไพรในครัวหลายชนิดพบสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้สูง เช่น ยี่ห่วย (*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 caryophyllata*) มีสาร eugenol ที่เป็นองค์ประกอบหลัก (76.23%) ในน้ำมันหอมระเหย มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ได้ดี โดยสามารถยับยั้งเชื้อได้ที่มีความเข้มข้นต่ำสุด (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 จึงนำมาใช้ในอาหารบาง

ชนิดเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร (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

พืชสมุนไพรในครัวที่มีอยู่ภายในบ้านถูกมาปรุงเป็นอาหารซึ่งถือเป็นวัตถุดิบที่หาง่ายโดยเฉพาะครัวในชนบทพบว่าเกือบทุกหลังคาเรือนมักปลูกพืชสวนครัวไว้รับประทานเอง และในสถานการณ์ที่มีการระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ประชาชนทุกคนมีความตื่นกลัวและเร่งสร้างภูมิคุ้มกันร่างกายโดยเฉพาะคนที่อาศัยอยู่ในชนบทที่การรักษาเข้าถึงยากกว่าคนในเมืองและกำลังทรัพย์เป็นสิ่งสำคัญในภาวะวิกฤตนี้ชาวบ้านจึงอาศัยพืชสมุนไพรต่างๆ ที่มีอยู่ในครัวเรือนมาใช้บริโภคเพื่อป้องกันตนเองในเบื้องต้น เนื่องจากการบอกต่อกันมาว่าพืชสมุนไพรไทยล้วนแล้วแต่สามารถป้องกันโรคและสร้างภูมิคุ้มกันร่างกายเพื่อต่อต้านเชื้อโรคต่างๆ ทำให้อาการหนักกลายเป็นเบาได้ เมื่อเป็นเช่นนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของพืชสมุนไพรบางชนิดที่หาได้ง่ายและคนมักนิยมนำมารับประทานในช่วงการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาที่ได้จากพืชสมุนไพรในครัวกลุ่มนี้คงมีประโยชน์ไม่มากนักน้อยที่จะบอกถึงการออกฤทธิ์ทางชีวภาพของพืชเหล่านี้ได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคกับเชื้อ 4 สายพันธุ์ คือ *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* และ *Klebsiella pneumoniae* subsp. *Pneumoniae* และฤทธิ์ต้านการอักเสบจากพืชสมุนไพรในครัวที่นิยมนำมาใช้ประกอบอาหาร 7 ชนิด คือ กระชาย (*Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf), ขิง (*Zingiber officinale* Roscoe.), ขะพลู (*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 scientific, 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), กรดแกลลิก (gallic acid) (Sigma-Aldrich, USA), BHA (Butylated hydroxytoluene) (Sigma-Aldrich, USA), Quercetin (SRL, India) และอาหารเลี้ยงเชื้อ ได้แก่ 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) ระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยแบบสูญญากาศ (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) เตรียมสารสกัดสมุนไพรในครัวแต่ละ

ชนิดที่ความเข้มข้น 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 ในการทดลองนี้ใช้กรดแกลลิก (Gallic acid) เป็นสารมาตรฐาน (กรดแกลลิกเตรียมที่ความเข้มข้น 250, 200, 150, 100 และ 50 ไมโครกรัมต่อลิตร) จากนั้นคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกรวมจากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิกและคำนวณให้อยู่ในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักกรัมของสารสกัด (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 นำสารสกัดตัวอย่างที่ความเข้มข้นต่างๆ 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)

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

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

### การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS

วิเคราะห์ศักยภาพการกำจัดอนุมูลอิสระโดยวิธี ABTS (Veeru *et al.*, 2009) เตรียมอนุมูล ABTS<sup>•+</sup> โดยใช้สารละลาย ABTS 0.0768 กรัม และโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต 0.0132 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร เก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเจือจางด้วยเมทานอลให้ได้ค่าการดูดกลืน คลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร เท่ากับ  $0.700 \pm 0.02$  ขั้นตอนการทดสอบ เตรียมสารสกัดสมุนไพรในครัวตัวอย่างละ 5 ความเข้มข้น (1, 0.5, 0.25, 0.125 และ 0.0625 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) นำมาความเข้มข้นละ 0.1 มิลลิลิตร เติมสารละลายอนุมูล ABTS<sup>•+</sup> 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 (พญกฤษิกร ศุภพล และ ลิตา ปรีदानนท์, 2561) ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ศูนย์ทดสอบทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่นำมาใช้ทดสอบคือ *Staphylococcus aureus* 2329, *Escherichia coli* NCTC12923, *Salmonella typhimurium* NCTC12023 และ *Klebsiella pneumoniae* subsp. *Pneumoniae* 1867 นำมาเลี้ยงด้วยอาหาร TSB (Tryptic Soy Broth) บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำเชื้อไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 6000 รอบต่อนาที เทส่วนที่เป็น supernatant ทิ้ง ปั่นล้างด้วย 0.85% NaCl จากนั้นปรับความขุ่นของเชื้อให้มีความขุ่นเท่ากับความขุ่นของสารมาตรฐาน McFarland No. 0.5 ( $1 \times 10^8$  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 เจือจางลงครึ่งละ 2 เท่า จะได้ความเข้มข้นของยา Vancomycin เท่ากับ 10, 5, 2.5, 1.25, 0.625, 0.3125, 0.156 และ 0.0781 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ จากนั้นเติมเชื้อที่ปรับความเข้มข้นให้เท่ากับ  $1 \times 10^8$  CFU/mL ลงในแต่ละหลุมปริมาตร 100 ไมโครลิตร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง นำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่อง Microplate reader ที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร การอ่านผลการทดลองค่าความเข้มข้นของสารในระดับต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ให้สังเกตความขุ่นหรือใสของอาหารที่ไม่มีเชื้อเจริญเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่มีแต่อาหารเลี้ยงเชื้อกับสารสกัด ความเข้มข้นที่น้อยที่สุดของสารสกัดที่ไม่มีผลการเจริญของเชื้อให้บันทึกผลการทดลองเป็นค่า 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 และ เมทานอล 0.2 มิลลิลิตร และสารละลายมาตรฐาน: 5 มิลลิลิตร ประกอบด้วยอัลบูมิน 0.2 มิลลิลิตร (ไข่ขาวจากไข่ไก่สด) น้ำเกลือบัฟเฟอร์ฟอสเฟต (PBS, pH 6.3) 4.6 มิลลิลิตร และ ยาไดโคลฟีแนคโซเดียม (Diclofenac sodium) ความเข้มข้นเดียวกับสารตัวอย่างอีก 0.2 มิลลิลิตร วิธีทดสอบนำหลอดตัวอย่างทั้งหมดที่เตรียมได้ไปบ่มที่  $37 \pm 2$  องศาเซลเซียส ใน water bath เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำมาอุ่นใน water bath ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ทิ้งให้เย็นตัวนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร จัดแปลงจาก (Sangeetha & Vidhya, 2016) และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การต้านอักเสบ (% Inhibition) ดังสมการ (2)

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

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

#### ผลการทดลอง

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

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และวิธี ABTS ของสารสกัดหยาบจากสมุนไพรในครัว 7 ชนิด

(Table 1) ให้ผลการทดสอบไปในทิศทางเดียวกัน สารสกัดหยาดสมุนไพรในครั้งที่มีความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระได้ในช่วง 23.77-100% โดยสารสกัดที่มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระได้มากกว่า 50%

ทั้งวิธี DPPH และ ABTS คือ สารสกัดขิง (85.47, 100%) กระชาย (74.45, 98.00%) และชะพลู (67.50, 82.14%) เมื่อนำมาหาค่าความเข้มข้นในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้ครั้งหนึ่ง

ของอนุมูลอิสระทั้งหมด (IC<sub>50</sub>) พบว่าสารสกัดขิง กระชาย และชะพลู มีค่า IC<sub>50</sub> จากวิธี DPPH เท่ากับ 0.366±0.005, 0.545±0.003 และ 0.629±0.003 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรและค่า IC<sub>50</sub> จากวิธี ABTS เท่ากับ 0.193±0.003, 0.218±0.001 และ 0.528±0.001 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระมาตรฐาน 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 <sub>50</sub> (mg/ml)	% inhibition (1 mg/ml)	IC <sub>50</sub> (mg/ml)
<i>Boesenbergia rotunda</i>	121.12 ±5.51	74.45±0.47	0.545±0.003	98.00±3.15	0.218 ±0.001
<i>Zingiber officinale</i>	66.69±0.47	85.47±1.15	0.366±0.005	100 ±0.00	0.193±0.003
<i>Alpinia galangal</i>	23.48±2.70	26.41±2.77	>1	31.47±1.61	>1
<i>Ocimum tenuiflorum</i>	62.61±6.56	33.08 ±0.86	>1	41.0±0.94	>1
<i>Citrus hystrix</i>	56.22±3.01	25.40±0.38	>1	64.51±1.17	0.688±0.003
<i>Piper sarmentosum</i>	88.00±2.31	67.50±1.78	0.629±0.003	82.14±0.74	0.528±0.001
<i>Cymbopogon citratus</i>	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. pneumoniae* 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* พบว่าสารสกัดกระชาย มีฤทธิ์ยับยั้งได้ดีกว่าสารสกัดขิงและชะพลู ที่ความเข้มข้น MIC เท่ากับ 0.70 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับยาปฏิชีวนะ Vancomycin ที่ใช้เป็น positive control สารสกัดสมุนไพรในครั้งทั้ง 3 ชนิด มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 4 สายพันธุ์ได้น้อยกว่า

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

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

NA = No activity

ผลการทดสอบฤทธิ์ด้านการอักเสบจากสารสกัดสมุนไพรในครัวโดยดูจากการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน (protein denaturation) เปรียบเทียบระหว่างสารละลายตัวอย่างจากพืชสมุนไพรในครัว 7 ชนิด สารละลายควบคุม และสารละลายมาตรฐาน ซึ่งผลจากการทดสอบโดยวิธี Egg's albumin protein denaturation method

(Table 3) พบว่า เเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการอักเสบจากสารสกัดใบมะกรูดให้ผลดีที่สุด 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 <sup>h</sup>	-
Diclofenac sodium	0.502±0.0027 <sup>b</sup>	45.96
<i>Boesenbergia rotunda</i>	0.643±0.0029 <sup>f</sup>	30.78
<i>Zingiber officinale</i>	0.711±0.0040 <sup>g</sup>	23.46
<i>Alpinia galangal</i>	0.512±0.0030 <sup>c</sup>	44.88
<i>Ocimum tenuiflorum</i>	0.615±0.0046 <sup>e</sup>	33.80
<i>Citrus hystrix</i>	0.487±0.0012 <sup>a</sup>	47.58
<i>Piper sarmentosum</i>	0.547±0.0010 <sup>d</sup>	41.12
<i>Cymbopogon citratus</i>	0.664±0.0013 <sup>g</sup>	28.52

- \* data presented as mean±SD from analysis of three samples, in triplicate.

- <sup>abc</sup> Means ± SD with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ )

## อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสามารถสรุปเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

- 1) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่สกัดได้จากพืชสมุนไพรในครัวเรียงจากมากไปน้อย คือ สารสกัดจากกระชาย ชะพลู ขิง กระเพรา มะกรูด ข่า และ ตะไคร้ ตามลำดับ 2) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่วิเคราะห์ได้จากสารสกัดพืชสมุนไพรในครัวเรียงจากมากไปน้อย คือ สารสกัดจากขิง กระชาย และชะพลู ตามลำดับ สารสกัดอื่นๆ ไม่พบ ถึงแม้ว่าสารสกัดที่ได้จากกระชาย และชะพลู จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุดก็ตาม 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-methoxyflavanone และ 5,7-dihydroxyflavanone แสดงค่า IC<sub>50</sub> = 46.66, 62.84, และ 62.66 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (Atun *et al.*, 2018) ส่วนชะพลู มีสาร  $\beta$ -sitosterol, Naringenin,

Sarmentine, Sesamin, 1-piperetyl 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 และ xanthophyll เป็นต้น ที่พบว่าเป็นองค์ประกอบทางเคมีที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้สูง โดยมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพืชแต่ละชนิด และ 3) ฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์จากสารสกัดสมุนไพรในครัว พบว่า สารสกัดจากขิงมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *S. aureus*, *E. coli* และ *S. typhimurium* มากกว่า สารสกัดจากกระชายและชะพลู 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 จากการวิจัยสารสกัดขิงมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ที่ความเข้มข้นต่ำสุด (MIC) 1.4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ใกล้เคียงกับการศึกษาของ มณฑลวิสุทธิ (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 องค์ประกอบทางเคมีในกระชายที่มีรายงานว่ามีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ 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 มีการศึกษาพบว่าใบมะกรูดมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิด เช่น วิตามินซี เบต้าแคโรทีน ( $\beta$ -Carotene) ซิโทรเนลลาล (citronellal) เบต้าไพเนน ( $\beta$ -Pinene) ลิโมนีน (limonene) โดยเฉพาะสารในกลุ่ม furanocoumarin ได้แก่ สาร oxypeucedanin และ bergamottin ซึ่งมีรายงานวิจัยที่ระบุว่ามีฤทธิ์ในการต้านการอักเสบได้ (วุฒิชัย วิสุทธิพรต, 2563) สารสกัดจากใบมะกรูดช่วย

ป้องกันการเสื่อมสภาพของเซลล์ประสาทที่เกิดจากกลูโคสและปรับปรุงการทำงานของเซลล์ประสาทได้ (Pattarachotananant & Tencomnao, 2020) นอกจากนี้ในปัจจุบันยังพบว่าสารสกัดจากใบมะกรูดสามารถใช้ต้านการอักเสบที่นำไปสู่การเกิดโรคต่างๆ โดยพบว่าสาร  $\beta$ -pinene, sabinene, citronellal และ citronellol ที่มีอยู่ในใบมะกรูดมีฤทธิ์ต้านเบาหวาน ลดไขมันในเลือด และต้านโรคอ้วน รวมทั้งป้องกันการพัฒนาไปเป็นโรคความดันโลหิตสูงได้ (Hawa *et al.*, 2022) ยังมีงานวิจัยอีกหลายๆ ชิ้นที่กล่าวถึงประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบมะกรูดที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการอักเสบได้

แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากผลการทดลองทั้งหมดและศึกษาข้อมูลที่มีจะพบว่าสารสกัดจากสมุนไพรแต่ละชนิดมีฤทธิ์ที่แตกต่างกันออกไปซึ่งพบว่าสารสกัดจากขิงค่อนข้างมีการออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ครอบคลุม มีฤทธิ์ค่อนข้างสูง และนิยมนำมาบริโภคมากกว่าสารสกัดจากพืชสมุนไพรในครัวชนิดอื่นเมื่อเป็นเช่นนี้สารสกัดจากขิงจึงน่าสนใจต่อการนำมาศึกษาวิจัยต่อยอด 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 ต่อด้านโรคอ้วน โรคเบาหวาน อาการคลื่นไส้ และอาเจียน ได้ นอกจากนี้ สารสกัดจากขิงยังช่วยลดการสูญเสียเลือดในสตรีที่มีประจำเดือนมากกว่าปกติ (Kashefi *et al.*, 2015) มีการทดลองทางคลินิกโดยใช้ขิงช่วยบรรเทาอาการปวดไมเกรนได้ผลดีกว่าการใช้ยารักษาทางคลินิก (Maghbooli *et al.*, 2014) และยังพบว่าสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของขิง ได้แก่ 6-gingerol, 8-gingerol, 6-shogaol, citral และ eucalyptol มีฤทธิ์ป้องกันความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ ช่วยให้เกิดการผ่อนคลายในกล้ามเนื้อเรียบของทางเดินหายใจและการลดการอักเสบของทางเดินหายใจ

ได้ (Shariatpanahi *et al.*, 2013) ในด้านการออกฤทธิ์ต่อจุลินทรีย์ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา มีรายงานว่ามีสารสกัดจากขิงมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และไวรัส สารสกัดหยาบและชิ้นส่วนของขิงที่สกัดด้วยเมทานอลยับยั้งการสร้างไบโอฟิล์ม การสังเคราะห์กลูแคน และการเกาะติดของ *Streptococcus mutans* โดยปรับลดยีนที่รุนแรงลง สอดคล้องกับการศึกษาในหลอดทดลองที่พบว่า การพัฒนาของฟันผุที่เกิดจากเชื้อ *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  $\gamma$ -terpinene และ citral ในน้ำมันหอมระเหยขิงยังแสดงคุณสมบัติต้านเชื้อรา มีฤทธิ์ต้านเชื้อรา *Aspergillus flavus* และลดการทำงานของยีนบางตัวที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์อะฟลาทอกซินได้ (Moon *et al.*, 2018) เป็นต้น

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและสารเคมี และขอบคุณสาขาวิชาธุรกิจการแปรรูปอาหารที่อนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัย

งานวิจัยต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้ทราบข้อมูลของสารสกัดขิงและประโยชน์ที่ได้รับ ทำให้ผู้วิจัยมองเห็นศักยภาพที่จะพัฒนาเป็นอาหารเพื่อสุขภาพหรืออาหารเสริมสำหรับการป้องกันและการจัดการโรคเรื้อรังและโรคติดต่อในอนาคตได้ ทั้งนี้เพื่อเพิ่มมูลค่าของพืชสมุนไพรพื้นบ้าน ส่งเสริมให้มีการปลูกเพื่อให้เกิดรายได้ของเกษตรกร และเพิ่มศักยภาพของประเทศในการผลิตสารสำคัญใช้เองและลดการนำเข้าจากต่างประเทศ

### เอกสารอ้างอิง

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

พิศุทธิภรณ์ ศุภผล และ สิตา ปรีदानนท์. (2561). สารต้านจุลินทรีย์และสายสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของราจากดินป่าชายเลน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 26(1), 155-71.

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

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

วศพล ฉัตรเกตุ, นันทพงศ์ ชำทอง และ ชีวทัศน์ สุดสาย. (2559). ฤทธิ์ต้านการอักเสบและต้านอนุมูลอิสระของสารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากส่วนสกัดเฮกเซนของเหง้าว่านเปรี้ยว. *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต*. มหาวิทยาลัย รังสิต.

อินทรา ขุดแก้ว, ภาริตา ลิ้มปิโซติกุล. (2561). การศึกษาฤทธิ์การต้านออกซิเดชันและสหสัมพันธ์ของสารต้านออกซิเดชันของสมุนไพรในสวนครัว 8 ชนิด. *วารสารวิจัย มสค.*, 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 *Pedaliom 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 resistant 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 bioactive 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-pharmacology*, 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.