

สารพฤกษเคมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของเห็ดนางรมสีทอง และเห็ดนางรมสีชมพู

Phytochemical Contents, Antioxidant and Antibacterial Activities of Golden and Pink Oyster Mushrooms

เวธกา เข้าเจริญ*, ศรีนรินทร์ ศุภเศรษฐ์ธนา, บุษราคัม สิงห์ชัย, ศุภสุตา ลิ้มลิขิตอักษร, ชลลดา มณีราษฎร์, อัครพล สู้สนาม, บุษกร อู่ยวงษ์

Wethaka Chaocharoen*, Sarinrut Supasathana, Butsarakam Singchai, Suphasuta Limlikhitaksorn, Chonlada Maneerat, Akarapon Susanam and Budsakorn Auiyawong

สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

Division of chemistry, Faculty of Science and technology, Phetchaburi Rajabhat University

*Corresponding author; E-mail: wethaka.cha@mail.pbru.ac.th

Received: 02 December 2024 /Revised: 24 December 2024 /Accepted: 24 December 2024

บทคัดย่อ

เห็ดมีคุณค่าทางอาหารและมีฤทธิ์ทางชีวภาพหลายประการ ในการศึกษานี้ได้วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิก รวม ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของเห็ดนางรมสีทองและเห็ดนางรมสีชมพู พบว่า ปริมาณฟีนอลิกรวมและฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดจากเห็ดนางรมสีทองเท่ากับ 4.263 ± 0.17 และ 0.187 ± 0.013 mg/mL และเห็ดนางรมสีชมพูเท่ากับ 3.290 ± 0.184 และ 0.296 ± 0.017 mg/mL ตามลำดับ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเห็ดนางรมสีทองและเห็ดนางรมสีชมพูด้วยวิธี ABTS decolorization assay มีค่า IC_{50} เท่ากับ 1.601 ± 0.049 mg/mL และ 2.053 ± 0.170 mg/mL ความสามารถในการรีดิวซ์ด้วยวิธี Ferricyanide/Prussian blue assay เท่ากับ 40.11 ± 1.02 μ molTE /g DW และ 24.28 ± 2.38 μ molTE /g DW ตามลำดับ โดยเห็ดนางรมสีทองมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่าเห็ดนางรมสีชมพูอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) การศึกษาทดสอบฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี disc diffusion assay และ agar well diffusion พบว่า สารสกัดเมทานอลจากเห็ดนางรมสีทองมีฤทธิ์ต้านเฉพาะการเจริญของแบคทีเรีย *S. aureus* ด้วยวิธี agar well diffusion โดยมีค่า MIC เท่ากับ 80 mg/mL ในขณะที่เห็ดนางรมสีชมพูไม่พบฤทธิ์ต้านการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า สารสกัดเมทานอลของเห็ดนางรมสีทองมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่ดีทั้งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย

คำสำคัญ: สารพฤกษเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย เห็ดนางรมสีทอง เห็ดนางรมสีชมพู

Abstract

Mushrooms have many nutritional properties and bioactivities. This study analyzed the total phenolic content, total flavonoid content, antioxidant activity, and antibacterial activity of methanol extract of golden and pink oyster mushrooms. The results showed that the total phenolic content and total flavonoid contents of the golden oyster mushrooms extract were 4.263 ± 0.17 and 0.187 ± 0.013 mg/mL, respectively, whereas, those of two phytochemical contents in the pink oyster mushrooms were 3.290 ± 0.184 and 0.296 ± 0.017 mg/mL, respectively. The antioxidant activity of golden and pink oyster mushrooms obtained by ABTS decolorization assay showed IC_{50} values of 1.601 ± 0.049 mg/mL and 2.053 ± 0.170 mg/mL, respectively. The reducing abilities of two extracts by Ferricyanide/Prussian blue assay were $40.11 \pm 1.02 \mu\text{molTE/g DW}$ and $24.28 \pm 2.38 \mu\text{molTE/g DW}$, respectively. Golden oyster mushrooms exhibited significantly better antioxidant activity than pink oyster mushrooms ($p \leq 0.05$). Antibacterial activity in this study was analyzed by disc diffusion assay and agar well diffusion method. It was found that the methanol extract of golden oyster mushroom exhibited specific inhibitory activity against *S. aureus* by agar well diffusion method with MIC value of 80 mg/mL, while pink oyster mushroom did not exhibit any antibacterial activity. The study showed that the methanol extract of golden oyster mushroom exhibited good bioactivity both in antioxidant and antibacterial activities.

Keywords: Phytochemical, Antioxidant activity, Antibacterial activity, Golden oyster mushroom, Pink oyster mushroom

บทนำ

เห็ด (Mushroom) ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากเห็ดอุดมไปด้วยสารอาหาร และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพมากมาย ในปี 2567 การบริโภคเห็ดทั่วโลกมีปริมาณสูงถึง 12.47 ล้านตัน และคาดว่าจะเพิ่มเป็น 20.84 ล้านตัน ในปี 2569¹ โดยเห็ดสกุลนางรม (*Pleurotus*) เป็นหนึ่งในเห็ดที่มีการนิยมนำมาบริโภคอย่างกว้างขวาง โดยมีการบริโภคของเห็ดสกุลนี้คิดเป็นร้อยละ 25

ของการบริโภคเห็ดทั่วโลก โดยเฉพาะเห็ดนางรม (*P. ostreatus*) เห็ดนางฟ้า (*P. sajor-caju*) เห็ดเป๋าฮื้อ (*P. cystidiosus*) และเห็ดนางรมหลวง (*P. flabellula*)^{2,3} ซึ่งเห็ดทั้ง 4 สายพันธุ์เป็นที่นิยมในการบริโภค เนื่องจากเพาะเลี้ยงได้ง่าย มีกลิ่นรสชาติและเนื้อสัมผัสดี และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะมีปริมาณโปรตีนสูง และมีกรดอะมิโนจำเป็น เช่น อะลานีน (Alanine) ทริปโตเฟน (Tryptophan) และไกลซีน (Glycine)



ทำให้สามารถนำมาใช้ทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ได้⁴ นอกจากนี้ยังมีไฟเบอร์สูงแต่มีปริมาณไขมันต่ำ และอุดมไปด้วยวิตามินบีรวม วิตามินซี วิตามินดี รวมถึงแร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น ซีลีเนียม (Se) ที่ช่วยการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน กรดโฟลิก (Folic acid) ช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง โพแทสเซียม (K) ช่วยรักษาการเต้นของหัวใจ สมดุลของเหลว และความดันโลหิต^{5,6,7} นอกจากนี้คุณค่าสารอาหารสูงแล้ว เห็ดสกุลนี้ยังอุดมไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive compound) ที่สำคัญ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compound) ฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) เทอร์ปีนอยด์ (Terpenoid) และโพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharide)^{8,9} นอกจากนี้ สารประกอบเหล่านี้ยังมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ เช่น ด้านแบคทีเรีย ด้านอนุมูลอิสระ ด้านอักเสบ ด้านมะเร็ง ด้านเบาหวาน ลดน้ำตาลในเลือด และช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย^{10,11}

อนุมูลอิสระ (Free radical) เป็นสารที่มีโครงสร้างไม่เสถียรและมีความว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา เป็นสาเหตุในการเกิดโรคไม่ติดต่อ เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ โรคมะเร็ง โรคสมองและระบบประสาท เป็นต้น ในการป้องกันการเกิดโรสดังกล่าวการยับยั้งการอนุมูลอิสระเป็นทางเลือกในการป้องกันโรคที่เกิดจากอนุมูลอิสระได้ สารต้านอนุมูลอิสระที่พบมากในธรรมชาติ เช่น สารประกอบฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์¹² โดยตามธรรมชาติสารประกอบทั้งสองชนิดจะอยู่ร่วมกันและพบมากในเห็ดสกุลนางรม¹³ สารประกอบฟีนอลิกในเห็ดมีหลากหลายชนิด ทั้งกลุ่มที่มีโครงสร้างอย่างง่าย เช่น กรดฟีนอลิก (Phenolic acids)

กรดไฮดรอกซีเบนโซอิก (Hydroxybenzoic acid) กรดไฮดรอกซีซินนามิก (Hydroxycinnamic acid) ไปจนถึงกลุ่มที่มีโครงสร้างซับซ้อน เช่น ฟลาโวนอยด์แทนนิน (Tannin) และลิกนิน (Lignin) และยังอยู่ในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (Glycoside) อีกด้วย สารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์มีกลไกการต้านออกซิเดชันได้หลายวิธี ได้แก่ ให้อิเล็กทรอนิกส์หรือไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระ (Free radical scavenging) ยับยั้งการทำงานของอนุมูลอิสระ (Quenching) สร้างสารเชิงซ้อนกับไอออนของโลหะ เช่น Fe^{2+} , Fe^{3+} และ Cu^{2+} ซึ่งจะช่วยชะลอการเกิดอนุมูลอิสระได้ ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่สร้างอนุมูลอิสระ เช่น Lipoxygenases และกระตุ้นการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระจากเอนไซม์ เช่น Superoxide dismutase และ Catalase^{14,15}

เห็ดสกุลนางรมนอกจากเป็นแหล่งอาหารที่มีประโยชน์และเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระแล้ว เห็ดสกุลนางรมยังมีฤทธิ์ด้านเชื้อแบคทีเรีย (Antibacterial activity) ทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบอีกด้วย โดยฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรียขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด โดยสารสกัดเมทานอลของเห็ดจะแสดงฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรียดีกว่าสารสกัดน้ำ และสารสกัดเอทิลอะซิเตต ตามลำดับ จากรายงานการศึกษาพบว่าสารสกัดของเห็ดสกุลนางรมสามารถยับยั้งเชื้อก่อโรค *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Streptococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *Salmonella typhi* ซึ่งทดสอบด้วยวิธี Disc diffusion นอกจากชนิดตัวทำละลายที่ใช้สกัดสารจากเห็ด วัสดุที่ใช้เพาะเห็ดก็ส่งผลต่อ



ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียด้วยเช่นกัน โดยเห็ดนางรมที่เพาะเลี้ยงด้วยกากเมล็ดข้าวฟ่างมีฤทธิ์ต้าน *E. coli* และ *P. aeruginosa* ได้ดีกว่าการใช้วัสดุชนิดอื่น ๆ ในขณะที่สารสกัดของเห็ดนางรม (*P. florida*) ที่เพาะเลี้ยงด้วยกากเมล็ดข้าวสาลีมีฤทธิ์ต้าน *E. coli* และ *S. faecalis* ดีที่สุด¹⁶ สารสกัดเห็ดนางรมยังมีรายงานว่าสามารถยับยั้งเชื้อ *Micrococcus luteus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris* และ *Proteus mirabilis* ได้อีกด้วย เมื่อทดสอบด้วยวิธี Well diffusion โดยฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้น (25-100 µg/mL) ของสารสกัด^{17,18} โดยในงานวิจัยครั้งนี้ทำทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรค จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ เชื้อ *P. aeruginosa*, *E. coli*, *S. aureus*, *B. subtilis* และ *B. cereus* ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคในระบบทางอาหาร

จากที่กล่าวมา เห็ดสกุลนางรมมีสารอาหารและสารชีวภาพที่มีประโยชน์มากมาย การศึกษาวิจัยเห็ดในสกุลนางรมเพื่อนำมาใช้ประโยชน์จึงมีความน่าสนใจอย่างยิ่ง เห็ดนางรมสีทอง (*P. citrinopileatus*) และเห็ดนางรมสีชมพู (*P. djamon*) กำลังได้รับความนิยมในปัจจุบัน แต่รายงานการวิจัยเกี่ยวกับเห็ดทั้งสองชนิดนี้ในประเทศไทยยังมีน้อย ประกอบกับมีรายงานการวิจัยที่พบว่าปริมาณสารอาหารและองค์ประกอบทางเคมีของเห็ด ขึ้นอยู่กับวัสดุและสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเห็ด¹⁹ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของเห็ดนางรมสีทองและเห็ดนางรมสีชมพูจากบ้านหนองน้ำดำ ตำบลห้วยแม่เพรียง อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับพัฒนาเห็ดทั้งสองชนิดในเชิงพาณิชย์ต่อไป

วิธีการวิจัย

1. ตัวอย่างและการสกัด

ตัวอย่างเห็ดนางรมสีทองและเห็ดนางรมสีชมพู ได้จากเกษตรกรที่เพาะเห็ดของตำบลห้วยแม่เพรียง อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี ในเดือนมีนาคม 2566 โดยใช้ฟางข้าวหมักเป็นวัสดุปลูกและอุณหภูมิในการเพาะปลูกที่ 30 องศาเซลเซียส และนำส่วนที่เป็นดอกเห็ด (Fruiting body) มาทำความสะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ในตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 36 ชั่วโมง ให้นำแห้งสนิทแล้วนำมาบดด้วยเครื่องปั่นจนละเอียด ใส่ถุงสุญญากาศเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

สกัดตัวอย่างด้วยวิธีการแช่หมัก (Maceration method) โดยชั่งตัวอย่างเห็ดนางรมทั้งสองชนิดประมาณ 37 กรัม แช่ในสารละลายเมทานอลประมาณ 200 mL จนท่วมตัวอย่าง ทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำสารสกัดที่ได้มากรอง และนำส่วนของตัวอย่างมาสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง รวมสารสกัดที่ได้ทั้งหมดนำไประเหยตัวทำละลายด้วยเครื่อง Rotary evaporator ที่ความดัน 337 mbar อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และเก็บสารสกัดหยาบที่ได้ไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อการวิเคราะห์ต่อไป

2. การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวม

ปริมาณฟีนอลิกรวมในสารสกัดเมทานอลของเห็ดทั้งสองชนิดวิเคราะห์โดยวิธี Folin-Ciocalteu assay ซึ่งดัดแปลงเล็กน้อยจาก Singleton และคณะ²⁰ โดยนำสารสกัดปริมาตร 0.3 mL มาเติมสารละลาย 2N Folin-Ciocalteu (ที่เจือจางแล้วด้วยน้ำในอัตราส่วน 1/10 v/v) ปริมาตร 1.5 mL ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ประมาณ 6 นาที เติมสารละลาย 7.5% (w/v) โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ปริมาตร 1.3 mL

ผสมให้เข้ากันและนำไปวางไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง (UV-Vis Spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 760 nm โดยการเตรียมแบลนด์ใช้วิธีเดียวกับสารสกัดแต่ใช้เมทานอล และเทียบกับการฟามาตรฐานของกรดแกลลิก ความเข้มข้น 10-200 mg/L ($R^2=0.9970$) รายงานปริมาณฟีนอลิกรวมในรูปของมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (mg gallic acid equivalent /g dried weight, mgGAE/g DW)

3.การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม

ปริมาณฟลาโวนอยด์รวมในสารสกัดเมทานอลของเห็ดทั้งสองชนิดวิเคราะห์โดยวิธี Aluminum chloride colorimetric method²¹ โดยใช้สารสกัดปริมาตร 2 mL เติมอะลูมิเนียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 0.1 mL ผสมให้เข้ากันและเติม Potassium acetate ความเข้มข้น 1 M ปริมาตร 0.1 mL และเติมน้ำกลั่น 1 mL ผสมให้เข้ากันและนำไปวางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 nm โดยใช้เมทานอลเป็นตัวแปรควบคุม และเทียบกับกราฟมาตรฐานของเคอร์ซีทิน (Quercetin) ความเข้มข้น 4-40 mg/mL ($R^2=0.9978$) รายงานปริมาณฟลาโวนอยด์รวมในรูปของมิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซีทินต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (mg quercetin equivalent /g dried weight, mgQE/g DW)

4.การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS

เตรียมสารละลาย ABTS (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid)) โดยนำ สารละลาย 7 mM ABTS ปริมาตร 10 mL และ

เติมสารละลาย 2.45 mM potassium persulfate ($K_2S_2O_8$) ปริมาตร 10 mL ลงไปผสมให้เข้ากัน เก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12-16 ชั่วโมง จะได้สารละลายสีน้ำเงินเข้ม นำมาเจือจางด้วย เมทานอลจนได้ค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัด การดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 nm ในช่วง $0.7-1.0^{22}$

นำสารสกัดเมทานอลของตัวอย่างที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ปริมาตร 0.1 mL นำมาเติมสารละลาย ABTS ที่เตรียมตามขั้นตอนด้านบนปริมาตร 2.9 mL ผสมให้เข้ากัน เก็บในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 nm คำนวณค่าร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ (Radical scavenging) และรายงานค่าความเข้มข้นที่สามารถต้านการเกิดอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 (IC_{50}) โดยเทียบกับสารมาตรฐานของทรอลลอกซ์

$$\text{radical scavenging (\%)} = [(A_0 - A_s)/A_0] \times 100$$

โดย A_0 = ค่าการดูดกลืนแสงของสารควบคุม
และ A_s = ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง

5. การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี PFRAP

วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Ferricyanide/Prussian blue method²³ โดยนำสารสกัดปริมาตร 0.1 mL เติม 96% เอทานอล ปริมาตร 0.9 mL เติมน้ำ 1.3 mL ผสมให้เข้ากันแล้วเติม 1M HCl ปริมาตร 0.2 mL และเติมสารละลาย 1% Potassium ferricyanide ปริมาตร 1.5 mL เติม 1% Sodium dodecyl sulfate ปริมาตร 0.5 mL และเติมสารละลาย 0.2% $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ปริมาตร 0.5 mL เป็นอันดับสุดท้าย เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย

เครื่องวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 nm คำนวณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระกับกราฟมาตรฐานของทอรอลอกซ์ และรายงานในรูปของไมโครโมลสมมูลของทอรอลอกซ์ต่อกรัมสารสกัด ($\mu\text{mol TE/g extract}$)

6. การทดสอบฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรีย

ในการทดสอบครั้งนี้ใช้แบคทีเรียก่อโรคจำนวน 5 สายพันธุ์ซึ่งเป็นชนิดและสายพันธุ์มาตรฐาน (American type culture collection, ATCC) แบ่งเป็นแบคทีเรียแกรมลบ จำนวน 2 สายพันธุ์ ดังนี้ (1) *Pseudomonas aeruginosa* PAO1 (2) *Escherichia coli* 25922 และแบคทีเรียแกรมบวก จำนวน 3 สายพันธุ์ ดังนี้ (1) *Staphylococcus aureus* 29213 (2) *Bacillus subtilis* และ (3) *Bacillus cereus*

โดยนำเชื้อแบคทีเรียที่ต้องการทดสอบมาเลี้ยงในอาหารเหลว Mueller-Hinton broth (MHB) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาปั่นตกตะกอนด้วยการปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 6,000 rpm ล้างแบคทีเรียด้วย Normal saline (0.85% sodium chloride) จำนวน 2 รอบ และนำเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ที่ต้องการทดสอบมาปรับความขุ่นด้วย Normal saline ให้เท่ากับ 0.5 McFarland (1.5×10^8 CFU/mL) และนำมาใช้ในการทดสอบฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรีย Disc diffusion assay, Agar well diffusion และ Broth microdilution method ต่อไป

6.1 การทดสอบฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Disc diffusion assay

การทดสอบ Disc diffusion test ได้ดำเนินการทดสอบด้วยวิธีมาตรฐานตามวิธีของ Clinical laboratory standard institute (CLSI) ทำได้โดยนำเชื้อแบคทีเรียทั้ง 5 สายพันธุ์ที่เตรียมในข้างต้น

มาสอบ (Swab) ให้ทั่วบนอาหาร Mueller-Hinton agar (MHA) ด้วยไม้พันสำลีปราศจากเชื้อ (Cotton swab) จากนั้นวางแผ่นดิส (disc) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตรที่มีสารสกัดเห็ดนางรมสีชมพูและสารสกัดเห็ดนางรมสีทอง ปริมาณ 1, 2 และ 4 mg ต่อแผ่นดิส หรือแผ่นดิสยาปฏิชีวนะ Cloxacillin (30 $\mu\text{g/disc}$) สำหรับแบคทีเรียแกรมบวก หรือ Ceftazidime (30 $\mu\text{g/disc}$) สำหรับแบคทีเรียแกรมลบ สำหรับแผ่นดิสที่ได้เติมสาร DMSO ปริมาณ 20 μL ให้เป็นดิสควบคุมตัวทำลายละลายนำแผ่นดิสที่แห้งแล้ววางบน MHA ที่ได้เพาะเชื้อในระยะห่างเหมาะสม จากนั้นนำไปบ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง (Inhibition zone)

6.2 การทดสอบฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Agar well diffusion

การทดสอบ Agar well diffusion ได้โดยนำเชื้อแบคทีเรียทั้ง 5 สายพันธุ์ที่เตรียมในข้างต้นมาสอบ (Swab) ให้ทั่วบนอาหาร Mueller-Hinton agar (MHA) ด้วยไม้พันสำลีปราศจากเชื้อ (Cotton swab) จากนั้นเจาะหลุมด้วย Cork borer โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตรจากนั้นหยดสารสกัดความเข้มข้น 100, 200 และ 400 mg/mL ลงในหลุมๆ ละ 50 μL รวมทั้ง DMSO และยาปฏิชีวนะ Cloxacillin สำหรับแบคทีเรียแกรมบวก หรือ Ceftazidime สำหรับแบคทีเรียแกรมลบ นำจานเพาะเชื้อนี้ไปบ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง (Inhibition zone)

6.3 การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดที่ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ (Minimum Inhibitory Concentration; MIC)

การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดที่ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ (MIC) ได้ดำเนินการทดสอบด้วยวิธีมาตรฐานของ Clinical laboratory standard institute (CLSI) ด้วยวิธี Broth microdilution method นำเชื้อแบคทีเรียทั้ง 5 สายพันธุ์ที่เตรียมในข้างต้นมา 20 μ L ผสมกับ Mueller-Hinton broth 180 μ L ใน 96-well plate และผสมกับสารสกัดที่มีลำดับความเข้มข้นต่าง ๆ (Serial dilution) ดังนี้ 0.625, 1.25, 2.5, 5, 10, 20, 40 และ 80 mg/mL และยาปฏิชีวนะ cloxacillin สำหรับแบคทีเรียแกรมบวก หรือ Ceftazidime สำหรับแบคทีเรียแกรมลบที่มีลำดับความเข้มข้นต่าง ๆ ดังนี้ 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 และ 512 μ g/mL โดยมีหลอดควบคุมเป็นหลอดที่ไม่มีเชื้อและไม่มียาหรือสารสกัด นำเพลทไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ค่า MIC คือความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย

7. สถิติในการวิจัย

ทุกการทดสอบทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง โดยรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณสารฟีนอลิกทางรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเห็ดทั้งสองชนิดด้วย independent t-test และทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.05$ โดยใช้โปรแกรม Microsoft excel

ผลการวิจัย

ปริมาณสารสกัด

ในการศึกษาเห็ดนางรมสีทองและเห็ดนางรมสีชมพูที่ได้จากกลุ่มเกษตรกรที่เพาะเลี้ยงเห็ดตำบลห้วยแม่เพรียง อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี โดยใช้ฟางข้าวหมักเป็นวัสดุปลูก และอุณหภูมิในการเพาะปลูกที่ 30 องศาเซลเซียส โดยนำตัวอย่างมาทำให้แห้ง บดให้ละเอียดและสกัดด้วยวิธีการแช่หมักในเมทานอล พบว่าสารสกัดหยาบของเห็ดนางรมทั้งสองชนิดมีลักษณะเป็นของเหลวข้นหนืด สีเหลืองน้ำตาล สารสกัดหยาบของเห็ดนางรมสีทองมีค่าร้อยละผลผลิตเท่ากับ 19.06 และสารสกัดหยาบของเห็ดนางรมสีชมพูมีค่าร้อยละผลผลิตเท่ากับ 12.65 ตามลำดับ สารสกัดหยาบในเมทานอลดังกล่าวนำไปทำการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวม ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียต่อไป

ปริมาณฟีนอลิกรวมและปริมาณฟลาโวนอยด์รวม

ในการศึกษาปริมาณฟีนอลิกรวมของเห็ดนางรมทั้งสองชนิดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric assay พบว่า เห็ดนางรมสีทองและเห็ดนางรมสีชมพูมีปริมาณฟีนอลิกรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เท่ากับ 4.263 ± 0.17 และ 3.290 ± 0.184 mgGAE/g DW ตามลำดับ และทดสอบปริมาณฟลาโวนอยด์รวมด้วยวิธี Aluminum chloride colorimetric assay พบว่า ปริมาณฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดจากเห็ดนางรมสีทอง และสีชมพูมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)



เท่ากับ 0.187 ± 0.013 และ 0.296 ± 0.017 mgQE/g DW ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 1

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

การศึกษานี้ได้ทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเมทานอลจากเห็ดทั้งสองชนิดด้วยวิธี ABTS decolorization assay ซึ่งเป็น การกำจัดอนุมูลแคโทไอออนของ ABTS (ABTS^{•+})²⁴ โดยเปรียบเทียบกับทรอลอกซ์ พบว่า สารสกัดเห็ดนางรมสีทองและสารสกัดเห็ดนางรมสีชมพู มีค่าความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระที่ร้อยละ 50 (IC₅₀) เท่ากับ 1.601 ± 0.049

mg/mL และ 2.053 ± 0.170 mg/mL ตามลำดับ โดยสารมาตรฐานทรอลอกซ์ มีค่า IC₅₀ เท่ากับ 0.110 ± 0.002 mg/mL และการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Ferricyanide/Prussian blue method โดยเทียบกับทรอลอกซ์เช่นกัน พบว่า ค่าการรีดิวซ์ของสารสกัดเห็ดนางรมสีทอง และ สารสกัดเห็ดนางรมสีชมพู เท่ากับ 40.11 ± 1.02 $\mu\text{molTE/g DW}$ และ 24.28 ± 2.38 $\mu\text{molTE/g DW}$ ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 1 โดยฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเห็ดนางรมสีทองและเห็ดนางรมสีชมพูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

Table 1. Total phenolic, total flavonoid and antioxidant activity of golden and pink oyster mushrooms

Samples	Total phenolic	Total flavonoid	ABTS method	Ferricyanide/Prussian blue method
	(mgGAE/g DW)	(mgQE/g DW)	IC ₅₀ (mg/mL)	($\mu\text{molTE/g DW}$)
Golden oyster mushroom	4.263 ± 0.17^a	0.187 ± 0.013^a	1.601 ± 0.049^a	40.11 ± 1.02^a
Pink oyster mushroom	3.290 ± 0.184^b	0.296 ± 0.017^a	2.053 ± 0.170^b	24.28 ± 2.38^b

The letter (a,b) in the same column indicates significant difference at $p \leq 0.05$

ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย

ในการศึกษานี้ได้ทำการทดสอบฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Disc diffusion assay และ Agar well diffusion รวมถึงหาค่า MIC ของสารสกัดเมทานอลของเห็ดนางรมสีทองและเห็ดนางรมสีชมพู โดยใช้แบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารจำนวน 5 สายพันธุ์ คือ *P. aeruginosa* PAO1, *E. coli* 25922, *S. aureus* 29213, *B. subtilis* และ *B. cereus*

จากการทดสอบฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Disc diffusion assay แสดงผลใน Table 2

พบว่า สารสกัดจากเห็ดนางรมทองและสารสกัดจากเห็ดนางรมสีชมพูไม่มีฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียก่อโรคทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ *P. aeruginosa*, *E. coli* และ *S. aureus* ในขณะที่ Cloxacillin (30 $\mu\text{g/disc}$) มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *S. aureus* และ Ceftazidime (30 $\mu\text{g/disc}$) โดยมีบริเวณยับยั้ง 3.00 ± 0.00 mm มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *P. aeruginosa* และ *E. coli* โดยมีบริเวณยับยั้งเท่ากับ 2.23 ± 0.06 และ 2.50 ± 0.00 mm ตามลำดับ

**Table 2.** Inhibition zone diameters (mm) of golden and pink oyster mushroom crude extracts by disc diffusion assay

Types of bacteria	Inhibition zone (mm)			
	Pink oyster mushroom	Golden oyster mushroom	Cloxacillin	Ceftazidime
<i>P. aeruginosa</i>	N.d.	N.d.	-	2.23 ± 0.06
<i>E. coli</i>	N.d.	N.d.	-	2.50 ± 0.00
<i>S. aureus</i>	N.d.	N.d.	3.00 ± 0.00	-

“-” not tested and “N.d.” not detected

จากการทดสอบฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดเห็ดนางรมสีชมพู และสารสกัดเห็ดนางรมสีทองด้วยวิธี Agar well diffusion แสดงผลดัง Table 3 พบว่า สารสกัดจากเห็ดนางรมสีชมพู ไม่มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ *P. aeruginosa*, *E. coli*, *S. aureus*, *B. subtilis* และ *B. cereus* ในขณะที่สารสกัดจากเห็ดนางรมสีทองไม่มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *P. aeruginosa*, *E. coli*, *B. subtilis* และ *B. cereus*

แต่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ที่ความเข้มข้น 100 mg/mL โดยมีบริเวณยับยั้ง เท่ากับ 0.70 ± 0.00 mm และที่ความเข้มข้น 200 mg/mL โดยมีบริเวณยับยั้ง เท่ากับ 0.73 ± 0.06 mm และที่ความเข้มข้น 400 mg/mL โดยมีบริเวณยับยั้ง เท่ากับ 0.87 ± 0.12 mm ในขณะที่ cloxacillin มีฤทธิ์ต้าน *S. aureus* โดยมีบริเวณยับยั้ง 2.80 ± 0.00 mm และ Ceftazidime มีฤทธิ์ต้าน *P. aeruginosa* และ *E. coli* โดยมีบริเวณยับยั้ง เท่ากับ 20.97 ± 0.06 และ 2.00 ± 0.00 mm ตามลำดับ

Table 3. Inhibition zone diameters (mm) indicating antibacterial activity of golden and pink oyster mushroom crude extracts by agar well diffusion

Types of bacteria	Inhibition zone (mm)							
	Pink oyster mushroom			Golden oyster mushroom			Cloxacillin	Ceftazidime
	(mg/mL)			(mg/mL)				
	100	200	400	100	200	400		
<i>P. aeruginosa</i>	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	-	0.97± 0.06
<i>E. coli</i>	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	-	2.00 ± 0.00
<i>S. aureus</i>	N.d.	N.d.	N.d.	0.70 ±0.00	0.73±0.06	0.87±0.12	2.80±0.00	-
<i>B. subtilis</i>	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	-
<i>B. cereus</i>	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	-

“-” not tested and “N.d.” not detected



ผลการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดที่ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ (MIC) พบว่า สารสกัดเห็ดนางรมสีชมพูมีค่า MIC ในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารทั้ง 5 ชนิดมากกว่า 80 mg/mL และสกัดเห็ดนางรมสีทองมีค่า MIC ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดิน

ในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* มีค่า 80 mg/mL สำหรับ Cloxacillin มีค่า MIC ในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus*, *B. subtilis* และ *B. cereus* เท่ากับ 0.5, ≤ 0.5 และ 256 $\mu\text{g/mL}$ ตามลำดับ และ Ceftazidime มีค่า MIC เท่ากับ 4 และ $\leq 0.5 \mu\text{g/mL}$ ตามลำดับ แสดงดังใน Table 4

อาหารทั้ง 4 ชนิด มากกว่า 80 mg/mL และมีค่า MIC

Table 4 Minimum Inhibitory Concentration (MIC) of golden and pink oyster mushroom crude extracts

Types of bacteria	Pink oyster mushroom (mg/mL)	Golden oyster mushroom (mg/mL)	Cloxacillin ($\mu\text{g/mL}$)	Ceftazidime ($\mu\text{g/mL}$)
<i>P. aeruginosa</i>	> 80	> 80	-	4
<i>E. coli</i>	> 80	> 80	-	≤ 0.5
<i>S. aureus</i>	> 80	80	0.5	-
<i>B. subtilis</i>	> 80	> 80	≤ 0.5	-
<i>B. cereus</i>	> 80	> 80	256	-

อภิปรายผลการวิจัย

เห็ดสกุลนางรม (*Pleurotus* spp.) เป็นเห็ดที่นิยมบริโภคของคนทั่วโลก และเพิ่มมากขึ้นในกลุ่มอาหารสุขภาพ เนื่องจากคุณค่าทางอาหารและฤทธิ์ทางชีวภาพหลายอย่าง แต่อย่างไรก็ตามเห็ดนางรมสีทอง (*P. citrinopileatus*) และเห็ดนางรมสีชมพู (*P. djamon*) ซึ่งทั้งสองสายพันธุ์เป็นเห็ดที่อยู่ในสกุลนางรม ในประเทศไทยยังมีรายงานน้อยจากการศึกษาท่อน้ำของบุษกร และคณะ²⁵ รายงานคุณค่าทางโภชนาการของเห็ดทั้งสองชนิด ปริมาณฟีนอลิกรวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่า นอกจากเห็ดทั้งสองชนิดจะเป็นแหล่งของโปรตีนที่ดีแล้ว สารพฤกษเคมีของเห็ดนางรมทั้งสองชนิดในสารสกัดเมทานอล พบทั้งแอลคาลอยด์ สเตอโรอยด์ แทนนิน คูมาริน และฟลาโวนอยด์

และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดี โดยการสกัดด้วยเมทานอลจะมีฤทธิ์ที่ดีกว่าในการสกัดด้วยน้ำ²⁵ ดังนั้นในการศึกษานี้จึงสนใจศึกษาฤทธิ์ในสารสกัดเมทานอลเป็นหลัก และพบว่าปริมาณฟีนอลิกในเห็ดนางรมสีทองมีปริมาณมากกว่าเห็ดนางรมสีชมพูอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามมีการรายงานค่าปริมาณฟีนอลิกรวมและฟลาโวนอยด์รวมของเห็ดนางรมสีชมพูในแต่ละช่วงการเจริญที่แตกต่างกัน โดยพบว่าในช่วงที่โตเต็มที่พร้อมเก็บเกี่ยวจะมีปริมาณฟีนอลิกรวมและฟลาโวนอยด์รวมเท่ากับ 6.75 mgGAE/g DW และ 1.20 mgQE/g DW ตามลำดับ²⁶ และมีรายงานส่วนของสารสกัดเมทานอลของเห็ดนางรมสีทองมีปริมาณฟีนอลิกรวมและฟลาโวนอยด์เท่ากับ 0.304 mgGAE/g DW



และ 0.137 mgQE/g DW ตามลำดับ²⁷ ซึ่งไม่ต่างมากนักกับการศึกษาอื่น

เป็นที่ทราบกันดีว่าสารสกัดจากเห็ดหลายชนิดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ⁵ ดังนั้นในการศึกษานี้ได้ทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเมทานอลจากเห็ดทั้งสองชนิดด้วยวิธีการกำจัดอนุมูลแคทไอออนของ ABTS (ABTS^{•+}) รวมถึงทดสอบการส่งผ่านอิเล็กตรอนเดี่ยวไปรีดิวซ์อนุมูลด้วยวิธี Ferricyanide/Prussian blue method พบว่า สารสกัดของเห็ดนางรมสีทองมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่าสารสกัดของเห็ดนางรมสีชมพู โดยมีค่า IC₅₀ น้อยกว่า รวมถึงความสามารถในการรีดิวซ์มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ รวมถึงสารประกอบฟีนอลิกและสารประกอบฟลาโวนอยด์เป็นสารกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งในการศึกษานี้ปริมาณฟลาโวนอยด์ในสารสกัดเห็ดทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดเห็ดนางรมสีทองสูงกว่าสารสกัดจากเห็ดนางรมสีชมพู ส่งผลให้สารสกัดเห็ดนางรมสีทองมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสารสกัดจากเห็ดนางรมสีชมพู ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของบุษกร²⁵ ที่พบว่าสารสกัดเห็ดนางรมที่มีปริมาณฟีนอลิกรวมสูงจะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง

มีการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากเห็ดชนิดต่าง ๆ และพบว่าเห็ดหลายสายพันธุ์รวมถึงกลุ่มเห็ดนางรมมีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียได้^{16,17,18} ดังนั้นในการศึกษานี้ได้ทำการทดสอบฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียด้วยวิธี Disc diffusion assay และ Agar well diffusion พบว่า

สารสกัดเมทานอลจากเห็ดนางรมสีทองมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* ด้วยวิธี Agar well diffusion โดยมีค่า MIC เท่ากับ 80 mg/mL ในขณะที่เห็ดนางรมสีชมพูในการศึกษานี้ไม่พบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียทั้งวิธี disc diffusion assay และ agar well diffusion ทั้งนี้ฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียอาจขึ้นกับวัสดุและสภาพแวดล้อมในการเพาะปลูกที่ต่างกัน¹⁹ แต่อย่างไรก็ตามมีการรายงานฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียหลายสายพันธุ์ของสารสกัดไคคลอโรไมเทนของส่วน Mycelial ของเห็ดนางรมสีชมพูต่อ *S. aureus*, *S. mutans*, *E. coli*, *P. aeruginosa* เป็นต้น²⁸ และจากการศึกษาของ Merng และคณะ²⁹ พบว่าในสารสกัดเฮกเซนและเอทิลอะซิเตตของเห็ดนางรมสีทอง มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* และ *E. coli* ที่ความเข้มข้น 0.5 และ 0.3 mg/mL ตามลำดับ แต่ในสารสกัดเมทานอลกลับไม่มีฤทธิ์ต้านการเจริญของเชื้อทั้งสองชนิดนี้เช่นเดียวกับการศึกษาของ Chomchoeon และคณะ³⁰ ที่รายงานว่าสารสกัด Ethyl acetate ของเห็ดนางรมสีทองที่เลี้ยงในอาหาร Potato dextrose broth มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* และ *E. coli* ได้ แต่ถ้าเลี้ยงด้วย Yeast extract sucrose broth จะไม่พบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียทั้งสองชนิด

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาสารสกัดเมทานอลของเห็ดนางรมสีทองและเห็ดนางรมสีชมพู พบว่าเห็ดทั้งสองชนิดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยเห็ดนางรมสีทองมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่าเห็ดนางรม



สีชมพู รวมถึงมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย *S. aureus* ด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้ได้งบประมาณสนับสนุนภายใต้งบประมาณด้านวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม จากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 (สัญญาเลขที่ วรณ-013-2567) และสถานที่ดำเนินงานวิจัยจากสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

เอกสารอ้างอิง

- Shirur M, Barh A, Annepu SK. Sustainable Production of edible and medicinal mushrooms: implications on mushroom consumption. In: Hebsale Mallappa VK, Shirur M, editors. Climate Change and Resilient Food Systems: Singapore: Springer Singapore 2021;315–46.
- Patel Y, Naraian R, Singh VK. Medicinal properties of *Pleurotus* species (oyster mushroom): A Review. Plant Biol 2012;3:1-12.
- Niego AG, Rapior S, Thongklang N, Raspé O, Jaidee W, Lumyong S, et al. Macrofungi as a nutraceutical source: promising bioactive compounds and market value. Journal of Fungi 2021;7:397.
- González A, Cruz M, Losoya C, Nobre C, Loredó A, Rodríguez R, et al. Edible mushrooms as a novel protein source for functional foods. Food Funct 2020;11:7400–14.
- Kozarski M, Klaus A, Jakovljevic D, Todorovic N, Vunduk J, Petrović P, et al. Antioxidants of edible mushrooms. molecules 2015;20:19489–525.
- Acharya K, Khatua S, Ray S. Quality assessment and antioxidant study of *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn. J App Pharm Sci 2017;7:105-10.
- Irshad A, Tahir A, Sharif S, Khalid A, Ali S, Naz A, et al. Determination of Nutritional and biochemical composition of selected *Pleurotus* spp. Fulzele DP, editor. BioMed Research International 2023;8150909.
- Venturella G, Ferraro V, Cirlincione F, Gargano ML. Medicinal mushrooms: bioactive compounds, use, and clinical trials. Int J Mol Sci 2021;22:634.
- Effiong ME, Umeokwochi CP, Afolabi IS, Chinedu SN. Assessing the nutritional quality of *Pleurotus ostreatus* (oyster mushroom). Front Nutr 2023;10:1279208.
- Golak-Siwulska I, Kałużewicz A, Spiżewski T, Siwulski M, Sobieralski K. Bioactive compounds and medicinal properties of oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.). Folia Horticulturae 2018;30:191–201.
- Devi PV, Islam J, Narzary P, Sharma D, Sultana F. Bioactive compounds, nutraceutical values and its application in food product development of oyster mushroom. J Future Foods 2024;4:335–42.

12. Puttaraju NG, Venkateshaiah SU, Dharmesh SM, Urs SMN, Somasundaram R. Antioxidant activity of indigenous edible mushrooms. *J Agric Food Chem* 2006;54:9764–72.
13. Izham I, Avin F, Raseetha S. Systematic review: Heat treatments on phenolic content, antioxidant activity, and sensory quality of malaysian mushroom: oyster (*Pleurotus* spp.) and black jelly (*Auricularia* spp.). *Front Sustain Food Syst* 2022;6:882939.
14. Finley JW, Kong AN, Hintze KJ, Jeffery EH, Ji LL, Lei XG. Antioxidants in foods: State of the science important to the food industry. *J Agric Food Chem* 2011;59:6837–46.
15. Nimse SB, Pal D. Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms. *RSC Adv* 2015;5:27986–8006.
16. Gashaw G, Fassil A, Redi F. Evaluation of the antibacterial activity of *Pleurotus* spp. Cultivated on different agricultural wastes in Chiro, Ethiopia. *Int J Microbiol* 2020;9312489.
17. Ahmed HA, Youssef MS, Magraby TA. Antimicrobial and Antioxidant activities of *Pleurotus Ostreatus* as edible oyster mushroom in Egypt. *J Environ Sci Stud* 2022; 28:24–34.
18. Mishra V, Tomar S, Yadav P, Vishwakarma S, Singh MP. Elemental analysis, phytochemical screening and evaluation of antioxidant, antibacterial and anticancer activity of *Pleurotus ostreatus* through in Vitro and in silico approaches. *Metabolites* 2022;12:821.
19. Bellettini MB, Fiorda FA, Maieyes HA, Teixeira GL, Ávila S, Hornung PS, et al. Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp. *Saudi J Biol Sci* 2019;26:633–46.
20. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology* 1999;299:152–78.
21. Chang CC, Yang MH, Wen HM, Chern JC. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *J Food Drug Anal* 2002;10:178-182.
22. Xiao F, Xu T, Lu B, Liu R. Guidelines for antioxidant assays for food components. *Food front* 2020;1:60–9.
23. Işıl Berker K, Güçlü K, Tor İ, Demirata B, Apak R. Total Antioxidant capacity assay using optimized ferricyanide/prussian blue method. *Food Anal Methods* 2010;3:154–68.
24. Ilyasov IR, Beloborodov VL, Selivanova IA, Terekhov RP. ABTS/PP decolorization

- assay of antioxidant capacity reaction pathways. IJMS 2020;21:1131.
- 25.บุษกร อุ้ยวงษ์, ศิริพร จอมแก้ว, ศรินทิพย์ สังคร. โภชนาการ สารพิษตกค้างเบื้องต้น และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเห็ดนางรมสีทองและเห็ดนางรมสีชมพู. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2024;19:121–34.
- 26.Jegadeesh R, Hariprasath L, Kumaresan K, Raaman N. In vitro antioxidant and antibacterial activities of fractionized extracts of edible mushroom *Pleurotus djamor* var. *roseus*. JAIR 2014;3:202-8.
- 27.Yin C, Fan X, Liu C, Fan Z, Shi D, Yao F, et al. The Antioxidant properties, tyrosinase and α -glucosidase inhibitory activities of phenolic compounds in different extracts from the golden oyster mushroom, *Pleurotus citrinopileatus* (Agaricomycetes). Int J Med Mushrooms 2019;21:865–74.
- 28.Illuri R, M E, M K, R SB, P P, Nguyen VH, et al. Bio-prospective potential of *Pleurotus djamor* and *Pleurotus florida* mycelial extracts towards gram positive and gram negative microbial pathogens causing infectious disease. J Infect Public Health 2022;15:297–306.
- 29.Meng TX, Furuta S, Fukamizu S, Yamamoto R, Ishikawa H, Arung ET, et al. Evaluation of biological activities of extracts from the fruiting body of *Pleurotus citrinopileatus* for skin cosmetics. J Wood Sci 2011;57:452–8.
- 30.Chomcheon P, Kheawkum B, Sriwiset P, Dulsamphan S, Dulsamphan C. Antibacterial activity of crude extracts from edible mushrooms *Pleurotus citrinopileatus* and *Tricholoma crassum* Berk. Thai J Pharm Sci 2013;37:107-11.