

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส
ของตำรับยาสมุนไพรพื้นบ้านรักษาโรคเบาหวาน โดยหมोजิตร บุญเลื่อง
อำเภอวังวิเศษ จังหวัดตรัง

Study of Antioxidant Activity and Alpha-glucosidase Inhibitory Activity of
Herbal Extracts of Thai Traditional Medicine Formulas of Mor Chit Bunluang
Wang Wiset District, Trang Province

เจษฎา อุดมพิทยาสรรพ์^{1*}, นันทิศจพร พวงแก้ว², วรัญญา อรุณทยานันท์³,
กนกวรรณ เอื้อเจริญ⁴, เอมพิกา อุดมพิทยาสรรพ์⁵

¹วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดตรัง, ²โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านบวหมือ,

³วิทยาลัยเทคโนโลยีทางการแพทย์และสาธารณสุข กาญจนาภิเษก,

⁴วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดชลบุรี, ⁵วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี เชียงใหม่

Jadsada Udompittayason^{1*}, Nuntitporn Puangkaew², Warunya Arunotayanun³,

Kanokwan Uacharoen⁴, Empika Udompittayason⁵

^{1*}Sirindhorn College of Public Health, Trang, ²Banbuakmue Subdistrict Health Promotion Hospital,

³Kanchanabhishek Institute of Medical and Public Health Technology,

⁴Sirindhorn College of Public Health, Chonburi,

⁵Boromarajonani College of Nursing Chiang Mai

นิพนธ์ต้นฉบับ

Received : Jan.18, 2025

Revised : Sept. 9, 2025

Accepted : Oct. 7, 2025

Published : Oct. 15, 2025

บทคัดย่อ

โรคเบาหวาน (Diabetes mellitus, DM) เป็นกลุ่มโรคเกี่ยวข้องกับการเผาผลาญอาหารเนื่องจาก
ร่างกายผลิตอินซูลินไม่เพียงพอหรือมีภาวะดื้ออินซูลิน ส่งผลให้เกิดภาวะน้ำตาลในเลือดสูง หนึ่งในวิธีการ
รักษาโรคเบาหวาน ได้แก่ การลดระดับน้ำตาลในเลือดโดยการยับยั้งเอนไซม์ย่อยอาหารจำพวก
คาร์โบไฮเดรต เช่น แอลฟาไกลูโคซิเดส (α -glucosidase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหาร โดยหมอ
จิตร บุญเลื่อง เป็นหมอพื้นบ้านอำเภอวังวิเศษ จังหวัดตรัง เป็นหมอพื้นบ้านที่มีประสบการณ์ด้านการ
รักษาโรคเบาหวานมากกว่า 20 ปี โดยตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน ประกอบด้วยสมุนไพร 7 ชนิด
ดังนี้ ข้าวฟ่าง อินทนิลน้ำ ขลุ่ หนวดข้าวโพด หัวเตารัง กรดน้ำ และ กระแตไต่ไม้งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์
เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดตำรับยา
สมุนไพรรักษาโรคเบาหวานของหมोजิตร บุญเลื่อง โดยทำการสกัดด้วยเอทานอลและน้ำ เมื่อศึกษาฤทธิ์
ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH assay (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) และวิธี α -Glucosidase inhibitory
assay ผลการทดสอบพบว่า วิธี DPPH assay สารสกัดน้ำตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวานทำให้อนุมูล
อิสระลดลงร้อยละ 50 (IC_{50}) เท่ากับ $10.31 \pm 0.01 \mu\text{g/ml}$ สารสกัดเอทานอลตำรับสมุนไพรรักษา
โรคเบาหวานทำให้อนุมูลอิสระลดลงร้อยละ 50 (IC_{50}) เท่ากับ $16.71 \pm 0.01 \mu\text{g/ml}$ และวิธี α -Glucosidase
inhibitory assay สารสกัดน้ำตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวานสมุนไพรรักษาปฏิบัติได้ร้อยละ 50
(IC_{50}) เท่ากับ $79.17 \pm 0.01 \mu\text{g/ml}$ และสารสกัดเอทานอลตำรับสมุนไพรรักษาโรคเบาหวานสามารถ
ยับยั้งปฏิกิริยาได้ร้อยละ 50 (IC_{50}) เท่ากับ $70.32 \pm 0.94 \mu\text{g/ml}$ จากงานวิจัยในหลอดทดลองครั้งนี้สรุป
ได้ว่า สารสกัดจากตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน มีศักยภาพในการนำมาศึกษาต่อเพื่อที่จะพัฒนา
เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อส่งเสริมสุขภาพร่างกายได้

คำสำคัญ : ตำรับยาสมุนไพร, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส

Corresponding author : เจษฎา อุดมพิทยาสรรพ์ E-mail : jadsada@scphtrang.ac.th

Abstract

Diabetes mellitus (DM) is a metabolic disorder characterized by hyperglycemia resulting from defects in insulin secretion, insulin action, or both. Symptoms often include polydipsia, polyphagia, weight loss, and glycosuria. This study investigated the antioxidant activity and α -glucosidase inhibitory effects of a traditional Thai herbal formula used by a local herbalist to treat diabetes for over 20 years. The formula consists of seven herbs: 1. *Piper sarmentosum* Roxb. 2. *Lagerstroemia speciosa* Pers. 3. *Pluchea indica* (L.) Less. 4. *Zea mays* (L). 5. *Caryota mitis* Lour. 6. *Scoparia dulcis* (L.) and 7. *Drynaria quercifolia* (L.) J.Sm. Both aqueous and ethanolic extracts of the formula were evaluated for their antioxidant activity using the DPPH assay and α -glucosidase inhibitory activity. The results showed that both extracts exhibited significant antioxidant activity, with the aqueous extract demonstrating a slightly higher IC_{50} value, 10.31 ± 0.01 μ g/ml, compared to the ethanolic extract, 16.71 ± 0.01 μ g/ml. Similarly, both extracts significantly inhibited α -glucosidase activity, with the aqueous extract showing an IC_{50} value of 79.17 ± 0.01 μ g/ml and the ethanolic extract showing an IC_{50} value of 70.32 ± 0.94 μ g/ml. These findings suggest that the traditional Thai herbal formula possesses potent antioxidant and α -glucosidase inhibitory properties, supporting its potential as a functional food or nutraceutical for diabetes management. Further studies are warranted to elucidate the underlying mechanisms and to evaluate the formula's efficacy and safety in clinical settings.

Keywords: Medicine Formulas, Antioxidant Activity, Alpha-Glucosidase Inhibitory

Corresponding author : Jadsada Udompittayason E-mail : jadsada@scphtrang.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันโรคเบาหวานเป็นโรคเรื้อรังที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตและทำให้มนุษย์เสียชีวิตมากที่สุดโรคหนึ่ง และมีแนวโน้มอัตราการเกิดโรคเพิ่มมากขึ้นในอนาคต ข้อมูลจากสมาพันธ์เบาหวานนานาชาติ (IDF: The International Diabetes Federation) ในปี ค.ศ. 2020 มีการประเมินว่ามีผู้ป่วยเบาหวาน รวม 484 ล้านรายทั่วโลก อยู่ในช่วงอายุ 20-79 ปี และคาดการณ์ว่าในปี ค.ศ. 2045 จะมีผู้ป่วยเบาหวานจำนวน 700 ล้านรายทั่วโลก อยู่ในช่วงอายุ 20-79 ปี หรือมีอัตราการเพิ่มอยู่ที่ร้อยละ 51 ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราการเพิ่มของผู้ป่วยเบาหวานในทุกปี (The International Diabetes Federation, 2023) สำหรับประเทศไทยจากข้อมูลกองโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ได้มีข้อมูลจำนวนและอัตราผู้ป่วยโรคเบาหวานต่อประชากร 100,000 คน ปี พ.ศ. 2563 - 2565 จากประชากรทั้งประเทศ 66,186,727 คน พบประชากรป่วยด้วยโรคเบาหวาน ในปี 2563 จำนวนผู้ป่วย 840,489 คน ปี 2564 จำนวนผู้ป่วย 876,970 คน และปี 2565 จำนวนผู้ป่วย 941,226 คน จากข้อมูลพบว่าอัตราผู้ป่วยเบาหวานเพิ่มขึ้นทุกปี (Department of Disease Control, Ministry of Public Health, 2021) จะเห็นได้ว่าโรคเบาหวานมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี

โรคเบาหวานเป็นหนึ่งในกลุ่มโรคไม่ติดต่อ (non-communication diseases, NCDs) วิธีการรักษาโรคเบาหวานต้องได้รับการรักษาอย่างต่อเนื่องเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดโรคแทรกซ้อนจากเบาหวาน โดยมีวิธีการที่หลากหลาย เช่น โภชนบำบัดทางการแพทย์ การออกกำลังกาย การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและยารักษาโรคเบาหวาน โดยข้อจำกัดของยาลดระดับน้ำตาลในเลือดกลุ่มที่ยับยั้งเอนไซม์ alpha-glucosidase (alpha-glucosidase inhibitors) ได้แก่ อะคาร์โบส ไมกลิทอล และวากลิโบส แต่ในการรักษาโดยใช้ยาเหล่านี้ติดต่อกันเป็นเวลานานจะทำให้เกิดผลข้างเคียงต่อผู้ป่วย เช่น ภาวะตับเป็นพิษ (live toxicity) และเกิดอาการไม่พึงประสงค์ในระบบทางเดินอาหาร (adverse gastrointestinal symptoms) เช่น ท้องอืด ท้องเฟ้อ ท้องเสีย และคลื่นไส้ (Gerich et al., 2001) ดังนั้นเป้าหมายของการรักษา คือ การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ปกติเพื่อชะลอการเกิดภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ โดยใช้ยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือดซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง มีผลข้างเคียง และข้อจำกัดของการใช้ยาอยู่มาก จึงทำให้สมุนไพรเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการวิจัยเพื่อศึกษาฤทธิ์ในการลดระดับน้ำตาลในเลือด

หมอจิตร บุญเรือง เป็นหมอฟันบ้านอำเภอวังวิเศษ จังหวัดตรัง เป็นหมอฟันบ้านที่มีประสบการณ์ด้านการรักษาโรคต่าง ๆ มากกว่า 20 ปี รวมทั้งโรคเบาหวาน โดยมีผู้มารับบริการรักษาอย่างต่อเนื่องและได้รับการรับรองหมอฟันบ้านจากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดตรัง โดยสมุนไพรในตำรับยาเบาหวานมีผลแสดงฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดในสัตว์ทดลองและในคนของตำรับยาสมุนไพร เช่น ข่าพลู (*Piper sarmentosum Roxb*) จากการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส โดยมีกลไกการออกฤทธิ์ในการลดหรือป้องกันการดูดซึมของน้ำตาลกลูโคส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทสำคัญในการเร่งปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของแป้งให้เป็นน้ำตาลกลูโคส ทำให้การดูดซึมน้ำตาลกลูโคสจากลำไส้เล็กเข้าสู่กระแสเลือดลดลง ลดภาวะการมีน้ำตาลในเลือดสูง (Gerich et al., 2001) โดยในตำรับยาเบาหวานของหมอจิตร บุญเรืองมีส่วนประกอบของสารสกัดน้ำข่าพลู การศึกษาพบว่าสารสกัดน้ำข่าพลูมีฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสมีค่า IC_{50} 87.35 ± 1.05 $\mu\text{g/mL}$ และเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสมีค่า IC_{50} 325.39 ± 1.32 $\mu\text{g/mL}$ (Mohd Hamil, 2024) และได้มีรายงานการวิจัยศึกษาถึงผลของสารสกัดจากใบอินทนิลน้ำ (*Lagerstroemia speciosa* (L.) Pers.) ด้วยเอทานอลต่อการลดระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดแก่หนูที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานด้วยสเตปโตโซโตซินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า หนูกลุ่มเบาหวานที่ได้รับสารสกัดจากใบอินทนิลน้ำ ในสัปดาห์ที่ 8 มีระดับน้ำตาลกลูโคสต่ำสุด 276.60 ± 82.70 มิลลิกรัม/กรัม (Rossella et al., 2023) และจากการศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดใบข่าพลู (*Piper sarmentosum Roxb*) ต่อฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือด ระดับฮอโมนอินซูลิน พบว่า สารสกัดใบข่าพลูเป็นเวลา 21 วัน มีระดับกลูโคสในเลือดลดลง คิดเป็นประสิทธิภาพฤทธิ์ลดน้ำตาลร้อยละ 8.11 และ 171.46 และมีระดับอินซูลินในเลือดเพิ่มร้อยละ 8.25 และ 50.53 (Choudhury, 2022) โดยศึกษาในห้องปฏิบัติการ โดยมีวัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสโดยมีกลไกการออกฤทธิ์ในป้องกันการดูดซึมของน้ำตาลกลูโคสจากลำไส้เล็กเข้าสู่กระแสเลือดลดลงส่งผลให้น้ำตาลในเลือด ในงานวิจัยนี้สนใจศึกษาตำรับยาเบาหวานของหมोजิตร บุญเลื่อง ประกอบด้วยสมุนไพร 7 ชนิด คือ 1. ซ้าพลู (*Piper sarmentosum Roxb.*) 2. อินทนิลน้ำ (*Lagerstroemia speciosa Pers.*) 3. ขลุ่ (*Pluchea indica (L.) Less.*) 4. หนวดข้าวโพด (*Zea mays (L.)*) 5. หัวเต่าร้าง (*Caryota mitis Lour.*) 6. กรดน้ำ (*Scoparia dulcis L.*) และ 7. กระแตไต่ไม้ (*Drynaria quercifolia (L.) J.Sm.*) เตรียมสารสกัดโดยตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด คือ น้ำและเอทานอล ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดและสารมาตรฐาน ด้วยวิธี DPPH และทดสอบการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส จากผลการศึกษาข้อมูลของสมุนไพรด้านฤทธิ์ทางชีวภาพและการศึกษาด้านความปลอดภัยของสมุนไพรในตำรับยาเบาหวานของหมोजิตร บุญเลื่องแต่ยังขาดข้อมูลฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสของตำรับยาเบาหวานของหมोजิตร บุญเลื่อง ดังนั้นในงานวิจัยจึงได้ทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสของตำรับยาเบาหวานของหมोजิตร บุญเลื่อง เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลฤทธิ์ทางชีวภาพในหลอดทดลอง (In Vitro) นำไปสู่การต่อยอดประยุกต์พัฒนาตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวานและวางแผนต่อยอดในอนาคตโดยการศึกษาทางคลินิกเพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้ตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวานต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวานของหมोजิตร บุญเลื่อง
2. เพื่อศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวานของหมोजิตร บุญเลื่อง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมสารสกัดตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน

1.1 ตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวานที่ใช้ในการทดลองสั่งซื้อจากบริษัท เจริญสุข ฟาร์มฯ ชัพพลาย จำกัด จังหวัดนครปฐม นำสมุนไพรในตำรับทั้งหมดมาล้างให้สะอาดและนำไปอบให้แห้งในตู้อบใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นนำส่วนที่แห้งไปบดหรือบดให้ละเอียด

1.2 การเตรียมสารสกัดด้วย Ethanol โดยนำผงสมุนไพรทั้งหมดไปหมักด้วย 95% Ethanol โดยใช้อัตราส่วนผงสมุนไพร: Ethanol ในอัตราส่วน 1: 4 คือใช้ผงสมุนไพรหนัก 250 กรัม ต่อ Ethanol ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร หมักทิ้งไว้เป็นเวลา 7 วัน หลังจากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วกรองซ้ำด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 ต่อมานำกากตัวอย่างเดิมมาสกัดซ้ำอีกครั้ง นำสารละลายทั้งสองครั้งมารวมกันนำส่วนที่กรองได้ไประเหยเอาตัวทำละลายออก โดยใช้เครื่อง Rotary evaporator

1.3 การเตรียมสารสกัดด้วยน้ำจากการต้มในเครื่องต้ม Water Bath โดยนำผงสมุนไพร ในอัตราส่วน ผงสมุนไพร 1: 4 น้ำ ผงสมุนไพรหนัก 250 กรัม : น้ำปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ต้มเป็นเวลา 30 นาที ด้วยเครื่องต้ม Water Bath ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ทำการต้มซ้ำอีกครั้ง จากนั้นนำน้ำที่ต้มได้ทั้ง 3 ครั้งมารวมกันแล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วกรองซ้ำด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 ต่อมานำกากตัวอย่างเดิมมาสกัดซ้ำอีกครั้ง นำสารละลายทั้งสองครั้งมารวมกันนำส่วนที่กรองได้ไปทำให้แห้งโดยใช้เครื่อง Freeze dry

2. การทดสอบความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเอทานอลและน้ำของตำรับยาสมุนไพรด้วยสารละลาย 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) โดยดัดแปลงจากวิธีของ Rumpf et al. (2023) นำสารสกัดละลายในไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (DMSO) เจือจางแบบลำดับ 2 (2-fold serial dilution) ให้ได้ความ

เข้มข้น 2.5-0.001 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวน 12 ความเข้มข้น จากนั้นนำไปผสมกับสารละลาย DPPH ในเมทานอล ความเข้มข้น 80 ไมโครโมลาร์ ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที แล้ววัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate reader และใช้โทรลอกซ์ (trolox) เป็นสารมาตรฐาน สมการกราฟมาตรฐาน $y = 1.5031x + 10.293$ $R^2 = 0.9984$ โดยตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นทำการทดสอบ 3 ซ้ำ รายงานค่าเป็นเปอร์เซ็นต์การกำจัดอนุมูลอิสระ โดยคำนวณจากสมการ

$$\% \text{ DPPH radical scavenging} = \frac{[(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}] \times 100}{\text{โดย } A_{\text{control}} = \text{ค่าการดูดกลืนแสงของตัวควบคุม}}$$

$$A_{\text{sample}} = \text{ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง}$$

จากนั้นคำนวณค่า IC_{50} (ค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถกำจัดอนุมูล DPPH ได้ 50%)

จากกราฟระหว่าง % inhibition กับความเข้มข้นของสารสกัด

3. การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส

การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสด้วยวิธี p-nitrophenol colorimetric โดยดัดแปลงจากวิธีของ Tran et al. (2022) ทำการทดสอบโดยผสมสารละลายมาตรฐานอะคาโบส (ความเข้มข้นในช่วง 0.03-2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) หรือสารสกัดของสมุนไพรในตำรับแต่ละชนิด (ความเข้มข้นเริ่มต้น 2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรที่ละลายในเมทานอล) ปริมาตร 20 ไมโครลิตร กับสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 10 ไมโครลิตร (pH 6.8) ปริมาตร 120 ไมโครลิตร และสารละลายเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสความเข้มข้น 0.2 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 20 ไมโครลิตรเติมลงในไมโครเวลเพลท บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นเติมสารละลาย PNP-G ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ลงในหลุม เขย่าให้เข้ากัน แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาทีสุดท้ายเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 40 ไมโครลิตร แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate reader และใช้อะคาโบส (acarbose) เป็นสารมาตรฐาน สมการกราฟมาตรฐาน $y = 0.9926x + 10.587$ $R^2 = 0.9977$ โดยตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นทำการทดสอบ 3 ซ้ำ และนำค่าที่ได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส คำนวณจากสมการ

$$\% \alpha\text{-glucosidase inhibition} = [(A-B)/A] \times 100$$

เมื่อ A คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ไม่มีสารทดสอบ

B คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่มีสารทดสอบ

จากนั้นคำนวณค่า IC_{50} (ค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสได้ 50%) จากกราฟระหว่าง % inhibition กับความเข้มข้นของสารสกัด

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ปริมาณร้อยละของสารสกัดน้ำและเอทานอลของตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน

การวิเคราะห์ปริมาณร้อยละของสารสกัดน้ำและเอทานอลของตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน สมุนไพรในตำรับคือ 1.ข้าวพุล (PS) 2.อินทนิลน้ำ (LS) 3. ขลุ่ (PI) 4. หนวดข้าวโพด (ZM) 5.หัวเต่าร้าง (CM) 6.กรดน้ำ (SD) และ 7.กระแตไต่ไม้ (DQ) ดังตารางที่ 1 พบว่า ร้อยละของสารสกัดเอทานอล (% yield) สารสกัดเอทานอลของอินทนิลน้ำมีปริมาณร้อยละของสารสกัดมากที่สุดเท่ากับ 45.25 และร้อยละของสารสกัดน้ำ (% yield) สารสกัดน้ำของอินทนิลน้ำมีปริมาณร้อยละของสารสกัดมากที่สุดเท่ากับ 39.89 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ข้อมูลชื่อสามัญ ชื่อวิทยาศาสตร์ ส่วนที่ใช้ และภาพ ของตำรับสมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน

Common name	Scientific name (Family name)	Part used	Photo
ขลุ่	<i>Pluchea indica</i> (L.) Less. (PI) (ASTERACEAE)	Leave	
อินทนิลน้ำ	<i>Lagerstroemia speciosa</i> Pers. (LS) (LYTHRACEAE)	Leave	
ข้าวปลู	<i>Piper sarmentosum</i> Roxb. (PS) (PIPERACEAE)	Leave	
ข้าวโพด	<i>Zea mays</i> (L.) (ZM) (POACEAE)	Pistil	
เต่าร้าง	<i>Caryota mitis</i> Lour. (CM) (ARECACEAE)	Root	
กระแตไต่ไม้	<i>Drynaria quercifolia</i> (L.) J.Sm (DQ) (POLYPODIACEAE)	Leave	
กรดน้ำ	<i>Scoparia dulcis</i> (L.) (SD) (SCROPHULARIACEAE)	Leave	

ตารางที่ 2 ร้อยละของสารสกัดเอทานอลและสารสกัดน้ำของตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน (% yield)

Extracts	ร้อยละของสารสกัดที่ได้ (% yield)	
	สารสกัดเอทานอล	สารสกัดน้ำ
ข้าวปลู	19.50	14.15
ขลุ่	20.34	18.12
หัวเต่าร้าง	30.38	25.56
กระแตไต่ไม้	18.32	16.44
กรดน้ำ	21.12	17.65
หนวดข้าวโพด	20.91	18.12
อินทนิลน้ำ	45.25	39.89
ตำรับยาเบาหวาน	29.90	27.84

2. ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระกับสารละลาย DPPH

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน และสมุนไพรในตำรับคือ 1.ข้าวปลู (PS) 2.อินทนิลน้ำ (LS) 3. ขลุ่ (PI) 4. หนวดข้าวโพด (ZM) 5.หัวเต่าร้าง (CM) 6.กรดน้ำ (SD) และ 7.กระแตไต่ไม้ (DQ) รายงานค่าเป็นความเข้มข้นของสารสกัดที่ให้อยู่ในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้ร้อยละ 50 (IC_{50}) ดังตารางที่ 3 ซึ่งจากการศึกษาสมุนไพรทั้ง 7 ชนิดที่เป็นองค์ประกอบของตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน พบว่าสารสกัด น้ำของอินทนิลน้ำมีค่า IC_{50} ดีที่สุดโดยมีค่า เท่ากับ $7.65 \pm 0.01 \mu\text{g/ml}$ ซึ่งพบว่า แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับ สารสกัดเอทานอลของตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ $16.71 \pm 0.01 \mu\text{g/ml}$ และสารสกัดน้ำของตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ $10.31 \pm 0.01 \mu\text{g/ml}$ แต่ ยังคงมีฤทธิ์ที่ต่ำกว่าสารมาตรฐานโทรลอคซ์ ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ $6.61 \pm 0.01 \mu\text{g/ml}$

ตารางที่ 3 ร้อยละ (%) การยับยั้งอนุมูลอิสระด้วยวิธีการ DPPH radical scavenging assay ของตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน

Extracts	DPPH radicals scavenging properties (IC ₅₀ ; mg/ml)	
	สารสกัดเอทานอล	สารสกัดน้ำ
ข้าพลุ	40.07 ± 2.18 ^c	30.72 ± 1.18 ^d
ขลุ	55.98 ± 1.15 ^d	51.51 ± 1.43 ^e
หัวเตารั้ง	22.11 ± 0.98 ^b	23.95 ± 0.36 ^c
กระแตไต่ไม้	64.91 ± 1.70 ^e	70.98 ± 7.26 ^f
กรดน้ำ	88.55 ± 1.60 ^f	71.23 ± 0.01 ^f
หนวดข้าวโพด	44.37 ± 0.01 ^c	58.29 ± 0.01 ^e
อินทนิลน้ำ	11.44 ± 0.05 ^a	7.65 ± 0.01 ^a
ตำรับยาเบาหวาน	16.71 ± 0.01 ^b	10.31 ± 0.01 ^b

^{a-f} Values in the same column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$; Tukey) Positive control ; IC₅₀ of trolox is 6.61 ± 0.01 µg/ml

3. ทดสอบการยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส (α-glucosidase inhibitory)

การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสของสารสกัดจากตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน และสมุนไพรในตำรับคือ 1.ข้าพลุ (PS) 2.อินทนิลน้ำ (LS) 3. ขลุ (PI) 4. หนวดข้าวโพด (ZM) 5.หัวเตารั้ง (CM) 6.กรดน้ำ (SD) และ 7.กระแตไต่ไม้ (DQ) รายงานค่าเป็นความเข้มข้นของสารสกัดที่ให้ร้อยละในความสามารถการยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส ได้ร้อยละ 50 (IC₅₀) ดังตารางที่ 4 ซึ่งจากการศึกษาสมุนไพรทั้ง 7 ชนิดที่เป็นองค์ประกอบของตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน พบว่าสารสกัดน้ำของอินทนิลน้ำมีค่า IC₅₀ ต่ำที่สุดโดยมีค่า เท่ากับ 87.31 ± 0.01 µg/ml ซึ่งพบว่า แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับสารสกัดเอทานอลของตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน ซึ่งมีค่า IC₅₀ เท่ากับ 70.32 ± 0.94 µg/mL และสารสกัดน้ำของตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน 79.17 ± 0.01 µg/ml แต่ยังคงมีฤทธิ์ที่ต่ำกว่าสารมาตรฐานอะคาร์โบส ซึ่งมีค่า IC₅₀ เท่ากับ 97.65 ± 0.02 µg/ml

ตารางที่ 4 ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสในสารสกัดตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน

Extracts	α-Glucosidase inhibitory activity (IC ₅₀ ; µg/ml)	
	สารสกัดเอทานอล	สารสกัดน้ำ
ข้าพลุ	33.40 ± 0.30 ^e	57.97 ± 1.26 ^d
ขลุ	21.37 ± 0.66 ^f	44.07 ± 2.18 ^e
หัวเตารั้ง	55.98 ± 1.15 ^d	67.38 ± 0.03 ^c
กระแตไต่ไม้	56.07 ± 0.01 ^d	49.91 ± 1.30 ^e
กรดน้ำ	20.07 ± 0.98 ^f	34.97 ± 0.57 ^f
หนวดข้าวโพด	63.78 ± 0.01 ^c	77.81 ± 0.02 ^b
อินทนิลน้ำ	77.97 ± 0.93 ^a	87.31 ± 0.01 ^a
ตำรับยาเบาหวาน	70.32 ± 0.94 ^a	79.17 ± 0.01 ^b

^{a-f} Values in the same column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$; Tukey) Positive control ; IC₅₀ of Acarbose is 97.65 ± 0.02 µg/ml

ผลการวิจัย

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวานหมอจิตร บุญเลื่อง อำเภอวังวิเศษ จังหวัดตรัง พบว่า สารสกัดน้ำของอินทนิลน้ำมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด โดยค่า IC_{50} เท่ากับ $7.65 \pm 0.01 \mu\text{g/ml}$ เมื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Trolox พบว่าน้อยกว่า โดยค่า IC_{50} เท่ากับ $6.61 \pm 0.01 \mu\text{g/ml}$ นอกจากนี้การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลโคซิเดส ของสารสกัดตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน พบว่า สารสกัดน้ำของอินทนิลน้ำมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลโคซิเดสมากที่สุด โดยค่า IC_{50} เท่ากับ $87.31 \pm 0.01 \mu\text{g/ml}$ เมื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Acarbose พบว่าน้อยกว่า ค่า IC_{50} เท่ากับ $97.65 \pm 0.02 \mu\text{g/ml}$ จากผลการศึกษานี้สนับสนุนแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรเพื่อใช้เสริมการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด โดยควรมีการศึกษาต่อในระดับสัตว์ทดลองหรือคลินิกในอนาคต

อภิปรายผล

การประเมินความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ซึ่งทั้งสองวิธีเป็นกลไกในการยับยั้งอนุมูลอิสระโดยการดักจับอนุมูลอิสระ โดยที่สารต้านอนุมูลอิสระจะเป็นตัวให้อิเล็กตรอนหรือไฮโดรเจนอะตอมแก่สารอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH เป็นการเกิดปฏิกิริยาโดยการลดสีของอนุมูล DPPH $\cdot$ คือเมื่ออนุมูล DPPH $\cdot$ ได้รับ Hydrogen atom จากสารต้านอนุมูลอิสระจากเดิมที่อนุมูล DPPH $\cdot$ เคยมีสีม่วง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนสีกลายเป็นสีเหลือง (DPPH2) (Campos et al., 2004) เมื่อทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยสารละลาย DPPH และนำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร พบว่าสารสกัดน้ำของอินทนิลน้ำมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุดซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ $7.65 \pm 0.01 \mu\text{g/ml}$ สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Arfan et al. (2022) ที่พบว่าสารสกัดน้ำและเอทานอลจากใบอินทนิลน้ำแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วย DPPH ที่ดี มีค่า IC_{50} เท่ากับ $11.23 \mu\text{g/mL}$ (Arfan et al., 2022) และ สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Pareek et al. (2010) พบว่าสารสกัดน้ำและเอทานอลจากใบอินทนิลน้ำแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วย DPPH ที่ดี มีค่า IC_{50} เท่ากับ $4.75 \mu\text{g/mL}$ (Pareek et al., 2010) ซึ่งอินทนิลน้ำมีสาร corosolic acid (CRA) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยกลไกเข้าไปควบคุมปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redtox reaction) ลดการผลิต Reactive oxygen species (ROS) และ TNF- α ซึ่งเป็นโมเลกุลที่ส่งผลให้เกิดอนุมูลอิสระในร่างกายและกระตุ้นการสร้าง superoxide dismutase (SOD) และ glutathione peroxidase (GPx) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดีในร่างกาย (Amria et al., 2019)

การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟาไกลโคซิเดส คือการยับยั้งการย่อยและการดูดซึมคาร์โบไฮเดรตในระบบย่อยอาหารบริเวณลำไส้ ซึ่งวิธีการนี้เป็นแนวทางหนึ่งที่ใช้ในการลดระดับน้ำตาลในกระแสเลือดหลังมื้ออาหารที่มีประสิทธิภาพ (Suttithumsatid et al., 2022) จากการทดสอบยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-ไกลโคซิเดส และนำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร พบว่าสารสกัดเอทานอลของสารสกัดตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน ดังนี้ ข้าวพลู ($IC_{50} = 33.40 \pm 0.30 \mu\text{g/ml}$) ขลุ่ ($IC_{50} = 21.37 \pm 0.66 \mu\text{g/ml}$) หัวเต่าร้าง ($IC_{50} = 55.98 \pm 1.15 \mu\text{g/ml}$) กระแตไต่ไม้ ($IC_{50} = 56.07 \pm 0.01 \mu\text{g/ml}$) กรดน้ำ ($IC_{50} = 20.07 \pm 0.9 \mu\text{g/ml}$) หนวดข้าวโพด ($IC_{50} = 63.78 \pm 0.01 \mu\text{g/ml}$) และ อินทนิลน้ำ ($IC_{50} = 77.97 \pm 0.93 \mu\text{g/ml}$) และสารสกัดน้ำของสารสกัดตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน ดังนี้ ข้าวพลู ($IC_{50} = 57.97 \pm 1.26 \mu\text{g/ml}$) ขลุ่ ($IC_{50} = 44.07 \pm 2.18 \mu\text{g/ml}$) หัวเต่าร้าง ($IC_{50} = 67.38 \pm 0.03 \mu\text{g/ml}$) กระแตไต่ไม้ ($IC_{50} = 49.91 \pm 1.30 \mu\text{g/ml}$) กรดน้ำ ($IC_{50} = 34.97 \pm 0.57 \mu\text{g/ml}$) หนวดข้าวโพด ($IC_{50} = 77.81 \pm 0.02 \mu\text{g/ml}$) และอินทนิลน้ำ ($IC_{50} = 87.31 \pm 0.01 \mu\text{g/ml}$) เมื่อเปรียบเทียบของการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟาไกลโคซิเดส พบว่า สารสกัดน้ำของอินทนิลน้ำมีค่า IC_{50} ดีที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ $87.31 \pm 0.01 \mu\text{g/ml}$ สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Joanna et al. (2015) ที่พบว่า สารสกัดน้ำของใบอินทนิลน้ำมีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลโคซิเดสที่ดี มีค่า IC_{50} เท่ากับ $107.19 \pm 2.78 \mu\text{g/ml}$ (Joanna et al., 2015) และเปรียบเทียบความสามารถในการการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์

แอลฟาไกลูโคไซด์ของสารสกัดน้ำและเอทานอลของตำรับยารักษาโรคเบาหวาน พบว่า สารสกัดน้ำตำรับยาสมุนไพรเบาหวานมีค่า IC_{50} ดีที่สุดโดยมีค่า เท่ากับ $79.17 \pm 0.01 \mu\text{g/ml}$ ซึ่งมีความสอดคล้องกับหมอจิตร บุญเลื่อง หมอพื้นบ้านที่ใช้วิธีการต้มยาสมุนไพรในการรักษาโรคเบาหวาน โดยการสกัดด้วยวิธีการต้มในน้ำเดือด (decoction) ซึ่งเป็นหลักการในการปรุงยาตามหลักการแพทย์แผนไทย ดังนั้นในการศึกษานี้แสดงให้เห็นได้ว่า สารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่มีขั้วมากหรือขั้วปานกลาง เช่น น้ำหรือเอทานอล จะสามารถดึงสารละลายที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคไซด์ของสารสกัดสมุนไพรตำรับยาเบาหวานออกมาได้ดีมากกว่าตัวทำละลายที่มีขั้วน้อยหรือไม่มีขั้ว เช่น n-hexanes, dichloromethane, ethylacetate ซึ่งสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคไซด์ จะช่วยลดการย่อยคาร์โบไฮเดรตและสามารถลดการดูดซึมน้ำตาล ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลง สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ wanwisa et al. (2018) ที่พบว่า สารสกัดน้ำตำรับยาสมุนไพรเบาหวานมีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคไซด์ที่ดี โดยที่ความเข้มข้น $40 \mu\text{L}$ มีค่า IC_{50} เท่ากับ $49.71 \pm 0.86 \mu\text{g/ml}$ (wanwisa et al., 2018) และสาร corosolic acid (CRA) ในอินทนิลน้ำมีประสิทธิผลในการลดระดับน้ำตาลในเลือด สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Choudhury (2022) พบว่าผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 100 คน รับประทานชาใบอินทนิลน้ำขนาด 12 กรัม (เช้า-เย็น) ระยะเวลา 90 วัน พบว่าระดับน้ำตาลในเลือด (Fasting Blood Sugar) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($D0 = 202 \pm 0.01 \text{ mg/dL}$ $D90 = 135 \pm 0.01 \text{ mg/d}$) น้ำตาลในเลือดสะสม (Hb1C) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($D0 = 7.3\%$ $D90 = 6.5\%$) และไม่มีผลข้างเคียงกับร่างกาย (Choudhury, 2022) และสอดคล้องวิจัยของ Saad Alkahtani et al. (2022) พบว่า ความเป็นพิษเฉียบพลันและกึ่งเฉียบพลันของสารสกัดของใบอินทนิลน้ำ พบว่าให้หนู Sprague-Dawley รับประทานสารสกัดของใบอินทนิลน้ำ ขนาด 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็นระยะเวลา 28 วัน ไม่พบการเสียชีวิตของหนู และไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในค่าพารามิเตอร์โลหิตวิทยาของหนู (Saad Alkahtani et al., 2022)

การนำผลการวิจัยไปใช้

กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก และสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดตรัง สามารถนำข้อมูลฤทธิ์ทางชีวภาพในหลอดทดลอง (In Vitro) ของสารสกัดสมุนไพรตำรับยาโรคเบาหวานของหมอจิตร บุญเลื่อง เพื่อทางเลือกในการส่งเสริมและพัฒนาตำรับยาเบาหวานของหมอพื้นบ้านต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปควรทำการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนความปลอดภัยของตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวานหมอจิตร บุญเลื่อง อำเภอวังวิเศษ จังหวัดตรัง และประสิทธิผลของตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคเบาหวานหมอจิตร บุญเลื่อง อำเภอวังวิเศษ จังหวัดตรังในการลดน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยโรคเบาหวานเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนการวิจัย จากสถาบันพระบรมราชชนก กระทรวงสาธารณสุข “งบประมาณเงินอุดหนุนจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประเภท Fundamental Fund ปีงบประมาณ พ.ศ.2565” ประกาศสถาบันพระบรมราชชนก ที่ สธ 1102/277 เรื่อง รายชื่อโครงการวิจัยที่ได้รับการจัดสรรงบประมาณสนับสนุนผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมเพื่อสนับสนุนการวิจัยมูลฐาน (Fundamental Fund) สถาบันพระบรมราชชนก กระทรวงสาธารณสุข ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2565 แผนงาน สมุนไพร/กัญชา รหัสโครงการ 166750

References

- Amria, M. M., Nermin, M. E., Abeer, H. A., Nayera, A., Wagdy, K. B., Mahmoud, N., Amani, N. H., Elsayed, A. E., & Sherien, K. H. (2019). *Lagerstroemia Speciosa* (L.) Pers Leaf Extract Attenuates Lung Tumorigenesis via Alleviating Oxidative Stress, Inflammation and Apoptosis. *Biomolecules*, 9(12), 871. <http://doi.org/10.3390/biom9120871>
- Arfan, A., Alif, K., On-Anong, S., Monthon, L., & Gornganok, P. (2022). Antioxidant and Antimicrobial Activities of Leaves Crude Extracts of *Lagerstroemia speciosa* (L.) Pers. *Princess of Naradhiwas University Journal*, 14(2), 165 - 176. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pnujr/article/view/253110>
- Campos, A.M., Sotomayor, C.P., Pino, E., & Lissi, E. (2004). A Pyranine based Procedure for Evaluation of the Total Antioxidant Potential (TRAP) of Polyphenols. A Comparison with closely related Methodologies. *Biological Research* 37(2), 287 - 92 <http://doi.org/10.4067/s0716-97602004000200015>
- Choudhury, B. (2022). Effect of *Lagerstroemia Speciosa* (L.) Pers. (*Jarula*) Leaves Powder as a Hypoglycemic Agent in the Management of Type 2 Diabetes Mellitus: An Interventional Study. *Ayuhom* 8(2), 64 - 67. http://doi.org/10.4103/AYUHOM.AYUHOM_4_22
- Department of Disease Contro, Ministry of Public Health. (2021, March 1). Incidence and prevalence ates of hypertension, diabetes, coronary artery disease, cerebrovascular disease, and COPD patients from 2020 to 2022. <http://www.thaincd.com/2016/mission/documents-detail.php?id=13684&tid=32&gid=1-020>.
- Gerich, J.E., Meyer, C., Woerle, H.J. & Stumvoll, M. (2001). Renal gluconeogenesis: its importance in human glucose homeostasis. *Diabetes Care*. 24(2), 382-391.
- Joanna, J., Orejola, J.V., Toralba, E.A.C., & Ladignon. (2015). Alpha-glucosidase Inhibitory Effect of Crude Extracts from Selected Philippine Medicinal Plants. *Orejola*. 19(4), 1-12. <https://pjhrd.upm.edu.ph/index.php/main/article/view/49>
- Pareek, A., Suthar, M., Garvendra, S., Rathore, Bansal, V., & Kumawat, T. (2010). *In Vitro* Antioxidant Studies of *Lagerstroemia speciosa* Leaves. *Pharmacognosy Journal*, 2(10), 357-360. [http://doi.org/10.1016/S0975-3575\(10\)80109-9](http://doi.org/10.1016/S0975-3575(10)80109-9)
- Rumpf, J., Burger, R., & Schulze, M. (2023). Statistical evaluation of DPPH, ABTS, FRAP, and Folin-Ciocalteu assays to assess the antioxidant capacity of lignins. *International Journal of Biological Macromolecules*, 233, 1-9. <http://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123470>
- Rossella, C., Vincenzo, G., & Aldo, E.C. (2023). Anti-Dyslipidemic and Anti-Diabetic Properties of Corosolic Acid: A Narrative Review. *Endocrines*. 4, 616 - 629. <http://doi.org/10.3390/endocrines4030044>
- Suttithumsatid, W., Shah, M.A., Bibi, S., & Panichayupakaranant, P. (2022). α -Glucosidase inhibitory activity of cannabidiol, tetrahydrocannabinol and standardized cannabinoid extracts from *Cannabis sativa*. *Current Research in Food Science*, 5, 1091-1097. <http://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.07.002>
- Saad Alkahtani, Md Saquib Hasnain, Hamzah Algamdy, Nada H. Aljarba, Abdullah AlKahtane. (2022). Acute and sub-acute oral toxicity *Lagerstroemia speciosa* in Sprague-Dawley rats. *Saudi Journal of Biological Sciences* 29 (2022) 1585–1591.

The International Diabetes Federation. (2023). *IDF Diabetes Atlas, 10th Edition 2021*.

<https://diabetesatlas.org>

Tran, V.C., To, D. C., Phan, T.Q., Thanh, Q. B., Le, V.T., Nguyen, V. H., Nguyen, T.T., Duc, V. H., Nguyen, C.B., Nguyen, T.A.N. (2022). Antioxidant activity and α -glucosidase inhibitability of *Distichochlamys citrea* M.F. Newman rhizome fractionated extracts: in vitro and *in silico* screenings. *Chemical Papers*, 76, 5655 - 5675. <http://doi.org/10.1007/s11696-022-02273-2>

Wanwisa, K., Passakorn, B., Ronnarit, K., Achida, J., Benjamart, C., Sakulrat, R., & Pawitra, P. (2018). Inhibitory Actions of *Lagerstroemia speciosa* (L.) Pers. Aqueous and Ethanolic Leaf Extracts against Carbohydrate-digesting Enzymes. *Pharmacognosy Journal*, 10(6), 113-118. <http://doi.org/10.5530/pj.2018.6s.22>