

ฤทธิ์ต้านอักเสบ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และองค์ประกอบเคมีเบื้องต้นด้วยวิธีโครมาโทกราฟี ของสารสกัดเอทานอลจากไพลสามชนิดและหญ้าเอ็นยัด

Anti-inflammatory, Antioxidant Activities, and Chromatographic Chemical Profiling of Ethanolic Crude Extracts from Three Phlai Species and *Plantago major* L.

สุพัตร์ หลงยานาย* และ รัฐพรณ สันตติโนทัย

Supat Langyanai* and Ruthaphan Santianotai

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University

เบญจวรรณ ยันต์วิเศษภักดี

Benjawan Yanwisetpakdee

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University

E-mail : supat_lan@cmru.ac.th*, ruthaphan_san@cmru.ac.th and benjawan.ya@skru.ac.th

*Corresponding author

(Received: 19 March 2025, Revised: 25 October 2025, Accepted: 4 November 2025)

<https://doi.org/10.57260/stc.2025.1128>

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านการอักเสบในหลอดทดลอง ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของสารสกัดเอทานอลจากไพลสามชนิด ได้แก่ ไพลเหลือง (*Zingiber cassumunar* Roxb.) ไพลดำ (*Zingiber ottensii* Valetton) ไพลขาว (*Zingiber kerrii* Craib) และหญ้าเอ็นยัด (*Plantago major* L.) ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรที่มีการใช้ในภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทยในการบรรเทาอาการปวดและอักเสบ โดยใช้วิธีการสกัดด้วยเอทานอลที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และศึกษาผลการยับยั้งการอักเสบเปรียบเทียบกับยามาตรฐาน Diclofenac diethylammonium รวมทั้งทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay ผลการศึกษาพบว่า สารสกัดไพลทั้งสามชนิดมีลักษณะกายภาพเป็นสารกึ่งแข็งกึ่งเหลว สีและกลิ่นแตกต่างกันตามชนิดของพืช การวิเคราะห์ด้วยโครมาโทกราฟีแบบบาง (TLC) พบว่าสารสกัดไพลเหลือง ไพลดำ และไพลขาวมีค่า Rf (Rate of flow) ใกล้เคียงกันในทุกระบบตัวทำละลายเคลื่อนที่ ในขณะที่สารสกัดหญ้าเอ็นยัดมีค่า Rf แตกต่างออกไป และไม่มีสารใดที่มีค่า Rf ใกล้เคียงกับยามาตรฐาน Diclofenac diethylammonium ในทุกระบบตัวทำละลาย การทดสอบฤทธิ์ต้านการอักเสบในหลอดทดลองพบว่าสารสกัดไพลเหลือง ไพลดำ และไพลขาวมีค่า IC₅₀ เท่ากับ 0.67±0.00, 3.85±0.25 และ 1.41±0.11 mg/ml

ตามลำดับ ขณะที่มาตรฐาน Diclofenac diethylammonium มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.33 ± 0.02 mg/ml และไม่พบฤทธิ์ต้านอักเสบในสารสกัดหยาบเอ็นยัด นอกจากนี้ การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay พบว่าสารสกัดโพลเหลียงและโพลดำมีค่า EC_{50} เท่ากับ 373.44 ± 0.50 และ 438.49 ± 0.22 μ g/ml ตามลำดับ ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าโพลขาวและหยาบเอ็นยัด ($EC_{50} > 1000$ μ g/ml) แต่ยังต่ำกว่าสารมาตรฐาน Ascorbic acid ($EC_{50} = 8.64 \pm 0.10$ μ g/ml) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สรุปได้ว่าสารสกัดเอทานอลจากโพลทั้งสามชนิด โดยเฉพาะโพลเหลียง มีศักยภาพในการต้านอักเสบและต้านอนุมูลอิสระในระดับที่ดี สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่มีฤทธิ์บรรเทาอาการปวดและลดการอักเสบของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญในการส่งเสริมการใช้สมุนไพรไทยทดแทนยาสังเคราะห์และสนับสนุนการแพทย์แผนไทยอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: สารสกัดโพล สารสกัดหยาบเอ็นยัด ฤทธิ์ต้านอักเสบ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

This study aimed to investigate the in vitro anti-inflammatory and antioxidant activities, as well as the preliminary phytochemical profiles, of ethanolic extracts from three *Zingiber* species; yellow Phlai (*Zingiber cassumunar* Roxb.), black Phlai (*Zingiber ottensii* Valetton), and white Phlai (*Zingiber kerrii* Craib) and *Plantago major* L. (Ya-En-Yued), a medicinal herb traditionally used in Thai folk medicine for pain and inflammation relief. The extracts were prepared using an environmentally friendly ethanolic extraction method. The anti-inflammatory activity was evaluated in comparison with the standard drug Diclofenac diethylammonium, while antioxidant activity was determined using the DPPH radical scavenging assay. All extracts were semi-solid with varying colors and characteristic herbal aromas. Thin-layer chromatography (TLC) analysis revealed that the three Phlai extracts exhibited similar R_f values in all solvent systems, while the *Plantago major* extract showed distinct R_f patterns (Rate of flow). None of the extracts shared R_f values similar to Diclofenac diethylammonium, indicating different active constituents. The in vitro anti-inflammatory test demonstrated that the ethanolic extracts of yellow, black, and white Phlai had IC_{50} values of 0.67 ± 0.00 , 3.85 ± 0.25 , and 1.41 ± 0.11 mg/ml, respectively, compared with 0.33 ± 0.02 mg/ml for Diclofenac diethylammonium. The *Plantago major* extract showed no significant anti-inflammatory effect. In the DPPH assay, yellow and black Phlai extracts showed EC_{50} values of 373.44 ± 0.50 and 438.49 ± 0.22 μ g/ml, respectively, while white Phlai and *Plantago major* exhibited EC_{50} values > 1000 μ g/ml. The standard Ascorbic acid displayed an EC_{50} of 8.64 ± 0.10 μ g/ml, showing significantly higher antioxidant activity ($P < 0.05$). In conclusion,

ethanolic extracts of the three Phlai species, particularly *Zingiber cassumunar* Roxb., exhibited notable *in vitro* anti-inflammatory and antioxidant activities. These findings suggest that Phlai extracts have potential as natural active ingredients for developing herbal products aimed at muscle pain relief and inflammation reduction, supporting the sustainable use of Thai medicinal herbs as alternatives to synthetic drugs.

Keywords: Phlai extract, *Plantago major* L.extract, Anti-inflammatory activity, Antioxidant activity

บทนำ

ไพล (Phlai) พืชในวงศ์ ZINGIBERACEAE เป็นพืชตระกูลเดียวกับขิง เป็นพืชสมุนไพรที่คนไทยนำมาใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมาก ซึ่งไพลสามารถพบได้ทุกภาคของประเทศไทย ไพลมีสรรพคุณทางยาสมุนไพรคือมีรสร้อน ช่วยในการขับลมในลำไส้ แก้อาการขัดประจำเดือน ช่วยบำรุงธาตุให้บริบูรณ์ อีกทั้งมีการนำไพลมาใช้ประโยชน์ทั้งในตำรับยาภายในและภายนอก ยกตัวอย่างเช่น ลูกประคบ น้ำมันไพล ยาหม่อง ยาประสะไพล เป็นต้น อีกทั้งมีการใช้ไพลเป็นส่วนประกอบของอาหารเช่นอาหารเหนือและอาหารอีสาน ซึ่งในประเทศไทยพบไพลอยู่หลายชนิดแต่มีการใช้ประโยชน์ในวงกว้างเพียงชนิดเดียวคือ ไพลเหลือง (*Zingiber cassumunar* Roxb.) เนื่องจากพืชชนิดนี้มีสรรพคุณทางยาที่น่าสนใจ โดยเหง้าไพลเหลืองประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหย มีฤทธิ์ด้านการอักเสบและแก้ปวด ใช้บรรเทาอาการทางกล้ามเนื้อและกระดูก ตามข้อมูลยาจากสมุนไพรในบัญชียาหลักแห่งชาติ ใช้้ำมันไพลเป็นส่วนประกอบของครีมและน้ำมันไพล มีข้อบ่งใช้เพื่อบรรเทาอาการเคล็ดขัดยอก หรือสามารถเตรียมน้ำมันไพลไว้ใช้เองจากการทอดด้วยน้ำมันมะพร้าวหรือน้ำมันปาล์ม ใช้ทาและถูเบา ๆ บริเวณที่มีอาการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งข้อมูลข้างต้นเป็นสรรพคุณของเหง้าไพลเหลืองเท่านั้น ในขณะเดียวกันภูมิปัญญาการใช้ไพลในภาคเหนือยังมีการใช้ไพลอีก 2 ชนิด แต่ปัจจุบันไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย อาจเนื่องด้วยความคุ้นชินที่จะใช้ไพลเหลืองในการดูแลสุขภาพและใช้ประกอบอาหาร ไพลทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ ไพลดำ (*Zingiber ottensii* Valetton) และไพลขาว (*Zingiber kerrii* Craib) ซึ่งไพลทั้ง 2 ชนิดนี้ภูมิปัญญาแพทย์พื้นบ้านในภาคเหนือมีการใช้ประโยชน์ในการรักษาโรคระบบทางเดินอาหาร เช่น ขับลมในลำไส้ แก้อาการท้องอืดท้องเฟ้อ เป็นต้น รวมไปถึงการใช้ประโยชน์ในการรักษาโรคที่เกี่ยวข้องกับกระดูก เช่น ขับโลหิตร้ายทั้งหลายให้ตกเสีย ขับระดู แก้มุตกิดระดูขาว ขับระดู เป็นต้น ยังมีการใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ เช่น ไล่แมลง แก้บิดเป็นมูกเลือด ช่วยสมานแผล เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามการใช้ประโยชน์จากไพลที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายคือ ใช้รักษาและบรรเทาอาการ เคล็ดขัดยอก เคล็ดบวม ช่วยแก้ฟกช้ำ แก้ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ เหน็บชา และลดอาการปวด (ปรณณวัช วัช และคณะ, 2563) จากงานวิจัยในช่วงปี 2020–2024 พบว่าสมุนไพรในสกุลไพลทั้งสามชนิด ได้แก่ ไพลเหลือง (*Zingiber cassumunar* Roxb.) ไพลดำ (*Zingiber ottensii* Valetton) และ ไพลขาว (*Zingiber kerrii* Craib) มีองค์ประกอบทางเคมีสำคัญแตกต่างกันอย่างชัดเจนและสัมพันธ์กับฤทธิ์ทางชีวภาพเฉพาะตัว โดยใน ไพลเหลือง พบสารในกลุ่ม

phenylbutenoids เช่น (E)-1-(3,4-dimethoxyphenyl)butadiene (DMPBD) และ compound D ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์หลักที่มีฤทธิ์ต้านการอักเสบสูง สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในเส้นทางสัญญาณ NF-KB, MAPK และ Akt (Gundom et al., 2025) ส่วน โพลดา มีสารสำคัญหลักคือ zerumbone (ประมาณ 25%) ร่วมกับ sabinene และ terpinen-4-ol ซึ่งเกี่ยวข้องกับฤทธิ์ต้านอักเสบและต้านมะเร็ง (Panyajai et al., 2022) ขณะที่ โพลขาว มีสารเด่นในกลุ่ม monoterpenes ได้แก่ α -pinene, β -pinene และ terpinen-4-ol ซึ่งองค์ประกอบเปลี่ยนแปลงไปตามวิธีสกัด และอาจเป็นสาเหตุที่ให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งเอนไซม์ในระดับปานกลาง (Pintatum et al., 2020) ผลการศึกษาดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าโพลแต่ละชนิดมีลายนิ้วมือทางเคมีเฉพาะ (chemical fingerprint) ที่ควรนำมาพิจารณาในการกำหนดมาตรฐานสารสำคัญและการพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรต่อไป

หญ้าเอ็นยัด หรือผักกาดน้ำ (*Plantago major* L.) ชื่อสามัญ Common plantain, Greater plantain, Waybread จัดอยู่ในวงศ์เทียนเกล็ดหอย PLANTAGINACEAE สมุนไพรหญ้าเอ็นยัด เป็นพืชที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ทางภูมิปัญญาการแพทย์ในพื้นที่ภาคเหนือ โดยนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการรักษาและบรรเทาอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ มีรายงานพบว่าหญ้าเอ็นยัดมีสารสำคัญ เช่น ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) และ ไอริโดอยด์ (Iridoids) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านการอักเสบและช่วยบรรเทาอาการปวดเมื่อย หมอพื้นบ้านภาคเหนือของไทยนิยมใช้ทั้งต้นทุบให้น้ำออกแล้วพอกบริเวณที่ปวด เพื่อช่วยคลายเส้นเอ็นและลดอาการเคล็ดขัดยอก นอกจากนี้ รากของหญ้าเอ็นยัดยังสามารถต้มดื่มเพื่อลดอาการปวดเมื่อย หรือใช้ร่วมกับใบและลำต้นทำเป็นยาประคบและน้ำมันนวด เพื่อบรรเทาอาการตึงของเส้นเอ็นและความล้าของกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (จิระศักดิ์ และคณะ, 2561)

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาวิจัย เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอักเสบในหลอดทดลอง ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และเพื่อศึกษาองค์ประกอบเคมีเบื้องต้นด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบบาง ของสารสกัดเอทานอลจากโพลดา โพลขาว โพลเหลือง และหญ้าเอ็นยัด เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์บรรเทาอาการปวด ลดการอักเสบของกล้ามเนื้อ สำหรับใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์แผนไทยและการดูแลสุขภาพของประชาชนทั่วไป

ระเบียบวิธีวิจัย

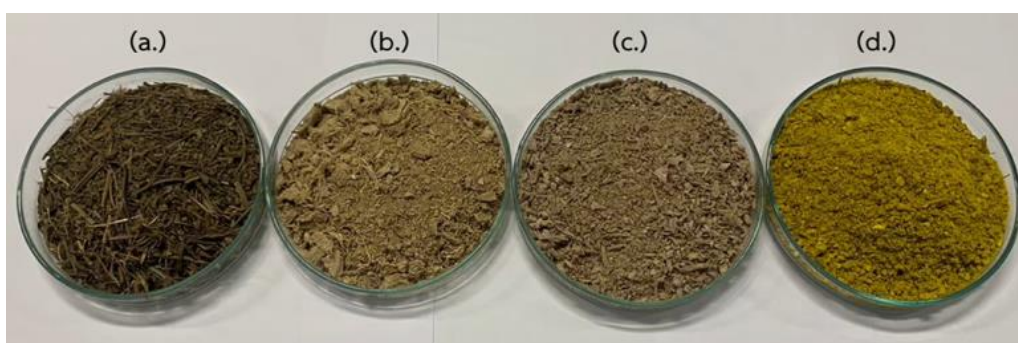
อุปกรณ์และสารเคมี

Dichloromethane (CH_2Cl_2), Dimethyl sulfoxide (DMSO), 95% Ethanol (EtOH), Ethyl acetate (EtOAc), n-Hexane และ Methanol (MeOH) จาก RCI Labscan ประเทศไทย TLC plate (Silica gel GF254) จาก Macherey-Nagel ประเทศเยอรมัน DPPH (2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) และ Ascorbic acid จาก Sigma-Aldrich ประเทศสหรัฐอเมริกา Diclofenac diethylammonium จาก Difelene® ประเทศไทย UV spectrophotometer จาก SHIMADZU ประเทศญี่ปุ่น UV Viewing Cabinet จาก MERCK ประเทศสหรัฐอเมริกา Microplate reader จาก Thermo scientific / Varioskan lux,

ประเทศสิงคโปร์ Rotary evaporator จาก BUCHI ประเทศเยอรมัน และ Hot air oven จาก Memmert ประเทศเยอรมัน

การเตรียมตัวอย่างพืช

การคัดเลือกวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง ตัวอย่างโพลที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย โพลดำ ที่ปลูกในพื้นที่ตำบลสนโ่ง อำเภอแม่อรมิ จังหวัดเชียงใหม่ โพลเหลือง จากพื้นที่ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ และโพลขาว จากพื้นที่ตำบลขุนควรว อำเภอปง จังหวัดพะเยา พืชตัวอย่างทุกชนิดมีอายุไม่ต่ำกว่า 2 ปี และเก็บเกี่ยวเหง้าในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม พ.ศ. 2567 โดยลักษณะทางกายภาพของเหง้าแตกต่างกันอย่างชัดเจน ได้แก่ โพลดำมีเนื้อเหง้าสีม่วงเข้ม โพลเหลืองมีเนื้อเหง้าสีเหลืองสด และโพลขาวมีเนื้อเหง้าสีเหลืองอ่อน ทั้งสามชนิดจัดเป็นเหง้าแก่พร้อมสำหรับการนำมาสกัด การยืนยันความถูกต้องของชนิดพืชสมุนไพรที่ใช้ในการศึกษา ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมตัวอย่างของโพลดำ โพลเหลือง และโพลขาว และจัดทำเป็นตัวอย่างอ้างอิงสมุนไพร (Voucher specimens) จัดเก็บไว้ ณ ห้องปฏิบัติการเภสัชกรรมไทย ภาควิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ตัวอย่างทั้งหมดได้รับการตรวจสอบและยืนยันชนิดทางพฤกษศาสตร์โดย อาจารย์ ดร.เบญจวรรณ ยันต์วิเศษภักดี ผู้เชี่ยวชาญด้านพฤกษศาสตร์ จากสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา รหัสตัวอย่างอ้างอิงที่ใช้ (Voucher number) ได้แก่ TCMCRU03 (โพลเหลือง), TCMCRU04 (โพลดำ) และ TCMCRU05 (โพลขาว) และแห้งเหี่ยวได้จากร้านลานนาสมุนไพร อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ นำตัวอย่างสมุนไพรล้างเพื่อทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด ผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง นำตัวอย่างพืชมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 50 ± 2 °C เป็นเวลา 3 วัน เมื่อสมุนไพรแห้งแล้ว นำไปบดด้วยเครื่องบดหรือเครื่องบดสมุนไพร โดยให้ตัวอย่างสมุนไพรมีลักษณะพอยาบ ไม่ละเอียด (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 Dried sample (a.) Common plantain (*Plantago major* L.), (b.) White Phlai (*Zingiber kerrii* Craib), (c.) Black Phlai (*Zingiber ottensii* Valetton), (d.) Yellow Phlai (*Zingiber cassumunar* Roxb.)

การสกัดสารสกัดหยาบ

สกัดด้วยวิธีหมักแช่ (Maceration) 95% เอทานอล เป็นตัวทำละลาย ซึ่งดัดแปลงวิธีการสกัดจาก Ingkaninan et al. (2003) นำผงตัวอย่างพืชทุกชนิดที่ผ่านการบด แช่ในตัวทำละลาย 95% เอทานอลที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 °C) กำหนดอัตราส่วนตัวอย่างพืชต่อตัวทำละลายที่อัตราส่วน 1: 3 (w/v) โดยทำการสกัด 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 แช่ในตัวทำละลายเป็นเวลา 3 วัน หลังจากนั้นกรองเอาแต่สารละลายออกแล้วทำการแช่ซ้ำด้วยอัตราส่วนตัวอย่างพืชต่อตัวทำละลายเท่ากับครั้งที่ 1 และทำการสกัดครั้งที่ 2 เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำไปกรองเอาแต่สารละลาย นำสารสกัดทั้ง 2 ครั้งมารวมกัน แล้วนำไประเหยให้แห้งภายใต้สุญญากาศ (Evaporated) จนได้สารสกัดหยาบ (Crude extract) ที่มีลักษณะเป็นสารกึ่งแข็งกึ่งเหลว เนื้อโคลนปราศจากกลิ่นเอทานอล

การศึกษาองค์ประกอบเคมีเบื้องต้นด้วยวิธีโครมาโทกราฟี

การศึกษาองค์ประกอบเคมีเบื้องต้นด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบบาง (Thin layer chromatography; TLC) ดัดแปลงจากการทดสอบจาก วลัยลิกา และคณะ (2565) โดยนำสารตัวอย่างสารสกัดพืชแต่ละชนิดละลายด้วย 95% เอทานอล เตรียมสารละลายเคลื่อนที่ (Mobile phase) ประกอบด้วย *n*-Hexane, Dichloromethane (CH_2Cl_2), Ethyl acetate และ Methanol (MeOH) ทั้งสารละลายเคลื่อนที่ชนิดเดียวและผสมกันระหว่างตัวทำละลาย เพื่อดูสารที่มีขั้วและไม่มีขั้ว ตวงตัวทำละลายลงในกระบอกตวงขนาด 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปใส่ในขวดแก้ว ปิดฝาให้ตัวทำละลายอิ่มตัว โดยอัตราส่วนตัวทำละลายที่ใช้ทดสอบ มีดังนี้ *n*-Hexane: MeOH (80: 20), CH_2Cl_2 : MeOH (90:10), CH_2Cl_2 : MeOH (98: 2), CH_2Cl_2 : Ethyl acetate (90: 10), CH_2Cl_2 : *n*-Hexane: MeOH (75: 20: 5) และ CH_2Cl_2 (100) เตรียมแผ่น TLC aluminum sheet silica gel 60 ให้มีขนาด 7 x 4 ตารางเซนติเมตร จากนั้นจุดสารละลายตัวอย่างพืชทุกชนิดลงบนแผ่น TLC สำเร็จรูป ให้หัวของสารมีความกว้าง ไม่เกิน 0.25 เซนติเมตร นำแผ่น TLC วางลงในขวดแก้วที่บรรจุสารละลายเคลื่อนที่ตามอัตราส่วนที่เหมาะสมปิดฝาขวดให้สนิท รอให้ตัวทำละลายเคลื่อนที่ไป ต่ำจากขอบบนประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วยกขึ้นจากขวดแก้วตรวจสอบระยะทางการเคลื่อนที่ของสารบนโครมาโทแกรมด้วยเครื่อง UV Viewing Cabinet ที่ช่วงคลื่นแสง 254 หรือ 366 nm สารสำคัญที่ปรากฏบนแผ่น TLC นั้นจะปรากฏค่า Rf (Rate of flow) ของสารแต่ละชนิดโดยคำนวณจากสมการที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ (Rf) ของสารสกัดตัวอย่าง 4 ชนิด กับยามาตรฐาน Diclofenac diethylammonium

$$R_f = \frac{\text{ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (จากจุดเริ่มต้น)}}{\text{ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ (จากจุดเริ่มต้น)}} \quad (\text{สมการที่ 1})$$

การทดสอบฤทธิ์ต้านอักเสบในหลอดทดลอง

การทดสอบฤทธิ์ต้านอักเสบในหลอดทดลอง ดัดแปลงการทดสอบจาก Chandra et al. (2012) ซึ่งวิธีการทดสอบด้วยวิธีนี้ เป็นการทดสอบเปรียบเทียบสามารถยับยั้งการสลายตัวของอัลบูมิน กับยามาตรฐาน Diclofenac diethylammonium โดยเจือจางสารตัวอย่างสารสกัดพืชทุกชนิด 20% (v/v) Tween 20 และละลาย Diclofenac diethylammonium ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นสารละลายสารตัวอย่างให้มีความเข้มข้น 0.625, 1.25, 2.5, 5 และ 10 mg/ml แล้วนำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้ ไปบ่มกับอัลบูมินที่อุณหภูมิสูง (70 ± 2 °C) นาน 5 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อคำนวณปริมาณอัลบูมินที่สลายตัว โดยเปรียบเทียบกับสารอ้างอิงกับยามาตรฐาน Diclofenac diethylammonium จากนั้นคำนวณค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งการสลายตัวของอัลบูมินได้ 50% (IC_{50}) โดยการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง ($n=3$) และหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, SD)

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay

วิธีการทดสอบดัดแปลงจาก สุชาติ และปวีณา (2558) โดยเตรียมสารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ในเอทานอลให้มีความเข้มข้น 6×10^{-5} M โดยชั่ง DPPH จำนวน 2.4 มิลลิกรัม (น้ำหนักโมเลกุล 394.32) ละลายใน 95% เอทานอล และปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร จากนั้นเก็บในขวดสีชาเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของสาร เตรียมสารมาตรฐาน Ascorbic acid ในเอทานอลให้มีความเข้มข้น 0.5–200 $\mu\text{g/ml}$ (ความเข้มข้นสุดท้าย 0.25–100 $\mu\text{g/ml}$) และเตรียมสารสกัดตัวอย่างให้มีความเข้มข้น 1–200 $\mu\text{g/ml}$ โดยใช้ 95% เอทานอลเป็นตัวทำละลายเช่นเดียวกัน สำหรับการทดสอบ ใช้แผ่น 96-well microplate โดยในแต่ละหลุมปิเปตสารสกัดหรือสารมาตรฐาน 100 μl เติมสารละลาย DPPH 100 μl ผสมให้เข้ากันและบ่มที่อุณหภูมิห้องในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm ด้วยเครื่อง microplate reader กำหนดชุดควบคุมดังนี้ Control: DPPH 100 μl + 95% เอทานอล 100 μl , Sample blank: สารสกัด 100 μl + 95% เอทานอล 100 μl , Control blank: 95% เอทานอล 200 μl การทดสอบแต่ละความเข้มข้นทำซ้ำ 3 ครั้ง ($n = 3$) และนำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้มาคำนวณ เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ (% inhibition) ด้วยสมการที่ 2

$$\text{Inhibition (\%)} = \frac{A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}}{A_{\text{control}}} \times 100 \quad (\text{สมการที่ 2})$$

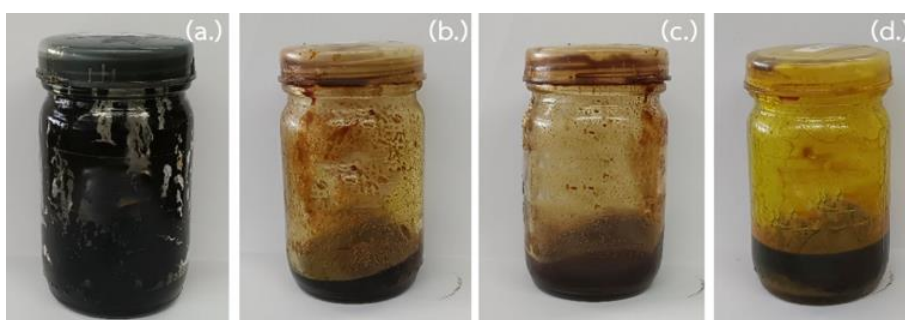
จากนั้นนำค่าผลลัพธ์มาสร้างกราฟระหว่างความเข้มข้นของสาร ($\mu\text{g/ml}$) กับเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง เพื่อหาค่าความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 (EC_{50}) โดยคำนวณจากกราฟสมการเส้นตรงด้วยโปรแกรม Microsoft Excel

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองถูกนำมาคำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD) เพื่อแสดงการกระจายของข้อมูลในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างของผลการทดลองในแต่ละความเข้มข้นของสารสกัดและสารมาตรฐาน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ ซึ่งถือว่าผลการทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิจัย

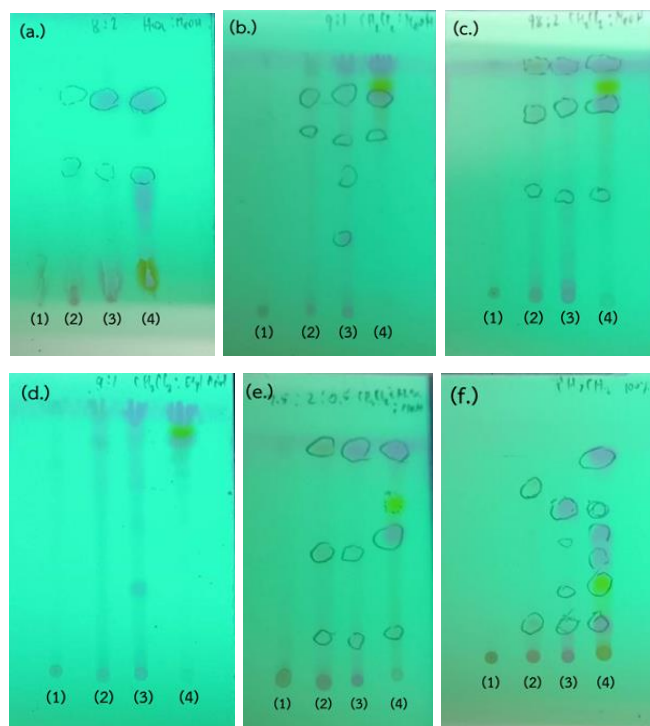
การสกัดด้วยวิธีหมักแช่และนำสารละลายที่ได้ระเหยแห้งด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ ทำให้ได้สารสกัดหยาบ โดยสารสกัดพืชทุกชนิดมีลักษณะเป็นสารกึ่งแข็งกึ่งเหลว จำนวน 4 ตัวอย่าง ได้แก่ สารสกัดไพลเหลือง สารสกัดไพลดำ สารสกัดไพลขาว และสารสกัดหญ้าเอ็นยัด โดยสารสกัดแต่ละชนิดมีลักษณะทางกายภาพดังนี้ สารสกัดไพลเหลืองมีลักษณะเป็นสีเหลืองเข้มกลิ่นไพล สารสกัดไพลดำมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเข้มกลิ่นไพล สารสกัดไพลขาวมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลปนเหลืองกลิ่นไพล และสารสกัดหญ้าเอ็นยัดมีลักษณะเป็นสีดำมีกลิ่นพืชเฉพาะ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 Crude extract (a.) Common plantain (*Plantago major* L.), (b.) White Phlai (*Zingiber kerrii* Craib), (c.) Black Phlai (*Zingiber ottensii* Valetton), (d.) Yellow Phlai (*Zingiber cassumunar* Roxb.)

ผลการการศึกษาองค์ประกอบเคมีเบื้องต้นด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบบาง พบว่า เมื่อนำสารสกัดทั้ง 4 ตัวอย่าง ได้แก่ สารสกัดไพลดำ (1) สารสกัดไพลขาว (2) สารสกัดไพลเหลือง (3) และสารสกัดหญ้าเอ็นยัด (4) จุด (spot) ลงบนแผ่น TLC และทำการทดสอบโดยใช้สารละลายเคลื่อนที่ (Mobile phase) ที่แตกต่างกัน ดังนี้ n-Hexane: MeOH (80: 20), CH_2Cl_2 : MeOH (90: 10), CH_2Cl_2 : MeOH (98: 2), CH_2Cl_2 : Ethyl acetate (90: 10), CH_2Cl_2 : n-Hexane: MeOH (75: 20: 5) และ CH_2Cl_2 (100) พบว่า จุดของสารสกัดที่ปรากฏในแผ่น TLC บางตัวทำละลายปรากฏจุดในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกันหรือเท่ากัน เมื่อดูระยะทางการเคลื่อนที่ (Rf) ของสารบนโครมาโทแกรมด้วยเครื่อง UV Viewing Cabinet ที่คลื่นแสง 254 หรือ 366 nm ซึ่งวิธีนี้จะสามารถใช้กับสารที่มีระบบความไม่อิ่มตัวโดยเฉพาะ เป็นสารที่มีส่วนของวงเบนซีนในสูตรโครงสร้าง

โดยบริเวณที่มีสารจะเป็นเงาทึบแสง พบว่า ของสารสกัดตัวอย่างไพลทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ สารสกัดไพลเหลือง สารสกัดไพลดำ และสารสกัดไพลขาว บนโครมาโทแกรมด้วยเครื่อง UV Viewing Cabinet สารสำคัญที่ปรากฏบนแผ่น TLC ปรากฏค่า Rf ในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกันทั้ง 3 ตัวอย่าง ในขณะที่สารสกัดหญ้าเอ็นยัดไม่ปรากฏค่า Rf ในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกันกับสารสกัดไพลทั้ง 3 ชนิด (ภาพที่ 3) และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับยามาตรฐาน Diclofenac diethylammonium ที่ใช้เป็นสารอ้างอิง พบว่า สารสกัดทั้ง 4 ตัวอย่างไม่ปรากฏค่า Rf ในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกันกับยามาตรฐาน Diclofenac diethylammonium ในทุกสารละลายเคลื่อนที่ ซึ่งหมายถึง สารสกัดทั้ง 4 ตัวอย่างไม่มีสารสำคัญชนิดเดียวกับยามาตรฐาน Diclofenac diethylammonium



ภาพที่ 3 (a.) n-Hexane: MeOH (80: 20), (b.) CH_2Cl_2 : MeOH (90: 10), (c.) CH_2Cl_2 : MeOH (98: 2), (d.) CH_2Cl_2 : Ethyl acetate (90: 10), (e.) CH_2Cl_2 : n-Hexane: MeOH (75: 20: 5), และ (f.) CH_2Cl_2 (100)

ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอักเสบในหลอดทดลอง พบว่า สารสกัดไพลทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ สารสกัดไพลเหลือง สารสกัดไพลดำ และสารสกัดไพลขาว มีฤทธิ์ต้านอักเสบในหลอดทดลอง มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.67 ± 0.00 , 3.85 ± 0.25 และ 1.41 ± 0.11 mg/ml ตามลำดับ ในขณะที่ไม่พบฤทธิ์ต้านอักเสบของสารสกัดหญ้าเอ็นยัด โดยทำการทดสอบเปรียบเทียบกับยามาตรฐาน Diclofenac diethylammonium ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.33 ± 0.02 mg/ml ซึ่งสารสกัดไพลเหลืองเป็นสารสกัดที่มีฤทธิ์ต้านอักเสบในหลอดทดลองได้ดีที่สุด ($\text{IC}_{50} = 0.67 \pm 0.00$ mg/ml) จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า สารสกัดจากไพลทั้ง 3 ชนิดมีฤทธิ์ต้านอักเสบในหลอดทดลองที่ดี แต่มีค่า IC_{50} สูงกว่ายามาตรฐาน Diclofenac diethylammonium แสดงให้เห็นว่าสารสกัดหญ้าเอ็นยัดมีฤทธิ์ต้านอักเสบน้อยกว่าสารยามาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอักเสบในหลอดทดลอง

No.	Sample	IC ₅₀ (mg/ml)	p-value
1	Yellow Phlai (<i>Zingiber cassumunar</i> Roxb.)	0.67±0.00 *	<0.05
2	Black Phlai (<i>Zingiber ottensii</i> Valetton)	3.85±0.25 *	<0.05
3	White Phlai (<i>Zingiber kerrii</i> Craib)	1.41±0.11 *	<0.05
4	Common plantain (<i>Plantago major</i> L.)	ND	-
5	Diclofenac diethylammonium	0.33±0.02 *	<0.05

(n=3, Means ± S.D., ND = Not detect, * to show statistically significant differences between sample and control variables)

ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay พบว่า สารสกัดไพลเหลืองและสกัดไพลขาว มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ มีค่า EC₅₀ เท่ากับ 373.44±0.50 และ 438.49±0.22 µg/ml ตามลำดับ ในขณะที่สารสกัดไพลดำและสารสกัดหญ้าเอ็นยัด มีค่า EC₅₀ มากกว่า 1000 µg/ml โดยทำการทดสอบเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Ascorbic acid มีค่า EC₅₀ เท่ากับ 8.64±0.10 µg/ml ซึ่งจากการทดสอบแสดงให้เห็นว่าสารสกัดไพลเหลืองและสกัดไพลดำมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่าสารสกัดไพลขาวและสารสกัดหญ้าเอ็นยัด แต่มีค่า EC₅₀ มากกว่าสารมาตรฐาน Ascorbic acid แสดงให้เห็นว่าสารสกัดหยาบมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่น้อยกว่าสารมาตรฐาน Ascorbic acid อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay

No.	Sample	EC ₅₀ (µg/ml)	p-value
1	Yellow Phlai (<i>Zingiber cassumunar</i> Roxb.)	373.44±0.50 *	<0.05
2	Black Phlai (<i>Zingiber ottensii</i> Valetton)	>1000 *	<0.05
3	White Phlai (<i>Zingiber kerrii</i> Craib)	438.49±0.22 *	<0.05
4	Common plantain (<i>Plantago major</i> L.)	>1000 *	-
5	Ascorbic acid	8.64±0.10 *	<0.05

(n=3, Means ± S.D., ND = Not detect, * to show statistically significant differences between sample and control variables)

การอภิปรายผล

จากการการศึกษาองค์ประกอบเคมีเบื้องต้นด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบบาง พบว่า จากการทดลองพบว่าสารสำคัญในไพลทั้ง 3 ชนิดมีค่า R_f ใกล้เคียงกัน ในขณะที่สารสกัดจากพืชทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ไพลทั้ง 3 ชนิด และหญ้าเอ็นยัด ไม่แสดงค่า R_f ที่ใกล้เคียงกับ Diclofenac diethylammonium ในทุกระบบตัวทำละลายเคลื่อนที่ที่ใช้ ซึ่งหมายความว่าสารสำคัญในสารสกัดพืชที่ใช้เป็นตัวอย่าง ไม่มีองค์ประกอบทางเคมีที่เหมือนหรือคล้ายกับยามาตรฐานดังกล่าว ซึ่งไพลมีรายงานพบว่าสารออกฤทธิ์หลักในสารสกัดไพลเป็นสารใน

กลุ่มเทอร์พีนอยด์ (Terpenoids) เช่น Sabinene, β -Caryophyllene และ Curcumene ซึ่งมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) เช่น Pinostrobin และ Panduratin A ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และต้านอักเสบ และสารกลุ่ม Diarylheptanoids เช่น Curcumin และ Dihydrocurcumin ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ที่พบในขมิ้นและไพล (Jantan et al., 2008) ในขณะที่หญ้าเอ็นยิด มีรายงานพบว่าสารสำคัญที่พบมากในหญ้าเอ็นยิดเป็นสารในกลุ่มของซาโปนิน (Saponins) ที่มีฤทธิ์ต้านอักเสบ และอัลคาลอยด์ (Alkaloids) ที่มีฤทธิ์ช่วยผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (Yusuf et al., 2021) ในขณะเดียวกัน Diclofenac diethylammonium เป็นยาในกลุ่ม NSAIDs (Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs) ที่มีโครงสร้างเป็นอนุพันธ์ของกรดอะซิติก (Aryl Acetic Acid) โดยมีหมู่ฟังก์ชันหลัก ได้แก่ วง benzene ที่มีหมู่ carboxyl และ amide หมู่ diethylammonium ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการละลายของยาในน้ำ คุณสมบัติทางเคมีของ Diclofenac diethylammonium ทำให้สามารถจับกับเอนไซม์ cyclooxygenase (COX) ได้ดี ส่งผลให้สามารถยับยั้งการสร้างพรอสตาแกลนดิน (prostaglandins) ที่เป็นตัวกลางในกระบวนการอักเสบ (Tsuchiya & Mizogami, 2025)

ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านการอักเสบในหลอดทดลอง โดยนำสารสกัดตัวอย่างไพล 3 ชนิดและหญ้าเอ็นยิด เปรียบเทียบกับยามาตรฐาน Diclofenac diethylammonium พบว่า สารสกัดไพลทั้ง 3 ชนิดมีฤทธิ์ต้านอักเสบที่ดี แต่ยังมีค่า IC_{50} สูงกว่า Diclofenac diethylammonium อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งหมายความว่า ประสิทธิภาพในการต้านอักเสบของสารสกัดไพลยังน้อยกว่ายามาตรฐาน ซึ่งอาจเกิดจากความแตกต่างในกลไกการออกฤทธิ์ ความจำเพาะต่อเอนไซม์ COX และคุณสมบัติทางเคมีของสารออกฤทธิ์ สามารถอ้างอิงได้จากองค์ประกอบทางเคมีและกลไกการออกฤทธิ์ของสารสกัดไพลและ Diclofenac diethylammonium มีรายงานกล่าวถึง สารสำคัญที่มีฤทธิ์ต้านอักเสบในไพล ได้แก่ Diarylheptanoids เช่น Curcumin และ Dihydrocurcumin ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอักเสบโดยการยับยั้ง NF-KB และเอนไซม์ COX-2 (Kunnumakkara et al., 2023) สารเทอร์พีนอยด์ (Terpenoids) เช่น Sabinene และ β -Caryophyllene ซึ่งมีฤทธิ์ลดการหลั่งพรอสตาแกลนดิน (Jantan et al., 2008) ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) เช่น Pinostrobin และ Kaempferol ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการสร้างไซโตไคน์อักเสบ เช่น IL-6 และ TNF- α (Alrumaihi et al., 2024) โดยที่สารสำคัญในไพลสามารถลดการอักเสบผ่านกลไกต่างๆ เช่น การยับยั้งเอนไซม์ COX-2 และ LOX เพื่อลดการผลิตพรอสตาแกลนดินและลิพิดโอโตริน การลดการหลั่งของไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบ เช่น TNF- α และ IL-1 β การปรับลดการทำงานของ NF-KB ซึ่งเป็นโปรตีนควบคุมกระบวนการอักเสบ (Singh & Aggarwal, 1995) ในขณะที่ Diclofenac diethylammonium เป็นยาที่ถูกออกแบบมาให้จับกับเอนไซม์ COX ได้โดยตรงและมีประสิทธิภาพสูง ในขณะที่สารสำคัญในไพล เช่น Curcumin หรือ Caryophyllene ออกฤทธิ์ผ่านกลไกหลายทางรวมถึง NF-KB และ LOX ทำให้ฤทธิ์การยับยั้ง COX ไม่จำเพาะเจาะจงเท่า Diclofenac diethylammonium (Kunnumakkara et al., 2023)

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดไพลเหลือง ไพลดำ ไพลขาว และหญ้าเอ็นยิด โดยใช้วิธี DPPH assay พบว่า สารสกัดไพลเหลือง และไพลดำ ($EC_{50} = 373.44 \pm 0.50$ และ 438.49 ± 0.22 μ g/ml

ตามลำดับ) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีกว่าสารสกัดโพลขาวและหญ้าเอ็นยัด ($EC_{50} > 1000 \mu\text{g/ml}$) แต่ยังมีประสิทธิภาพน้อยกว่าสารมาตรฐาน Ascorbic acid ($EC_{50} = 8.64 \pm 0.10 \mu\text{g/ml}$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งเกิดจากความสามารถในการบริจาคอิเล็กตรอน Ascorbic acid เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีโครงสร้างโมเลกุลที่สามารถบริจาคอิเล็กตรอนได้โดยตรงผ่านหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) หลายตำแหน่ง ในขณะที่สารต้านอนุมูลอิสระในโพล เช่น Curcumin และ Kaempferol มีโครงสร้างที่ซับซ้อนกว่า ทำให้การบริจาคอิเล็กตรอนไม่มีประสิทธิภาพเท่า (Knez et al., 2025) ความสามารถในการละลายในน้ำ Ascorbic acid เป็นสารที่ละลายน้ำได้ดี ทำให้สามารถทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระที่อยู่ในเซลล์และของเหลวในร่างกายได้โดยตรง ในขณะที่สารต้านอนุมูลอิสระในโพล เช่น Curcumin และ Caryophyllene เป็นสารที่ละลายในไขมัน จึงมีข้อจำกัดในการกระจายตัวและออกฤทธิ์ (Bertoncini-Silva et al., 2024)

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาองค์ประกอบเคมีเบื้องต้นด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบบาง (TLC) พบว่า สารสกัดจากโพลเหลือง โพลดำ โพลขาว และหญ้าเอ็นยัด ไม่มีองค์ประกอบทางเคมีชนิดเดียวกับ Diclofenac diethylammonium นอกจากนี้ฤทธิ์ต้านอักเสบของสารสกัดจากโพล 3 ชนิด ได้แก่ โพลเหลือง โพลดำ และโพลขาว และสารสกัดหญ้าเอ็นยัด พบว่า สารสกัดหญ้าเอ็นยัดไม่มีฤทธิ์ต้านอักเสบในหลอดทดลอง ในขณะที่สารสกัดโพลทั้ง 3 ชนิดมีฤทธิ์ต้านอักเสบที่ดี แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพในการต้านอักเสบในหลอดทดลองของสารสกัดโพลยังคงน้อยกว่ามาตรฐาน Diclofenac diethylammonium อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในส่วนของการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดโพลเหลือง โพลดำ โพลขาว และสารสกัดหญ้าเอ็นยัด โดยใช้วิธี DPPH assay พบว่าสารสกัดโพลเหลืองและโพลดำมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีกว่าสารสกัดโพลขาวและสารสกัดหญ้าเอ็นยัด แต่ยังมีประสิทธิภาพน้อยกว่าสารมาตรฐาน Ascorbic acid อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ผลการวิจัยพบว่า สารสกัดโพลเหลือง โพลดำ และโพลขาวมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ แต่ยังมีประสิทธิภาพต่ำกว่ามาตรฐาน Diclofenac diethylammonium ในขณะที่สารสกัดโพลเหลืองและโพลดำมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสารสกัดโพลขาวและหญ้าเอ็นยัด แต่ยังมีประสิทธิภาพต่ำกว่าสารมาตรฐาน Ascorbic acid ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาต่อยอดโดยเพิ่มความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์ ปรับปรุงกระบวนการสกัดให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เช่น การใช้เทคนิคสกัดแบบช่วยด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasonic-Assisted Extraction) หรือเทคนิคไมโครเวฟ (Microwave-Assisted Extraction) รวมถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนาโน เช่น นาโนอิมัลชัน (Nanoemulsion) หรือตัวพาไขมันเชิงโครงสร้าง (Nanostructured Lipid Carrier) เพื่อเพิ่มการดูดซึมและความคงตัวของสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์สมุนไพร นอกจากนี้ควรศึกษากลไกการออกฤทธิ์ในระดับเซลล์และระดับโมเลกุล เพื่อทำความเข้าใจเส้นทางชีวเคมีที่เกี่ยวข้องกับการยับยั้งการอักเสบและอนุมูลอิสระได้อย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น

ในด้านการประยุกต์ใช้ประโยชน์เชิงชุมชน ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรท้องถิ่น เช่น น้ำมันนวด บาล์ม หรือครีมบรรเทาอาการปวดเมื่อยจากสารสกัดโพล โดยอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย ซึ่งจะช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบสมุนไพรท้องถิ่น ส่งเสริมเศรษฐกิจฐานราก สร้างรายได้ให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน และสนับสนุนแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ หมุนเวียน และสีเขียว (BCG Economy Model) อย่างยั่งยืนในระดับพื้นที่

กิตติกรรมประกาศหรือคำขอบคุณ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก ทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ งบประมาณด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประเภททุนสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 ซึ่งสามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยการสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ และภาควิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

- จิระศักดิ์ สารรัตน์, วรณดี แต่โสติกุล และ วิสิณี จันทรมหเสถียร. (2561). การพัฒนาตำรับ ประสิทธิภาพ และความพึงพอใจของครีมนวดสารสกัดจากผักกาดน้ำ ในอาสาสมัครเพื่อลดอาการปวดและเมื่อยล้า. *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2561*: RSU National Research Conference 2018 (น. 834-841). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรังสิต. https://rsucon.rsu.ac.th/files/proceedings/nation2018/G4-NA18-093.pdf?utm_source=chatgpt.com
- ปรณณวัชญ์ ไชยวัฒนนันท์, ภาณุ เดชะยนต์, ปฐมพงษ์ เผือกสี, ศรีโสภา เรืองหนู และ จิตพิสุทธิ์ จันทรทองอ่อน. (2563). ฤทธิ์ต้านการอักเสบและบรรเทาอาการปวดของสมุนไพร ที่ใช้ในการบำบัดกล้ามเนื้อ. *วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก*, 18(3), 455-469. https://he01.tci-thaijo.org/index.php/JTTAM/article/download/242353/167490/887170?utm_source=chatgpt.com
- วัลย์ลิกา สุขสำราญ, วนิดา สุมาลัย, นฤชา ตั้งสกุล และ ธนวัฒน์ ชัยทาน. (2565). ลายพิมพ์โครมาโทกราฟีของสารฟลักซ์เคมีจากเปลือกและเนื้อผลกระท้อน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย*, 1(1), 1-10. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/jstcrru/article/download/254080/174087>
- สุชาดา มานอก และ ปวีณา ลิ้มเจริญ. (2558). การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP และ ปริมาณ สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดสมุนไพรในตำรับยาหอมเทพจิตร. *วารสารก้าวหน้าโลกวิทยาศาสตร์*, 15(1), 106-117. <https://sci.bsru.ac.th/sciweb/e-magazine/15-1/chapter-10.pdf>

- Alrumaihi, F., Almatroodi, S. A., Alharbi, H. O. A., Alwanian, W. M., Alharbi, F. A., Almatroudi, A., & Rahmani, A. H. (2024). Pharmacological potential of kaempferol, a flavonoid in the management of pathogenesis via modulation of inflammation and other biological activities. *Molecules*, 29(9), 2007. <https://doi.org/10.3390/molecules29092007>
- Bertoncini-Silva, C., Vlad, A., Ricciarelli, R., Fassini, P. G., Suen, V. M. M., & Zingg, J. M. (2024). Enhancing the bioavailability and bioactivity of curcumin for disease prevention and treatment. *Antioxidants*, 13(3), 331. <https://doi.org/10.3390/antiox13030331>
- Chandra, S., Chatterjee, P., & Bhattacharya, S. (2012). Evaluation of *in vitro* anti-inflammatory activity of coffee against denaturation of protein. *Asian pacific journal of tropical biomedicine*, 2(1), 178-180. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(12\)60154-3](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(12)60154-3)
- Gundom, T., Sukketsiri, W., & Panichayupakaranant, P. (2025). Phytochemical analysis and biological effects of Zingiber cassumunar extract and three phenylbutenoids: Targeting NF-KB, Akt/MAPK, and caspase-3 pathways. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 25(1), 180. <https://doi.org/10.1186/s12906-025-04907-w>
- Ingkaninan, K., Temkitthawon, P., Chuenchom, K., Yuyaem, T., & Thongnoi, W. (2003). Screening for Acetylcholinesterase inhibitory activity in plants used in Thai traditional rejuvenating and neurotonic Remedies. *Ethnopharmacology*, 89, 261–264. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2003.08.008>
- Jantan, I., Raweh, S. M., Sirat, H. M., Jamil, S., & Mohd, Y. (2008). Inhibitory Effect of Compounds from *Zingiber cassumunar* on Platelet-Activating Factor Receptor Binding. *Phytotherapy Research*, 22(10), 1313–1316. <https://doi.org/10.1002/ptr.2389>
- Knez, E., Kadac-Czapska, K., & Grembecka, M. (2025). Evaluation of spectrophotometric methods for assessing antioxidant potential in plant food samples—A critical approach. *Applied Sciences*, 15(11), 5925. <https://doi.org/10.3390/app15115925>
- Kunnumakkara, A. B., Hegde, M., Parama, D., Girisa, S., Kumar, A., Daimary, U. D., Garodia, P., Yeniseti, S. C., Oommen, O. V., & Aggarwal, B. B. (2023). Role of turmeric and curcumin in prevention and treatment of chronic diseases: Lessons learned from clinical trials. *ACS Pharmacology & Translational Science*, 6(4), 447–518. <https://doi.org/10.1021/acsptsci.2c00012>

- Panyajai, P., Chueahongthong, F., Viriyaadhammaa, N., Nirachonkul, W., Tima, S., Chiampanichayakul, S., Anuchapreeda, S., & Okonogi, S. (2022). Anticancer activity of *Zingiber ottensii* essential oil and its nanoformulations. *PLOS ONE*, 17(1), e0262335. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262335>
- Pintatum, A., Laphookhieo, S., Logie, E., Berghe, W. V., & Maneerat, W. (2020). Chemical composition of essential oils from different parts of *Zingiber kerrii* Craib and their antibacterial, antioxidant, and tyrosinase inhibitory activities. *Biomolecules*, 10(2), 228. <https://doi.org/10.3390/biom10020228>
- Singh, S., & Aggarwal, B. B. (1995). Activation of transcription factor NF-kappa B is suppressed by curcumin (diferuloylmethane). *Journal of Biological Chemistry*, 270(42), 24995–25000. <https://doi.org/10.1074/jbc.270.42.24995>
- Tsuchiya, H., & Mizogami, M. (2025). Old and new analgesic acetaminophen: Pharmacological mechanisms compared with non-steroidal anti-inflammatory drugs. *Future Pharmacology*, 5(3), 40. <https://doi.org/10.3390/futurepharmacol5030040>
- Yusuf, A. M., Zaini, M. K., & Shaari, K. (2021). Bioactive Compounds from *Mecardonia procumbens* and Their Medicinal Properties. *Journal of Ethnopharmacology*, 275, 114098. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114098>