

พฤษเคมีเบื้องต้น ปริมาณฟีนอลิกรวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของ ใบขนุน ขี้เหล็ก และไผ่

วรารักษ์ มหาทรัพย์ วชิรวิทย์ พามาดี อภิสรา คตขัง ศิริประภา สุตบุรินทร์ ญัฐกานต์ สาพันธ์ และ ปาริชาติ อ้นองอาจ

สาขาวิทยาศาสตร์การแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ วิทยาลัยนครราชสีมา อำเภอเมือง นครราชสีมา 30000

บทคัดย่อ พืชสมุนไพรขนุน (*Artocarpus heterophyllus*) ขี้เหล็ก (*Cassia siamea*) และไผ่ (*Cnidioscolus aconitifolius*) มีการใช้ทางยาพื้นบ้านและเป็นแหล่งสารพฤษเคมีที่สำคัญโดยเฉพาะสารฟีนอลิกซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ การศึกษาพฤษเคมีเบื้องต้นและปริมาณฟีนอลิกรวมในพืชเหล่านี้ จึงมีความจำเป็นเพื่อประเมินศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์และพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบพฤษเคมีเบื้องต้นและฤทธิ์ทางชีวภาพจากใบพืชสามชนิดนี้ เพื่อประเมินองค์ประกอบทางพฤษเคมีทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ รวมถึงศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพต้านอนุมูลอิสระ เพื่อทดสอบสารสำคัญกลุ่มแอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ แอนทราควิโนน คูมาริน ซาโปนิน แทนนิน โพลีฟีนอล เทอร์ปีนอยด์ สเตียรอยด์ และคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ นอกจากนี้การวิเคราะห์เชิงปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกรวมโดยวิธี Folin-Ciocalteu รวมทั้งทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH Assay ผลการศึกษาพบว่าสารสกัดจากใบขนุนและใบขี้เหล็กมีองค์ประกอบทางพฤษเคมีมากถึง 8 กลุ่ม ขณะที่ใบไผ่ตรวจพบเพียง 6 กลุ่ม เมื่อทดสอบเพื่อหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม พบว่าใบขี้เหล็กมีปริมาณสูงสุด (0.89 ± 0.004 mg GAE/g extract) รองลงมา คือ ใบขนุน (0.86 ± 0.016 mg GAE/g extract) และต่ำที่สุด คือ ใบไผ่ (0.49 ± 0.009 mg GAE/g extract) ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่าสารสกัดจากใบขนุนมีค่า IC_{50} ต่ำที่สุด คือ 0.77 ± 0.289 mg/mL แสดงถึงศักยภาพการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด รองลงมา คือ ใบไผ่ 0.90 ± 0.880 mg/mL และใบขี้เหล็ก 1.45 ± 0.821 mg/mL การศึกษานี้แสดงถึงศักยภาพของพืชทั้งสามชนิดเป็นแหล่งสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพหรืออาหารเสริมต่อไปได้

คำสำคัญ: ขนุน, ขี้เหล็ก, ไผ่, สารต้านอนุมูลอิสระ, ฟีนอลิก

Corresponding author E-mail: parichat@nmc.ac.th

Received: 8 July 2025

Revised: 27 July 2025

Accepted: 1 August 2025

บทนำ

พืชผักสมุนไพรถือเป็นหนึ่งในแหล่งสำคัญของสารพฤกษเคมี (phytochemicals) ที่มีการนำมาใช้ตั้งแต่สมัยโบราณเพื่อรักษาโรคและบำรุงร่างกาย⁽¹⁾ ปัจจุบันพืชสมุนไพรได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างมาก เนื่องจากสารสกัดจากพืชเหล่านี้ซึ่งเป็นสารเคมีที่พบเฉพาะในพืชมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย พร้อมทั้งมีผลข้างเคียงน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับสารเคมีหรือยาสังเคราะห์ทั่วไป^(2,3) นอกจากนี้พืชสมุนไพรยังมีส่วนช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทางการเกษตรและของเหลือทิ้งที่เป็นวัสดุเกษตร (agricultural waste) อีกทั้งยังช่วยลดความจำเป็นในการนำเข้ายาหรือสารเคมีที่มีราคาสูงจากต่างประเทศอีกด้วย ในปัจจุบันทั่วโลกให้ความสำคัญกับการนำพืชสมุนไพรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมยา ซึ่งมีการค้นพบยาใหม่ๆ จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของพืชสมุนไพรโดยใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาและสังเคราะห์ยาตามกระบวนการทางเภสัชศาสตร์⁽⁴⁾

สารพฤกษเคมีที่พบในพืชสมุนไพรมีคุณสมบัติทางยาและฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลายและแตกต่างกันออกไป เช่น ใช้ในการบำบัดด้วยฮอร์โมนทดแทนจากการต้านจุลชีพก่อโรค⁽⁵⁾ นอกจากนี้ยังช่วยปกป้องเซลล์จากการเสื่อมสภาพ มีคุณสมบัติในการต้านมะเร็งอันเนื่องมาจากความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดโรคในมนุษย์ อนุมูลอิสระ (free radicals) เป็นสารที่มีความไม่เสถียรและสามารถเกิดปฏิกิริยาได้อย่างรวดเร็ว โดยสามารถทำปฏิกิริยากับโมเลกุลต่างๆ ในร่างกาย เช่น ไขมัน โปรตีน หรือสารพันธุกรรม เมื่ออนุมูลอิสระมีปริมาณมากเกินไปอาจส่งผลให้ร่างกายเกิดความเสียหาย ซึ่งภาวะนี้เรียกว่า “ความเครียดออกซิเดชัน” (oxidative stress) โดยภาวะดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคร้ายแรงหลายชนิด^(6,7) โดยปกติร่างกายมีระบบการควบคุมอนุมูลอิสระอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อรักษาสสมดุลภายในเซลล์และป้องกันการทำลายของเนื้อเยื่อต่างๆ แต่เมื่อร่างกายได้รับความเครียด มลพิษ หรือสารเคมี อาจส่งผลให้ระดับอนุมูลอิสระภายในร่างกายเพิ่มสูงขึ้นซึ่งทำให้ระบบการควบคุมนี้ไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มที่ ส่งผล

ให้เกิดความเสียหายของเซลล์และเนื้อเยื่อในร่างกาย ดังนั้นการใช้สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติซึ่งได้จากอาหารและเครื่องดื่มที่มีส่วนประกอบจากพืช⁽⁸⁾ จึงเป็นทางเลือกที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน ด้วยเหตุนี้การวิจัยสารพฤกษเคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากพืชพรรณท้องถิ่นจึงมีความสำคัญในการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติในประเทศ ทั้งในการพัฒนาอาหารและเครื่องดื่มที่ดีต่อสุขภาพ และยังเป็นการสนับสนุนการบริโภคอาหารจากแหล่งที่มีคุณภาพในประเทศ ซึ่งสามารถส่งผลดีต่อสุขภาพประชาชนและส่งเสริมเศรษฐกิจท้องถิ่น

ขนุน (*Artocarpus heterophyllus*) ชื่อหลัก (*Cassia siamea*) และไชยา (*Cnidioscolus chayamansa*)⁽⁹⁾ เป็นพรรณไม้ที่เจริญเติบโตได้ดีในประเทศไทย และการศึกษาวิจัยในต่างประเทศ พบว่ามีสารพฤกษเคมีที่มีคุณสมบัติในการป้องกันโรคหลายชนิดในมนุษย์ เช่น โรคเบาหวาน^(10,11) โรคมะเร็ง⁽¹²⁾ โรคหลอดเลือดหัวใจ⁽¹³⁾ และเวชสำอางสมุนไพร⁽¹⁴⁾ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของทรัพยากรพืชพรรณในประเทศไทย งานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาสารพฤกษเคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากใบของพืชทั้งสามชนิด เพื่อให้ได้ความรู้พื้นฐานทางวิชาการเกี่ยวกับสมุนไพร เพื่อสนับสนุนการนำไปใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การใช้พืชพื้นถิ่นอย่างเหมาะสมยังมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมสุขภาพของประชากร ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคร้ายแรง และส่งเสริมความยั่งยืนของระบบสุขภาพในระยะยาว

วัสดุและวิธีการ

การเก็บและการเตรียมตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างใบของต้นขนุน ชื่อหลัก และไชยาจากหมู่บ้านหัวคู ตำบลหัวทุ่ง อำเภอบัวใหญ่ จังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2568 พืชตัวอย่างได้รับการจำแนกชนิดโดยปราชญ์ชาวบ้านในพื้นที่ และเปรียบเทียบกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ปรากฏในเอกสารประกอบการจำแนกชนิดพืช อย่างไรก็ตามไม่มีการจัดทำหรือส่งตัวอย่างพรรณไม้แห้ง (herbarium specimen) และนำตัวอย่างใบของพืชทั้ง 3 ชนิด มาซึ่ง

ปริมาณ 500 g ล้างน้ำให้สะอาด ผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นบดด้วยเครื่องปั่นละเอียด (PG-ECO-2500, Thailand) และนำมาแช่ในตัวทำละลาย ethanol 50% (QReC, New Zealand) โดยใช้ปริมาณผงพืชต่อตัวทำละลาย 1 g ต่อ 9 mL เป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นกรองและนำสารสกัดไประเหยตัวทำละลายออกจนกระทั่งแห้งด้วยเครื่องระเหยแห้งสุญญากาศแบบหมุน (RE100-Pro, DLAB, China) ที่อุณหภูมิ 50°C ได้สารสกัดหยาบ (crude extract) มีลักษณะเป็นของเหลวข้นหนืดสีเขียวเข้ม

การตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้น

ตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบแอลกอฮอล์จากใบพืช 3 ชนิดดังกล่าว โดยแบ่งการทดสอบสารเมแทบอไลต์ทุติยภูมิ (secondary metabolites) ออกเป็น 10 กลุ่ม ได้แก่ alkaloids, flavonoids, anthraquinones, coumarins, saponins, tannins, phlobatannins, terpenoids, steroids และ cardiac glycosides โดยใช้วิธีการทดสอบเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณตัดแปลงจาก Ayoola G^(15,16) ดังนี้

การตรวจสอบแอลคาลอยด์ (Alkaloids)

ซึ่งสารสกัดตัวอย่าง 0.2 g เติมสารละลาย 2% sulfuric acid (QReC, New Zealand) ปริมาตร 1.0 mL เขย่าและนำไปอุ่น เป็นเวลา 5 นาที ด้วยเครื่องให้ความร้อนแบบอ่างน้ำ (Digital Water Bath LWD-Series, LABTECH, Republic of Korea) และกรองส่วนที่ไม่ละลายออก ปล่อยให้สารละลายเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง นำของเหลวที่ได้จากการกรองมาหยดสารละลาย Dragendorff (Merck, USA) จำนวน 5 หยด แล้วเขย่า หากปรากฏตะกอนสีส้มแดงแสดงว่าพบแอลคาลอยด์

การตรวจสอบฟลาโวนอยด์ (Flavonoids)

ซึ่งสารสกัดตัวอย่าง 0.2 g ละลายด้วย 50% ethanol ปริมาตร 1.0 mL เขย่าและกรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรองใส่หลอดแมกนีเซียมชิ้นเล็กๆ ลงไป 1 ชิ้น หยด hydrochloric acid เข้มข้น (QReC, New Zealand) จำนวน 5 หยด เขย่าและนำไปอุ่นบนเครื่องให้ความร้อนแบบอ่างน้ำ เป็นเวลา 5 นาที หากสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูแดง แดง หรือส้มแดงแสดงว่าพบฟลาโวนอยด์

การตรวจสอบแอนทราควิโนน (Anthraquinones)

ซึ่งสารสกัดตัวอย่าง 1 g เติม benzyne (QReC, New Zealand) ปริมาตร 10 mL แล้วเขย่า จากนั้นแยกชั้น benzyne และเติมสารละลาย 10% NaOH (QReC, New Zealand) ลงไป 5 mL แล้วเขย่าอีกครั้ง หากพบสีชมพูถึงแดงม่วงแสดงว่ามีสารแอนทราควิโนน⁽¹⁷⁾

การตรวจสอบคูมาริน (Coumarins)

ซึ่งสารสกัดตัวอย่าง 0.5 g เติมน้ำกลั่น (Scientific and Technological Instrument Center, Thailand) 3 mL เติม 10% NaOH 2 mL เขย่าเบาๆ ให้สารละลายผสมเข้ากันดี หากมีคูมารินอยู่ในตัวอย่างจะเห็นสีเหลืองอ่อนหรือสีเหลืองทองเกิดขึ้นในสารละลาย⁽¹⁷⁾

การตรวจสอบซาโปนิน (Saponins)

ใช้การทดสอบแบบการเกิดฟอง โดยซึ่งสารสกัดตัวอย่าง 0.2 g เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 5.0 mL นำไปอุ่นบนเครื่องให้ความร้อนแบบอ่างน้ำ เป็นเวลา 5 นาที แล้วเขย่าอย่างแรง หากปรากฏฟองถาวรเกิดขึ้นในหลอดทดลองแสดงว่าพบซาโปนิน

การตรวจสอบแทนนิน (Tannins)

ซึ่งสารสกัดตัวอย่าง 0.1 g เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 100 mL นำไปอุ่นบนเครื่องให้ความร้อนแบบอ่างน้ำ เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นกรองเพื่อนำสารละลายแทนนินที่ได้ไปใช้ทดสอบการทดสอบด้วย FeCl₃ (Loba Chemie, India) นำสารละลายแทนนินประมาณ 2 mL ใส่หลอดทดลอง หยดสารละลาย FeCl₃ 2% จำนวน 5 หยด แล้วเขย่าหากสารละลายเปลี่ยนสี ได้แก่ สีเขียวเข้ม หรือสีน้ำเงินเข้ม (tannin hydrolysis) หรือสีน้ำตาลเข้ม หรือดำ (tannin condensation) แสดงว่าพบแทนนิน⁽¹⁷⁾

การตรวจสอบฟิโอบาแทนนิน (Phlobatannins)

ซึ่งสารสกัดตัวอย่าง 1 g เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 10 mL เติมสารละลาย 1% HCl (QReC, New Zealand) ปริมาตร 1 mL ลงในหลอดทดลอง นำไปอุ่นบนเครื่องให้ความร้อนแบบอ่างน้ำ เป็นเวลา 10 นาที หากเกิดตะกอนสีแดงอิฐแสดงว่ามีฟิโอบาแทนนิน⁽¹⁷⁾

การตรวจสอบเทอร์พีนอยด์ (Terpenoids)

ซึ่งสารสกัดตัวอย่าง 0.2 g ละลายด้วย chloroform (QReC, New Zealand) ปริมาตร 1.0 mL เขย่าและกรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรองเติม sulfuric acid เข้มข้น 0.5 mL ลงไป หากปรากฏวงแหวนสีน้ำตาลตรงรอยต่อระหว่างชั้นของสารสกัดกับ sulfuric acid แสดงว่าพบเทอร์พีนอยด์

การตรวจสอบสเตียรอยด์ (Steroids)

ซึ่งสารสกัดตัวอย่าง 0.2 g ละลายด้วย chloroform ปริมาตร 1.0 mL เขย่าและกรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรองมาเติม 100% acetic anhydride (Loba Chemie, India) 0.5 mL เขย่าและเติม sulfuric acid เข้มข้น จำนวน 3 หยด หากปรากฏสารละลายเป็นสีน้ำเงินหรือสีน้ำเงินเขียวแสดงว่าพบสเตียรอยด์⁽¹⁷⁾

การตรวจสอบคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ (Cardiac Glycosides)

ซึ่งสารสกัดตัวอย่าง 0.2 g ละลายด้วย chloroform (Loba Chemie, India) ปริมาตร 1.0 mL เขย่าและกรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรองมาเติมสารละลาย ferric chloride (Loba Chemie, India) จำนวน 5 หยด เขย่าและเติม 100% glacial acetic acid (QReC, New Zealand) ปริมาตร 2 mL ผสมกับ 1% ferric chloride 1-2 หยด และเขย่า จากนั้นค่อยๆ เติม sulfuric acid เข้มข้น ปริมาตร 1 mL อย่างช้าๆ ตามขอบหลอด สังเกตการเปลี่ยนสีที่บริเวณชั้นต่อระหว่างกรดกับสารละลาย หากปรากฏวงสีฟ้าหรือสีน้ำเงินแสดงว่าพบคาร์ดิแอกไกลโคไซด์⁽¹⁷⁾

การหาปริมาณฟีนอลิกรวม (Total phenolic content)

ทดสอบหาปริมาณฟีนอลิกรวมด้วยวิธี Folin Ciocalteu โดยเปรียบเทียบกราฟมาตรฐาน gallic acid ดัดแปลงมาจาก Singleton VL และคณะ⁽¹⁶⁾ ดังนี้

เตรียมสารละลายสารสกัดตัวอย่าง 1,000 mg/mL โดยซึ่งสารสกัด 1 g ละลายด้วย 95% ethanol (QReC, New Zealand) 1 mL ทดสอบหาปริมาณฟีนอลิกรวม

ดังนี้ ปิเปตสารละลายสารสกัดหยาบ 0.5 mL ผสมกับสารละลาย 2.8% Folin-Ciocalteu (Sigma Aldrich, USA) 2.5 mL ตั้งทิ้งไว้ 3 นาที จากนั้นเติมสารละลาย 7.5% sodium carbonate (Loba Chemie, India) 2 mL เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ในที่มืด นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุด 746 nm ด้วยเครื่อง UV-Visible Spectrophotometry (Peak C 7000V Visible Spectrophotometer, China) เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของ gallic acid แล้วคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกรวมในหน่วยมิลลิกรัมของ Gallic Acid Equivalent ต่อกรัมของสารสกัด (mg GAE/g of plant extract)

การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวม โดยใช้สารละลายมาตรฐาน gallic acid 100% (Sigma-Aldrich, Merck, USA) ซึ่ง gallic acid จำนวน 100 mg ละลายในน้ำกลั่นหรือ methanol แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 mL จะได้สารละลายมาตรฐานความเข้มข้น 1,000 µg/mL (หรือ 1 mg/mL) แล้วทำการเจือจางเพื่อสร้างกราฟมาตรฐาน ความเข้มข้น: 0, 50, 100, 150, 250 และ 500 µg/mL⁽¹⁷⁾

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2, 2-di-phenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH Radical Scavenging Activity Assay)

ดัดแปลงจาก Baliyan S และคณะ⁽¹⁸⁾ ดังนี้ เตรียมสารละลายสารสกัดตัวอย่างความเข้มข้น 1,000 µg/mL ใน 95% ethanol นำมาเจือจางเพื่อเตรียมสารละลายตัวอย่างที่ความเข้มข้น 5, 10, 50, 100, 250, 500, 750 และ 1,000 µg/mL เตรียมสารละลาย 0.1 mM DPPH โดยซึ่ง DPPH (SRL, India) (MW = 394.33) หนัก 3.9 mg ละลายใน methanol (QReC, New Zealand) 100 mL เก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4°C เตรียมสารละลายมาตรฐาน ascorbic acid (SRLTM, India) ที่ความเข้มข้น 0, 5, 10, 20, 30, 40 และ 50 µg/mL โดยการซึ่ง ascorbic acid 25.0 mg ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 25 mL จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1,000 µg/mL นำมาเจือจางเพื่อให้ได้ความเข้มข้นเป็น 100 µg/mL จากนั้นเจือจางจนได้ความเข้มข้นตามที่กำหนด

(0–50 mg/L) นำสารละลายสารสกัดตัวอย่างมา 1.35 mL จากนั้นเติมสารละลาย DPPH ปริมาตร 125 μ L ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ในที่มืด อุณหภูมิห้อง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm

ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (C 7000V Visible Spectrophotometer, Peak, China) และนำค่าดูดกลืนแสงมาคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระเป็น IC_{50}

$$\% \text{ Radical Scavenging} = [1 - (A_{\text{sample}}/A_{\text{control}})] \times 100$$

เมื่อ A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง

และ A_{control} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH

สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าการดูดกลืนแสง (แกน y) และความเข้มข้นของสารตัวอย่าง (แกน x) คำนวณค่า IC_{50} จากสมการเส้นตรง $y = ax + b$

ผล

การเตรียมสารสกัด

นำตัวอย่างใบขนุน ชี้เหล็ก และไชยาที่สะอาดและ บดให้แห้ง ซึ่งน้ำหนักแล้วนำมาสกัดด้วยวิธีการหมักด้วย

สารละลาย 50% ethanol นำสารละลายไประเหยให้แห้งด้วยเครื่องระเหยสารแบบหมุนภายใต้ความดันต่ำ (Rotary evaporator) จนได้สารสกัดหยาบ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะของสารสกัดหยาบและร้อยละผลผลิตของใบขนุน ชี้เหล็ก และไชยาตัวอย่าง

พืช	ลักษณะของสารสกัด	ร้อยละผลผลิต
ขนุน	เหลว สีน้ำตาลเข้ม กลิ่นเหม็นเขียว	12
ชี้เหล็ก	เหลว สีออกเหลืองน้ำตาล กลิ่นเหม็นเขียว	10
ไชยา	เหลว สีเขียวเข้ม กลิ่นเหม็นเขียว	8

การทดสอบสารพฤกษเคมี

ตรวจพบสารพฤกษเคมีจากสารสกัดใบขนุนและชี้เหล็กมากที่สุด ได้แก่ แอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ แอนทราควิโนน คูมาริน แทนนิน โพลีฟีนอล เทอร์ปีนอยด์ และคาร์ดิอิกไกลโคไซด์ รวมทั้งหมด 8 กลุ่ม ยกเว้นซาโปนินและสเตียรอยด์ที่ไม่พบในการทดสอบครั้งนี้ ส่วนสารสกัดจากใบไชยาตรวจพบสาร

พฤกษเคมีเพียง 6 กลุ่ม ได้แก่ แอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ คูมาริน โพลีฟีนอล แทนนิน เทอร์ปีนอยด์ และสเตียรอยด์ โดยไม่พบแอนทราควิโนน แทนนิน และคาร์ดิอิกไกลโคไซด์ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากชนิดของพืชหรือปริมาณสารในตัวอย่างที่ต่ำกว่าระดับการตรวจ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัด 50% ethanol จากใบขนุน ชี้เหล็ก และไชยาตัวอย่าง

สารพฤกษเคมี (Phytochemical)	ผลการเกิดปฏิกิริยา	สารสกัด		
		ขนุน	ชี้เหล็ก	ไชยา
แอลคาลอยด์	ตะกอนสีส้มแดง	+	+	+
ฟลาโวนอยด์	สารละลายเป็นสีเหลืองเข้ม	+	+	+
แอนทราควิโนน	สารละลายเป็นสีเหลืองเข้ม	+	+	–
คูมาริน	สารละลายเป็นสีเหลืองเข้ม	+	+	+
ซาโปนิน	เกิดฟองถาวร	–	–	–
แทนนิน	สารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียวดำ	+	+	–

ตารางที่ 2 ผลการตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัด 50% ethanol จากใบขนุน ขี้เหล็ก และไชยา
ตัวอย่าง (ต่อ)

สารพฤกษเคมี (Phytochemical)	ผลการเกิดปฏิกิริยา	สารสกัด		
		ขนุน	ขี้เหล็ก	ไชยา
โพลีฟีนอล	สารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียวดำ	+	+	+
เทอร์ปีนอยด์	เกิดวงแหวนสีน้ำตาลระหว่างรอยต่อสารสกัดกับกรด sulfuric	+	+	+
สเตียรอยด์	สารละลายน้ำเงินเขียว	-	-	+
คาร์ดิแอกไกลโคไซด์	วงแหวนสีน้ำตาลระหว่างรอยต่อสารสกัดกับกรด sulfuric	+	+	-

การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม

จากการทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดจากใบขนุน ขี้เหล็ก และไชยาด้วยตัวทำละลาย 50% ethanol โดยใช้ gallic acid เป็นสารมาตรฐาน พบว่าสารสกัดใบขี้เหล็กมีปริมาณสารฟีนอลิกรวมมากที่สุด เท่ากับ 0.89 ± 0.004 mg GAE/g extract รองลงมา คือ ใบขนุน เท่ากับ 0.86 ± 0.016 mg GAE/g extract และสารสกัดจากไชยามีปริมาณสารฟีนอลิกรวมต่ำที่สุด เท่ากับ 0.49 ± 0.009 mg GAE/g extract ดังแสดงในตารางที่ 3

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบขนุน ขี้เหล็ก และไชยา โดยใช้วิธี DPPH Radical Scavenging Activity พบว่าค่า IC_{50} ของสารสกัดจากใบขนุน เท่ากับ 0.77 ± 0.289 mg/mL ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดจากใบไชยา 0.90 ± 0.880 mg/mL และใบขี้เหล็ก 1.45 ± 0.821 mg/mL ซึ่งค่า IC_{50} เป็นค่าที่ใช้บ่งชี้ความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระ DPPH ได้ร้อยละ 50 ซึ่งค่าที่ต่ำกว่าสื่อถึงประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่า ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าสารสกัดจากใบขนุนมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด รองลงมา คือ ใบไชยา และใบขี้เหล็ก ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging Activity ของสารสกัดจากใบขนุน ขี้เหล็ก และไชยา

สารสกัดจากพืช	สารฟีนอลิกรวม *mg GAE/g plant extract	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ
		DPPH IC_{50} , mg/ml
ขนุน	0.86 ± 0.016	0.77 ± 0.289
ขี้เหล็ก	0.89 ± 0.004	1.45 ± 0.821
ไชยา	0.49 ± 0.009	0.90 ± 0.880

หมายเหตุ: mg GAE/g plant extract = มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม

วิจารณ์

จากผลการทดสอบพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดจากใบพืชทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ขนุน ขี้เหล็ก และไชยา พบว่าสารสกัดจากแต่ละพืชมีองค์ประกอบของสารพฤกษเคมีในกลุ่มต่างๆ ที่แตกต่างกันดังนี้ สารสกัดจาก

ใบขนุนและใบขี้เหล็กพบสารพฤกษเคมี 8 ใน 10 กลุ่ม ได้แก่ แอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ แอนทราควิโนน คูมาริน แทนนิน โพลีฟีนอล เทอร์ปีนอยด์ และคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ แต่ไม่พบสเตียรอยด์และซาโปนิน ส่วนสารสกัดจากใบไชยาตรวจพบสารพฤกษเคมีเพียง 6 กลุ่ม ได้แก่

แอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ คูมาริน โพลีฟีนอล เทอร์ปีนอยด์ และสเตียรอยด์ โดยไม่พบแอนทราควิโนน แทนนิน คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ และซาโปนิน การพบสารพฤกษเคมี 8 ชนิด ในสารสกัดจากใบขนุน ในงานวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยอื่นที่รายงานผลการทดสอบทางพฤกษเคมีของใบขนุนว่ามีองค์ประกอบของสารพฤกษเคมีหลายชนิด เช่น ฟีนอลิก ซาโปนิน ฟลาโวนอยด์ แทนนิน ไตรเทอร์ปีนอยด์ และแอลคาลอยด์^(19,20) ในพืชที่มีลำต้นสูงมักพบฟลาโวนอยด์ ในส่วนของพืชที่อยู่ในระยะเจริญเติบโต เช่น ใบหรือดอก ซึ่งฟลาโวนอยด์มีบทบาทสำคัญในการเจริญเติบโต และสรีรวิทยาของพืช ช่วยออกฤทธิ์ต้านจุลชีพและไวรัส และยับยั้งอนุมูลอิสระโดยการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ทำลายเซลล์อีกด้วย ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการแพทย์ทางเลือก นอกจากนี้โครงสร้างของน้ำตาลที่จับกับฟลาโวนอยด์ยังทำให้ฟลาโวนอยด์สามารถละลายในน้ำได้ดี ผลการทดลองนี้ไม่สอดคล้องเล็กน้อยกับงานวิจัยที่ทดสอบสารพฤกษเคมีในใบขนุนที่สกัดด้วยสารละลายเอทานอล พบกลุ่มฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ แทนนิน ซาโปนิน สเตียรอยด์ และแอลคาลอยด์⁽²¹⁾ นอกจากนี้งานวิจัยพบฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน สเตียรอยด์ และแทนนิน โดยทดสอบในใบขนุนที่สกัดด้วยสารละลายเมทานอล⁽²²⁾ ส่วนในงานวิจัยที่ทดสอบสารพฤกษเคมีในสารสกัดหยาบในใบขนุนด้วยสารละลายเอทานอล พบสารประกอบฟีนอล แทนนิน ซาโปนิน แต่ไม่พบฟลาโวนอยด์และสเตียรอยด์⁽²³⁾

การใช้ใบในการนำมาศึกษา เนื่องจากมีรายงานความแตกต่างในด้านการกระจายตัวของสารต้านอนุมูลอิสระระหว่างใบและดอก โดยมีรายงานว่าสารประเภทแอนทราควิโนน (anthraquinone) แซนโธน (zanthone) ฟลาโวนอล (flavonol) และโพรแอนโทไซยานิดิน (proanthocyanidin) ในใบพืช ส่งผลให้ใบมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่า นอกจากนี้มีการศึกษาพบว่าสารต้านอนุมูลอิสระบางชนิดถูกสังเคราะห์ขึ้นเฉพาะในใบพืชเท่านั้นและไม่พบในดอกของพืชชนิดเดียวกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากใบต้องเผชิญกับระดับความเครียดที่สูงกว่าในกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งมีการดูดซับ

พลังงานแสงส่วนเกินเข้าสู่เนื้อเยื่อใบ นอกจากนี้คลอโรฟิลล์ในใบต้องผ่านกระบวนการโฟโตเซนซิไทเซชัน (photosensitization) ซึ่งเป็นกระบวนการถ่ายโอนพลังงานแสงที่ดูดซับไว้ และกระบวนการดังกล่าวอาจกระตุ้นการผลิตสารเคมีชนิดที่มีความไวสูงต่อปฏิกิริยาในระดับเซลล์ ใบจึงจำเป็นต้องสร้างสารต้านอนุมูลอิสระและสารดักจับอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูง เพื่อช่วยในการกำจัดอนุมูลอิสระรวมถึงลดความเสียหายจากปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดจากกระบวนการดังกล่าว^(22,24) ปริมาณของสารประกอบพฤกษเคมีที่ตรวจพบในตัวอย่างแสดงถึงประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่หลากหลาย โดยฟลาโวนอยด์มีรายงานว่ามีความสัมพันธ์ในการต้านอนุมูลอิสระและอาจมีบทบาทในการลดความเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน ซาโปนินมีฤทธิ์ในการลดระดับคอเลสเตอรอลและน้ำตาลในเลือด ขณะที่แทนนินมีคุณสมบัติช่วยในกระบวนการสมานแผล ส่วนแอลคาลอยด์อาจทำงานร่วมกับแทนนินและสารฟีนอลิกในการเสริมฤทธิ์ต้านเบาหวาน⁽²¹⁾ ส่วนคูมารินที่เป็นสารที่เกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของกรดอะมิโน phenylalanine และพบได้ทั่วไปในพืช ในด้านเภสัชวิทยามีฤทธิ์ต้านการแข็งตัวของเลือด ลดความดันเลือด กดภูมิคุ้มกัน และลดระดับไขมันในเลือด ซึ่งฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาเหล่านี้ อาจมีความเชื่อมโยงกับสรรพคุณทางยาที่กล่าวถึงในตำรายาพื้นบ้านที่ใช้ใบขนุนเป็นส่วนประกอบ⁽²⁵⁾

สารสกัดหยาบจากใบชี้เหล็ก พบกลุ่มสารพฤกษเคมี 8 กลุ่ม ได้แก่ แอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ แอนทราควิโนน คูมาริน แทนนิน โพลีฟีนอล เทอร์ปีนอยด์ และคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ แต่ไม่พบสเตียรอยด์และซาโปนิน ซึ่งมีความแตกต่างเล็กน้อยจากงานวิจัยอื่นที่ทดสอบในสารสกัดหยาบใบชี้เหล็กที่สกัดจากสารละลาย methanol พบสารพฤกษเคมีกลุ่มแทนนิน ซาโปนิน แอลคาลอยด์ไกลโคไซด์ ฟลาโวนอยด์ สเตียรอยด์ และคาร์ดิแอกไกลโคไซด์⁽²⁶⁾ และงานวิจัยที่ทดสอบสารพฤกษเคมีในสารสกัดหยาบใบชี้เหล็กที่สกัดในน้ำกลั่น พบทั้งซาโปนิน สเตียรอยด์ แอลคาลอยด์ และฟลาโวนอยด์ แต่ไม่พบแทนนิน⁽²⁷⁾ ขณะที่รายงานอื่นที่ศึกษาสารพฤกษเคมีของสารสกัดใบชี้เหล็กด้วยสารละลาย methanol พบว่ามีซาโปนิน แอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์

คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ แทนนิน และเทอร์ปีนอยด์⁽²⁸⁾ ในการศึกษาครั้งนี้ตรวจไม่พบซาโปนินอาจเกิดจากสกัดซาโปนินออกมาได้น้อยจนตรวจสอบไม่พบ ซึ่งมีรายงานผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณของสารพฤกษเคมีในสารสกัดจากใบชี้เหล็ก พบว่ามีซาโปนินในปริมาณที่สูงหากสกัดด้วยน้ำกลั่น (ร้อยละ 9.90) ขณะที่การสกัดในสารละลาย methanol พบในปริมาณที่น้อยกว่ามาก (ร้อยละ 0.79)⁽²⁶⁾ การศึกษาทางพฤกษเคมีของสารสกัดใบชี้เหล็กด้วยสารละลาย ethanol ในครั้งนี้พบว่ามีสารประกอบทางเคมีที่เป็นประโยชน์หลายชนิด โดยพบว่าฟลาโวนอยด์มีฤทธิ์ต้านพิษต่อตับ ต้านการอักเสบ และป้องกันแผลในกระเพาะอาหาร⁽²⁹⁾ ส่วนเทอร์ปีนมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญหลายประการ เช่น ฤทธิ์บรรเทาอาการปวด ต้านอาการชัก ส่งผลต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด รวมถึงมีฤทธิ์ต้านมาลาเรียและต้านแบคทีเรีย⁽³⁰⁾ และมีบทบาทสำคัญในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย อีกทั้งยังช่วยเสริมสร้างกลไกการป้องกันของพืชต่อการติดเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา ดังนั้นการตรวจสอบสารพฤกษเคมีจึงเป็นประโยชน์ในการคาดการณ์ชนิดของสารออกฤทธิ์ที่มีศักยภาพจากพืช⁽³¹⁾ สารสกัดหยาบจากใบไชยาตรวจพบสารพฤกษเคมีเพียง 6 กลุ่ม ได้แก่ แอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ คูมาริน โพลีฟีนอล แทนนิน เทอร์ปีนอยด์ และสเตียรอยด์ โดยไม่พบแอนทราควิโนน แทนนิน คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ และซาโปนิน ซึ่งมีความแตกต่างเล็กน้อยจากงานวิจัยที่ศึกษาในใบไชยาที่สกัดด้วยสารละลาย 95% ethanol พบแอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน แอนโธไซยานิน ไกลโคไซด์ และแอนทราควิโนน แต่ผลการทดสอบไม่พบแทนนิน⁽³²⁾ ส่วนการศึกษาอื่นที่ศึกษาสารสกัดหยาบไชยาที่สกัดด้วยสารละลาย methanol พบซาโปนิน ฟลาโวนอยด์ แอลคาลอยด์ สเตียรอยด์ เทอร์ปีนอยด์ ฟีนอล และไกลโคไซด์ แต่ไม่พบแทนนิน⁽³³⁾ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ที่ไม่พบแทนนินเช่นกัน นอกจากนี้ งานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าไชยาเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง อุดมไปด้วยโปรตีน วิตามิน แร่ธาตุ และเส้นใยอาหาร โดยมีรายงานในภูมิปัญญาพื้นบ้านที่ใช้เพื่อบรรเทาอาการของโรคหลายชนิด เช่น โรคเบาหวาน ความดันเลือดสูง และโรคตับ⁽³⁴⁾ และ

จากการวิเคราะห์ทางพฤกษเคมีในครั้งนี้พบว่าใบไชยามีสารพฤกษเคมีหลากหลายชนิด รวมถึงสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอื่นๆ ที่มีศักยภาพในการเป็นตัวยารักษาโรค โดยพบว่าฟลาโวนอยด์ทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยช่วยจับอนุมูลอิสระและบรรเทาความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน แอลคาลอยด์เป็นที่รู้จักในด้านคุณสมบัติทางยา ส่วนคูมารินเป็นสารประกอบในกลุ่ม Heterocyclic Compounds มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุของความเสียหายต่อเซลล์และเนื้อเยื่อ จึงอาจมีศักยภาพในการป้องกันหรือชะลอการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับภาวะความเครียดออกซิเดชัน เช่น โรคมะเร็ง เบาหวาน โรคหัวใจ และหลอดเลือด รวมถึงโรคทางระบบประสาท⁽³⁵⁾ จากรายงานต่างๆ ดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของไชยาในการประยุกต์ใช้เพื่อการรักษาโรค หากมีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสมและพัฒนาในรูปแบบโภชนเภสัชภัณฑ์หรือผลิตภัณฑ์ยา ความแตกต่างของสารพฤกษเคมีที่พบในพืชอาจเป็นผลมาจากความแตกต่างในความสามารถในการละลายที่มีคุณสมบัติความเป็นขั้ว (polarity) ต่างกัน หรืออาจเกิดจากความแตกต่างของปัจจัยด้านภูมิประเทศและอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม เช่น ดิน ฤดูกาล ส่วนของพืชที่นำมาทดสอบ ภาวะที่ต้องเผชิญกับแมลงศัตรูพืชและโรคพืช ภูมิประเทศ ปริมาณน้ำฝน ความแตกต่างของแร่ธาตุและช่วงเวลาทำการเก็บตัวอย่าง ปัจจัยดังกล่าวอาจส่งผลต่อความเข้มข้นของสารพฤกษเคมีในพืช⁽³⁶⁾

ในการศึกษานี้ยังประเมินปริมาณฟีนอลิกรวม และทดสอบความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบพืช ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu และวิธี DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ตามลำดับ โดยที่สารประกอบฟีนอลิกเป็นกลุ่มสารสำคัญที่มีบทบาทในการต้านอนุมูลอิสระ โดยทำหน้าที่เป็นตัวให้อิเล็กตรอน และหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระ พบได้ทั้งในพืชที่บริโภคได้และไม่ได้ พบได้ในพืชหลายชนิด มีแตกต่างทั้งทางโครงสร้างและฤทธิ์ทางชีวภาพ ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของสารเหล่านี้ขึ้นอยู่กับความเสถียรในระบบต่างๆ ตลอดจนจำนวนและตำแหน่งของหมู่ไฮดรอกซิล⁽³⁷⁾ ปริมาณสารฟีนอลิกรวมของพืชตรวจวัด

ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu ซึ่งเป็นการวัดการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ของสารโพลีฟีนอล และแสดงผลเป็นไมโครกรัมกรดแกลลิกเทียบเท่ากับไมโครกรัมของสารสกัด (mg GAE/g plant extract) พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในสารสกัดใบชี้เหล็กมีมากที่สุด 0.89 ± 0.004 mg GAE/g extract รองลงมา คือ ใบขนุน 0.86 ± 0.016 mg GAE/g extract และสารสกัดจากใบไผ่มีปริมาณสารฟีนอลิกรวมต่ำที่สุด 0.49 ± 0.009 mg GAE/g extract สำหรับการประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH อาศัยหลักการที่ตัวอย่างสามารถให้ hydrogen ส่งผลให้สีของสารละลายเปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีเหลืองความสามารถในการลดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ในระยะเวลาสั้นสะท้อนถึงประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระที่สูงขึ้น สารต้านอนุมูลอิสระจากพืชสามารถกำจัดอนุมูลอิสระได้แม้มีปริมาณน้อย โดยการให้อิเล็กตรอนกับอนุมูลออกซิเจนและอนุมูลไนโตรเจน (Reactive oxygen/Reactive nitrogen species)⁽³⁷⁾ โดยพิจารณาจากค่า IC_{50} พบว่าสารสกัดจากใบขนุนมีค่า IC_{50} ต่ำที่สุดเป็น 0.77 ± 0.289 mg/ml ถือว่ามีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด รองลงมา คือ สารสกัดจากใบไผ่และใบชี้เหล็กมีค่า 0.90 ± 0.880 mg/ml และ 1.45 ± 0.821 mg/ml ตามลำดับ สารประกอบฟีนอลิกพบได้ทั่วไปในพืชหลายชนิดในปริมาณที่แตกต่างกัน ยังมีสารฟีนอลิกมาก ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระก็ยิ่งสูงตามไปด้วย สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารที่พบได้ทั่วไปในพืช ดังนั้นเมื่อบริโภคพืชอาหารเหล่านี้จึงช่วยเพิ่มปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายได้⁽³⁸⁾ ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าที่ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากใบขนุนด้วยวิธี DPPH พบว่าสารสกัดใบขนุนด้วยสารละลาย 50% ethanol มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าแบบสารละลาย 100% ethanol⁽³⁹⁾ แสดงว่าส่วนผสมของน้ำกับแอลกอฮอล์อาจช่วยสกัดสารต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าแอลกอฮอล์เพียงอย่างเดียวในส่วนต่างๆ ของขนุน พบว่าทั้งราก ใบ และเปลือกต้นของขนุนมีปริมาณสารฟีนอลิกรวมแตกต่างกัน โดยใบมีปริมาณฟีนอลิกมากที่สุดและส่วนเปลือกมีระดับต่ำที่สุด ส่วนฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าส่วนของใบมีค่า IC_{50} เท่ากับ 52.08 mg/mL ซึ่งมีประสิทธิภาพ

ต่ำกว่าส่วนอื่นๆ แต่โดยรวมสรุปแล้วขนุนมีความหลากหลายของสารออกฤทธิ์ เช่น ฟีนอล ฟลาโวนอยด์ และแทนนิน⁽⁴⁰⁾ กล่าวได้ว่าขนุนเป็นผลไม้ที่มีประโยชน์ทั้งด้านอาหารและยา

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในไผ่ทั้งในใบสดและใบที่ผ่านการปรุงสุกที่ใช้สารละลาย ethanol มีค่า 2,906.2 และ 2,241.4 mg CAE/Kg FM (Chlorogenic acid equivalents/Kg Fresh matter) ตามลำดับ⁽⁴¹⁾ นอกจากนั้นในใบไผ่ที่สกัดด้วยสารละลาย ethanol มีคูมารินและฟลาโวนอยด์ในระดับต่ำ โดยมีปริมาณฟีนอลิกรวม เท่ากับ 35.7 mg GAE/g DM (Dry matter) ซึ่งมากกว่าสารสกัดด้วยสารละลาย hexane ที่เท่ากับ 22.3 mg GAE/g DM ขณะที่สารสกัดจากใบไผ่ที่ใช้ ethanol เป็นตัวทำละลายมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าเมื่อเทียบกับสารสกัดที่ใช้ hexane เป็นตัวทำละลาย และมีฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH 10.6% ขณะที่สารสกัดจาก hexane ยับยั้งอนุมูลอิสระเพียง 0.5% และสารสกัด ethanol มีฤทธิ์การป้องกันและรักษาโรคหัวใจและหลอดเลือดเมื่อให้หนูทดลองกินในขนาด 500 mg/kg⁽⁴²⁾ จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารฟีนอลิกรวมกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชจากรายงานของนักวิจัยอื่นๆ พบว่าทั้ง 2 ตัวแปรมีความสัมพันธ์เชิงบวก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารประกอบฟีนอลิกอาจมีบทบาทสำคัญต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของพืช^(23,43,44) อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า มีเพียงสารสกัดจากใบขนุนเท่านั้นที่แสดงทั้งปริมาณสารฟีนอลิกรวมในระดับสูงและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ดี ขณะที่สารสกัดจากใบชี้เหล็กและใบไผ่ให้ผลการทดสอบที่ไม่สอดคล้องกับรายงานการศึกษาดังกล่าว

แม้ว่ามีรายงานการศึกษาจำนวนมากกล่าวว่า สารประกอบฟีนอลิกมีความสัมพันธ์กับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เนื่องจากสามารถให้ไฮโดรเจนหรืออิเล็กตรอนเพื่อลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ ผลการศึกษานี้ไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าเมื่อวิเคราะห์ความเข้มข้น

ของสารฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของ
กากผลไม้พบว่าสารสกัดจากเมล็ดส้ม Kinnow ที่มีปริมาณ
สารฟีนอลิกรวมต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดจาก
เปลือกผลไม้อื่นๆ แต่แสดงฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ
DPPH ได้สูงที่สุด รวมทั้งมีศักยภาพในการลดอนุมูล
อิสระสูงที่สุดในบรรดาสารสกัดจากกากผลไม้ทั้งหมดที่
ศึกษา⁽⁴⁵⁾ นอกจากนี้มีรายงานการศึกษาความสัมพันธ์
ระหว่างปริมาณสารฟีนอลิกรวมและ EC_{50} ของการ
ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าค่าสัมประสิทธิ์
การกำหนด (R^2) ไม่สูงมาก และในการศึกษาพืช *Torilis*
leptophylla พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสาร
ฟีนอลิกรวมและการต้านอนุมูลอิสระของอนุมูลไฮโดรเจน
เปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.0194 อาจกล่าว
ได้ว่าไม่มีความสัมพันธ์ที่ชัดเจน⁽⁴³⁾ แสดงให้เห็นว่าฤทธิ์
ต้านอนุมูลอิสระไม่ได้เกิดจากสารประกอบฟีนอลิกเพียง
อย่างเดียว แต่ยังอาจได้รับอิทธิพลจากองค์ประกอบอื่นๆ
เช่น จากกรด ascorbic น้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar)
โทโคฟีรอล (tocopherols) แคโรทีนอยด์ (carotenoids)
เทอร์ปีน และระควัตถุต่างๆ ดังนั้นแม้ว่าสารฟีนอลิก
บางชนิดอาจมีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูง แต่อาจ
เกิดปฏิกิริยาเสริมฤทธิ์หรือยับยั้งฤทธิ์ซึ่งกันและกัน
ในการต้านอนุมูลอิสระระหว่างโมเลกุลต่างๆ ทั้งสาร
ฟีนอลิกและสารที่ไม่ใช่ฟีนอลิก ดังนั้นจึงควรทำการศึกษา
วิจัยเพิ่มเติม เพื่อระบุว่าสารประกอบฟีนอลิกชนิดใดที่มี
บทบาทสำคัญในการส่งผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ รวมถึง
บทบาทของสารที่ไม่ใช่ฟีนอลิกซึ่งอาจมีส่วนในการเสริม
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยเช่นกัน เนื่องจากสารสกัดจากพืช
มีส่วนประกอบที่มีความซับซ้อนและหลากหลายซึ่งสาร
แต่ละชนิดมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่แตกต่างกัน^(46,47)

สรุป

ผลการศึกษาในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าสารสกัดจาก
ใบของพืช 3 ชนิด ได้แก่ ชุนน ขี้เหล็ก และไชยา
มีศักยภาพที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นแหล่งของสารต้าน
อนุมูลอิสระ ซึ่งอาจนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเป็น
ผลิตภัณฑ์สมุนไพรเพื่อส่งเสริมสุขภาพ นอกจากนี้
ควรมีการศึกษาด้านพิษวิทยา (Toxicological

studies) เพื่อประเมินความปลอดภัยของสารสกัด
ทั้งในระดับเซลล์และระดับสิ่งมีชีวิต รวมถึงการทดสอบ
ในสัตว์ทดลอง เพื่อประเมินประสิทธิภาพและ
ความปลอดภัยเบื้องต้นก่อนนำไปสู่การทดสอบในมนุษย์
เพื่อให้มั่นใจในประสิทธิภาพและความปลอดภัยของ
สารสกัดในอนาคต และควรมีการศึกษาในการจำแนก
องค์ประกอบของสารออกฤทธิ์ที่สำคัญ เพื่อใช้เป็นข้อมูล
พื้นฐานสำหรับการพัฒนายาที่เกี่ยวข้องกับพืชทั้ง 3 ชนิดนี้
ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสาขา
วิทยาศาสตร์การแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ วิทยาลัย
นครราชสีมา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่การทำงานวิจัย
เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Balunas MJ, Kinghorn AD. Drug discovery from medicinal plants. *Life Sci* 2005; 78(5): 431-41.
2. Kim EJ, Park SY, Lee JY, Park JHY. Fucoidan present in brown algae induces apoptosis of human colon cancer cells. *BMC Gastroenterol* 2010; 10: 96. (11 pages).
3. Mahomoodally MF, Sreekeesoon DP. A quantitative ethnopharmacological documentation of natural pharmacological agents used by pediatric patients in Mauritius. *Biomed Res Int* 2014; 2014: 136757. (14 pages).
4. da Costa MP, Bozinis MCV, Andrade WM, Costa CR, da Silva AL, Alves de Oliveira CM, et al. Antifungal and cytotoxicity activities of the fresh xylem sap of *Hymenaea courbaril* L. and its major constituent fisetin. *BMC Complement Altern Med* 2014; 14: 245. (7 pages).
5. Lay MM, Karsani SA, Banisalam B, Mohajer S, Abd Malek SN. Antioxidants, phytochemicals, and cytotoxicity studies on *Phaleria macrocarpa* (Scheff.) Boerl seeds. *Biomed Res Int* 2014; 2014: 410184. (13 pages).

6. Fernando CD, Soysa P. Total phenolic, flavonoid contents, *in-vitro* antioxidant activities and hepatoprotective effect of aqueous leaf extract of *Atalantia ceylanica*. BMC Complement Altern Med 2014; 14: 395. (8 pages).
7. Miraloglu M, Kurutas EB, Ozturk P, Arican O. Evaluation of local trace element status and 8-iso-prostaglandin F2 α concentrations in patients with Tinea pedis. Biol Proced Online 2016; 18: 1. (6 pages).
8. Al-Sayed E, El-Lakkany NM, Seif El-Din SH, Sabra ANA, Hammam OA. Hepatoprotective and antioxidant activity of *Melaleuca styphelioides* on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in mice. Pharm Biol 2014; 52(12): 1581-90.
9. Kuri-García A, Chávez-Servín JL, Guzmán-Maldonado SH. Phenolic profile and antioxidant capacity of *Cnidioscolus chayamansa* and *Cnidioscolus aconitifolius*: a review. J Med Plant Res 2017; 11(45): 713-27.
10. Ponrasu T, Suguna L. Efficacy of *Annona squamosa* L in the synthesis of glycosaminoglycans and collagen during wound repair in streptozotocin induced diabetic rats. Biomed Res Int 2014; 2014: 124352. (10 pages).
11. Oshimi S, Tomizawa Y, Hirasawa Y, Honda T, Ekasari W, Widyawaruyanti A, et al. Chrobisiamone A, a new bischromone from *Cassia siamea* and a biomimetic transformation of 5-acetonyl-7-hydroxy-2-methylchromone into cassiarin A. Bioorg Med Chem Lett 2008; 18(13): 3761-3.
12. Gomathi AC, Rajarathinam SX, Sadiq AM, Rajeshkumar S. Anticancer activity of silver nanoparticles synthesized using aqueous fruit shell extract of *Tamarindus indica* on MCF-7 human breast cancer cell line. J Drug Deliv Sci Technol 2020; 55: 101376.
13. Akter H, Rashid MM, Islam MS, Hossen MA, Rahman MA, Algheshairy RM, et al. Biometabolites of *Tamarindus indica* play a remarkable cardioprotective role as a functional food in doxorubicin-induced cardiotoxicity models. J Funct Foods 2022; 96: 105212. (13 pages).
14. Ko HH, Tsai YT, Yen MH, Lin CC, Liang CJ, Yang TH, et al. Norartocarpetin from a folk medicine *Artocarpus communis* plays a melanogenesis inhibitor without cytotoxicity in B16F10 cell and skin irritation in mice. BMC Complement Altern Med 2013; 13: 348. (12 pages).
15. Ayoola GA, Coker HA, Adesegun SA, Adepoju-Bello AA, Obaweya K, Ezennia EC, et al. Phytochemical screening and antioxidant activities of some selected medicinal plants used for malaria therapy in southwestern Nigeria. Trop J Pharm Res 2008; 7(3): 1019-24.
16. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods Enzymol 1999; 299: 152-78.
17. Harborne JB. Phytochemical methods: a guide to modern techniques of plant analysis. 3rd ed. London: Chapman and Hall; 1998.
18. Baliyan S, Mukherjee R, Priyadarshini A, Vibhuti A, Gupta A, Pandey RP, et al. Determination of antioxidants by DPPH radical scavenging activity and quantitative phytochemical analysis of *Ficus religiosa*. Molecules 2022; 27(4): 1326. (19 pages).
19. Utari A, Warly L. Tannin contents of jackfruit leaves (*Artocarpus heterophyllus*) extract and Moringa leaves (*Moringa oleifera*) extract as functional additive feed in ruminant livestock. IOP Conf Ser Earth Environ Sci 2021; 757(1): 012054. (6 pages).
20. Sinaga SP, Situmorang RFR, Singarimbun N, Lestari W, Gurning K. Determination of total phytochemical compounds from ethanol extract nangka (*Artocarpus heterophyllus*

- Lam.) leaves and antioxidant activity from North Sumatera, Indonesia. *Rasayan J Chem* 2023; 16(1): 19–23.
21. Tambunan IYB, Siringo-Ringo E, Butar-Butar MJ, Gurning K. GC-MS analysis of bioactive compounds and antibacterial activity of nangka leaves (*Artocarpus heterophyllus* Lam). *Pharmacia* 2023; 70(1): 67–72.
 22. Tacbas EA, Sumaya NPD, Sumaya NH. *In vitro* antihelminthic activities of *Artocarpus heterophyllus* (Jackfruit) and *Artocarpus camansi* (Breadnut) leaf extracts on the model nematode, *Caenorhabditis elegans*. *Pak J Nematol* 2024; 42(2): 136–45.
 23. del Baño MJ, Lorente J, Castillo J, Benavente-García O, Marín MP, Del Río JA, et al. Flavonoid distribution during the development of leaves, flowers, stems, and roots of *Rosmarinus officinalis*. Postulation of a biosynthetic pathway. *J Agric Food Chem* 2004; 52(16): 4987–92.
 24. Chew YL, Chan EWL, Tan PL, Lim YY, Stanslas J, Goh JK. Assessment of phytochemical content, polyphenolic composition, antioxidant and antibacterial activities of Leguminosae medicinal plants in Peninsular Malaysia. *BMC Complement Altern Med* 2011; 11: 12. (10 pages).
 25. da Costa AM, da Cunha Leite MA, Farias AL, de Castro Cantuária P, Almeida SSM da S de. Phytochemical study of the leaves of *Artocarpus heterophyllus* Lam. In: II International Seven Multidisciplinary Congress. Seven Congress; 2023.
 26. Alkali K, Hamza MM, Shehu MM, Abdulhamid MB, Audu H. Qualitative and quantitative phytochemical screening of aqueous, methanol, and hexane leaf extracts of *Senna siamea*. *Sahel J Life Sci FUDMA* 2025; 3(1): 328–36.
 27. Ogunniran AO, Dauda OS, Rotimi D, Jegede FC, Falodun DJ, Adekunle PO. Nutritional, phytochemical, and antimicrobial properties of *Senna siamea* leaves. *Toxicol Rep* 2024; 13: 101793.
 28. Dikwa KB, Alkali K, Ajibade GA, Magaji Y, Ige OT. Effects of methanol leaves extracts of *Azadirachta indica* (Juss.), *Senna occidentalis* (Linn) and *Senna siamea* (Lam) on the *in vitro* growth of *Plasmodium falciparum* (Laveran) trophozoites. *Sahel J Life Sci FUDMA* 2025; 3(1): 287–98.
 29. Serafim C, Araruna ME, Júnior EA, Diniz M, Hiruma-Lima C, Batista L. A review of the role of flavonoids in peptic ulcer (2010–2020). *Molecules* 2020; 25(22): 5431. (32 pages).
 30. Masyita A, Mustika Sari R, Dwi Astuti A, Yasir B, Rahma Rumata N, Emran TB, et al. Terpenes and terpenoids as main bioactive compounds of essential oils, their roles in human health and potential application as natural food preservatives. *Food Chem X* 2022; 13: 100217. (14 pages).
 31. Redondo-Blanco S, Fernández J, López-Ibáñez S, Miguélez EM, Villar CJ, Lombó F. Plant phytochemicals in food preservation: antifungal bioactivity: a review. *J Food Prot* 2020; 83(1): 163–71.
 32. Setiasih S, Anggraeny YN, Latifah E, Puspito S, Istiqomah N, Bakrie B, et al. Nutrient content, phytochemical profile and anti-methanogen potential of Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) leaf extracts. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* 2024; 1362: 012037. (9 pages).
 33. Yusuf A, Abubakar J, Lawal A. Phytochemicals screening and nutritional profile of *Cnidoscolus aconitifolius* leaves collected in Birnin Kebbi, Nigeria. *Sch Int J Biochem* 2022; 5(6): 85–9.
 34. Panghal A, Shaji AO, Sajitharan D, Nain K, Garg MK, Chhikara N. *Cnidoscolus aconitifolius*: Nutritional, phytochemical composition and health benefits – a review. *Bioact Compd Health Dis* 2021; 4(11): 260–86.

35. Todorov L, Saso L, Kostova I. Antioxidant activity of coumarins and their metal complexes. *Pharmaceuticals* 2023; 16(5): 651. (26 pages).
36. Darkwah WK, Ao Y, Adinortey MB, Weremfo A, Abrokwah FK, Afriyie E. Total phenolic, flavonoid and alkaloid contents, oxidative DNA damage protective and antioxidant properties of methanol and aqueous extracts of *Dissotis rotundifolia* whole plant. *Free Radic Antioxid* 2018; 8(2): 82-8.
37. Pandey J, Jaishwal N, Jayswal M, Gupta DC, Dhakal B, Budean D, et al. Evaluation of antioxidant, xanthine oxidase-inhibitory, and antibacterial activity of *Syzygium cumini* Linn. seed extracts. *Plants* 2025; 14(3): 316. (22 pages).
38. Muhamad M, Ai Sze W, Zulkifli NS, Ab-Rahim S. Qualitative analysis on the phytochemical compounds and total phenolic content of *Cissus hastata* (Semperai) leaf extract. *Int J Plant Biol* 2022; 14(1): 53-62.
39. Noor NA, Islam M, Hamid N, Raseetha S. Phytochemical composition of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) and Indian jujube (*Ziziphus mauritiana*) leaves extracted using different ethanol concentrations. *J Sustain Sci Manag* 2024; 19(9): 146-62.
40. Sreeja Devi PS, Kumar NS, Sabu KK. Phytochemical profiling and antioxidant activities of different parts of *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Moraceae): a review on current status of knowledge. *Futur J Pharm Sci* 2021; 7(1): 30. (7 pages).
41. Kuti JO, Konuru HB. Antioxidant capacity and phenolic content in leaf extracts of tree spinach (*Cnidoscolus* spp.). *J Agric Food Chem* 2004; 52(1): 117-21.
42. García-Rodríguez RV, Gutiérrez-Rebolledo GA, Méndez-Bolaina E, Sánchez-Medina A, Maldonado-Saavedra O, Domínguez-Ortiz MÁ, et al. *Cnidoscolus chayamansa* Mc Vaugh, an important antioxidant, anti-inflammatory and cardioprotective plant used in Mexico. *J Ethnopharmacol* 2014; 151(2): 937-43.
43. Saeed N, Khan MR, Shabbir M. Antioxidant activity, total phenolic and total flavonoid contents of whole plant extracts *Torilis leptophylla* L. *BMC Complement Altern Med* 2012; 12(1): 221. (12 pages).
44. Clarke G, Ting KN, Wiart C, Fry J. High correlation of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging, ferric reducing activity potential and total phenolics content indicates redundancy in use of all three assays to screen for antioxidant activity of extracts of plants from the Malaysian rainforest. *Antioxidants* 2013; 2(1): 1-10.
45. Babbar N, Oberoi HS, Uppal DS, Patil RT. Total phenolic content and antioxidant capacity of extracts obtained from six important fruit residues. *Food Res Int* 2011; 44(1): 391-6.
46. Rajurkar NS, Hande SM. Estimation of phytochemical content and antioxidant activity of some selected traditional Indian medicinal plants. *Indian J Pharm Sci* 2011; 73(2): 146-51.
47. Muflihah YM, Gollavelli G, Ling YC. Correlation study of antioxidant activity with phenolic and flavonoid compounds in 12 Indonesian indigenous herbs. *Antioxidants* 2021; 10(10): 1530. (15 pages).

Preliminary Phytochemical Screening, Total Phenolic Contents and Antioxidant Activities of *Artocarpus heterophyllus*, *Cassia siamea*, and *Cnidoscolus aconitifolius* Leaves

Waraporn Mahasap, Wachitrawit Pamadee, Aphatsara Khotchang, Siriprapha Sutburin,
Nattakan Sapan, and Parichat Onongarj

Department of Medical Science, Faculty of Allied Health Sciences, Nakhonratchasima College,
Muang District, Nakhonratchasima 30000, Thailand

ABSTRACT Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*), Siamese cassia (*Cassia siamea*), and chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) are medicinal plants widely used in traditional medicine and recognized as important sources of phytochemicals, especially phenolic compounds known for their antioxidant properties. This study aimed to perform preliminary phytochemical screening and quantify total phenolic content in the leaves of these three plants, alongside evaluating their antioxidant activities. Qualitative and quantitative analyses were conducted to identify major phytochemical groups, including alkaloids, flavonoids, anthraquinones, coumarins, saponins, tannins, phlobatannins, terpenoids, steroids, and cardiac glycosides. Total phenolic content was measured using the Folin-Ciocalteu method, while antioxidant activity was assessed via DPPH assay. Results showed that extracts of the leaves of jackfruit and Siamese cassia contained up to eight phytochemical groups, whereas chaya had six. Siamese cassia leaves exhibited the highest total phenolic content at 0.89 ± 0.004 mg GAE/g extract, followed by jackfruit at 0.86 ± 0.016 mg GAE/g extract, and chaya with the lowest at 0.49 ± 0.009 mg GAE/g extract, in terms of antioxidant activity, jackfruit leaf extract had the lowest IC_{50} value of 0.77 ± 0.289 mg/mL, indicating the strongest free radical scavenging ability, followed by chaya (0.90 ± 0.880 mg/mL) and cassia (1.45 ± 0.821 mg/mL). This study demonstrated the potential of these three plants as natural sources of antioxidants, supporting their possible applications in health products and dietary supplements.

Keywords: Jackfruit, Siamese cassia, Chaya, Antioxidant, Total phenolic compound