ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของตำรับยาตรีพิษจักร

ศิรินทิพย์ พรมเสนสา[1] ปาริชาติ จอมทอง[2] รัตกรานต์ กันตรง[3] เพชรรัตน์ รัตนชมภู[4] ปภาภัสสร์ ธีระพัฒนวงศ์[5] นันทิกานต์ พิลาวัลย์[6] กัญจนภรณ์ ธงทอง[7*]

Received : June, 26, 2025
Revised : January 20, 2026
Accepted : February 4, 2026

บทคัดย่อ

ตำรับตรีพิษจักร เป็นพิกัดยาขนานหนึ่งในตำราการแพทย์แผนไทยที่มีสรรพคุณแก้พิษเลือด แก้ปวดท้องจุกเสียด บำรุงโลหิต ประกอบด้วย ส่วนผลของสมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ 1) ผักชีล้อม (*Oenanthe javanica* (Bl.) DC.) 2) จันทน์เทศ (*Myristica fragrans* Houtt.) และ 3) กานพลู (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry.) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของพิกัดยาตำรับตรีพิษจักรและสมุนไพรเดี่ยวทั้ง 3 ชนิด คือ ลูกผักชีล้อม ลูกจันทน์เทศ และกานพลู ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาพบว่า สารสกัดกานพลูมีร้อยละของผลผลิต (% Yield) มากที่สุดเท่ากับ 16.26 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงที่สุด คือ สารสกัดกานพลู มีค่าเท่ากับ 267.76 ± 0.33 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัดแห้ง ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมสูงที่สุด คือ สารสกัดลูกผักชีล้อม มีค่าเท่ากับ 119.79 ± 1.13 มิลลิกรัมสมมูลของเคอวซิตินต่อกรัมของสารสกัดแห้ง และการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity และ ABTS radical scavenging activity พบว่า สารสกัดกานพลูมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.02±0.00 และ 0.07±0.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ โดยค่าที่ได้มีค่าเทียบเท่ากับค่า IC_{50} ของสารมาตรฐาน

คำสำคัญ: กานพลู จันทน์เทศ ตำรับยาตรีพิษจักร ผักชีล้อม ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

[1] หลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี อีเมล: sirintip.pr@udru.ac.th
[2] หลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี อีเมล: 65040222103@udru.ac.th
[3] หลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี อีเมล: 65040222122@udru.ac.th
[4] หลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี อีเมล: petcharat.ra@udru.ac.th
[5] หลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี อีเมล: paphaphat.th@udru.ac.th
[6] หลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี อีเมล: nthkplw@udru.ac.th
[7] หลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี อีเมล: kanchanaporn2727@udru.ac.th
** ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: kanchanaporn2727@udru.ac.th*

DETERMINATION OF PHENOLIC COMPOUNDS, FLAVONOIDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN THE TRI-PITJUK REMEDY

Sirintip Promsensa[1] Parichat Jomthong[2] Rattakan Kuntong[3] Petcharat Rattanachompu[4] Paphaphat Thiraphatthanavong[5] Nanthikarn Philawan[6] Kanchanaporn TongThong[7*]

Abstract

Tri-Pitjuk is a Thai traditional medicine polyherbal formula that has therapeutic effects on blood detoxification, abdominal pain relief, and blood nourishment. It consists of plant parts from three medicinal plants: 1) *Oenanthe javanica* (Bl.) DC. (Water Celery) fruits, 2) *Myristica fragrans* Houtt. (Nutmeg) seeds, and 3) *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry (Clove) flower buds. This study aimed to investigate the total phenolic content, total flavonoid content, and antioxidant activity of these three individual medicinal plants extracted with 95% ethanol. The results showed that *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry extract has the highest yield percentage at 16.26. Moreover, it had the highest total phenolic content at 267.76 ± 0.33 mg gallic acid equivalents (GAE) per gram of dry extract. The highest total flavonoid content was found in the *Oenanthe javanica* (Bl.) DC. extract at 119.79 ± 1.13 mg quercetin equivalents (QE) per gram of dry extract. Antioxidant activity was assessed by using DPPH and ABTS radical scavenging assays. The *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry extract has an inhibitory concentration 50 percent (IC_{50}) at 0.02 ± 0.00 mg/mL and 0.07 ± 0.00 mg/mL, respectively. Furthermore, The IC_{50} value obtained was equivalent to the standard.

Keywords: *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry, *Myristica fragrans* Houtt., Tri-pitjuk remedy, *Oenanthe javanica* (Bl.) DC., Antioxidant activity

[1] *Thai Traditional Medicine program, Faculty of Science, Udon Thani Rajabhat University, e-mail: sirintip.pr@udru.ac.th*

[2] *Thai Traditional Medicine program, Faculty of Science, Udon Thani Rajabhat University, e-mail: 65040222103@udru.ac.th*

[3] *Thai Traditional Medicine program, Faculty of Science, Udon Thani Rajabhat University, e-mail: 65040222122@udru.ac.th*

[4] *Thai Traditional Medicine program, Faculty of Science, Udon Thani Rajabhat University, e-mail: petcharat.ra@udru.ac.th*

[5] *Thai Traditional Medicine program, Faculty of Science, Udon Thani Rajabhat University, e-mail: paphaphat.th@udru.ac.th*

[6] *Thai Traditional Medicine program, Faculty of Science, Udon Thani Rajabhat University, e-mail: nthkplw@udru.ac.th*

[7] *Thai Traditional Medicine program, Faculty of Science, Udon Thani Rajabhat University, e-mail: kanchanaporn2727@udru.ac.th*

** Corresponding author, e-mail : kanchanaporn2727@udru.ac.th*

บทนำ

ในปัจจุบันสมุนไพรถือเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลายทั้งในด้านการฟื้นฟูสุขภาพ การบำบัดรักษาโรค การบำรุงร่างกาย เครื่องสำอาง รวมทั้งผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร โดยสมุนไพรส่วนใหญ่มีคุณสมบัติในการบำรุงร่างกาย สามารถรักษาสมดุลของร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีกระบวนการเพิ่มการไหลเวียนของโลหิตในร่างกาย ส่งเสริมการทำงานของระบบย่อยอาหาร เมื่ออาหารหรือสมุนไพรเข้าสู่ร่างกายโดยผ่านกระบวนการเมตาบอลิซึม สารต่างๆ จะให้พลังงาน และเป็นการเพิ่มการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย เพิ่มการชะลอวัย (อรสร สารพันโชติวิทยา, 2562) ในสมุนไพรมีสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยปกป้องร่างกายจากการทำลายของสารอนุมูลอิสระที่เกิดจากการขนส่งอิเล็กตรอนในกระบวนการเผาผลาญอาหารให้เป็นพลังงาน สภาวะทางอารมณ์ และการสัมผัสกับมลพิษทางอากาศ เมื่อร่างกายได้รับและสะสมอนุมูลอิสระมากส่งผลทำให้เกิดความเสื่อมของร่างกาย เกิดการอักเสบ ความผิดปกติของระบบประสาท เกิดภาวะครรภ์เป็นพิษ และก่อให้เกิดโรคมะเร็ง (Lobo et al., 2010) จากการค้นพบหลักฐานมีการจารึกเกี่ยวกับการแพทย์และการรักษาในยุคโบราณ มีการนำสมุนไพรมาใช้รักษาภาวะความเจ็บป่วย และในทางการแพทย์แผนไทยมีบทบาทในการดูแลสุขภาพที่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้สมุนไพรท้องถิ่นร่วมกับพิธีกรรม โดยการรักษาเป็นการใช้สมุนไพรทั้งในรูปแบบอาหารและยา ซึ่งสมุนไพรแต่ละชนิดมีสรรพคุณที่ใช้ในการรักษาโรคแตกต่างกันออกไปตามความหลากหลายทางเคมีและกลไกการทำงานของสารที่ได้จากสมุนไพร โดยมีคุณสมบัติทางเคมีและส่วนประกอบของที่แตกต่างกัน เช่น ใบของสมอไทยมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าผลของสมอไทย (ศุภรัตน์ ดวนใหญ่ และคณะ, 2567) ตามตำรับยาเภสัชกรรมไทยอธิบายถึงการนำสมุนไพรมาปรุงยาเป็นตำรับ

จึงมีการศึกษาประสิทธิผลของตำรับยาตรีธาตุ (รัฐศาสตร์ เด่นชัย และ สุรพงศ์ รัตนะ, 2567) ตำรับยาจตุผลาธิกะและตำรับยาตรีผลา (Wetchakul et al., 2019) และตำรับยาตรีธารทิพย์ (Wetchakul et al., 2022) ที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ช่วยในการชะลอวัย (Anti-aging)

สมุนไพรตำรับตรีพิษจักร (หรือตรีพิศม์จักร) เป็นพิกัดยาประเภทหนึ่งในตำรายาไทย จำกัดตัวยาอันมีรสซึมซาบได้เร็วเหมือนกงจักร โดยมีประวัติการใช้ในการรักษาทางการแพทย์แผนไทยตั้งแต่โบราณ ประกอบด้วยส่วนผลของสมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ ผักชีล้อม (*Oenanthe javanica* (Bl.) DC.) ผลจันทน์เทศ (*Myristica fragrans* Houtt.) กานพลู (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry.) ซึ่งตำรับยาพิกัดนี้มีสรรพคุณทางการแพทย์แผนไทย คือ แก้ลม พิษเลือด ปวดท้องจุกเสียด บำรุงโลหิต (กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 2559) และยังมีรายงานเกี่ยวกับฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของสารสกัดสมุนไพรเดี่ยวที่เป็นองค์ประกอบของตำรับยาตรีพิษจักร ได้แก่ สารสกัดลูกผักชีล้อม พบสารประกอบหลายกลุ่ม เช่น สารกลุ่ม Coumarins ประกอบไปด้วย Bergapten, Scopoletin, Isopimpinellin, Isoimperatorin, Imperatorin, Xanthotoxin, Columbianadin เป็นต้น ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีเหล่านี้มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ได้แก่ ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์

ฤทธิ์ต้านเชื้อรา ฤทธิ์ต้านการอักเสบ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เป็นต้น (Feng et al., 2023) ในส่วนของลูกจันทน์เทศ พบสารในกลุ่ม Lignans และ Neolignans ฤทธิ์ต้านการอักเสบในกระเพาะอาหาร และยับยั้งการอักเสบ (Al-Rawi et al., 2024) สารสกัดกานพลู พบสารกลุ่ม Flavonoids เช่น Rhamnocitrin, Myricetin, Kaempferol, Rhamnetin, Quercetin สารกลุ่ม Tannins เช่น Gallic acid, Gallotannic acid, Ellagic acid สารกลุ่ม Terpenoids เช่น Sterols, Sterol glycosides, Crategolic acid, Oleanolic acid เป็นต้น (Batiha et al., 2020) โดยสรรพคุณของตำรับตรีพิษจักรในการบำรุงโลหิต จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมายังไม่มีการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม ของตำรับยาตรีพิษจักร และยังไม่พบการศึกษาฤทธิ์สมุนไพรต้านอนุมูลอิสระเชิงเปรียบเทียบระหว่างตำรับยาตรีพิษจักรและสมุนไพรเดี่ยวทั้ง 3 ชนิด

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ปริมาณสารประกอบสารฟลาโวนอยด์รวม และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสมุนไพรตำรับตรีพิษจักร และสมุนไพรเดี่ยวในตำรับ คือ กานพลู ลูกจันทน์เทศ และลูกผักชีล้อม เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนในภูมิปัญญาของการแพทย์แผนไทย สร้างความเชื่อมั่นในการใช้พิกัดยาสมุนไพรและการพัฒนาตำรับยาเภสัชกรรมไทยที่สามารถต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติเพื่อใช้ในการดูแลสุขภาพประชาชนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของพิกัดยาตำรับตรีพิษจักรและสมุนไพรเดี่ยวทั้ง 3 ชนิด คือ กานพลู ลูกจันทน์เทศ และลูกผักชีล้อม

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (Experimental research) โดยมีการศึกษาปริมาณร้อยละผลผลิตของสารสกัด ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ และการวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากสมุนไพรเดี่ยว 3 ชนิด คือ ลูกผักชีล้อม ลูกจันทน์เทศ กานพลู และตำรับยาตรีพิษจักร

1. การเตรียมสารสกัด

1.1 สมุนไพรแห้ง ได้แก่ กานพลู ลูกจันทน์เทศ และลูกผักชีล้อม ที่ได้จากร้านจำหน่ายเครื่องยาสมุนไพร อำเภอเมืองอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี เมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 มีการตรวจสอบความถูกต้องด้วยการดูเอกลักษณ์ภายนอกจากผู้เชี่ยวชาญและมีใบประกอบวิชาชีพการแพทย์แผนไทยด้านเภสัชกรรมไทย สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี จากนั้นนำสมุนไพรแห้งมาอบในตู้อบที่อุณหภูมิ

45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำสมุนไพรเดี่ยว 3 ชนิด มาทำการชั่งในอัตราส่วน 1:1:1 ผสมเป็นตำรับยาตรีพิษจักร

1.2 การสกัดสมุนไพร แบ่งเป็นสมุนไพรเดี่ยว 3 ชนิด คือ กานพลู ลูกจันทน์เทศ ลูกผักชีล้อม และตำรับยาตรีพิษจักร นำสมุนไพรแห้งชนิดละ 100 กรัม มาสกัดด้วยวิธีการหมักแช่ (Maceration) ใน 95% เอทานอล ด้วยอัตราส่วน 1:5 หมักไว้เป็นเวลา 3 วัน แล้วนำมาระเหยแห้งด้วยเครื่องระเหยแบบสุญญากาศ (Rotary evaporator) เมื่อได้สารสกัดตัวอย่างนำไปคำนวณค่าผลผลิตร้อยละ (% Yield) ของสารสกัดหยาบจากสมการที่ 1 และเก็บสารสกัด (Crude extract) ไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

$$\% \text{ Yield} = [\text{น้ำหนักของสารสกัดหยาบ (กรัม)} / \text{น้ำหนักของสมุนไพรแห้ง (กรัม)}] \times 100 \quad \text{(สมการที่ 1)}$$

2. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (Total phenolic content : TPC) ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu’s phenol reagent ดัดแปลงมาจากวิธีของ วรินท์ โอนอ่อน และคณะ (2565) โดยการชั่งสารสกัด 50 มิลลิกรัม เติม Ethanol Absolute 99.9% 1 มิลลิลิตร แล้วนำไปกรองด้วยไซริงค์ฟิลเตอร์ ขนาด 0.45 ไมครอน แล้วปิเปตสารสกัดที่ปริมาตร 10 ไมโครลิตร ลงไปใน 96 well plate จากนั้นเติม Folin-Ciocaltue’s phenol reagent ในปริมาตร 100 ไมโครลิตร บ่มในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Microplate reader ที่ความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร และคำนวณเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก (Gallic acid) ที่ความเข้มข้น 0-800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และรายงานปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัดแห้ง (mg of gallic acid equivalent per g of dry extract; mg GAE/g dry extract)

3. การวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวม

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม (Total flavonoid content : TFC) ด้วยวิธี Aluminium Chloride Colorimetry method ซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีของ Sriset et al. (2021) เตรียม Reaction mixture โดย 10% Aluminium chloride ($AlCl_3$) และ Sodium acetate ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ละลายในน้ำกลั่น แล้วนำสารละลายทั้ง 2 ชนิดมาผสมกันแล้วเติมน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1 : 1 : 16 ($AlCl_3$: NaOAc : D.W.) จากนั้นชั่งสารสกัด 50 มิลลิกรัม เติม Ethanol Absolute 99.9% 1 มิลลิลิตร นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าสาร (Vortex) 15 นาที แล้วนำไปกรองด้วยไซริงค์ฟิลเตอร์ ขนาด 0.45 ไมครอน ทำการทดสอบโดยปิเปตสารสกัดในปริมาตร 20 ไมโครลิตร ลงใน 96-well plate และเติม Reaction mixture ปริมาตร 180 ไมโครลิตร จากนั้นบ่มในที่มืดอุณหภูมิห้อง 30 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Microplate reader ที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร คำนวณเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของเคอวซิติน (Quercetin)

ที่ความเข้มข้น 0-600 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และรายงานปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของเคอวซิตินต่อกรัมของสารสกัดแห้ง (mg of Quercetin equivalent per g of dry extract; mg QE/g dry extract)

4. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

4.1 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity (DPPH Assay) ซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีของ วรินท์ โอนอ่อน และคณะ (2565) เตรียมสารสกัดความเข้มข้น 0.01-10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปิเปตสารสกัดแต่ละความเข้มข้นปริมาตร 100 ไมโครลิตร ทำปฏิกิริยากับสารละลาย DPPH ใน Ethanol Absolute 99.9% ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ลงใน 96-well plate ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดอุณหภูมิห้อง 30 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Microplate reader ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ซึ่งการทดสอบใช้ Ascorbic acid เป็นสารมาตรฐาน (0.001- 0.625 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) โดยนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ (%Inhibition) ดังสมการที่ 2 จากนั้นนำค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ มาสร้างกราฟลอการิทึมเพื่อคำนวณค่าความเข้มข้นที่ยับยั้งอนุมูลอิสระได้ 50% (50% The half maximal Inhibitory concentration, IC_{50})

$$\% \text{ Inhibition} = [(A_{control} - A_{sample})]/ [(A_{control} - A_{blank})] \times 100 \quad \text{(สมการที่ 2)}$$

โดย $A_{control}$ คือ ค่าดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารละลายอนุมูลอิสระ

A_{sample} คือ ค่าดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารผสมระหว่างอนุมูลอิสระกับสารตัวอย่าง

A_{blank} คือ ค่าดูดกลืนแสงที่วัดได้ของเอทานอล

4.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS radical scavenging activity (ABTS assay) ซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีของ วรินท์ โอนอ่อน และคณะ (2565) เตรียมสารสกัดความเข้มข้น 0.01-10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ทดสอบปิเปตสารสกัดแต่ละความเข้มข้นปริมาตร 10 ไมโครลิตร ใส่ 96-well plate ผสมกับ Reaction mixture ที่มีส่วนประกอบคือ สารละลาย ABTS ความเข้มข้น 7 มิลลิโมลาร์ และโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต (Potassium persulfate) ความเข้มข้น 140 มิลลิโมลาร์ (สารที่ผสมที่ทำให้เกิดปฏิกิริยานี้จะถูกเก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 ชั่วโมง และนำไปเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.700±0.02 ที่ความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร) โดยตั้งทิ้งไว้ที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate reader ซึ่งการทดสอบใช้ Trolox เป็นสารมาตรฐาน (0.0125-0.100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระรายงานผลเป็นค่า IC_{50} ซึ่งมีวิธีการคำนวณเช่นเดียวกับการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ดังกล่าวไว้ข้างต้น

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลการการศึกษาแสดงเป็นค่าเฉลี่ย (Mean) ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation; SD) (n=3) นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน One-way analysis of variance (ANOVA) ร่วมกับการวิเคราะห์ *Tukey's post-hoc* test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p-value≤0.05 (p≤0.05) โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS (IBM SPSS Statistics Version 26)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

1. ผลการสกัดสมุนไพรเดี่ยวและตำรับยาตรีพิษจักร

จากการนำสมุนไพรแห้งที่เป็นสมุนไพรเดี่ยว 3 ชนิด คือ กานพลู ลูกจันทน์เทศ ลูกผักชีล้อม และสมุนไพรตำรับยาตรีพิษจักรมาสกัดด้วย 95% เอทานอล พบว่า สารสกัดกานพลูมีลักษณะเหลวข้นหนืดสีน้ำตาล สารสกัดลูกจันทน์เทศลักษณะเหลวข้นสีเหลืองเข้ม สารสกัดลูกผักชีล้อมมีลักษณะเหลวสีเขียวเข้ม และสารสกัดตำรับยาตรีพิษจักรมีลักษณะเหลวสีเขียวเหลือง เมื่อนำมาคำนวณร้อยละของผลผลิต (% Yield) พบว่า สารสกัดกานพลูมีร้อยละของผลผลิตมากที่สุด เท่ากับ 16.26% รองลงมาคือสารสกัดลูกจันทน์เทศ สารสกัดตำรับยาตรีพิษจักร และสารสกัดลูกผักชีล้อม โดยมีค่าร้อยละของผลผลิตเท่ากับ 13.97%, 10.03% และ 4.60% ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพและผลของการสกัดสมุนไพร

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสมุนไพร	ลักษณะทางกายภาพ	ร้อยละของผลผลิต (% Yield)
Syzygium aromaticum (L.) Merr. & Perry.	กานพลู	เหลวข้นหนืดสีน้ำตาล	16.26
Myristica fragrans Houtt.	ลูกจันทน์เทศ	เหลวข้นสีเหลืองเข้ม	13.97
Oenanthe javanica (Blume) DC.	ลูกผักชีล้อม	เหลวสีเขียวเข้ม	10.03
Tri-Pitjuk Remedy	ตำรับยาตรีพิษจักร	เหลวข้นสีเขียวแกมเหลือง	4.60

2. ผลการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (Total phenolic content; TPC) ของสารสกัดสมุนไพรเดี่ยว 3 ชนิด โดยการใช้กรดแกลลิก (Gallic acid) เป็นสารมาตรฐาน พบว่า สารสกัดกานพลูมีปริมาณ

สารประกอบฟีนอลิกรวมสูงที่สุด เท่ากับ 267.76±0.33 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัดแห้ง รองลงมาคือ สารสกัดลูกจันทน์เทศ และสารสกัดลูกผักชีล้อม เท่ากับ 109.19±1.09 และ 87.71±2.44 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัดแห้ง ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดตำรับตรีพิษจักร (180.52±0.36 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัดแห้ง) พบว่า สารสกัดกานพลู มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ p-value≤0.05 ดังแสดงในตารางที่ 2

3. ผลการศึกษาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม (Total flavonoid content; TFC) ของสารสกัดสมุนไพรเดี่ยว 3 ชนิด โดยการใช้เคอวซิติน (Quercetin) เป็นสารมาตรฐาน พบว่า สารสกัดลูกผักชีล้อมมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมสูงที่สุด เท่ากับ 119.79±1.13 มิลลิกรัมสมมูลของเคอวซิตินต่อกรัมของสารสกัดแห้ง รองลงมาคือ สารสกัดลูกจันทน์เทศ และสารสกัดกานพลู เท่ากับ 93.46±0.46 และ 47.28±1.41 มิลลิกรัมสมมูลของเคอวซิตินต่อกรัมของสารสกัดแห้ง ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดตำรับตรีพิษจักร (67.93±0.34 มิลลิกรัมสมมูลของเคอวซิตินต่อกรัมของสารสกัดแห้ง) พบว่า สารสกัดลูกผักชีล้อม และสารสกัดลูกจันทน์เทศ มีปริมาณฟลาโวนอยด์มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ p-value≤0.05 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม

สารสกัดสมุนไพร	**Total Phenolic Content (mg GAE/g Extract) (Mean ± SD)**	**Total Flavonoid Content (mg QE/g Extract) (Mean ± SD)**
กานพลู	267.76 ± 0.33*	47.28 ± 1.41
ลูกจันทน์เทศ	109.19 ± 1.09	93.46 ± 0.46*
ลูกผักชีล้อม	87.71 ± 2.44	119.79 ± 1.13*
ตำรับยาตรีพิษจักร	180.52 ± 0.36	67.93 ± 0.34

หมายเหตุ: * เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับยาพิกัดตรีพิษจักร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p \leq 0.05$)

4. ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

4.1 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH Assay โดยแสดงปริมาณความเข้มข้นของตัวอย่างสารสกัดที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ 50% (IC_{50}) ของสารสกัดสมุนไพรเดี่ยว 3 ชนิด และตำรับยาตรีพิษจักร ผลการศึกษาพบว่า สารสกัดกานพลูมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด รองลงมาคือ สารสกัดลูกจันทน์เทศ และสารสกัดลูกผักชีล้อม มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.02±0.00, 0.06±0.00 และ 1.04±0.07 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบสารสกัดสมุนไพรเดี่ยวทั้ง 3 ชนิด พบว่า สารสกัดกานพลู และสารสกัดลูกจันทน์เทศ

มีฤทธิ์ในยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดีกว่าสารสกัดลูกผักชีล้อมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบตำรับยาตรีพิษจักร (มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.05±0.00) กับสมุนไพรเดี่ยวทั้ง 3 ชนิด พบว่า ตำรับยาตรีพิษจักร มีฤทธิ์ในยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดีกว่าสารสกัดลูกผักชีล้อมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่สารมาตรฐาน Ascorbic acid มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.01±0.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ดังแสดงในตารางที่ 3

4.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี ABTS Assay โดยแสดงปริมาณความเข้มข้นของตัวอย่างสารสกัดที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ 50% (IC_{50}) ของสารสกัดสมุนไพรเดี่ยว 3 ชนิด และตำรับยาตรีพิษจักร พบว่า สารสกัดกานพลู มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด รองลงมาคือ สารสกัดลูกจันทน์เทศ และสารสกัดลูกผักชีล้อม โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.07±0.00, 0.34±0.04 และ 5.68±1.87 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบสารสกัดสมุนไพรเดี่ยวทั้ง 3 ชนิด พบว่า สารสกัดกานพลู และสารสกัดลูกจันทน์เทศมียับยั้งอนุมูลอิสระได้ดีกว่าสารสกัดลูกผักชีล้อมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบตำรับยาตรีพิษจักร (มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.12±0.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) กับสารสกัดสมุนไพรเดี่ยวทั้ง 3 ชนิด พบว่า ตำรับยาตรีพิษจักรมีฤทธิ์ในยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดีกว่าสารสกัดลูกผักชีล้อมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสารมาตรฐาน Trolox มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.08±0.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระวิธี DPPH Assay และ ABTS Assay ($p \leq 0.05$)

สารสกัดสมุนไพร	DPPH Assay IC_{50} (mg/mL) (Mean ± SD)	ABTS Assay IC_{50} (mg/mL) (Mean ± SD)
กานพลู	0.02 ± 0.00^{aaa}	0.07 ± 0.00^{aaa}
ลูกจันทน์เทศ	0.06 ± 0.00^{aaa}	0.34 ± 0.00^{aaa}
ลูกผักชีล้อม	1.04 ± 0.07	5.68 ± 0.07
ตำรับยาตรีพิษจักร	0.05 ± 0.00^{aaa}	0.12 ± 0.00^{aaa}
Ascorbic acid	0.01 ± 0.00	-
Trolox	-	0.08 ± 0.00

หมายเหตุ: ^{aaa} เมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดผักชีล้อม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ($p \leq 0.001$)

อภิปรายผล

จากการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS ของสารสกัดตำรับยาตรีพิษจักร และสมุนไพรเดี่ยว 3 ชนิดที่เป็นส่วนประกอบของตำรับ คือ กานพลู ลูกจันทน์เทศ และลูกผักชีล้อม ที่สกัดด้วย 95% เอทานอล โดยผลการศึกษาร้อยละของผลผลิต (% Yield) พบว่า สารสกัดกานพลูมีร้อยละของผลผลิตมากที่สุด เท่ากับ 16.26%

มีลักษณะทางกายภาพเป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาล สอดคล้องกับการศึกษาของเมทิกา ฤทธิ์สุทธิ์ และคณะ (2567) มีการรายงานลักษณะทางกายภาพของสารสกัดมีสีน้ำตาล เป็นของเหลวเหนียวข้น มีร้อยละของผลผลิตมากที่สุด เท่ากับ 6.24% ในขณะที่สารสกัดที่ผสมระหว่างกานพลูและลูกจันทน์เทศ มีร้อยละผลผลิตที่ต่ำกว่าสมุนไพรเดี่ยว และการศึกษาครั้งนี้ตำรับยาตรีพิษจักรมีปริมาณร้อยละผลผลิตน้อยกว่าสมุนไพรเดี่ยวทั้ง 3 ชนิด ซึ่งสารสกัดสูตรตำรับตรีพิษจักรอาจมีสารสำคัญในสัดส่วนที่แตกต่างกัน เมื่อรวมกันแล้วปริมาณร้อยละผลผลิตอาจไม่สูงเท่าสมุนไพรเดี่ยวที่มีสารสำคัญเข้มข้นกว่า (ศุภรัตน์ ดวนใหญ่ และคณะ, 2564)

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH สารสกัดกานพลูมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด (IC_{50} เท่ากับ 0.02±0.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) และการทดสอบด้วยวิธี ABTS มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าสารมาตรฐาน (IC_{50} เท่ากับ 0.07±0.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) สอดคล้องกับการศึกษาสารสกัดพิกัดตรีสมอที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าสารมาตรฐาน (EC_{50} เท่ากับ 4.46 ± 0.93 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) (ศุภรัตน์ ดวนใหญ่ และ คณะ, 2564) นอกจากนี้ในการศึกษาสารสกัดสมุนไพรในตำรับยาหอมเทพจิตร พบว่า สารสกัดดอกกานพลูมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด (IC_{50}=0.240 ppm) (สุชาดา มานอก และปวีณา ลิ้มเจริญ, 2558) โดยกานพลูเป็นสมุนไพรที่มีองค์ประกอบทางเคมีเป็นน้ำมันระเหยง่ายที่สำคัญ ได้แก่ Eugenol, β-caryophyllene, α-humulene และ Eugenyl acetate เป็นต้น ซึ่งสาร Eugenol เป็นสารประกอบฟีนอลิกที่มีความสามารถในการให้ไฮโดรเจนกับอนุมูลอิสระ ทำให้ค่า IC_{50} ลดต่ำลง โดยสอดคล้องกับกลไกการต้านอนุมูลอิสระของสารในกลุ่มฟีนอลิก (Haro-González et al., 2021)

ทั้งนี้สารสกัดกานพลูยังพบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงที่สุด เท่ากับ 267.76± 0.33 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัดแห้ง รองลงมาคือสารสกัดตำรับตรีพิษจักร เท่ากับ 109.19±1.09 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัดแห้ง จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดพิกัดตรีพิษจักรด้วยเทคนิค GC-MS สารที่พบปริมาณสูง ได้แก่ p-Eugenol 67.02%, Osthole 4.28%, Beta-caryophyllene 2.94%, Oleic acid 2.68% และ Safrene 2.32% เป็นต้น (อรทัย สารกุล และคณะ, 2559) ซึ่งสารที่พบส่วนใหญ่คือกลุ่มสารประกอบฟีนอลิก ในขณะที่สารสกัดลูกผักชีล้อมมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมสูงที่สุด เท่ากับ 119.79±1.13 มิลลิกรัมสมมูลของเคอวซิตินต่อกรัมของสารสกัดแห้ง การศึกษาของ Bhaigyabati et al. (2017) มีการเลือกใช้ใบและลำต้นผักชีล้อมมาสกัดด้วยเมทานอลและสกัดด้วยน้ำ มีการศึกษาสารพฤกษเคมีเบื้องต้น (Phytochemical screening) ที่เป็นข้อมูลเบื้องต้นของสารสกัดผักชีล้อม พบว่ามีสารพฤกษเคมี คือ Amino acids, Carbohydrates, Proteins, Flavonoids, Phenolic compounds, Steroids and Terpenoids, Saponins, Tannins และ Cardiac glycosides นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดผักชีล้อมที่สกัดด้วยเมทานอลมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมสูงกว่าการสกัดด้วยน้ำ และจากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสมุนไพรเดี่ยว คือ สารสกัดกานพลูมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด แต่ตำรับตรีพิษจักรมีปริมาณ

สารฟีนอลิกรวมในระดับสูง ซึ่งอาจเกิดจากการเสริมฤทธิ์กันของสารออกฤทธิ์ในสมุนไพรทั้งสามชนิด (Synergistic effect) ทำให้ตำรับมีศักยภาพทางเภสัชวิทยาที่น่าสนใจต่อการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพ

ผลการศึกษานี้สนับสนุนสมมติฐานของตำรับยาตรีพิษจักรที่มีศักยภาพด้านการต้านอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะสารสกัดด้วย 95% เอทานอล ซึ่งให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงและค่า IC_{50} ที่ต่ำ แสดงถึงประสิทธิภาพของตำรับยาไทยที่มีองค์ประกอบจากสมุนไพรที่เสริมฤทธิ์กันได้อย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้จำกัดเฉพาะการสกัดด้วย 95% เอทานอล และยังไม่ได้เปรียบเทียบฤทธิ์ทางชีวภาพในระบบเซลล์หรือสัตว์ทดลอง ดังนั้นการศึกษาต่อไปควรขยายผลเพื่อประเมินกลไกการออกฤทธิ์เชิงชีวภาพของสารสำคัญในตำรับตรีพิษจักร

สรุป

ในการศึกษาสมุนไพรเดี่ยว 3 ชนิด คือดอกกานพลู ลูกจันทน์ ลูกผักชีล้อม และตำรับยาตรีพิษจักร ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 95% เอทานอล พบว่า สารสกัดกานพลูมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงที่สุด และมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS ดีที่สุด รองลงมาคือ สารสกัดตำรับยาตรีพิษจักร สารสกัดลูกจันทน์เทศ สารสกัดลูกผักชีล้อม ในขณะที่การศึกษาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมสูงที่สุด คือ สารสกัดลูกผักชีล้อม รองลงมาคือ สารสกัดลูกจันทน์เทศ สารสกัดตำรับยาตรีพิษจักร และสารสกัดกานพลู จากผลการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของตำรับยาตรีพิษจักรครั้งนี้แสดงถึงข้อมูลทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ช่วยสนับสนุนสรรพคุณตามภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทยในการบำรุงโลหิตและแก้พิษเลือดได้

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์ฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้นของตำรับยาตรีพิษจักรเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาภูมิปัญญาทางการแพทย์แผนไทย ทั้งนี้ควรมีการศึกษาด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน รวมถึงการศึกษาความเป็นพิษของตำรับยาและพัฒนานวัตกรรมทางสุขภาพจากสารสกัดตำรับยาตรีพิษจักร

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการวิจัยและพัฒนาท้องถิ่น มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือวิเคราะห์ในการศึกษาวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. (2559). **พจนานุกรมศัพท์แพทย์และเภสัชกรรมแผนไทย ฉบับราชบัณฑิตยสภา พ.ศ. 2559.** นนทบุรี

เมทิกา ฤทธิ์สุทธิ์, ฉัตรชนก นุกูลกิจ, วรินท์ โอนอ่อน, ทัณฑิกา แก้วสูงเนิน, จรินยา ขุนทะวาด, ภานิชา พงศ์นราทร และ ยลดา ศรีเศรษฐ์. (2567). การพัฒนาเจลต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบที่มีสารสกัดของสมุนไพรผสมดอกกานพลูกับลูกจันทน์เทศ. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**, *26*(3), 35-46.

วรินท์ โอนอ่อน, ฉัตรชนก นุกูลกิจ, ทัณฑิกา แก้วสูงเนิน, นัฐธิฌา เพิ่มผล และยลดา ศรีเศรษฐ์. (2565). ผลของวิธีการสกัดต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของตำรับจันทน์ทั้งห้า. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**, *24*(3), 35-46.

รัฐศาสตร์ เด่นชัย, และสุรพงศ์ รัตนะ. (2567). ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากตำรับยาตรีธาตุ. **วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์**, 19(2), 16-28.

ศุภรัตน์ ดวนใหญ่, ชารินันท์ แจงกลาง, อัจฉรา แก้วน้อย, เพชรน้ำผึ้ง รอดโพธิ์, และอาวุธ หงษ์ศิริ (2564). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและปริมาณฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดพิกัดตรีสมอ พิกัดตรีสัตกุลา พิกัดตรีผลสมุฏฐาน. **วารสารหมอยาไทยวิจัย**, *7*(2), 93-104.

ศุภรัตน์ ดวนใหญ่, จตุพร พนัสโณทัย, อัจฉรา แก้วน้อย, เพชรน้ำผึ้ง รอดโพธิ์, อาวุธ หงษ์ศิริ, บุญหลง ศรีบัว และกวินท์ สาสาย. (2567). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ปริมาณฟีนอลิกรวม และปริมาณฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดหยาบจากผลและใบสมอไทย. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**, *26*(2), 74-86.

สุชาดา มานอก, และปวีณา ลิ้มเจริญ. (2558). การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดสมุนไพรในตำรับยาหอมเทพจิตร. **ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์**, 15(1), 106-117.

อรทัย สารกุล, ชูศรี ตลับมุข, ไฉน นอยแสง, สุพรรณ โพธิ์ศรี, และนพรัตน์ พุทธกาล. (2559). ผลของสารสกัดพิกัดตรีพิษจักรต่อหนูเบาหวาน (Effects of Pikudtripitjuk extract on diabetic rats). **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**, 35(5), 502-509.

อรสร สารพันโชติวิทยา. (2562). **การพัฒนาและประเมินตำรับแอนตี้แอคเน่คอนซีลเล่อร์จากสารประกอบเชิงซ้อนน้ำมันหอมระเหย-เบต้า-ไซโคลเด็กซ์ตริน Development and evaluation of anti-acne concealer from essential oil-?-cyclodextrin inclusion complex**. มหาวิทยาลัยนเรศวร

Al-Rawi, S. S., Ibrahim, A. H., Ahmed, H. J., & Khudhur, Z. O. (2024). Therapeutic and pharmacological prospects of nutmeg seed: A comprehensive review for novel drug potential insights. **Saudi pharmaceutical journal: SPJ : the official publication of the Saudi Pharmaceutical Society**, 32(6), 102067. https://doi.org/10.1016/j.jsps.2024.102067

Batiha, G. E., Alkazmi, L. M., Wasef, L. G., Beshbishy, A. M., Nadwa, E. H., & Rashwan, E. K. (2020). *Syzygium aromaticum* L. (Myrtaceae): Traditional Uses, Bioactive Chemical Constituents, **Pharmacological and Toxicological Activities. Biomolecules**, 10(2), 202. https://doi.org/10.3390/biom10020202

Bhaigyabati, T., Devi, P. G., Devi, N. R., & Bag, G. C. (2017). Antioxidant activity, total phenolic and total flavonoid content of *Oenanthe javanica* Blume (DC) collected from Imphal West District. **International Research Journal of Pharmacy**, 8(6), 63-68.

Feng, K., Kan, X. Y., Liu, Q., Yan, Y. J., Sun, N., Yang, Z. Y., ... & Li, L. J. (2023). Metabolomics analysis reveals metabolites and metabolic pathways involved in the growth and quality of water dropwort [*Oenanthe javanica (*Blume) dc.] under nutrient solution culture. **Plants**, 12(7), 1459. https://doi.org/10.3390/plants12071459

Haro-González, J. N., Castillo-Herrera, G. A., Martínez-Velázquez, M., & Espinosa-Andrews, H. (2021). Clove Essential Oil (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae): Extraction, Chemical Composition, Food Applications, and Essential Bioactivity for Human Health. **Molecules (Basel, Switzerland)**, 26(21), 6387. https://doi.org/10.3390/molecules26216387

Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., & Chandra, N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. **Pharmacognosy reviews,** 4(8), 118–126. https://doi.org/10.4103/0973-7847.70902

Sriset, Y., Chatuphonprasert, W., & Jarukamjorn, K. (2021). In vitro antioxidant potential of *Mallotus repandus* (Willd.) Muell. Arg stem extract and its active constituent bergenin. **Songklanakarin Journal of Science & Technology**, 43(1). 24-30.

Wetchakul, P., Goon, J. A., Adekoya, A. E., Olatunji, O. J., Ruangchuay, S., Jaisamut, P., ... & Chusri, S. (2019). Traditional tonifying polyherbal infusion, Jatu-Phala-Tiga, exerts antioxidant activities and extends lifespan of Caenorhabditis elegans. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, 19, 1-11. https://doi.org/10.1186/s12906-019-2626-1

Wetchakul, P., Chonsut, P., Punsawad, C., & Sanpinit, S. (2022). LC-QTOF-MS Characterization, Antioxidant Activity, and *In Vitro* Toxicity of Medicinal Plants from the Tri-Than-Thip Remedy. **Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM**, 2022, 4477003. https://doi.org/10.1155/2022/4477003