

การวิเคราะห์หาองค์ประกอบของสารหอมระเหยจากเครื่องยาในพิกัดเนาโกฐด้วย วิธีโครมาโทกราฟีแบบแก๊ส-แมสสเปกโตรเมตรี

DETERMINATION OF VOLATILE CONSTITUENTS FROM CRUDE DRUGS OF PHIKUD NAVAKOT BY GAS CHROMATOGRAPHY-MASS SPECTROMETRY

จันคณา บุระณะโอสถ¹, ปณัตตา พัฒนาวาสิน¹ ภัทราวดี เหลืองธูวปราณีต¹ ปกรณ์ คามวุฒิ² และ อุทัย โสชนะพันธ์^{2*}

JANKANA BURANA-OSOT¹, PANADDA PHATTANAWASIN¹, PATTARAVADEE LUANGTHUWAPANIT¹ PAKORN KHAMWUT² AND UTHAI SOTANAPHUN^{2*}

¹ภาควิชาเภสัชเคมี และ ²ภาควิชาเภสัชเวท คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม

¹Department of Pharmaceutical Chemistry and ²Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Silpakorn University, Sanamchandra Palace, Nakhon pathom

*ติดต่อผู้พิมพ์ : u.sotana@gmail.com

*Corresponding author: u.sotana@gmail.com

บทคัดย่อ

การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเครื่องยา 8 ชนิดที่เป็นส่วนประกอบของพิกัดเนาโกฐ ได้แก่ โกฐสอ โกฐเขมา โกฐหัวบัว โกฐเชียง โกฐกระดุก โกฐก้านพร้าว โกฐพุงปลา และโกฐชฎามังสี โดยใช้ Clevenger apparatus นำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบแก๊ส-แมสสเปกโตรเมตรี พบว่า โกฐเขมามีน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด (ร้อยละ 1.66 ± 0.47 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก) ในขณะที่โกฐพุงปลาไม่มีน้ำมันหอมระเหยเป็นองค์ประกอบทางเคมี น้ำมันหอมระเหยของเครื่องยา 4 ชนิด ได้แก่ โกฐหัวบัว โกฐเชียง โกฐชฎามังสี และโกฐกระดุก มีองค์ประกอบทางเคมีคล้ายคลึงกับพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ligusticum sinense* cv. Chuanxiong, *Angelica sinensis*, *Nardostachys grandiflora* และ *Saussurea lappa* ตามลำดับ แต่เครื่องยาอีก 3 ชนิด คือ โกฐสอ โกฐเขมา และโกฐก้านพร้าว มีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างจากพืชที่ยอมรับในปัจจุบันว่าเป็นแหล่งของเครื่องยาทั้งสาม คือ *Angelica dahurica*, *Atractylodes lancea* และ *Picrorhiza kurroa* ตามลำดับ โครมาโทกราฟีแบบแก๊ส-แมสสเปกโตรเมตรีจึงมีประโยชน์ในการพิสูจน์เอกลักษณ์ของเครื่องยาแต่ละชนิดในพิกัดเนาโกฐ

คำสำคัญ : น้ำมันหอมระเหย, พิกัดเนาโกฐ, เครื่องยา, การพิสูจน์เอกลักษณ์, โครมาโทกราฟีแบบแก๊ส-แมสสเปกโตรเมตรี

Abstract

Volatile oils from eight crude drugs used as ingredients of Phikud Navakot, i.e. Kot So, Kot Khamao, Kot Hua Bua, Kot Chiang, Kot Kraduk, Kot Kan Phrao, Kot PhungPla and Kot Chadamangsi, were extracted using a Clevenger apparatus. Their chemical compositions were analyzed by gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS). The highest yield of volatile oils was obtained from Kot Khamao (1.66 ± 0.47 %v/w) whereas Kot Phung Pla had

no volatile oils. The chemical compositions of the volatile oils of four crude drugs, i.e. Kot Hua Bua, Kot Chiang, Kot Chadamangsi and Kot Kraduk, were similar to those of *Ligusticum sinense* cv. Chuanxiong, *Angelica sinensis*, *Nardostachys grandiflora* and *Saussurea lappa* respectively. Interestingly, the other three crude drugs, Kot So, Kot Kamao and Kot Kan Prao, had different chemical compositions from the three herbal plants, *Angelica dahurica*, *Atractylodes lancea* and *Picrorhiza kurrooa* respectively, which are currently recognized as sources of these crude drugs. GC-MS was therefore a useful technique for the identification of each of the crude drugs contained in Phikud Navakot.

Keywords: volatile oil, phikud navakot, crude drugs, identification, gas chromatography-mass spectrometry

บทนำ

“เนาวโกฐ” หรือ “โกฐทั้ง 9” คือ พืชที่ประกอบด้วยเครื่องยา 9 ชนิด ได้แก่ โกฐสอ โกฐเขมา โกฐหัวบัว โกฐเชียง โกฐจุฬาลัมพา โกฐกระดูก โกฐก้านพร้าว โกฐพุงปลา และโกฐขุขามังสี รวมกันเป็นปริมาณที่เท่ากันโดยน้ำหนัก¹ เนาวโกฐเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในตำรับยาไทยหลายตำรับ เช่น ตำรับยาหอมเนาวโกฐ ยาหอมเทพจิตร ซึ่งตามบัญชียาหลักแห่งชาติ จัดให้ยาหอมทั้ง 2 ตำรับนี้เป็นยารักษากลุ่มอาการทางระบบไหลเวียนโลหิต (กล้ามเนื้อ) โดยอยู่ในกลุ่มยาจากสมุนไพรที่มีการใช้ตามองค์ความรู้ดั้งเดิม² ตาม “ตำราอ้างอิงยาสมุนไพรไทย เล่ม 1” ซึ่งเป็นเอกสารอ้างอิงมาตรฐานที่เป็นปัจจุบันที่สุด ระบุชนิดทางพฤกษศาสตร์ของโกฐแต่ละชนิดไว้ดังนี้ โกฐสอ คือ รากแห้งของพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Angelica dahurica* (Fisch. ex Hoffm.) Benth. & Hook. f. ex Franch. & Sav. วงศ์ Apiaceae โกฐเขมา คือ เหง้าแห้งของพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Atractylodes lancea* (Thunb.) DC. วงศ์ Asteraceae โกฐหัวบัว คือ เหง้าแห้งของพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ligusticum sinense* Oliv.

cv. Chuanxiong วงศ์ Apiaceae โกฐเชียง คือ รากแห้งของพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels วงศ์ Apiaceae โกฐจุฬาลัมพา คือ ส่วนเหนือดินแห้งที่เก็บในระยะออกดอกของพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Artemisia annua* L. วงศ์ Asteraceae โกฐกระดูก คือ รากแห้งของพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Saussurea lappa* C.B. Clarke วงศ์ Asteraceae โกฐก้านพร้าว คือ เหง้าและรากแห้งของพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Picrorhiza kurrooa* Royle & Benth. วงศ์ Scrophulariaceae โกฐพุงปลา คือ ปูดหูด (gall) ที่เกิดจากใบและกิ่งอ่อนของต้นสมอไทยที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Terminalia chebula* Retz วงศ์ Combretaceae และโกฐขุขามังสี คือ เหง้าแห้งของพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Nardostachys grandiflora* DC. วงศ์ Valerianaceae¹สรรพคุณยาไทยระบุว่า พืชเนาวโกฐมีสรรพคุณแก้ไข้ แก้หืดหอบไอ แก้ไข้จับสั่น แก้พิษร้อน แก้ลมเสียดแทงชายโครง กระเจายลมในกองริดสีดวง แก้ลมในกองเสมหะ แก้อีกแก้ไข้ในกองอดิศาร แก้โรคในปาก กระเจายหนอง ฆ่าพยาธิ แก้ไส้ด้วนไส้ลาม ขับโลหิตร้าย อันเกิดแต่กองปิดตะสมุฏฐาน¹ มีรายงาน

การศึกษาทางวิทยาศาสตร์พบว่า สารสกัดน้ำและสารสกัด 50% เอทานอลของพืชกัตเนาวโกฐมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เพิ่มจำนวนเซลล์ตับและช่วยลดคอเลสเตอรอล ลดการดูดซึมกลูโคสโดยยับยั้งเอนไซม์ α -glucosidase สารสกัดด้วยน้ำยังมีฤทธิ์ต้านการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด และสารสกัด 50% เอทานอล มีฤทธิ์ปกป้องเซลล์หัวใจ ลดการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในเซลล์ตับ ต้านแบคทีเรียหลายชนิด และต้านเชื้อวัณโรค³

น้ำมันหอมระเหย (volatile oils) เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ที่อุณหภูมิห้อง มีกลิ่น สกัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืชสมุนไพร มีสรรพคุณทางยาขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันชนิดนั้น ๆ การวิเคราะห์หาองค์ประกอบหลักทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยเป็นวิธีหนึ่งของการตรวจสอบเอกลักษณ์ของพืชสมุนไพร พืชที่ถูกอ้างถึงว่าเป็นชนิดเดียวกับเครื่องยาแต่ละชนิดในพืชกัตเนาวโกฐก็มีรายงานการศึกษาดังกล่าวค่อนข้างมาก⁴⁻²⁰ อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากโกฐจุฬาลัมพาของคณะผู้วิจัยด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบแก๊ส-แมสสเปกโตรเมทรี (gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS) ซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณพบว่า โกฐจุฬาลัมพามีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างจากน้ำมันหอมระเหยจาก *Artemisia annua* ซึ่งเป็นพืชที่ถูกอ้างถึงว่าเป็นชนิดเดียวกันกับเครื่องยาชนิดนี้ แต่กลับมีลักษณะเหมือนกับน้ำมันหอมระเหยของพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *A. pallens* โดยมีสารหลักสำคัญคือ davana ether isomers²¹ ซึ่งเป็นสารที่พบใน *A. pallens*^{22,23} แต่ไม่เคยมีรายงานพบ

ใน *A. annua*⁴⁻⁶ แสดงว่าโกฐจุฬาลัมพาที่ใช้กันในปัจจุบันได้จากพืชต่างชนิดกันที่ได้รับใบไว้ในเอกสารอ้างอิงต่าง ๆ และเป็นที่น่าสงสัยต่อไปสำหรับเครื่องยาอีก 8 ชนิด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพิสูจน์เครื่องยาอีก 8 ชนิดจากแหล่งจำหน่ายในประเทศไทยในปัจจุบัน โดยเบื้องต้นว่าได้จากพืชชนิดเดียวกับที่ระบุในเอกสารอ้างอิงหรือไม่ ถูกทดแทนหรือถูกปลอมปนหรือไม่ โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธี GC-MS เปรียบเทียบผลกับการศึกษาที่เคยมีรายงานในเอกสารอ้างอิงต่าง ๆ

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการศึกษา

ตัวอย่างสมุนไพร

ตัวอย่างเครื่องยา 8 ชนิด ได้แก่ โกฐสอ โกฐเขมา โกฐหัวบัว โกฐเชียง โกฐกระดุก โกฐก้านพร้าว โกฐพุงปลา และโกฐขี้ผึ้งมั่งสี ซึ่งจากร้านขายยาแผนโบราณในกรุงเทพฯ ในระหว่างปี พ.ศ. 2555 แบ่งตัวอย่างส่วนหนึ่งไว้เป็น voucher specimens (หมายเลข NVK01-04, NVK06-08) เก็บไว้ที่ภาควิชาเภสัชเวท คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม นำตัวอย่างสมุนไพรทุกชนิดมาบดหยาบ และเก็บไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส ก่อนนำมาใช้

การสกัดแยกน้ำมันหอมระเหย

การสกัดน้ำมันหอมระเหยจะใช้เทคนิคการต้มกลั่น (hydrodistillation) โดยใช้วิธีตามตำรายาสมุนไพรไทย 2009²⁴ ดังนี้ ชั่งน้ำหนักผงเครื่องยา 30 กรัม อย่างถูกต้องแม่นยำ ใส่ในขวดก้นกลมขนาด 1,000 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร นำไปสกัดโดยใช้ Clevenger apparatus ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน

8 ชั่วโมง ดักจับน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ด้วย xylene วัดปริมาตรรวมแล้วห้กลับปริมาตรของ xylene คำนวณหาร้อยละของน้ำมันหอมระเหย ในตัวอย่างโดยปริมาตรต่อน้ำหนัก กำจัดน้ำที่อาจปนมาเล็กน้อยด้วย sodium sulfate anhydrous ก่อนนำไปวิเคราะห์

สภาวะการวิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีแบบแก๊ส-แมสสเปกโตรเมทรี (GC-MS)

สภาวะของเครื่อง GC-MS ส่วนของ GC (ยี่ห้อ Agilent Technology, รุ่น GC 6890 A, USA) ใช้การฉีดที่ปริมาตร 1.0 ไมโครลิตร (split ratio เท่ากับ 1: 50) โดยตั้งอุณหภูมิส่วนที่ฉีดสาร 250 องศาเซลเซียส ใช้คอลัมน์คือ HP-5MS 30 m x 0.25 mm ID x 0.25 mm (non-polar fused silica capillary with a 5% phenyl-methylpolysiloxane stationary phase) (ยี่ห้อ Agilent Technology, รุ่น HP-5MS, USA) ตั้งอัตราการไหลของก๊าซฮีเลียมเข้าคอลัมน์เป็น 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที ส่วนอุณหภูมิคอลัมน์จะตั้งโปรแกรมโดยใช้อุณหภูมิเริ่มต้น 40 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที จากนั้นเพิ่มขึ้นด้วยอัตราเร็ว 5 องศาเซลเซียสต่อนาทีจนถึงอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที แล้วเพิ่มขึ้นด้วยอัตราเร็ว 2 องศาเซลเซียสต่อนาทีจนถึงอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ปรับอัตราเร็วเป็น 3 องศาเซลเซียสต่อนาทีจนถึงอุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ส่วนของ MS (ยี่ห้อ Agilent Technology, รุ่น 5973N mass selective detector, EIMS, electron energy, 70 eV, USA) เป็น MS Quadrupole ที่ต่อกับ GC โดยตรง และอุณหภูมิของ ion source เป็น 230 องศาเซลเซียสในระบบ Electron Impact

Ionization (EI) โดยให้ผลการแยกองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยเป็น Total Ion Chromatogram (TIC) ในระบบ Scan Mode ใช้ช่วงของ Mass 40 ถึง 550 AMU (Atomic Mass Unit) ประมวลผลด้วย Agilent Chem Station data system

การวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

พิสูจน์เอกลักษณ์ขององค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยโดยเปรียบเทียบกับสเปกตรัมกับสเปกตรัมมาตรฐานใน Wiley Version 5 NIST 5 Library ร่วมกับการคำนวณค่า Kovats Index (KI) (ใช้สารละลายมาตรฐานอัลเคน (normal alkanes (C8-C20 and C31-C40)) และเปรียบเทียบ KI กับค่า KI ในเอกสารอ้างอิง Adams table²⁵ ปริมาณของสารคำนวณจากพื้นที่ใต้พีกในรูปของร้อยละของพื้นที่ใต้พีกสัมพัทธ์ (% Relative Peak Area)

ผลและอภิปรายผลการศึกษา

ผลการสกัดน้ำมันหอมระเหย

เมื่อสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเครื่องยาในพิกัดเนาวโกฐ 8 ชนิด ได้แก่ โกฐสอ โกฐเขมา โกฐหัวบัว โกฐเชียง โกฐกระดูก โกฐก้านพร้าว โกฐพุงปลา และโกฐชฎามังสี พบว่าโกฐพุงปลาไม่มีน้ำมันหอมระเหยเป็นองค์ประกอบ ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยที่พบในเครื่องยาอีก 7 ชนิดมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.12-1.66 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก โดยโกฐเขมามีน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด (ตารางที่ 1) น้ำมันหอมระเหยจากเครื่องยาทุกชนิดมีสีน้ำตาลอ่อน และมีกลิ่นเฉพาะตัว

ตารางที่ 1 ร้อยละโดยปริมาตรต่อน้ำหนักของน้ำมันหอมระเหยในเครื่องยาแต่ละชนิด

เครื่องยา	ร้อยละโดยปริมาตรต่อน้ำหนัก
โกฐหัวบัว	0.55±0.07
โกฐเชียง	0.43±0.09
โกฐขมิ้น	0.37±0.19
โกฐกระดูก	0.25±0.07
โกฐสอ	0.17±0.00
โกฐเขมา	1.66±0.47
โกฐก้านพร้าว	0.12±0.07
โกฐพุงปลา	0.00±0.00
โกฐจุฬาลัมพา	0.13±0.05*

* ข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 21

2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเครื่องยาในพิกัดเนาวโกฐ 7 ชนิด ด้วยวิธี GC-MS แสดงในตารางที่ 2 โดยเรียงลำดับตามเวลาที่สารถูกชะออกจากคอลัมน์ (retention time) และแสดง

รายชื่อสารหลักที่ตรวจพบในเครื่องยาแต่ละชนิดในตารางที่ 3 นอกจากนี้ องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากโกฐจุฬาลัมพาที่ได้ศึกษาก่อนหน้านี้ตามเอกสารอ้างอิงหมายเลข 21 ได้นำมาสรุปรวมในตารางที่ 2 และ 3 ด้วย

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีที่ตรวจพบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเครื่องยาแต่ละชนิดในพิกัดเนาวโกฐ

KI	ชื่อสาร	ร้อยละของพื้นที่ได้พิกสัสมัทธ์							
		โกฐหัวบัว	โกฐเชียง	โกฐขมิ้น	โกฐกระดูก	โกฐสอ	โกฐเขมา	โกฐก้านพร้าว	โกฐจุฬาลัมพา*
835	Furfural		0.16						
938	α -Pipene	0.09	1.04				0.24		
952	Camphene		0.04						
957	5,5-Dimethyl-2(5H)-furanone								0.13
964	Benzaldehyde					1.77		3.32	0.09
967	5-Methyl-2-furancarboxaldehyde					0.75			
977	Sabinene	0.14							
979	β -Pinene	0.01			0.05				
993	β -Myrcene	0.05							
994	(Z)-2,6-Dimethyl-1,6-octadiene								0.04
1005	α -Phellandrene	0.02			0.04		0.05		
1011	δ -3-Carene						0.07		

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีที่ตรวจพบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเครื่องยาแต่ละชนิดในพิกัด
เนาโกฐ (ต่อ)

KI	ชื่อสาร	ร้อยละของพื้นที่ใต้พีคสัมพัทธ์							
		โกฐหัวบัว	โกฐเชียง	โกฐขลุ่ยม้งสี	โกฐกระดุก	โกฐสอ	โกฐเขมา	โกฐก้านพร้าว	โกฐจุฬาหลัมพา*
1018	Isocineole					0.48			
1019	α -Terpinene	0.13			0.03				
1027	<i>o</i> -cymene	0.54	0.03		0.18		0.11	0.22	
1027	<i>p</i> -cymene					1.11			0.9
1031	<i>D</i> -Limonene		0.09		0.08	1.66	0.04	0.25	0.03
1034	Eucalyptol					1.68		0.29	
1043	β - <i>trans</i> -Ocimene		2.29						
1044	Lavender lactone								0.28
1047	α -Tolualdehyde					1.86		0.19	0.06
1053	β - <i>cis</i> -Ocimene		0.84						
1062	γ -Terpinene	0.7			0.14				0.03
1068	Acetophenone			0.04		12.48		2.51	
1070	<i>o</i> -Tolualdehyde			0.04				0.18	0.15
1078	<i>m</i> -Cresol							0.24	
1082	<i>m</i> -Tolualdehyde					3.8		1.63	
1090	Fenchone					2.17			
1090	<i>o</i> -Guaiacol							4.32	
1090	Linalool oxide								0.03
1091	α -Terpinolene	0.56	0.11						
1100	β -Linalool	0.02			0.05			1.12	0.05
1100	Undecane		0.25						
1106	Hotrienol								0.58
1113	Fenchyl alcohol		0.07		0.04				
1122	β -Thujone								0.05
1122	<i>trans</i> -1-Methyl-4-(1-methylethyl)-2-cyclohexen-1-ol	0.08							
1134	4-Methyl-benzylalcohol			0.02		1.76			
1140	γ -Terpinene								0.05
1144	Camphor		0.04	0.03	0.19	3.13		0.33	0.02
1155	Nerol oxide								0.02
1157	<i>n</i> -Amylbenzene		0.57						
1159	6-Butyl-1,4-cycloheptadiene	0.65							
1167	Borneol	0.02	0.11		0.05				
1168	3,5-Xylenol							0.37	
1171	2-Methylcumarone							4.62	
1173	Menthol			0.02					
1178	(+)-Terpinen-4-ol	2.2	0.04	0.02	0.62	2.73		0.73	0.2
1184	1-(3-Methylphenyl)-ethanone			0.04					
1186	<i>p</i> -Cymen-8-ol	0.19						0.35	0.1

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีที่ตรวจพบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเครื่องยาแต่ละชนิดในพิกัด
เนาโกฐ (ต่อ)

KI	ชื่อสาร	ร้อยละของพื้นที่ใต้พีคสัมพัทธ์							
		โกฐหัวบัว	โกฐเขียง	โกฐขมิ้น	โกฐกระตุก	โกฐสอ	โกฐเขมา	โกฐก้านพร้าว	โกฐจุฬาหลัมพา*
1191	α -Terpinolene	0.1	1.1		0.12	6.5		0.97	
1196	Piperitol	0.04							
1197	trans-Dihydrocarvone			0.02					
1208	trans-Piperitol	0.07							
1229	(R)-(+)- β -Citronellol				0.03				
1232	nor-Davanone								1.42
1239	Cuminaldehyde					42.03			
1244	D-(+)-Carvone			0.02					
1254	p-Anisaldehyde			0.06					
1258	1,3-Dimethyl-1H-indene			0.03					
1270	(E)-Cinnamaldehyde							1.32	
1275	Phellandral	0.01							
1278	p-Ethylguaiaicol							0.9	
1283	trans-Anethole				0.2	2.1			
1285	p-Anethole			0.12				6.09	
1287	Borneol acetate	0.03							
1291	Cuminol	0.02				4.47		0.19	
1293	Thymol	0						0.55	
1302	o-Cymen-5-ol				0.19				
1303	Carvacrol	0.01		0.14				0.2	
1306	(Z)-Methyl cinnamate							0.31	0.4
1314	p-Vinylguaiaicol	0.43	1.16					43.75	
1329	m-Acetanisole							1.77	
1330	2-Methylbicyclo[4.3.0] non-1(6)-ene			0.05			0.37		
1333	(-)-Aristolene						0.12		
1345	β -Maaliene						0.9		
1352	Acetanisole							0.66	
1355	Duraldehyde		0.77						
1356	Valerophenone	0.46							
1358	2-Methoxy-3-(2-propenyl)-phenol		0.41					3.09	
1359	Eugenol			0.06	0.38	1.99			0.47
1366	Davanic acid								0.05
1376	Copaene				0.02				
1377	Longipinene						0.11		
1380	(Z)-ethyl cinnamate							1.54	2.44
1381	β -Patchoulene			0.5					
1381	α -Cedrene		0.28						
1381	6S-2,3,8,8-Tetramethyl tricyclo [5.2.2.0(1,6)] undec-2-ene						1.24		

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีที่ตรวจพบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเครื่องยาแต่ละชนิดในพิกัด
เนาโกฐ (ต่อ)

KI	ชื่อสาร	ร้อยละของพื้นที่ใต้พีกสัมพัทธ์							
		โกฐหัวบัว	โกฐเชียง	โกฐขมิ้น	โกฐกระดูก	โกฐสอ	โกฐเขมา	โกฐก้านพร้าว	โกฐจุฬาหลัมพา*
1384	(Z)-Methyl cinnamate							0.86	0.58
1386	Geranyl acetate				0.17				0.1
1387	Isolongifolene			0.09					
1388	Berkheyaradulen						1.63		
1393	β -Elemene	0.04		0.23	8.66		0.29		0.09
1397	Vanillin	0.08						0.45	
1398	Cyperene				0.04		0.14		0.21
1406	Methyleugenol	0.07							
1406	1,2,3-Trimethoxy-5-methyl-benzene							1.03	
1407	Longifolene						1.48		
1409	α -Gurjunene								0.12
1410	β -Maaliene			0.7					
1412	β -Cedrene		0.4		0.17				
1418	(-)-9-Aristolene			0.33					
1418	Dihydro- α -ionone				5.66				
1422	β -Caryophyllene						1.61		
1430	α -Ionone				3.94	0.45			
1430	Thujopsene		0.06						
1434	β -Gurjunene			3.95					
1436	γ -Elemene						1.15		
1437	α -Bergamotene				1.68				
1439	Aromadendrene	0.06	0.1						0.59
1443	Cis- β -Guainene								0.05
1449	(E)-Isoeugenol							2.38	
1454	α -Patchoulene			0.44					
1455	α -Humulene						1		
1456	Geranyl acetone				3.31				
1457	Seychellene			0.23					
1459	β -Farnesene	0.07							
1461	Isosativene				0.14				
1461	Gurjunene			1.08					
1462	allo-Aromadendrene								4.41
1470	(E)-ethyl cinnamate							0.94	7.54
1476	4,11-Selinadiene						0.71		
1481	Germacrene D	0.04	1.83						0.98
1484	(+)- <i>epi</i> -Bicyclo sesquiphellandrene			1.39					
1486	α -Curcumene				12.65				
1486	β -Ionone			0.24					

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีที่ตรวจพบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเครื่องยาแต่ละชนิดในพิกัด
เนาโกฐ (ต่อ)

KI	ชื่อสาร	ร้อยละของพื้นที่ใต้พีคสัมพัทธ์							
		โกฐหัวบัว	โกฐเชียง	โกฐขมิ้น	โกฐกระดูก	โกฐสอ	โกฐเขมา	โกฐก้านพร้าว	โกฐจุฬาลัมพา*
1490	β -Selinene	1.69			1.94		5.82		2.2
1492	(+)-Valencene			0.72					
1493	Ledene		0.35						
1494	γ -Selinene	0.38			7.62				
1494	β -Guainene			0.21					
1497	Davana ether isomer								9.4
1503	(+)-Cuparene		1.5						
1504	β -Vatirenene								0.16
1504	δ -Guaiene			0.13					
1509	Bisabolene		0.77						
1513	δ -amorphene			0.11					
1514	α -Cadinene								0.25
1515	(-)- α -Panasinsene			0.26					
1519	β -Guaiene				1.15		0.42		
1522	Davana ether isomer								20.64
1523	β -Sesquiphellandrene		0.1				0.49		
1525	δ -Cadinene	0.03		0.22			10.37		1.27
1529	Acetyleneugenol		0.38		0.25				
1532	Eudesma-4(14),7(11)-diene			0.2					
1533	Valencene				0.94				
1539	Davana ether isomer								8.97
1544	2,3-Dihydro-2,2,5,6-tetramethyl-benzofuran			0.84					
1545	Eudesma-3,7(11)-diene						0.5		
1548	Elemol				3.39			1.49	
1560	Elemicin				0.28			0.24	
1562	Germacrene B						5.19		
1565	Nerolidol				0.71			1.3	
1565	α -Selinene			2.08					
1566	Davanone B								0.74
1572	Davanone								0.43
1582	Caryophyllene oxide				1.19		1		
1584	(+)-Spathulenol	1.26	0.25					0.61	26.02
1587	α -Guaiene	0.04							
1589	Cis-Davanone								0.23
1592	Davanone								0.65
1592	Carotol	0.07							
1595	Cedrol	0.06							
1597	cis-1-Ethylideneoctahydro-7a-methyl-1H-Indene			1.53				0.71	

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีที่ตรวจพบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเครื่องยาแต่ละชนิดในพิกัด
เนาโกฐ (ต่อ)

KI	ชื่อสาร	ร้อยละของพื้นที่ใต้พีกสัมพัทธ์							
		โกฐหัวบัว	โกฐเชียง	โกฐชฎามังสี	โกฐกระดุก	โกฐสอ	โกฐเขมา	โกฐก้านพร้าว	โกฐจุฬา ลัมพา*
1611	Cadinene isomer				0.62	3.66			
1622	Isospathulenol								1.1
1630	(S)-4,5,6,7,8,8a-Hexahydro-8a-methyl-2(1H)-azulenone			5.37					
1643	Murolol			1.55					
1648	β -Eudesmol				3.04				3.96
1649	α -Eudesmol				1.95				
1652	1H-Indol-5-ol	0.02							
1654	Patchouli alcohol			5.36					
1655	α -Cadinol			2.28					1.38
1666	9-Aristolene- α -ol			5.21					
1669	3- <i>n</i> -Butyl phthalide	4.66	0.05						
1672	3- <i>n</i> -Butyridenephthalide	8.94	19.2						
1674	Atractylone						43.11		
1678	Jatamansone หรือ Valeranone			10.04			0.23		
1682	α -Bisabolol						0.19		
1688	1-Ethenyl-2-[(E)-hex-1-enyl] cyclopropane	1.66							
1690	(-)- α -Selinene						0.24		
1710	Bergamotol				1.71				
1710	Davanone isomer								0.35
1711	(Z)-3- <i>n</i> -Isobutylidene phthalide		1.2						
1716	Valerenal			18.33				7.59	
1718	6-Isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8, 8a-octahydro-naphthalen-2-ol				1.13				
1728	Senkyunolide A	10.64	2.06			3.42			
1732	Valerenol			5.89					
1738	Neocindilide	2.76							
1738	6,7-Dihydroxy xanthotoxin						8.51		
1741	Zierone			0.94					
1743	(Z)-ligustilide	59.64	59.53						
1747	(+)- γ -Costol				8.41				
1766	(+)- β -Costol				17.89				
1770	Aristolone			28.73					
1789	(E)-ligustilide	0.85	1.91						
1824	Costunolide				0.76				
1841	Hexahydrofarnesyl acetone							0.43	
1859	1,2,3,4-Tetrahydrochrysene						5.03		
1875	Critonilide						0.1		
1882	1-Hexadecene	0.05							
1911	2,3-Dihydro-2,2,3-trimethyl-4H-furo[2,3-b][1] benzopyran-4-one						0.22		

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีที่ตรวจพบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเครื่องยาแต่ละชนิดในพิกัด
เนาวโกฐ (ต่อ)

KI	ชื่อสาร	ร้อยละของพื้นที่ใต้พีคสัมพัทธ์							
		โกฐ หัวบัว	โกฐ เชียง	โกฐ ขามังสี	โกฐ กระดูก	โกฐ สอ	โกฐ เขมา	โกฐ ก้านพร้าว	โกฐจุฬา ลัมพา*
1975	n-Hexadecanoic acid	0.25	0.13						
1984	Dehydrocostuslactone				7.34				
2000	1-[(Dimethyl)methylene]-3-[(t-butyl)ethynyl]-5,5-dimethylcyclohex-2-ene						1.27		
2031	2,7-Dimethoxy-5-methyl-1,4-naphthaquinone						0.49		
2050	Isolantolactonoid butenolide A						2.32		
2093	8,11-Octadecadienoic acid, methyl ester		0.58						

* ข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 21

ตารางที่ 3 สารหลักที่ตรวจพบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเครื่องยาแต่ละชนิดในพิกัดเนาวโกฐ
เปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิง

เครื่องยา และสารหลักที่ตรวจพบ	สมุนไพร และสารหลักที่เคยรายงาน
โกฐหัวบัว (Z)-ligustilide, (E)-ligustilide, senkyunolide A, butylphthalide, (Z)-butylidenephthalide, neocindilide, terpinen-4-ol, β -selinene, spathulenol	<i>Ligusticum sinense</i> cv. Chuanxiong (Z)-ligustilide, (E)-ligustilide, senkyunolide A, butylphthalide, (Z)-butylidenephthalide ^{12,13}
โกฐเชียง (E)-ligustilide, butylphthalide, senkyunolide A, (Z)-ligustilide, (Z)-butylidenephthalide, (Z)-3-n-isobutylidenephthalide, cuparene, germacrene D, p-vinylguaiaicol, ocimene, α -terpineole	<i>Angelica sinensis</i> (E)-ligustilide, butylphthalide, senkyunolide A, (Z)-ligustilide, (Z)-butylidenephthalide, (Z)-3-n-isobutylidenephthalide ⁹⁻¹¹
โกฐขามังสี jatamansone (valeranone), veleranal, valerenol, aristolone, aristolene, maailene, β -gurjunene, selinene, patchouli alcohol, (+)-epi-bicyclo sesquiphellandrene, (S)-4,5,6,7,8,8a-Hexahydro-8a-methyl-2(1H)-azulenone, muurolol, 9-aristolen- α -ol	<i>Nardostachys grandiflora</i> calarene, jatamansone (valeranone), veleranal, valerenol, aristolone, patchouli alcohol ^{14,15}
โกฐกระดูก β -costol, γ -costol, dehydrocostuslactone, α -curcumene, β -elemene, dihydro- α -ionone, α -ionone, γ -selinene, geranyl acetone, β -selinene, elemol, β -eudesmol, α -eudesmol, costunolide, α -bergamotene, bergamotol	<i>Saussurea lappa</i> dehydrocostuslactone, costol, costunolide, curcumene, elemene, selinene, ionone ^{16,17}

ตารางที่ 3 สารหลักที่ตรวจพบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเครื่องยาแต่ละชนิดในพิกัดเนาโกฐ
เปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิง (ต่อ)

เครื่องยา และสารหลักที่ตรวจพบ	สมุนไพร และสารหลักที่เคยรายงาน
โกฐสอ terpinen-4-ol, α -terpineol, cuminaldehyde, cuminol, acetophenone, fenchone, camphor, anethole, <i>m</i> -tolualdehyde, cadinene isomer	<i>Angelica dahurica</i> imperatorin, isoimperatorin, pimpinellin, phellopterin, oxypeucedanin, elemicin, α -pinene, carene, terpinen-4-ol, cuminal aldehyde, cuminol ^{18,19}
โกฐเขมา atractylone, berkheyaradulen, γ -elemene, β -caryophyllene, α -humulene, β -selinene, δ -cadinene, 6,7-dihydroxyxanthotoxin, 1,2,3,4-tetrahydrochrysene, germacrene B, isolantolactonoid butenolide A	<i>Atractylodes lancea</i> atractylone, atractydin, hinesol, aromadendrene, β -eudesmol, eudesma-4(14),11-diene, γ -elemene ^{20,21}
โกฐก้านพร้าว <i>p</i> -vinylguaiaicol, valerenal, <i>p</i> -anethole, 2-methylcumaron, <i>o</i> -guaiaicol, acetophenone, <i>m</i> -tolualdehyde, β -linalool, cinnamaldehyde, acetanisole, phenol, 2-methoxy-3-(2-propenyl)-, isoeugenol, elemol, nerolidol	<i>Picrorhiza kurrooa</i> dihydrobenzofuran, 2,3,5,6-tetramethylphenol, acetovanillone ²²
โกฐจุฬาลัมพา* davana ether isomer, nordavanone, davanone, davanone isomer, spathulenol, β -eudesmol, (<i>E</i>)-ethyl cinnamate, (<i>Z</i>)-ethyl cinnamate, (<i>Z</i>)-methyl cinnamate, germacrene D, <i>p</i> -vinylguaiaicol, aromadendrene, <i>allo</i> -aromadendrene, <i>p</i> -cymene, β -selinene	<i>Artemisia annua</i> camphor, artemisinin, 1,8-cineole, pinocarveol, α -terpineole, <i>p</i> -cymene, carvone, γ -elemene, α -bisabolene, germacrene D, artemisia ketone ⁶⁻⁸

* ข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 21

องค์ประกอบหลักทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากโกฐหัวบัวและโกฐเชียงคือ สารกลุ่ม phthalides (พบมากกว่าร้อยละ 80 ของสารทั้งหมด) ได้แก่ (*Z*)-ligustilide, (*E*)-ligustilide, (*Z*)-butylidenephthalide, butylphthalide, senkyunolide A และ neocindilide และเมื่อพิจารณาผลพหุคูณขององค์ประกอบทางเคมีของเครื่องยาทั้งสอง เปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิง⁷⁻¹¹ พบว่าคล้ายคลึงกับพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ligusticum sinense* cv. Chuanxiong (ชื่อพ้อง *Ligusticum chuanxiong* Hort.) และ *Angelica sinensis* ตามลำดับ

น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากโกฐชฎามังสี พบสารหลักในกลุ่ม sesquiterpene hydrocarbons (พบมากกว่าร้อยละ 38 ของสารทั้งหมด) เช่น aristolone, jatamansone (valeranone) และพบสาร valerenal ซึ่งเป็นสารกลุ่ม monoterpenes (พบร้อยละ 18 ของสารทั้งหมด) และเมื่อพิจารณาผลพหุคูณขององค์ประกอบทางเคมี พบว่าคล้ายคลึงกับพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Nardostachys grandiflora* (ชื่อพ้องได้แก่ *N. jatamansi* (D. Don) DC. และ *N. chinensis* Batalin)^{12,13}

น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากโกฎิกระดูก พบสารหลักคือ costols ซึ่งประกอบด้วย β -costol (ร้อยละ 18) และ γ -costol (ร้อยละ 8) และพบสาร curcumene, elemene, selinene, dehydrocostuslactone, dihydro- α -ionone และ α -ionone ร้อยละ 13, 9, 8, 7, 6 และ 4 ตามลำดับ สารเหล่านี้เป็นองค์ประกอบหลักของพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Saussurea lappa* (ชื่อพ้อง *Saussurea costus* (Falc.) Lipsch.)^{14,15}

น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากโกฎิสอ ตรวจพบสารหลักคือ cuminal aldehyde, acetophenone และ cuminol ร้อยละ 42 12 และ 4 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันหอมระเหยของ *Angelica dahurica*^{16,17} ซึ่งเป็นชนิดทางพฤกษศาสตร์ของโกฎิสอตามเอกสารอ้างอิงในปัจจุบัน พบว่าแตกต่างกันจึงควรมีการศึกษายืนยันให้แน่ชัดต่อไป

น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากโกฎิเขมา พบสารหลักในกลุ่ม sesquiterpene lactones คือ atractylone (พบร้อยละ 43 ของสารทั้งหมด) สารนี้เป็นสารสำคัญที่พบในพืชสกุล *Atractylodes* โดยพบในปริมาณที่แตกต่างกัน ปริมาณที่พบจากการศึกษานี้แตกต่างอย่างมากจากที่เคยมีรายงานใน *A. lancea*¹⁸ ซึ่งเป็นชนิดทางพฤกษศาสตร์ที่ยอมรับในปัจจุบันของโกฎิเขมา คือเคยมีรายงานพบเพียงร้อยละ 9.35 เท่านั้น นอกจากนี้ สารหลักที่เคยมีรายงานพบในปริมาณสูงของ *A. lancea* คือ β -eudesmol และ atractylodin¹⁹ ก็ตรวจไม่พบในโกฎิเขมา แต่จะพบสารอื่นแทน ได้แก่ 6,7-dihydroxy xanthotoxin, δ -cadinene, β -selinene, 1,2,3,4-tetrahydrochrysene, germacrene B และ berkheyaradulen พบร้อยละ 9, 10, 6, 5, 5 และ 2 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาชนิดของสารและลายพิมพ์ขององค์ประกอบทางเคมีพบว่า ผล

การศึกษาของโกฎิเขมาค่อนข้างคล้ายคลึงกับ *A. macrocephala* โดยเฉพาะอย่างยิ่งพบสาร atractylone เป็นสารหลักในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน (ตามเอกสารอ้างอิงหมายเลข 18 พบร้อยละ 40.12) จึงต้องมีการศึกษาหาชนิดทางพฤกษศาสตร์ของโกฎิเขมาให้แน่ชัดต่อไป

น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากโกฎิก้านพร้าว พบองค์ประกอบหลักทางเคมีคือ *p*-vinylguaiacol โดยพบร้อยละ 44 ของสารทั้งหมด สารหลักอื่น ๆ ที่พบ ได้แก่ valerenal, *p*-anethole, 2-methylcumarone และ *O*-guaiacol พบร้อยละ 8, 6, 5 และ 4 ตามลำดับ สารที่พบเหล่านี้แตกต่างจากที่เคยมีรายงานของ *Picrorhiza kurroa*²⁰ ซึ่งเป็นชนิดทางพฤกษศาสตร์ที่ยอมรับในปัจจุบันของโกฎิก้านพร้าว แต่เนื่องจากเป็นรายงานการศึกษาเดี่ยวเท่านั้นที่ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีจากน้ำมันหอมระเหย รายงานอื่น ๆ จะเป็นการศึกษาโดยใช้สารสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งรายงานพบองค์ประกอบหลักที่ระเหยได้ยากหรือไม่ระเหยด้วย จึงต้องมีการพิสูจน์หาชนิดทางพฤกษศาสตร์ที่ถูกต้องแน่ชัดของโกฎิก้านพร้าวต่อไป

สรุปผลการศึกษา

จากการพิสูจน์เอกลักษณ์ทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเครื่องยา 7 ชนิดในพิกัดเนาวโกฎิ โดยใช้วิธี GC-MS พบว่าน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากโกฎิหัวบัว โกฎิเขียง โกฎิขมิ้นชัน และโกฎิกระดูก มีองค์ประกอบทางเคมีเหมือนกับพืชที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Ligusticum sinense* cv. Chuanxiong, *Angelica sinensis*, *Nardostachys grandiflora* และ *Saussurea lappa* ตามลำดับ ซึ่งเป็นชนิดที่ตรงตามเอกสารอ้างอิงในปัจจุบัน แต่เครื่องยาอีก 3

ชนิดได้แก่ โกงฐสอ โกงฐเขมา และโกงฐก้านพร้าว ให้น้ำมันหอมระเหยที่มีองค์ประกอบทางเคมีต่างจาก *Angelica dahurica*, *Atractylodes lancea* และ *Picrorhiza kurroo* ซึ่งเป็นพืชที่ถูกระบุในปัจจุบันว่าเป็นแหล่งที่มาของเครื่องยาเหล่านี้ตามลำดับ จึงเป็นที่น่าสนใจในการศึกษาพิสูจน์ชนิดที่แน่ชัดทางพฤกษศาสตร์ของเครื่องยาทั้งสาม รวมถึงโกงฐพุงปลาซึ่งไม่สามารถสกัดน้ำมันหอมระเหย ก็ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมด้วยเทคนิคอื่น ๆ ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ ที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือ และสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Department of Development of Thai Traditional and Alternative Medicine, Ministry of Public Health. Monograph of selected Thai materia medica, volume 1. Bangkok: Amarin Printing and Publishing; 2008.
2. National Drug System Development Committee, Ministry of Public Health. National list of essential medicines A.D.2012. Nonthaburi; 2012.
3. Meksuriyen D, et al. Development of standardized extracts from herbs in Phikud Navakot. Bangkok: National Research Council of Thailand; 2009.
4. Ma C, Wang H, Lu X, Xua G, Liu B. Metabolic fingerprinting investigation of *Artemisia annua* L. in different stages of development by gas chromatography and gas chromatography–mass spectrometry. J Chromatogr A. 2008; 1186:412-9.
5. Peng CA, Ferreira JFS, Wood AJ. Direct analysis of artemisinin from *Artemisia annua* L. using high-performance liquid chromatography with evaporative light scattering detector, and gas chromatography with flame ionization detector. J Chromatogr A. 2006;1133(1):254–8.
6. Juteau F, Masotti V, Bessière JM, Dherbomez M, Viano J. Antibacterial and antioxidant activities of *Artemisia annua* essential oil. Fitoterapia. 2002;73(6):532–5.
7. Laoa SC, Lia SP, Kana KKW, Lia P, Wana JB, Wanga YT, Dongb TTX, Tsimb, KWK. Identification and quantification of 13 components in *Angelica sinensis* (Danggui) by gas chromatography–mass spectrometry coupled with pressurized liquid extraction. Anal Chim Acta. 2004; 526:131–7.
8. Kim MR, El-Aty A.M.A, Kim IS, Shim JH. Determination of volatile flavor components in danggui cultivars by solvent free injection and hydrodistillation followed by gas chromatographic–mass spectrometric analysis. J Chromatogr A. 2006;1116 (1):259-64.

9. Wu MJ, Sun XJ, Dai YH, Guo FQ, Huang LF, Liang YZ, Determination of constituents of essential oil from *Angelica sinensis* by gas chromatography-mass spectrometry. J Cent South Univ Technol. 2008;15:791-5.
10. Zhang C, Qi M, Shao Q, Zhou S, Fu R. Analysis of the volatile compounds in *Ligusticum chuanxiong* Hort. using HS-SPMS-GC-MS. J Pharm Biomed Anal. 2007;44(2):464-70.
11. Tang Y, Zhu M, Yu S, Hua Y, Duan JA, Su S, et al. Identification and comparative quantification of bio-active phthalides in essential oils from Si-Wu-Tang, Fo-Shou-San, Radix *Angelica* and Rhizoma *Chuanxiong*. Molecules. 2010;15(1):341-51.
12. Wang J, Zhao J, Liu H, Zhou L, Liu Z, Wang J, et al. Chemical analysis and biological activity of the essential oils of two valerianaceous species from China: *Nardostachys chinensis* and *Valeriana officinalis*. Molecules. 2010;15(9):6411-22.
13. Paudyal MP, Rajbhandari M, Basnet P, Yahara S, Gewali MB. Quality assessment of the essential oils from *Nardostachys jatamansi* (D. Don) DC and *Nardostachys chinensis* Batal obtained from Kathmandu valley market. Sci World. 2012;10(10):13-6.
14. Liu ZL, He Q, Chu SS, Wang CF, Du SS, Deng ZW. Essential oil composition and larvicidal activity of *Saussurea lappa* roots against the mosquito *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). Parasitol Res. 2012;110: 2125–30.
15. Gwari G, Bhandari U, Andola HC, Lohani H, Chauhan N, Volatile constituents of *Saussurea costus* roots cultivated in Uttarakhand Himalayas, India. Pharmacognosy Res. 2013;5(3): 179–82.
16. Zhao A, Yang X, Yang X, Wang W, Tao H. GC-MS analysis of essential oil from root of *Angelica dahurica* cv. Qibaizhi. Zhongguo Zhong Yao Za Zhi. 2011;36(5):603-7.
17. Tabanca N, Gao Z, Demirci B, Tehen N, Wedge DE, Ali A, Sampson BJ, Werle C, Bernier UR, Khan IA, Baser KH. Molecular and phytochemical investigation of *Angelica dahurica* and *Angelica pubescentis* essential oils and their biological activity against *Aedes aegypti*, *Stephanitis pyrioides*, and *Colletotrichum* species. J Agric Food Chem. 2014;62(35):8848-57.
18. Guo FQ, Huang LF, Zhou SY, Zhang TM, Liang YZ, Comparison of the volatile compounds of *Atractylodes* medicinal plants by headspace solid-phase microextraction-gas chromatography–mass spectrometry. Anal Chim Acta. 2006;570(1):73-8.

19. Ouyang Z, Zhang L, Zhao M, Wang P, Wei Y, Fang J. Identification and quantification of sesquiterpenes and polyacetylenes in *Atractylodes lancea* from various geographical origins using GC-MS analysis. Rev Bras Farmacogn Braz J Pharmacogn. 2012;22(5):957-63.
20. Sah JN, Varshney VK. Chemical constituents of *Picrorhiza* genus: a review. Am J Essent Oils Nat Prod. 2013;1(2):22-37.
21. Burana-osot J, Phattanawasin P, Srisopon S, Ashok PK, Huang B, Sotanaphun U. Authentication of a Thai crude drug "Kot-chula-lumpa" using gas chromatography-mass spectrometry and multivariate data analysis. Thai J Pharm Sci. 2014;38(2):74-81.
22. Mallavarapu GR, Kulkarni RN, Baskaran K, Rao L, Ramesh S. Influence of plant growth stage on the essential oil content and composition in *Davana (Artemisia pallens* Wall.). J Agric Food Chem. 1999;47:254-8.
23. Kulkarni RN, *Artemisia pallens*. In: Colin WW (ed). *Artemisia*. London: Taylor & Francis, 2002; p.119-37.
24. Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, Thailand. Thai herbal pharmacopoeia, volume III. 1st ed. Bangkok: Office of National Buddhism Press; 2009.
25. Adams RP. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. Illinois: Allured Publ Corp; 2001.