

โลหะหนักในสารสกัดสมุนไพรและยาแผนโบราณ

Heavy Metals in Some Thai Traditional Drugs and Herbal Extracts

อรุณศรี ปรีเปรม (Aroonsri Priprem)*

บังอร ศรีพานิชกุลชัย (Bungorn Sripanidkulchai)*

จินตนา จุลทรรณ์ (Jintana Julatas)*

ผดุงขวัญ จิตโรภาส (Padungkwan Chitropas)*

*คณะเภสัชศาสตร์และศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์สุขภาพจากสมุนไพร มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Faculty of Pharmaceutical Science and Center for Research and Development in Herbal Health Product, Khon Kaen University

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณโลหะหนัก 4 ชนิดคือตะกั่ว สารหนู แคดเมียมและเหล็กในสารสกัดสมุนไพรในรูปแบบผง 12 ชนิด น้ำมัน 2 ชนิด และยาแผนโบราณ 5 ตำรับโดยใช้วิธีอะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปกโตรสโกปีสมุนไพรที่ใช้ประกอบด้วยผลยอ หน้้าปากกิ้ง ฟ้าทะลายโจร กระเจี๊ยบ สมอพิเภก มะขามป้อม จิง กระชายดำ ข่อย ดีปลี พริกไทย สมอไทย แมงลักคา และขมิ้น ตำรับยาแผนโบราณ 5 ตำรับ ผลการศึกษาตรวจไม่พบตะกั่วในสารสกัดสมุนไพร 4 ชนิดและตำรับยาแผนโบราณ 4 ตำรับ ตรวจพบสารหนูและแคดเมียมในสารสกัดสมุนไพรและตำรับยาแผนโบราณทุกตัวอย่างโดยสารสกัดสมุนไพร 12 ชนิดและตำรับยาแผนโบราณ 3 ตำรับพบสารหนูระดับต่ำคือไม่เกิน 0.2 ppm และสารสกัดสมุนไพร 9 ชนิดและตำรับยาแผนโบราณ 3 ตำรับพบแคดเมียมในระดับปานกลาง (> 0.010 ถึง ≤ 0.030 ppm) เหล็กพบในสารสกัดสมุนไพร 11 ชนิดและตำรับยาแผนโบราณทุกตำรับ โดยสารสกัดสมุนไพร 10 ชนิดกับตำรับยาแผนโบราณ 4 ตำรับพบเหล็กไม่เกิน 25 ppm ตัวอย่างที่มีปริมาณตะกั่วปนเปื้อนในระดับสูงที่สุดคือผลยอแห้งสกัดด้วยน้ำ (12.9 ± 2.2 ppm) ผงที่ได้จากการคั้นใบสดของหน้้าปากกิ้งพบปริมาณตะกั่ว แคดเมียมและเหล็กในระดับสูงในส่วนของตำรับยาแผนโบราณพบสารหนูและแคดเมียมทุกตำรับแต่ไม่เกินปริมาณสูงสุดที่ยอมให้ปนเปื้อนได้ในอาหารหรือผลิตภัณฑ์เพื่อการบริโภคขององค์การอนามัยโลก โดยปริมาณตะกั่วสูงสุดที่พบในตำรับยาหอม 1 ตำรับคือ 4.29 ± 0.05 ppm การศึกษาได้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดสมุนไพรและยาแผนโบราณที่ทำการศึกษามีโลหะหนักตกค้างแต่ส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ และวิธีการสกัดมีผลต่อปริมาณโลหะหนักในสารสกัดสมุนไพร การควบคุมปริมาณโลหะหนักเป็นการประกันคุณภาพของสารสกัดสมุนไพรและยาแผนโบราณที่สำคัญประการหนึ่ง

คำสำคัญ : โลหะหนัก สารสกัดสมุนไพร ยาแผนโบราณ

* ผู้เขียนที่สามารถติดต่อได้ : โทรศัพท์ 043-362092 , โทรสาร 043-362092

Corresponding author : Tel 043-362092, Fax 043-362092, E-mail : aroonsri@kku.ac.th

Abstract

Quantification of 4 heavy metals, namely lead, arsenic, cadmium and iron, in 14 herbal extracts, 12 of which being powdered and 2 oils, and 5 traditional preparations was investigated by using atomic absorption spectroscopy. Herbs used included *Morinda citrifolia*, *Murdannia lorifomis*, *Androgrphis paniculata*, *Hibiscus sabdariffa*, *Terminalia bellirica*, *Zingiber officinale*, *Kaempferia parviflora*, *Streblus asper*, *Piper retrofractum*, *Piper nigrum*, *Terminalia chebula*, *Curcuma Longa* and *Hyptis suaveolens*; 5 traditional preparations, were included in this study. Lead was not found in 4 of the herbal extracts and 4 of the traditional preparations. Arsenic and cadmium were found in all of the samples at various levels: 12 herbal extracts and 3 traditional preparations with a low level ($>0 - \leq 0.2$ ppm) of lead; 9 herbal extracts and 3 traditional preparations with a moderate level ($>0.040 - \leq 0.030$ ppm) of cadmium. Iron was found in 11 herbal extracts and 5 traditional preparations, of which 10 herbal extracts and 4 traditional preparations found with not more than 25 ppm. The highest level of lead, at 12.9 ± 2.2 ppm, was found in water extracts of dried fruits of *Morinda citrifolia*. *Murdannia lorifomis*, extracted by pressing juices from fresh leaves without solvents, gave high levels of lead, cadmium and iron. *Androgrphis paniculata* extract from dried leaves also gave high levels of lead and cadmium. 4.29 ± 0.05 ppm of lead was found in one of the traditional preparations but lower than the WHO minimum allowance level. It shows that some heavy metals were retained in these herbal extracts and traditional preparations. The extraction could be one of the factors involved. Control of toxic heavy metals in herbal extracts and/or traditional preparations is one of the vital indications for quality assurance.

Keywords : heavy metals, herbal extracts, traditional preparations

บทนำ

โลหะหนักเป็นธาตุที่มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ บ้างเป็นสารอาหารที่จำเป็น (essential heavy metals) ซึ่งร่างกายต้องการในปริมาณน้อยแต่ถ้าได้รับมากเกินไปก็ก่อพิษได้ เช่น เหล็ก เป็นต้น โลหะหนักที่ไม่จำเป็นและเป็นพิษ (toxic and nonessential heavy metals) ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม สารหนู เป็นต้นเป็นสารปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์เพื่อการบริโภค องค์การอนามัยโลก [WHO, 1999, WHO, 2004] วางแนวทางเพื่อความปลอดภัยของการบริโภค

ผลิตภัณฑ์สมุนไพรทั้งที่เป็นยาแผนโบราณ(traditional medicine) ยาทางเลือกผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและเครื่องสำอางโดยระบุปริมาณสูงสุดที่ยอมรับของโลหะหนัก 3 ตัวคือ ตะกั่ว แคดเมียมและสารหนู ไม่เกิน 10, 0.3 และ 20 mg/kg ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นปริมาณสูงสุดที่มีโอกาสก่อผลเสียต่อร่างกายของมนุษย์ [Pulido and Parrish, 2003] โลหะหนักเหล่านี้พบหนาแน่นในแหล่งอุตสาหกรรม Ernst (2002) ศึกษาพบว่าโลหะหนักเป็นส่วนประกอบหนึ่งของตำรับยาสมุนไพรหรือยาแผน

โบราณตำรับอายุรเวทจากอินเดียที่นำไปใช้แพร่หลายในทวีปอื่นๆ โดยโลหะหนักที่พบบ่อยในตำรับเหล่านี้และได้ก่อให้เกิดปัญหาแก่ผู้บริโภคคือ ตะกั่ว สารหนู ปรอท Chizzola et al (2003) ศึกษาในประเทศออสเตรเลียพบว่าพืชสมุนไพรสะสมโลหะ (ทองแดง เหล็ก มังกานีส สังกะสี ตะกั่ว แคดเมียม) ได้ ลักษณะของการสะสมจะขึ้นกับพืชแต่ละชนิด และใบเป็นส่วนที่มักจะพบว่าพืชใช้สะสมโลหะโดยเฉพาะอย่างยิ่งตะกั่ว Wen (2000) ศึกษาพบว่าปริมาณและชนิดของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในสมุนไพรเป็นปัญหาที่สำคัญและมีผลกระทบต่อการใช้สมุนไพรจากประเทศจีน อีกทั้งได้ย้มาถึงความสำคัญของการควบคุมคุณภาพเพื่อความปลอดภัยในการใช้สมุนไพร

ตะกั่วเป็นแร่ธาตุที่ทำให้เกิดความผิดปกติและพิษในหลายระบบรวมทั้งระบบไหลเวียน การทำงานของไต ทางเดินอาหารและระบบประสาท แหล่งของตะกั่วที่ก่อพิษในชุมชนพบได้ในฝุ่น น้ำ สี เครื่องสำอาง สมุนไพรหรือยาแผนโบราณ และผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร [Stoh and Bagchi, 1995] กลไกความเป็นพิษของตะกั่วเกิดจากการกระตุ้นปฏิกิริยาลิพิดเพอร์ออกซิเดชัน (lipid peroxidation) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ที่ทำลายการทำงานของร่างกาย การทดสอบในหนูที่ให้ตะกั่วพบว่าเพิ่มลิพิดเพอร์ออกซิเดชันในสมองเพิ่มอนุมูลอิสระในเนื้อเยื่อเป็นเหตุให้เกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน [Hsu and Guo, 2002] สารหนูจัดเป็นเภสัชวัตถุในตำรับแพทย์แผนโบราณและพบว่าใช้เป็นส่วนผสมในตำรับยาแผนโบราณมานานกว่า 2500 ปี [Mandal and Suzuki, 2002] สารหนูก่อพิษต่อร่างกายในหลายระบบ เช่น ระบบปอด (ผิวหนัง ผื่นและเล็บ) ระบบทางเดินหายใจ ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบภูมิคุ้มกัน ระบบสืบพันธุ์ ระบบทางเดินปัสสาวะ ระบบทางเดินอาหาร ระบบประสาท พิษจากสารหนูที่เคยมีรายงานทั่ว

โลกเกิดจากแหล่งปนเปื้อนในน้ำหรืออาหารหรืออากาศ เข้าสู่ร่างกายด้วยการสัมผัสหรือสูดหายใจ ประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยของระดับสารหนูในดินเท่ากับ 9.1 mg / kg [Mandal and Suzuki, 2002] ซึ่งคาดว่าเป็นแหล่งที่พืชนำสารหนูเข้าไปสะสมได้ แคดเมียมเป็นธาตุที่มีอยู่ในธรรมชาติทั้งในรูปที่ละลายหรือเป็นไอเนื่องจากมีจุดเดือดต่ำ [Flick et al, 1971] มีผลต่อตับ อวัยวะสืบพันธุ์ ไต หัวใจ สมอง และระบบภูมิคุ้มกัน [Stoh & Begchi, 1995] มีพิษสะสมในร่างกายเป็นเวลานานเพราะมีค่าครึ่งชีวิตที่ไตและตับประมาณ 6-38 ปี และ 4-19 ปี ตามลำดับ [Groten and Bladeren, 1994] กลไกความเป็นพิษยังไม่เข้าใจชัดเจนแต่พบว่าเพิ่มลิพิดเพอร์ออกซิเดชันของเนื้อเยื่อได้ด้วย [Flick et al, 1971] พืชที่มีเปลือกกรากบางหรือมีรากฝอยจำนวนมากดูดซึมและสะสมแคดเมียมได้ดีกว่าพืชที่มีเปลือกกรากหนาและมีรากน้อย [Prasad, 1995, Das et al, 1997] เหล็กเป็นหนึ่งในแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการทำงานของร่างกาย แต่ก็มีส่วนที่ทำให้เกิดพิษได้โดยธาตุเหล็กอิสระหรือในรูปอนุมูลอิสระเป็นตัวเร่งปฏิกิริยารีดอกซ์ (redox reaction) ทำให้เกิดอนุมูลอิสระออกซิเจน (reactive oxygen species) ซึ่งกระตุ้นการเกิดลิพิดเพอร์ออกซิเดชันได้ เหนี่ยวนำให้เกิดการทำลายดีเอ็นเอได้ด้วย นอกจากนี้ปริมาณของเหล็กในร่างกายที่เพิ่มสูงขึ้นมักจะเกี่ยวข้องกับปริมาณโลหะหนักหลายตัวเช่น แคดเมียม อลูมิเนียม ทองแดงฯ ที่ได้รับเข้าสู่ร่างกายด้วย [Stoh and Bagchi, 1993]

การบริโภคสมุนไพรเป็นทางเลือกที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น หากแต่ยังจำเป็นต้องมีการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยจากการใช้สมุนไพรอีกหลายด้านรวมทั้งการปนเปื้อนของโลหะหนักด้วย การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในสารสกัดสมุนไพรซึ่งจัดเป็นวัตถุดิบที่สำคัญของตำรับหรือผลิตภัณฑ์

สมุนไพรต่าง ๆ รวมทั้งศึกษาดำรับยาแผนโบราณต่าง ๆ ชนิดของสมุนไพรที่ทำการศึกษาคือสมุนไพรที่พบได้บ่อยทั้งหมด 14 ชนิด ในรูปผงหรือของแข็ง มีทั้งหมด 12 ชนิดได้แก่ ยอ (*Morinda citrifolia* Linn.) หนุ้าปักกิ่ง (*Murdannia lorifomis* (Hassk.) Rolla Rao et Kammathy) ฟ้าทะลายโจร (*Andrographis paniculata* Wall.ex Nees.) กระเจี๊ยบ (*Hibiscus sabdariffa* L.) สมอพิเภก (*Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb.) มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica* Linn.) ขิง (*Zingiber officinale*) กระชายดำ (*Kaempferia parviflora* Wall.) ข่อย (*Streblus asper* Lour.) ดีปลี (*Piper retrofractum* Vahl.) พริกไทย (*Piper nigrum* L.) สมอไทย (*Terminalia chebula* RETZ.) ในรูปน้ำมันมี 2 ชนิดได้แก่ น้ำมันขมิ้น (*Curcuma Longa* Linn.) น้ำมันแมงลักคา (*Hyptis suaveolens* (L.) Poit) ส่วนตำรับยาแผนโบราณที่ศึกษาทั้งหมด 5 ตำรับ ผลที่ได้จากการศึกษาคาดว่าทำให้เกิดแนวคิดในการพัฒนาการปลูกหรือเก็บเกี่ยวสมุนไพร รวมทั้งการนำมาสกัดโดยคำนึงถึงความปลอดภัยในการบริโภคต่อไป

วิธีการวิจัย

1. สารตัวอย่างและสารมาตรฐาน

1.1 ตัวอย่างสารสกัดสมุนไพร ในรูปผง 12 รายการสกัดด้วยวิธีการดังนี้ ผลยอสกัดด้วยน้ำ หนุ้าปักกิ่งคั้นน้ำจากต้นสด ฟ้าทะลายโจรสกัดด้วยอัลกอฮอล์และต้มด้วยน้ำ กระเจี๊ยบสกัดด้วยน้ำ สมอพิเภกสกัดผลแห้งด้วยน้ำ มะขามป้อมสกัดผลแห้งด้วยน้ำ เหง้าขิงสกัดด้วยอัลกอฮอล์ เหง้ากระชายดำสกัดด้วยอัลกอฮอล์ ข่อยสกัดด้วยน้ำ ผลดีปลีสกัดด้วยอัลกอฮอล์ ผลพริกไทยสกัดด้วยอัลกอฮอล์ ผลสมอไทยแห้งสกัดด้วยน้ำ ตัวอย่างสารสกัดสมุนไพรในรูปของเหลว 2 ชนิดคือน้ำมันแมงลักคา และน้ำมันขมิ้น การสกัดสมุนไพรทุกรายการนี้ดำเนินการโดยคณาจารย์จากคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์และมหาวิทยาลัยขอนแก่น ทุกตัวอย่างได้รับมาบรรจุในภาชนะปิดสนิทเก็บที่เย็นจนกว่าจะนำมาใช้ทดลอง

1.2 ตัวอย่างที่เป็นตำรับยา 5 ตำรับ คือ ตำรับยาแก้ปวด 1 ตำรับยาหอม 2 ตำรับยาหอม 3 ตำรับยาแก้ปวด 4 และตำรับยาหอม 5

1.3 สารเคมีที่สำคัญ ประกอบด้วย Lead standard solution ความเข้มข้น 1,000 ppm (Baker,

ตารางที่ 1 รายละเอียดเครื่องมือและวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วย Atomic absorption spectrophotometry.

ชื่อ	เครื่อง (รุ่น ยี่ห้อ ประเทศ)	mode	$\lambda_{\max}$ (nm)	standard curve		modifier
				conc	slope	
As	SpectrAA - 640 Z, Varian, Australia	graphite furnace	193.7	10-50 ng/ml	0.0044	Pd 500 ppm in water
Cd	SpectrAA - 640 Z, Varian, Australia	graphite furnace	228.8	1-4 ng/ml	0.1386	NH ₄ N ₂ PO ₄ in 1 M HNO ₃
Pb	SpectrAA-200, Varian, Australia	Air/Acetylene	217.0	1-5 µg/ml	0.022	-
Fe	EnvMc01-3/39AA-6501F, Shimadzu, Japan	Air/Acetylene	248.3	0.5-5 µg/ml	0.0821	-

U.K.) nitric acid 69% (Merck, Germany)
Cadmium nitrate standard solution ความเข้มข้น
1,000 ppm (BDH Laboratory Supplies, England)
Arsenic trichloride standard solution ความเข้มข้น
1,000 ppm (AJAX Chemicals, Australia) Iron
(Fe³⁺ ในรูป ferric nitrate) standard solution ความ
เข้มข้น 1,000 ppm (AJAX Chemicals, Australia)
Palladium (Pd) ความเข้มข้น 1,000 ppm (Baker, U.K.)

2. วิธีการ

วิธีการที่ใช้ในการศึกษาคำเนินการโดยอ้างอิง
จาก Chow et al (1995) และ Chung et al (2000)

เครื่องแก้วที่ใช้ทุกชิ้นทำการแช่ 50% HNO₃
กลั้วด้วยน้ำที่ปราศจากไอออนแล้วอบแห้งก่อนใช้

2.1 การเตรียมตัวอย่าง ทำโดยนำตัวอย่าง 1
กรัมมาย่อยด้วยกรดไนตริกเข้มข้น (conc. Nitric acid)
20 ml ที่อุณหภูมิ 120°C จนปริมาตรลดลงเป็น 2 ml
ทิ้งให้เย็น กรอง แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำที่ปราศ
จากไอออนเป็น 10 ml ด้วยขวดปรับปริมาตร

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก ทำโดย
นำตัวอย่างที่เตรียมจากข้อ 2.2.1 มาวิเคราะห์ด้วย
เครื่อง Atomic absorption spectrophotometers ราย
ละเอียดของเครื่องมือ ความยาวคลื่นที่ใช้ ช่วงความ
เข้มข้นของกราฟมาตรฐาน (standard curve) และ
modifier ดังแสดงในตารางที่ 1

การวิเคราะห์สารละลายตัวอย่างทำเทียบกับ
สารละลายมาตรฐานซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่าง
ความเข้มข้นกับค่าการดูดกลืนแสงเป็นเส้นตรงโดย
พบว่ากราฟทุกเส้นมีค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์
(r^2) เท่ากับหรือมากกว่า 0.998 และมีค่าความลาด
ชัน (slope) ของเส้นกราฟแต่ละเส้นดังแสดงใน
ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของ
สารละลายมาตรฐานเหล่านี้ใช้คำนวณหาปริมาณ
ของโลหะหนักในสารละลายตัวอย่างที่นำมา

วิเคราะห์ซึ่งกระทำเฉพาะในช่วงความเข้มข้นของ
กราฟมาตรฐานดังตารางที่ 1 โดยทำการเจือจาง
สารละลายตัวอย่างจนมีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง
ของกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแล้ว
จึงวิเคราะห์ เมื่อได้ผลการวิเคราะห์ในสารละลาย
ตัวอย่างแล้วนำมาคำนวณต่อเพื่อเทียบหาค่าปริมาณ
โลหะหนักในสารสกัดสมุนไพรดั้งเดิมหรือตำรับยา
แผนโบราณโดยคิดเป็น ppm หรือ mg/kg กรณีที่
เป็นผง หรือ mg/l กรณีที่เป็นน้ำมัน ผลการ
ทดลองได้มาจากการทำการเตรียมตัวอย่าง 3 ชุดมา
วิเคราะห์แล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

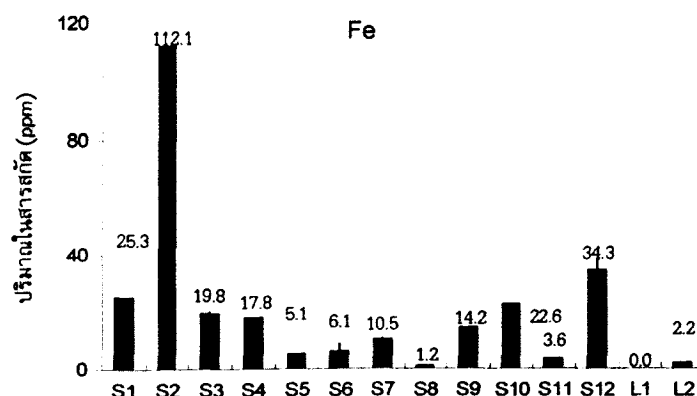
ผลการวิจัยและการอภิปราย

ผลการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก 3
ชนิดคือ ตะกั่ว แคดเมียม และสารหนูในตัวอย่าง
สารสกัดสมุนไพรผงซึ่งแสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบ
เทียบในรูปที่ 1 พบว่าสารสกัดสมุนไพรผงที่ตรวจ
ไม่พบตะกั่วมี 4 ชนิดคือ สมอพิเภก คีปาลี พริกไทย
สมอไทย ส่วนสารสกัดสมุนไพรผงที่มีปริมาณ
ตะกั่วสูงที่สุดคือสารสกัดจากผลยอ (12.9 ± 2.2 ppm)
รองลงมาตามลำดับคือหญ้าปักกิ่ง (9.9 ± 3.9 ppm)
ฟ้าทะลายโจร (4.3 ± 2.2 ppm) กระเจี๊ยบ ($2.5 \pm$
 0.1 ppm) มะขามป้อม (1.7 ± 0.3 ppm) กระชายดำ
(1.1 ± 0.0 ppm) ข่อย (1.0 ± 0.0 ppm) และชิง (1.0
 ± 0.3 ppm) สารสกัดสมุนไพรผงทั้ง 12 รายการ
ตรวจพบการปนเปื้อนของแคดเมียม แต่ทุกตัวไม่
สูงเกินกว่าปริมาณสูงสุดที่ยอมให้ปนเปื้อนใน
ผลิตภัณฑ์คือ 0.3 mg/kg ในหน่วยพร้อมบริโภค
ขององค์การอนามัยโลก สารสกัดที่มีระดับ
แคดเมียมสูงคือ คีปาลี (0.07 ± 0.002 ppm) หญ้า
ปักกิ่ง (0.03 ± 0.004 ppm) สารสกัดที่มี
แคดเมียมต่ำคือ ข่อย (0.003 ± 0.000 ppm) สมอ
ไทย (0.003 ± 0.001 ppm) สารสกัดสมุนไพรผง

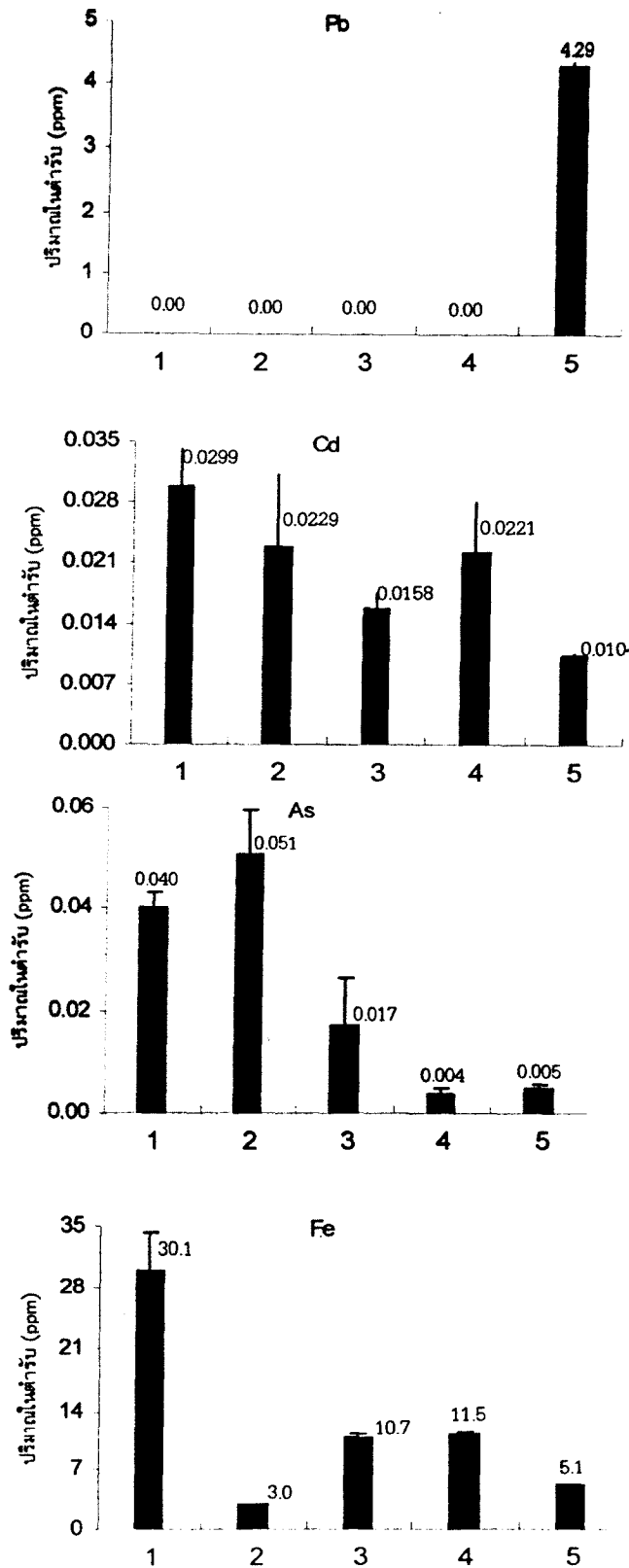
ที่ตรวจไม่พบสารหนูมี 1 ชนิดคือกระชายดำ นอก
นั้นตรวจพบทุกตัวแต่ไม่สูงเกินกว่าเกณฑ์ในหน่วย
พร้อมบริโภครองการอนามัยโลก สารสกัด
สมุนไพรผงที่พบสารหนูในระดับสูงที่สุดคือหญ้า
ปักกิ่ง (0.5 ± 0.008 ppm) นอกจากนั้นมีระดับ
ใกล้เคียงกัน (ระหว่าง 0.01 - 0.06 ppm) สารสกัด
สมุนไพรทุกตัวอย่างตรวจพบเหล็ก พบสูงสุดใน
หญ้าปักกิ่ง (112.1 ± 0.16 ppm) รองลงมาคือสมอ
ไทย (34.28 ± 3.65 ppm) และต่ำที่สุดคือกระชาย
ดำ (1.23 ± 0.000 ppm)

น้ำมันขมิ้นพบว่ามีสารหนู 0.281 ± 0.03 ppm
แคดเมียม 0.015 ± 0.000 ppm ตะกั่ว 2.69 ± 0.124
ppm เหล็ก 2.16 ± 0.04 ppm ส่วนน้ำมันแมงลัก
คาพบว่ามีสารหนู 0.009 ± 0.001 ppm แคดเมียม
 0.011 ± 0.000 ppm ตะกั่ว 6.56 ± 0.132 ppm แต่
ไม่พบเหล็ก

รูปที่ 2 แสดงปริมาณโลหะหนักในตำรับยาแผนไทย
5 ตำรับแสดงให้เห็นว่าตำรับยาหอม 5 พบตะกั่ว (4.3 ± 0.05 ppm) แต่ไม่สูงเกินกว่าเกณฑ์ (10 ppm) ไม่
พบตะกั่วในอีก 4 ตำรับ ในส่วนของสารหนูที่
ตรวจวิเคราะห์ในยาแผนโบราณทั้ง 5 ตำรับนั้นพบ
ว่าอยู่ในระดับต่ำมาก โดยตำรับที่มีสารหนูสูงที่สุด
คือตำรับยาหอม 2 (0.051 ± 0.009 ppm) ตำรับ
ยาแผนไทยทั้ง 5 ตำรับนี้พบว่ามีแคดเมียมทุกตำรับ
โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้คือ ตำรับยาแก้
ปวด 1 (0.030 ± 0.004 ppm) ตำรับยาหอม 2 (0.051 ± 0.009 ppm) ตำรับยาแก้ปวด 4 (0.022 ± 0.006 ppm) ตำรับยาหอม 3 (0.016 ± 0.002 ppm) ตำรับยาหอม 5 (0.010 ± 0.000 ppm) ทุกตำรับตรวจพบเหล็ก
เรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ ตำรับยาแก้ปวด 1
(30.1 ± 4.3 ppm) ตำรับยาแก้ปวด 4 (11.51 ± 0.26 ppm) ตำรับยาหอม 3 (10.66 ± 0.80 ppm) ตำรับ
ยาหอม 5 (5.13 ± 0.01 ppm) ตำรับยาหอม 2 (2.95 ± 0.05 ppm)



รูปที่ 1 ปริมาณโลหะหนักในสารสกัดสมุนไพร 14 ชนิด (หน่วยเป็น ppm, n = 3) โดย S1= ขอ; S2
= หญ้าปักกิ่ง; S3 = ฟ้าทะลายโจร; S4 = กระเจี๊ยบ; S5 = สมอพิเภก; S6 = มะขามป้อม; S7 = จิง; S8 =
กระชายดำ; S9 = ข่อย; S10 = คีปาลี; S11 = พริกไทย; S12 = สมอไทย; L1=น้ำมันแมงลักคา; L2 = น้ำมัน
ขมิ้น



รูปที่ 2 ปริมาณโลหะหนักในตำรับยาแผนไทย 5 ตำรับ (หน่วยเป็น ppm, n = 3) โดยมีสัญลักษณ์แทนตำรับ 1 = ตำรับยาแก้ปวด 1; 2 = ตำรับยาหอม 2; 3 = ตำรับยาหอม 3; 4 = ตำรับยาแก้ปวด 4; 5 = ตำรับยาหอม 5

มีเพียงสารสกัดยอตัวเดียวที่มีปริมาณตะกั่ว 12.9 ppm เกินกว่าที่กำหนดตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก แต่ข้อกำหนดขององค์อนามัยโลกเป็นข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์หรือในหน่วยพร้อมบริโภค ซึ่งยังต้องคำนึงถึงขนาดใช้และการนำไปเจือจางหรือเติมส่วนประกอบอื่นในการเตรียมผลิตภัณฑ์ สารเติมเหล่านั้นจะทำให้ลดความเข้มข้นของสารปนเปื้อนด้วย ดังนั้นความเข้มข้นในขณะที่ตรวจพบนี้เป็นความเข้มข้นของสารสกัดตั้งต้นไม่ใช่ความเข้มข้นของสารสกัดในผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภค จึงไม่อาจกล่าวได้ว่าสารสกัดยอที่ตรวจนี้ไม่ผ่านเกณฑ์ จากข้อมูลการศึกษาของ Chizzola et al (2003) ซึ่งได้เคยตั้งข้อสังเกตไว้ว่าการสะสมของตะกั่วที่ใบของสมุนไพรเป็นผลมาจากแหล่งปลูกใกล้แหล่งชุมชน อุตสาหกรรมหรือริมถนนทางหลวง แต่ในกรณีของผลยอซึ่งนำมาสกัดนี้คณะผู้วิจัยได้ติดตามข้อมูลแหล่งที่มาพบว่าไม่ได้เข้าข่ายใด ๆ ดังกล่าว เนื่องจากปลูกในเขตเพาะปลูกหมู่บ้านชนเมือง จึงคาดว่ายังต้องมีการศึกษาเป็นการเฉพาะเพื่อหาคำตอบต่อไป

ในส่วนของการหญาปักกิ่งซึ่งสกัดด้วยวิธีการแตกต่างจากสมุนไพรอื่นๆ คือใช้วิธีการคั้นใบสดของหญญาปักกิ่งโดยไม่ได้ใช้ตัวทำละลายใด ๆ ช่วยในการสกัด ทำให้ความเข้มข้นของโลหะหนักที่ตรวจพบอยู่ในระดับสูงจะเห็นได้จากการที่ผงสกัดจากหญญาปักกิ่งเป็นสารสกัดที่มีสารหนูปนเปื้อนและเหล็กสูงสุดเป็นลำดับที่ 1 และมีตะกั่วและแคดเมียมปนเปื้อนสูงเป็นลำดับที่สอง แสดงให้เห็นว่าวิธีการสกัดมีผลต่อปริมาณโลหะหนักคงเหลือในสารสกัดสมุนไพรด้วย

จากข้อมูลที่ได้นำมาจัดกลุ่มของสารสกัดสมุนไพรและตำรับยาแผนโบราณตามปริมาณโลหะหนักที่ตรวจพบได้ดังผลดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งสรุปได้ว่าตัวอย่างส่วนใหญ่คือสารสกัดสมุนไพร 4

ตารางที่ 2 การจัดกลุ่มสารสกัดสมุนไพรและตำรับยาแผนโบราณตามปริมาณโลหะหนักที่ตรวจพบ

ช่วง (ppm)	สารสกัดสมุนไพร	ตำรับยาหอม 5
Pb 0	สมอพิเภก สมอไทย คีปรี พริกไทย	ตำรับยาแก้ปวด 1 ตำรับยาหอม 2 ตำรับยาหอม 3 ตำรับยาแก้ปวด 4
> 0, ≤ 5	มะขามป้อม กระชายดำ ข่อย กระเจี๊ยบ ฟ้าทะลายโจร จิง น้ำมันขมิ้น	ตำรับยาแก้ปวด 5
> 5 ≤ 10	หญ้าปักกิ่ง น้ำมันแมงลัก	-
> 10 < 15	ขมิ้น	-
As 0	-	-
> 0, ≤ 0.2	กระชายดำ สมอพิเภก มะขามป้อม ขมิ้น สมอไทย ข่อย คีปรี พริกไทย ฟ้าทะลาย โจร กระเจี๊ยบ จิง น้ำมันแมงลัก	ตำรับยาหอม 3 ตำรับยาหอม 5 ตำรับยาหอม 4
> 0.2, ≤ 0.4	น้ำมันขมิ้น	ตำรับยาแก้ปวด 1
> 0.4, ≤ 0.6	หญ้าปักกิ่ง	ตำรับยาหอม 2
Cd 0	-	-
> 0, ≤ 0.010	สมอไทย กระชายดำ ข่อย กระเจี๊ยบ	ตำรับยาหอม 5
> 0.010, ≤ 0.030	จิง น้ำมันขมิ้น น้ำมันแมงลัก หญ้าปักกิ่ง ฟ้าทะลายโจร ขมิ้น พริกไทย สมอพิเภก มะขามป้อม	ตำรับยาหอม 2 ตำรับยาหอม 3 ตำรับยาแก้ปวด 4
> 0.030	คีปรี	-
Fe 0	น้ำมันแมงลัก	-
> 0, ≤ 25	ฟ้าทะลายโจร กระเจี๊ยบ สมอพิเภก มะขามป้อม จิง กระชายดำ ข่อย คีปรี พริกไทย น้ำมันขมิ้น	ตำรับยาหอม 2 ตำรับยาหอม 3 ตำรับยาแก้ปวด 4 ตำรับยาหอม 5
> 25, ≤ 50	ขมิ้น สมอไทย	ตำรับยาแก้ปวด 1
> 50, ≤ 75	-	-
> 75	หญ้าปักกิ่ง	-

ชนิดและตำรับยาแผนโบราณ 4 ตำรับตรวจไม่พบ
ตะกั่ว สารหนูพบในสารสกัดสมุนไพรและตำรับ
ยาทุกตัวอย่าง ส่วนใหญ่พบสารหนูระดับต่ำ (> 0 ถึง
≤ 0.2 ppm) เป็นสารสกัดสมุนไพร 12 ชนิดและ

ตำรับยาแผนโบราณ 3 ตำรับ แคดเมียมตรวจพบใน
สารสกัดสมุนไพรและตำรับยาทุกตัวอย่าง ส่วนใหญ่
พบในระดับปานกลาง (> 0.010 ถึง ≤ 0.030 ppm)
เป็นสารสกัดสมุนไพร 9 ชนิดและตำรับยาแผนโบราณ

3 คำรับ ส่วนใหญ่ของตัวอย่างที่ศึกษาพบเหล็กในช่วง 0 ถึง 25 ppm เป็นสารสกัดสมุนไพร 10 ชนิดกับ คำรับยาแผนโบราณ 4 คำรับ ภาพรวมของสารสกัดสมุนไพรที่ทำการศึกษาทั้ง 14 ชนิดคือพบตะกั่ว สารหนูและเหล็กในระดับต่ำแคดเมียมในระดับปานกลาง ส่วนคำรับยาแผนโบราณทั้ง 5 ชนิดส่วนใหญ่ไม่พบตะกั่ว พบตะกั่วและสารหนูในระดับต่ำพบแคดเมียมในระดับปานกลาง

สรุปผลการวิจัย

สารสกัดสมุนไพรในรูปผง 12 ชนิดและในรูปน้ำมัน 2 ชนิดที่ทำการศึกษาล้วนพบตะกั่ว สารหนูและเหล็กในระดับต่ำ พบแคดเมียมในระดับปานกลาง ผลแห้งของยอนี่นำมาสกัดมีปริมาณตะกั่วปนเปื้อนในระดับสูงที่สุด ใบสดของหญ้าปักกิ่งที่นำมาคั้นทำเป็นผงมีปริมาณตะกั่ว แคดเมียมและเหล็กในระดับสูงลงมา รองลงมาเป็นใบแห้งของฟ้าทะลายโจรที่นำมาสกัดทำเป็นผงมีปริมาณแคดเมียมและตะกั่วในระดับสูง สารสกัดในรูปน้ำมันอาจมีโลหะหนักปนเปื้อนและเหล็กได้บ้างแต่พบในระดับต่ำกว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายหรือคั้นสด ที่มา แหล่งปลูก วิธีการเก็บและวิธีการสกัดคาดว่าจะมีผลต่อปริมาณโลหะหนักที่อาจตรวจพบในสารสกัดสมุนไพรที่ใช้เป็นวัตถุดิบของสารสำคัญในคำรับยาสมุนไพร คำรับยาแผนโบราณ 5 ชนิดที่ทำการศึกษาล้วนส่วนใหญ่ไม่พบตะกั่ว พบสารหนูในระดับต่ำ พบแคดเมียมในระดับปานกลาง แต่ไม่เกินเกณฑ์ที่ยอมรับในหน่วยบริโภคของ

องค์การอนามัยโลก พบตะกั่วปนเปื้อนในคำรับยาหอมเพียงคำรับเดียวคือคำรับยาหอม 5 แคมีเพียง 4.29 ppm จึงสรุปว่าสารสกัดสมุนไพรและยาแผนโบราณมีโอกาสที่จะพบโลหะหนักและหากจะคำนึงถึงคุณภาพในแง่ของวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ต้องพิจารณาตรวจสอบปริมาณและชนิดของโลหะหนักด้วยเพื่อเป็นการประกันคุณภาพและการคุ้มครองผู้บริโภค ซึ่งจะทำให้ส่งเสริมการใช้สมุนไพรและ/หรือคำรับยาแผนโบราณได้อย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณหน่วยงานที่มีส่วนสนับสนุนงานประกอบด้วยงานบริการวิชาการและวิจัย คณะเภสัชศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรเพื่อสุขภาพ และศูนย์วิจัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและสารอันตราย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอขอบคุณบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องจนทำให้งานนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีโดยเฉพาะรองศาสตราจารย์ ดร. พร้อมจิตต์ ศรีลัมภ์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ซึ่งเป็นผู้อำนวยการชุดโครงการวิจัยสมุนไพรที่ให้โอกาสและสนับสนุนงานของโครงการ บุคลากรและเจ้าหน้าที่ของคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยของทุกท่านที่สนับสนุนงานโดยเฉพาะนางสาววรรณมา สิริแสงตระกูล งานบริการวิชาการและวิจัยที่ประสานงานโครงการในระยะเริ่มต้น

เอกสารอ้างอิง

- Chao C.C., Aust A.E. (1993) Photochemical reduction of ferric iron by chelators results in DNA strand breaks. *Arch. Biochem. Biophys.* 300:544-550.
- Chizzola R., Michitsch H., Franz C. (2003) Monitoring of metallic micronutrients and heavy metals in herbs, spices and medicinal plants from Austria. *Eur. Food Res. Technol.* 216:407-411.
- Chow P. Y. T., Chua T. H., Tang K. F., Ow B. Y. (1995) Dilute acid and digestion procedure for the determination of lead, copper, and mercury in traditional Chinese medicines by atomic absorption spectroscopy. *Analist.* 120:1221-1223.
- Chuang P.Y.T., Chen K.S., Huang YL., Lee P.N., Lin T.H. (2000) Determination of trace element in some natural drugs by atomic absorption spectrometry. *biol. Trace Element Res.* 76(3):235-244.
- Das P., Samantray S., Rout G.R. (1997) Studies on cadmium toxicity in plants: a review. *Environ. Poll.* 98(1): 29-36.
- Ernst E. (2002) Heavy metals in traditional Indian remedies. *Eur. J. Clin. Pharmacol.* 57: 891-896.
- Flick D.F., Kraybill H.F., Dmitroff J.M. (1971) Toxic effects of cadmium: a review. *Environ. Res.* 4(2):71-85.
- Groten J.P., Bladeren P.J.V. (1994) Cadmium availability and health risk in food. *Trends Food Sci. Tech.* 5:50-55.
- Hsu P. and Guo Y.L. (2002) Antioxidant nutrients and lead toxicity. *Toxicology.* 180: 33-44.
- Kroemer G. (1999) Arsenic trioxide, a novel mitochondriotoxic anticancer agent. *J. Natl. Cancer Inst.* 91:743-745.
- Linseman K.L., Larson P., Braugher J.M., McCall J.M. (1993) Iron-initiated tissue oxidation: Lipid peroxidation, vitamin E destruction and protein thiol oxidation. *Biochem. Pharmacol.* 45:1477-1482.
- Mandal B.K. and Suzuki K.T. (2002) Arsenic round the world : a review. *Talanta.* 58: 201-235.
- Minotti G., Aust S.D. (1987) The role of iron in the initiation of lipid peroxidation. *Chem. Phys. Lipids.* 44:191-208.
- Prasad M.N.V. (1995) Cadmium toxicity and tolerance in vascular plants. *Environ. Experi. Botany.* 35(4):525-545.
- Stohs S.J. and Bagchi D. (1993) Oxidative mechanisms in the toxicity of metal ions. *Free Radic. Biol. Med.* 18(2): 321-336.
- Wen K.C. (2000) The turnover rate of marker constituents in Chinese herbal medicine. *J Food Drug Anal.* 8(4):270-277.
- World Health Organization (1999) WHO monographs on selected medicinal plants. Vol 1 Geneva:World Health Organization.
- World Health Organization (2004) WHO Guidelines on Development Consumer Information on Proper Use of Traditional, Complementary and Alternative Medicine. Geneva:World Health Organization.