

การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในยาแผนโบราณ กรณีศึกษาในเขตเทศบาลนครยะลา
Determination of Heavy Metals in Traditional Drugs in the Municipality of Yala

นุรอัสมา ปูติ^{1*} กรกนก ศิริบันฑูรย์² และโรสนานี เหมตระกูลวงศ์¹

Noor-asma Puti^{1*}, Kornkanok Siribanthoon², and Rosenanee Hemtrakoolwong¹

^{1*}วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดยะลา คณะสาธารณสุขศาสตร์และสหเวชศาสตร์ สถาบันพระบรมราชชนก

²โรงพยาบาลกระบือ จังหวัดระนอง

^{1*} Sirindhorn College of Public Health Yala, Faculty of Public Health and Allied Health Sciences,
Praboromarajchanok Institute

² Kra Buri Hospital, Ranong Province

* Corresponding Author: นุรอัสมา ปูติ E-mail: noorasma@yala.ac.th

Received : 13 February 2023

Revised : 4 April 2023

Accepted : 12 April 2023

บทคัดย่อ

การใช้ยาแผนโบราณมีความแพร่หลายในการเข้าถึงระบบสุขภาพของประชาชน หากไม่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพที่ดีอาจมีการปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอมและโลหะหนักบางชนิด ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนักในยาแผนโบราณ ทั้งหมดจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ยาประสะไพล ยาจันทร์ลีลา และยาปราบชมพูทวีป โดยสุ่มเก็บตัวอย่างจากร้านขายยาที่มีใบอนุญาตประกอบธุรกิจเกี่ยวกับการขายยาแผนโบราณในเขตเทศบาลนครยะลา จังหวัดยะลา จำนวน 3 ร้านทำการวิเคราะห์โลหะหนักจำนวน 2 ชนิด คือ ตะกั่ว (Pb) และแคดเมียม (Cd) ด้วยเทคนิคอินดักทีฟลี คับเบิล พลาสมา-ออปติคอล อิมิสชั่น สเปกโตรเมทรี (ICP-OES) ผลการวิจัยพบว่า ในยาประสะไพล และยาจันทร์ลีลา ไม่พบปริมาณโลหะหนักเกินค่ามาตรฐาน ส่วนยาปราบชมพูทวีป ไม่พบปริมาณตะกั่วเกินค่ามาตรฐาน แต่พบปริมาณแคดเมียม เท่ากับ 12.66 ± 0.14 มก./กก. ซึ่งเกินค่ามาตรฐาน จากผลการทดสอบนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานยาแผนโบราณที่มีสารปนเปื้อนตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขและมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก พบว่า ปริมาณโลหะหนักแคดเมียมในยาแผนโบราณบางชนิดสูงเกินค่ามาตรฐาน ทั้งนี้ควรมีการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของโลหะหนักในยาแผนโบราณต่อไป

คำสำคัญ: โลหะหนัก ยาแผนโบราณ ตะกั่ว แคดเมียม

Abstract

The use of traditional medicine is widespread in reaching the public health system. It may be contaminated with foreign matter and some heavy metals without good quality inspection, which can cause harm to consumers. This study aimed to determine the amount of heavy metals contamination in traditional drugs. Three types of traditional drugs (Prasaplai,

Chantaleela, and Prabchompoothaweep) in the municipality of Yala area were targeted. Lead and Cadmium were focused using Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES). The results showed that the heavy metals in traditional drugs were not examined. In the case of Prabchompoothaweep, the amount of cadmium was 12.66 ± 0.14 mg/kg. According to the Notification of the Ministry of Public Health and World Health Organization, the heavy metals in traditional drugs from this work were concentration of cadmium in traditional drugs exceeds the standard. However, heavy metal contamination in traditional medicine should be monitored further.

Keywords: Heavy Metal, Traditional drug, Lead, Cadmium

บทนำ

ปัจจุบันประชากรโลกมีการใช้ยาแผนโบราณเพื่อการบำบัดรักษาโรคอย่างแพร่หลาย และมีบทบาทมากขึ้นในการเข้าถึงระบบสุขภาพของประชาชน จากสถิติปริมาณความนิยมสมุนไพรในตลาดโลก พบว่าในปี พ.ศ. 2549 มีมูลค่า 3,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นเป็น 5,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ในปี พ.ศ. 2593 [1] ยาแผนโบราณที่วางจำหน่ายตามท้องตลาดนั้นมีกระบวนการผลิตอย่างง่าย หากยังไม่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพที่ดีทำให้อาจมีการปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอม สารตกค้าง และโลหะหนักบางชนิด หรืออาจมีการปนเปื้อนโลหะหนักโดยไม่ได้เจตนาที่มาจากพื้นที่เพาะปลูกสมุนไพร กระบวนการเก็บวัตถุดิบ อาจปนมากับวัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมตำรับยา หรืออาจมีการปนเปื้อนจากเครื่องมือหรือวิธีการเตรียมไม่ถูกต้อง [2] หากร่างกายได้รับโลหะหนักมากเกินไปจะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ เช่น ตะกั่ว ทำให้สมองเสื่อม เกิดอาการประสาทหลอน ชี้น กล้ามเนื้ออ่อนแรง ชัก ปวดท้องมาก และไตวายเรื้อรังได้ [3] แคดเมียม ทำให้เกิดโรคความดันโลหิตสูง ไตทำงานผิดปกติ เกิดภาวะไตวาย ทำลายตับ ปอด และเป็นสารก่อมะเร็ง [4] สารหนู ทำให้อาเจียน ท้องเสีย ปวดท้อง และกล้ามเนื้อเกร็ง [5] ซึ่งความเป็นพิษของตะกั่วและแคดเมียมค่อนข้างรุนแรงกว่าโลหะหนักชนิดอื่น ตามประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยากำหนดมาตรฐานยาแผนโบราณต้องไม่มีการปนเปื้อนของโลหะหนัก ดังนี้ สารหนูไม่เกิน 4 ส่วนในล้านส่วน แคดเมียมไม่เกิน 0.3 ส่วนในล้านส่วน และตะกั่วไม่เกิน 10 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งรายงานการปนเปื้อนของโลหะหนักในยาแผนโบราณมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น การศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในยาสมุนไพรของโรงพยาบาลอายุรเวทแห่งหนึ่งในอินเดีย จากตัวอย่าง 23 ชนิด พบการปนเปื้อนโลหะเกินมาตรฐานในยาสมุนไพร 2 ชนิด [6] การศึกษาการวิเคราะห์โลหะหนักในยาสมุนไพร 9 ชนิด ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก พบตะกั่วและทองแดงในปริมาณสูง พบแคดเมียมในระดับปานกลาง [7] และการศึกษาความปลอดภัยด้านการปนเปื้อนโลหะหนักและเชื้อจุลินทรีย์ในตำรับยาจากสมุนไพรจากบัญชียาหลักแห่งชาติ ตรวจพบการปนเปื้อนโลหะหนักสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 3.8 ในยา 4 ตำรับ ได้แก่ ยาเขียวหอม ยาหอมนวโกฐ ยาแก้ไอ 5 ราก และยาประสะมะแว้ง [8] รายงาน

การทบทวนวรรณกรรมพบว่า การปนเปื้อนโลหะหนักในตำรับยาสมุนไพรมักพบปริมาณแคดเมียมและตะกั่วเกินค่ามาตรฐาน

จากสถิติใบอนุญาตประกอบธุรกิจเกี่ยวกับการขายยาแผนโบราณทั่วประเทศ ทั้งหมด 1,536 ร้าน โดยในภาคใต้มีใบอนุญาตประกอบธุรกิจเกี่ยวกับการขายยาแผนโบราณ ทั้งหมด 167 ร้าน ส่วนในจังหวัดยะลา มีใบอนุญาตประกอบธุรกิจเกี่ยวกับการขายยาแผนโบราณ ทั้งหมด 9 ร้าน และจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการพบว่า ยาประสะไพล ยาจันทลีลา และยาปราบชมพูทวีป เป็นตำรับยาแผนโบราณ 3 อันดับแรกที่มียอดขายสูงที่สุด แต่จากการทบทวนวรรณกรรมไม่พบรายงานการปนเปื้อนโลหะหนักของยาประสะไพล ยาจันทลีลา และยาปราบชมพูทวีป

จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่เป็นพิษต่อร่างกาย จำนวน 2 ชนิด คือ ตะกั่ว (Pb) และแคดเมียม (Cd) ในยาแผนโบราณที่มีจำหน่ายในเขตเทศบาลนครยะลา จังหวัดยะลา โดยได้สุ่มเก็บตัวอย่างยาแผนโบราณจากร้านขายยาที่มีใบอนุญาตประกอบธุรกิจเกี่ยวกับการขายยาแผนโบราณ จำนวน 3 ร้าน เพื่อวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในยาแผนโบราณ โดยใช้เทคนิคอินดักทีฟลีแคบเปิ้ล พลาสมา-ออฟติคัล อิมิสชัน สเปกโตรเมทรี (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry; ICP-OES) และนำข้อมูลเผยแพร่ให้ประชาชนได้มีความตระหนักถึงอันตรายและหลีกเลี่ยงการใช้ยาแผนโบราณที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนัก

วิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บตัวอย่าง

จังหวัดยะลา มีใบอนุญาตประกอบธุรกิจเกี่ยวกับการขายยาแผนโบราณ ทั้งหมด 9 ร้าน ทำการเก็บตัวอย่าง โดยสุ่มเก็บตัวอย่างจากร้านขายยาที่มีใบอนุญาตประกอบธุรกิจเกี่ยวกับการขายยาแผนโบราณที่มีจำหน่ายยาแผนโบราณชนิดแคปซูล ในเขตเทศบาลนครยะลา จังหวัดยะลา จำนวน 3 ร้าน

ยาแผนโบราณ จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้แก่ ยาประสะไพล ยาจันทลีลา และยาปราบชมพูทวีป

การเตรียมตัวอย่างโดยวิธีการย่อยแบบเปียก [2]

ในการศึกษาวิจัยจะทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในกลุ่มตัวอย่างยาแผนโบราณ โดยนำกลุ่มตัวอย่างยาแผนโบราณมาทำการย่อยเพื่อเตรียมตัวอย่างแบบเปียก การเตรียมสารละลายสำหรับกลุ่มตัวอย่างทำได้โดยชั่งสารกลุ่มตัวอย่างยาแผนโบราณชนิดแคปซูลมากลุ่มตัวอย่างละ 3 กรัม ปริมาตรโดยปริมาตร ปริมาณ 20 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ปิดบีกเกอร์ และทำการย่อยสารละลายด้วยความร้อนบนแผ่นให้ความร้อนเป็นเวลาประมาณ 30 นาที จากนั้นเติมสารละลายกรดไนตริกร้อยละ 30 ปริมาตรโดยปริมาตร อีกครั้งด้วยปริมาณ 20 มิลลิลิตร ทำการย่อยสารละลายตัวอย่างด้วยความร้อนบนแผ่นให้ความร้อนเป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง จนสารละลายตัวอย่างใสและมีปริมาตรสารละลายเหลือน้อยกว่า 10 มิลลิลิตร นำสารละลายจากการย่อยลงในขวดปริมาตรขนาด 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นแบบ

ปราศจากไอออน (Deionized water) จนมีปริมาตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าปริมาณโลหะหนักด้วยเทคนิค ICP-OES

วิธีการเตรียมสารละลาย Blank

ทำการปิบน้ำกลั่นแบบปราศจากไอออน 20 ลูกบาศก์เซนติเมตรและสารละลายกรดไนตริกร้อยละ 30 ปริมาตรโดยปริมาตร ปริมาณ 20 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ปิดบีกเกอร์และทำการย่อยสารละลายด้วยความร้อนบนแผ่นให้ความร้อนเป็นเวลาประมาณ 30 นาที ทำการเติมสารละลายกรดไนตริก ร้อยละ 30 ปริมาตรโดยปริมาตร อีกปริมาณ 20 มิลลิลิตร ทำการย่อย 3 ชั่วโมง จนสารละลายต่อปริมาตรสารละลายเหลือน้อยกว่า 10 มิลลิลิตร นำสารละลายใส่ลงในขวดปริมาตรขนาด 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นแบบปราศจากไอออนจนมีปริมาตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างยาแผนโบราณ [2]

ทำการเตรียมสารละลายมาตรฐานของตะกั่วและแคดเมียมที่ความเข้มข้น 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 ppm โดยใช้ใช้น้ำกลั่นเป็นสารละลาย Blank ทำการวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายมาตรฐาน และนำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้ไปวิเคราะห์หาการปนเปื้อนของโลหะหนักในตัวอย่างยาแผนโบราณ การวิเคราะห์ 3 ซ้ำด้วยเครื่อง ICP-OES ที่สภาวะที่เหมาะสม โดยสำนักเครื่องมือวิทยาศาสตร์และการทดสอบ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก 2 ชนิด คือ ตะกั่ว (Pb) และแคดเมียม (Cd) ในสารละลายตัวอย่างยาแผนโบราณ จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้แก่ ยาประสะไพล ยาจันทลีลา และยาปราบชมพูทวีป ด้วยเทคนิค ICP-OES ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดในยาแผนโบราณ

ยาแผนโบราณ	ปริมาณโลหะหนัก	
	$\bar{x} \pm S.D.$	
	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)
ยาประสะไพล	ND	ND
ยาจันทลีลา	ND	ND
ยาปราบชมพูทวีป	ND	12.66 $\pm$ 0.14

หมายเหตุ: ND = Not detected (lower than the Limit of detection; LOD)

จากตารางที่ 1 พบว่า เมื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก 2 ชนิด คือ ตะกั่ว (Pb) และแคดเมียม (Cd) ด้วยเทคนิค ICP-OES ในตัวอย่างยาแผนโบราณ จำนวน 3 ตัวอย่าง พบว่า ไม่พบปริมาณตะกั่วในตัวอย่าง

ยาแผนโบราณทั้ง 3 ตัวอย่าง ซึ่งหมายถึง ตะกั่วไม่เกิน 10 ส่วนในล้านส่วน และไม่พบปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างยาประสะไพล และยาจันทลีลา ซึ่งหมายถึง แคดเมียมไม่เกิน 0.3 ส่วนในล้านส่วน แต่พบปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างยาปราบชมพูทวีป ในปริมาณ 12.66 mg/kg

อภิปราย

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก จำนวน 2 ชนิด คือ ตะกั่ว (Pb) และแคดเมียม (Cd) ที่มีการปนเปื้อนในยาแผนโบราณ จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้แก่ ยาประสะไพล ยาจันทลีลา และยาปราบชมพูทวีป โดยใช้เทคนิค ICP-OES พบว่า มีการปนเปื้อนของแคดเมียมในยาปราบชมพูทวีปเกินค่ามาตรฐานการปนเปื้อนโลหะหนักตามประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ซึ่งกำหนดมาตรฐานปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนักในยาแผนโบราณไม่เกินข้อกำหนดดังต่อไปนี้ ตะกั่ว 10 mg/kg (ppm) และแคดเมียม 0.3 mg/kg (ppm) หากร่างกายได้รับปริมาณแคดเมียมมากเกินไปจะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค เช่น ทำให้เกิดโรคความดันโลหิตสูง ปวดกระดูกสันหลัง ไตทำงานผิดปกติ เกิดภาวะไตวาย ทำลายตับ ปอด และเป็นสารก่อมะเร็ง [4] ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในยาแผนโบราณในเขตพื้นที่จังหวัดปทุมธานี พบการปนเปื้อนของแคดเมียมและตะกั่วในยาแผนโบราณชนิดผง [2] และจากการศึกษาความปลอดภัยของยาสมุนไพรในบัญชียาหลักแห่งชาติจากการเก็บตัวอย่างยาทั่วประเทศ พบการปนเปื้อนของแคดเมียมและตะกั่วในยาห้าราก ยาหอมนวโกฐ และยาประสะมะแว้งเกินค่ามาตรฐาน แต่ไม่พบในยาประสะไพล และยาจันทลีลา [5] ทั้งนี้การปนเปื้อนโลหะหนักดังกล่าวอาจเป็นผลจากการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมตั้งแต่กระบวนการปลูก การปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมที่เป็นวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิต หรือภาชนะที่ใช้ในการผลิตที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนัก หรืออาจเกิดจากการขาดความระมัดระวังในเรื่องของกระบวนการผลิตยา [9] รวมไปถึงส่วนของพืชที่เป็นราก ลำต้นใต้ดิน และส่วนของพืชที่สัมผัสดินได้ง่ายจะมีโอกาสปนเปื้อนโลหะหนักจากดินได้ง่ายกว่าส่วนของพืชที่อยู่เหนือดิน [8] ในยาปราบชมพูทวีปมีส่วนประกอบเป็นรากและลำต้นใต้ดิน 5 ชนิด ได้แก่ เหง้าชิง หัวบุกรอ รากเจตมูลเพลิง โกฐเขมา และโกฐสอ และสมุนไพรที่มีขนาดเล็กซึ่งทำความสะอาดยาก ได้แก่ เทียนดำ เทียนแดง เทียนตาตุ๊กแตน และเทียนกลบ สาเหตุการปนเปื้อนดังกล่าวอาจเกิดจากการใช้วัตถุดิบสมุนไพรจากแหล่งปลูกที่มีการปนเปื้อนโลหะหนักและการทำความสะอาดสมุนไพรไม่เหมาะสม

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การปนเปื้อนโลหะหนักเป็นปัญหาที่สำคัญของผู้ผลิตในการควบคุมคุณภาพสมุนไพรให้ได้มาตรฐานตามข้อกำหนด ดังนั้นการควบคุมการผลิตยาแผนโบราณโดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาหรือสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด ตั้งแต่ขั้นตอนการปลูก การเตรียมวัตถุดิบ การเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา กระบวนการผลิต ภาชนะบรรจุ และการขนส่ง ทุกขั้นตอนมีความสำคัญที่ต้องมีการควบคุมเพื่อป้องกันและลดการปนเปื้อนโลหะหนัก และเพื่อให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพรมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการรักษาที่แน่นอน เชื่อถือได้ และช่วยให้ผู้บริโภคเกิดความเชื่อมั่นและมั่นใจในประสิทธิภาพและความปลอดภัยของยาสมุนไพร

สรุป

การวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนักจำนวน 2 ชนิด คือ ตะกั่ว (Pb) และแคดเมียม (Cd) ในยาแผนโบราณ ทั้งหมดจำนวน 3 ตัวอย่าง ได้แก่ ยาประสะไพล ยาจันทน์ลีลา และยาปราบชมพูทวีป ในเขตเทศบาลนครยะลา จังหวัดยะลา ด้วยเทคนิค ICP-OES ผลการวิจัยพบว่า ในยาประสะไพล และยาจันทน์ลีลา ไม่พบปริมาณโลหะหนักเกินค่ามาตรฐาน ในยาปราบชมพูทวีป ไม่พบปริมาณตะกั่วเกินค่ามาตรฐาน แต่พบปริมาณแคดเมียม เท่ากับ 12.66 ± 0.14 mg/kg ซึ่งเกินค่ามาตรฐาน จากผลการทดสอบนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานยาแผนโบราณที่มีสารปนเปื้อนตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขและมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก พบว่าปริมาณโลหะหนักแคดเมียมในยาแผนโบราณบางชนิดสูงเกินค่ามาตรฐาน ทั้งนี้ควรมีการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของโลหะหนักในยาแผนโบราณต่อไป

จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

การศึกษาในครั้งนี้ ได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดยะลา รหัสโครงการ 098/2563

เอกสารอ้างอิง

- [1] สมฤดี บุญมี, และพิมลดา ไชยรัตน์. การปลอมปนสเตียรอยด์ในยาแผนโบราณและยาสมุนไพรในจังหวัดกระบี่ พังงา และภูเก็ต ระหว่าง พ.ศ. 2559-2562. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2563; 62(4): 384-394.
- [2] Buachoon N, Sunthornsart P. Determination of Heavy Metals and Contamination of Microorganism in Traditional Drugs. VRU Research and Development Journal. 2015; 10(2): 78-95.
- [3] Boskabady M, Marefati N, Farkhondeh T, Shakeri F, Farshbaf A, and Boskabady MH. The effect of environmental lead exposure on human health and the contribution of inflammatory mechanisms, a review. Environment International. 2018; 120: 404-420. DOI: 10.1016/j.envint.2018.08.013.
- [4] Fatima G, Raza AM, Hadi N, Nigam N, and Mahdi AA. Cadmium in Human Diseases: It's More than Just a Mere Metal. Indian Journal of Clinical Biochemistry. 2019; 34(4): 371-378. DOI: 10.1007/s12291-019-00839-8.
- [5] จิตรา ชัยวัฒน์, จิราณูช แจ่มทวีกุล, สันติพงศ์ วงศ์เพ็ญทักษ์ และปรัชญาพร อินทองแก้ว. ความปลอดภัยของยาจากสมุนไพรในบัญชียาหลักแห่งชาติ. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2557; 56(3): 123-134.
- [6] Kumar V, Singh S, Singh A, Subhose V, Prakash O. Assessment of heavy metal ions, essential metal ions, and antioxidant properties of the most common herbal drugs in Indian

- Ayurvedic hospital: For ensuring quality assurance of certain Ayurvedic drugs. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2019; 18: 1-7. DOI: 10.1016/j.bcab.2019.01.056.
- [7] Thongchai W, Suksri T. Determination of Heavy Metals from Thai Traditional Herbals by Atomic Absorption Spectrophotometry. The proceedings of national conference “Pibulsongkram research” at Pibulsongkram Rajabhat University. 2015; 596-601.
- [8] Chaiyawat C, Jamtaweekul J, Wongpentak S, and Inthongkaew P. Safety of herbal medicines in the National List. *Bulletin of the Department of Medical Sciences*. 2014; 56(3): 123-134.
- [9] Mukhopadhyay S, Abraham SE, Holla B, Ramakrishna KK, Gopalakrishna KL, Soman A, and et al. Heavy Metals in Indian Traditional Systems of Medicine: A Systematic Scoping Review and Recommendations for Integrative Medicine Practice. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*. 2021; 27(11): 915-929. DOI: 10.1089/acm.2021.0083.