

การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว สารหนู แคดเมียม ทองแดงและสังกะสี ในยาแผนไทยโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโทรโฟโตเมตรี

Determination of Lead, Arsenic, Cadmium, Copper and Zinc in Traditional Medicines by Atomic Absorption Spectrophotometry

วิรัช เรืองศรีตระกูล (Wirat Ruengsitagoon)¹

รัชยาพร อโนราช (Rutchayaporn Anorat)²

ประดิษฐ์ เพียรรักษา (Pradit Pearruksa)³

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว สารหนู แคดเมียม ทองแดงและสังกะสี ในยาแผนไทยโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโทรโฟโตเมตรี ค่าความยาวคลื่นที่เหมาะสมในการตรวจวัดปริมาณตะกั่ว สารหนู แคดเมียม ทองแดงและสังกะสี มีค่า 283.3, 193.7, 228.7, 324.7 และ 213.9 นาโนเมตร ตามลำดับ ภายใต้สภาวะการทดลองที่เหมาะสมได้สร้างกราฟมาตรฐานสำหรับโลหะแต่ละตัวในช่วงความเข้มข้น 0.1 - 5.0 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ได้เก็บตัวอย่างยาแผนไทยจำนวน 63 ตัวอย่างมาจากภายในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ปริมาณตัวอย่างที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปริมาณโลหะแต่ละตัวมีค่าเท่ากับ 3.0 กรัม หรือ 20.0 มิลลิลิตร วิธีการย่อยตัวอย่างจะใช้กรดไนตริกเข้มข้น 30% ปริมาตรโดยปริมาตร และให้ความร้อนโดยใช้เตาความร้อนเป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง ผลการศึกษพบปริมาณตะกั่ว สารหนู แคดเมียม ทองแดงและสังกะสี ในตัวอย่างยาแผนไทยเฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วง 0.11 - 11.90, 0.01 - 0.23, 0.01 - 3.05, 0.01 - 54.12 และ 0.02 - 99.37 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ

Abstract

This study were conducted to show lead, arsenic, cadmium, copper and zinc levels in Thai traditional drugs using atomic absorption spectrophotometry. The appropriate wavelengths for determination of lead arsenic cadmium copper and zinc level were 283.3, 193.7, 228.7, 324.7 and 213.9 nm, respectively. Under the optimum conditions, the linear calibration graph was obtained over the range 0.1 - 5.0 $\mu\text{g ml}^{-1}$ of each heavy metal. The 63 of Thai traditional drug samples were collected within Amphur Muang, Khon Kaen Province. The optimum weight or volume was 3.0 g or 20.00 ml for these heavy metals determination. Thirty percent v/v of concentrate nitric acid was used to digest the samples and they were heated for 3 hours on a hot plate. The average levels of lead, arsenic, cadmium, copper and zinc of the Thai traditional drugs were 0.11 - 11.90, 0.01 - 0.23, 0.01 - 3.05, 0.01 - 54.12 and 0.02 - 99.37 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectively.

คำสำคัญ: ยาแผนไทย โลหะหนัก อะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโทรโฟโตเมตรี

Keywords: traditional medicines, heavy metals, atomic absorption spectrophotometry

¹ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²นักวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³นักวิทยาศาสตร์ งานบริการทางวิชาการและวิจัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

ปัจจุบันภาระค่าใช้จ่ายทางการแพทย์และสาธารณสุขของประเทศไทย ได้มีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากรายงานที่รวบรวมโดยศูนย์ประสานงานการพัฒนาการแพทย์และเภสัชกรรมแผนไทย (เสาวภา และคณะ, 2539) ได้รายงานไว้ในช่วงแผนพัฒนาการสาธารณสุขแห่งชาติฉบับที่ 4-6 มีอัตราการเพิ่มค่าใช้จ่ายทางการแพทย์ทั้งภาครัฐและเอกชน โดยเพิ่มจาก 15,167.9 ล้านบาท เป็น 35,973.7 ล้านบาท และเป็น 78,423.1 ล้านบาท ตามลำดับ ซึ่งภาวะปัจจุบันประเทศไทยต้องพึ่งพาและเวชภัณฑ์จากต่างประเทศค่อนข้างมาก แม้ว่าจะมีการผลิตยาแผนปัจจุบันในประเทศก็ตาม แต่ก็ต้องมีการพึ่งพาวัตถุดิบจากต่างประเทศอยู่ในระดับหนึ่ง ดังนั้นการพัฒนาทางเลือกอื่น ๆ ที่จะช่วยลดแทนการนำเข้าและเป็นไปในทิศทางที่จะทำให้ประเทศไทยสามารถที่จะพึ่งพาตนเองได้ย่อมเป็นสิ่งจำเป็นยิ่ง ยาแผนไทย (traditional medicine) ของไทยเป็นยาที่มีราคาถูก วัตถุดิบหาได้ภายในประเทศผลิตได้ในประเทศและที่สำคัญมีความเป็นพิษน้อย และขนาดของยาที่ใช้ในการรักษาจะมีช่วงกว้างที่ให้ความปลอดภัยมากกว่ายาแผนปัจจุบัน สามารถให้การรักษาความเจ็บป่วยที่อาการไม่หนักมาก ซึ่งเป็นอาการที่พบได้โดยทั่วไป จากการรวบรวมข้อมูลและได้นำเสนอในการประชุมสัมมนา “การแพทย์แผนไทยกับสังคมไทย” มีการรายงานไว้ในปี พ.ศ. 2532 และ พ.ศ. 2536 มีโรงงานยาแผนไทยในประเทศไทยจำนวน 707 แห่ง และ 649 แห่ง ตามลำดับ (สุนทร, 2538)

ได้มีการเสนอว่ายาแผนไทยนั้นสามารถที่จะทำการควบคุมคุณภาพได้ (มาลี และตรุณ, 2538) ด้วยการตรวจสอบคุณภาพในหัวข้อใหญ่ ๆ ต่อไปนี้คือ หนึ่ง การตรวจสอบคุณลักษณะ ได้แก่การตรวจสอบทางประสาทสัมผัส และการตรวจสอบลักษณะทางมหภาคและจุลภาค สอง การตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมี เป็นการตรวจสอบหาสารสำคัญในตำรับยาต่าง ๆ และ สาม การตรวจสอบความบริสุทธิ์ ได้แก่การตรวจสอบสิ่งเจือปนต่างๆ เช่น เชื้อจุลินทรีย์ อะฟลาทอกซิน

รวมทั้งสารพิษที่ตกค้างและปริมาณโลหะหนัก ได้มีการศึกษาการตรวจวัดปริมาณตะกั่วในยาแผนไทย (กมล และคณะ, 2531) พบการปนเปื้อนของตะกั่วจำนวน 58 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 465 ตัวอย่าง การศึกษาการปนเปื้อนของอาหารไทยระหว่าง พ.ศ. 2530-2534 (อมรา, 2537) พบอาหารทะเลมีการปนเปื้อนสารปรอทและแคดเมียม นอกจากนี้ได้มีการศึกษาการหาปริมาณการปนเปื้อนของโลหะต่างๆ โดย Lau et al. (1985), Sheppard et al. (1994), Yaman et al. (1995), Lambel et al. (1995) และ Chow et al. (1995) ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์ในตัวอย่าง ยาเม็ด อาหารทะเล ผัก ใบชา และสมุนไพร ตามลำดับ

ซึ่งในการศึกษาดังนี้จะได้ทำการศึกษการปนเปื้อนของปริมาณโลหะหนักบางตัว ได้แก่ ตะกั่ว (Lead, Pb^{2+}), แคดเมียม (Cadmium, Cd^{2+}), สารหนู (Arsenic, As^{3+}), สังกะสี (Zinc, Zn^{2+}) และทองแดง (Copper, Cu^{2+}) ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีมาตรฐานที่ใช้ควบคุมโดยตรง โดยให้ใช้มาตรฐานในอาหารแทนหรือตามหลักการแพทย์แผนปัจจุบัน หรือตามหลักการแพทย์แผนไทยหรือตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลกที่ได้รับค่าปริมาณสูงสุดเอาไว้ การศึกษาดังนี้จะได้เปรียบเทียบข้อมูลการศึกษาที่ได้กับมาตรฐานในอาหารตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 98 (2529) (ดังแสดงในตารางที่ 1) จากการศึกษาจะได้ข้อมูลพื้นฐานที่จะทราบถึงปริมาณโลหะหนักบางตัว ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลในการศึกษามาตรฐานของยาแผนไทยต่อไปได้

สารเคมี อุปกรณ์-เครื่องมือและวิธีการ

1. สารเคมี

สารละลายมาตรฐานตะกั่ว (Lead; Pb^{2+} ; APS Ajax Finechem) สารละลายมาตรฐานสารหนู (Arsenic; As^{3+} ; APS Ajax Finechem) สารละลายมาตรฐานแคดเมียม (Cadmium; Cd^{2+} ; APS Ajax Finechem) สารละลายมาตรฐานทองแดง (Copper;

Cu²⁺; APS Ajax Finechem) สารละลายมาตรฐานสังกะสี (Zinc; Zn²⁺; APS Ajax Finechem) และกรดไนตริกเข้มข้น (HNO₃; J.T. Baker)

2. อุปกรณ์-เครื่องมือ

2.1 เครื่องอะตอมมิคแอบซอร์บชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrophotometer)

Thermo Jarrell Ash[®] รุ่น Smith-Hieftje 12

2.2 เครื่องปั่นเหวี่ยงแยกสาร (Centrifuge)

2.3 เตาความร้อน (Hot Plate)

2.4 ชุดปิเปตอัตโนมัติ (Autopipette)

2.5 หลอดพลาสติกพร้อมฝาปิดขนาดความจุ 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3. วิธีการศึกษา

การเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างยาแผนไทยในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยทำการเก็บตัวอย่างแบบสุ่มอย่างง่าย (simple randoms sampling) ได้เก็บตัวอย่างยาแผนไทยประเภทต่างๆ ดังนี้คือ ยาแผนไทยประเภทยาแก้ร้อนใน ยาหอม ยาเป่าคอ-ป้ายลิ้น ยาสตรียาตองเหล้า ยากุมาร ยาพิษ และยานัตถุ์ เป็นต้น ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างซ้ำตัวอย่างละสองครั้ง ตัวอย่างยาแผนไทยเหล่านี้ที่อาจจะมีการปนเปื้อนของปริมาณโลหะหนัก จะถูกแบ่งออกเป็นสามประเภทง่ายๆ คือ ยาแผนไทยชนิดน้ำ ยาแผนไทยชนิดผง และยาแผนไทยชนิดเม็ด ได้มีการเก็บตัวอย่างดังนี้ คือ ยาแผนไทยชนิดน้ำจำนวน 25 ตัวอย่าง ยาแผนไทยชนิดผงจำนวน 16 ตัวอย่างและยาแผนไทยชนิดเม็ดจำนวน 22 ตัวอย่าง ซึ่งการแบ่งหมวดหมู่แบบนี้จะทำให้การวิเคราะห์ปริมาณหรือการรายงานผลการศึกษาวิจัยสามารถดำเนินการได้ง่าย

4. การวิเคราะห์ปริมาณโลหะในตัวอย่างยาแผนไทย

ในการศึกษาวิจัยจะทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะในตัวอย่างยาแผนไทย โดยนำตัวอย่างยาแผนไทยนำมาทำการย่อยเพื่อเตรียมตัวอย่าง จะใช้วิธีดัดแปลงจากวิธีที่พัฒนาโดย Chow et al. (1995) การเตรียม

สารละลายตัวอย่างทำได้โดยชั่งสารตัวอย่างหากเป็นยาแผนไทยที่มีตำรับเป็นยาเม็ดหรือยาผงจะชั่งตัวอย่างมา 3 กรัม แต่หากยาแผนไทยที่มีตำรับเป็นยาน้ำจะปิเปตมาชั่งน้ำหนักจำนวน 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิเปตสารละลายกรดไนตริก (HNO₃) เข้มข้น 30% ปริมาตรโดยปริมาตร ปริมาณ 20 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ปิดบีกเกอร์ด้วยกระดาษฟิวส์ทำการย่อยสารละลายด้วยความร้อนบนเตาความร้อนเป็นเวลาประมาณ 30 นาที ทำการเติมสารละลายกรดไนตริก (HNO₃) เข้มข้น 30% ปริมาตรโดยปริมาตร อีกครั้งด้วยปริมาณ 20 มิลลิลิตร ทำการย่อยสารละลายตัวอย่างต่อจนสารละลายตัวอย่างใสและมีปริมาตรสารละลายเหลือน้อยกว่า 10 มิลลิลิตรซึ่งจะใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 3 ชั่วโมง ถ่ายสารละลายจากการย่อยลงในขวดปริมาตรขนาด 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นแบบปราศจากไอออน (deionized water) นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงด้วยเครื่องอะตอมมิคแอบซอร์บชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่สถานะที่เหมาะสมดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 เมื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายมาตรฐาน ก็สามารถคำนวณปริมาณโลหะในตัวอย่างยาแผนไทยได้

ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักบางตัวโดยวิธีอะตอมมิคแอบซอร์บชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

ได้ทำการศึกษาการสร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานโลหะตะกั่ว สารหนู แคดเมียม ทองแดงและสังกะสี ซึ่งมีความยาวคลื่นที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ 283.3, 193.7, 228.7, 324.7 และ 213.9 นาโนเมตรตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 2) โดยได้ศึกษากราฟของสารละลายมาตรฐานโลหะดังกล่าวในช่วงความเข้มข้น 0-5.0 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร พบค่า r²: correlation coefficient มีค่าเฉลี่ย (n=5) เท่ากับ 0.9998+0.0002, 0.9689+0.0026, 0.9881+0.0019, 0.9993+ 0.0002 และ 0.9697+0.0081

ตามลำดับ สำหรับค่าความชันเฉลี่ย ($n=5$) ของกราฟมาตรฐานมีค่าเท่ากับ $0.0129+0.0006$, $0.0046+0.0003$, $0.1526+0.0035$, $0.0901+0.0084$ และ $0.2247+0.0081$ ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักบางตัวในตัวอย่างยาแผนไทย

พบปริมาณโลหะตะกั่ว สารหนู แคดเมียม ทองแดงและสังกะสีของตัวอย่างยาแผนไทยชนิดน้ำดังนี้ สำหรับโลหะตะกั่วอยู่ในช่วง $0.11-0.96$ ไมโครกรัม/กรัม สำหรับโลหะสารหนูอยู่ในช่วง $0.01-0.23$ ไมโครกรัม/กรัม สำหรับโลหะแคดเมียมอยู่ในช่วง $0.01-0.07$ ไมโครกรัม/กรัม สำหรับโลหะทองแดงอยู่ในช่วง $0.01-0.65$ ไมโครกรัม/กรัม และสำหรับโลหะสังกะสีอยู่ในช่วง $0.02-0.87$ ไมโครกรัม/กรัม

พบปริมาณโลหะตะกั่ว สารหนู แคดเมียม ทองแดงและสังกะสีของตัวอย่างยาแผนไทยชนิดผงดังนี้ สำหรับโลหะตะกั่วอยู่ในช่วง $1.58-11.90$ ไมโครกรัม/กรัม สำหรับโลหะสารหนูอยู่ในช่วง $0.01-0.22$ ไมโครกรัม/กรัม สำหรับโลหะแคดเมียมอยู่ในช่วง $0.15-1.44$ ไมโครกรัม/กรัม สำหรับโลหะทองแดงอยู่ในช่วง $0.92-13.53$ ไมโครกรัม/กรัม และสำหรับโลหะสังกะสีอยู่ในช่วง $4.99-28.51$ ไมโครกรัม/กรัม

พบปริมาณโลหะตะกั่ว สารหนู แคดเมียม ทองแดง และสังกะสีของตัวอย่างยาแผนไทยชนิดเม็ดดังนี้ สำหรับโลหะตะกั่วอยู่ในช่วง $1.19-8.08$ ไมโครกรัม/กรัม สำหรับโลหะสารหนูอยู่ในช่วง $0.01-0.23$ ไมโครกรัม/กรัม สำหรับโลหะแคดเมียมอยู่ในช่วง $0.03-3.05$ ไมโครกรัม/กรัม สำหรับโลหะทองแดงอยู่ในช่วง $0.96-54.12$ ไมโครกรัม/กรัม และสำหรับโลหะสังกะสีอยู่ในช่วง $3.07-99.37$ ไมโครกรัม/กรัม

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ได้เปรียบเทียบปริมาณโลหะที่ตรวจพบในยาแผนไทยกับมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) (เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มียาแผนไทย

โดยตรง)(ดังแสดงในตารางที่ 3) จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างยาแผนไทยชนิดน้ำจำนวน 25 ตัวอย่าง พบว่าทั้ง 25 ตัวอย่างผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 ทั้งหมด ในตัวอย่างยาแผนไทยชนิดผงจำนวน 16 ตัวอย่าง พบว่าทั้ง 16 ตัวอย่างผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 สำหรับสารหนู แคดเมียม ทองแดงและสังกะสี แต่มี 13 ตัวอย่างจาก 16 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 81.25) มีปริมาณโลหะตะกั่วที่ไม่ผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 ในตัวอย่างยาแผนไทยชนิดเม็ดจำนวน 22 ตัวอย่างนั้น ทั้ง 22 ตัวอย่างผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 สำหรับโลหะสารหนู แคดเมียม ทองแดงและสังกะสี แต่ทั้ง 22 ตัวอย่างมีปริมาณโลหะตะกั่วไม่ผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ศึกษาวิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยขอนแก่นที่สนับสนุนทุนวิจัยผ่านทุนอุดหนุนทั่วไป และขอขอบพระคุณภาควิชาเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์ที่สนับสนุนการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

- กมลลา ดันธีระธรรม, เยาวลักษณ์ วรรณะพิศิษฐ์ และ จุไรรัตน์ รักวาทีน. 2531. การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในยาแผนโบราณโดยวิธีอะตอมมิค แอบซอร์บชันสเปคโตรโฟโตเมตรี. ว. กรมวิทย์. พ. 30(1): 9-13.
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98. 2529. มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน. กระทรวงสาธารณสุข.
- มาลี บรรจบ และตรุณ เพ็ชรพลาย. 2538. แนวทางการผลิตวัตถุพิษสมุนไพร. กองวิจัยและพัฒนาสมุนไพร สถาบันแพทย์แผนไทย กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

- สุนทรี่ วิทยานารถไพศาล. 2538. การสัมมนาวิชาการ การแพทย์แผนไทยกับสังคมไทย. สถาบัน แพทย์แผนไทย กรมการแพทย์ กระทรวง สาธารณสุข : 105 - 110.
- เสาวภา พรสิริพงษ์, พรทิพย์ อุศุภรัตน์, เพ็ญภา ทรัพย์เจริญ และมูทิตา เสถียรวัฒน์ชัย. 2539 สถานภาพและทิศทางการวิจัยการแพทย์แผน ไทย. สถาบันแพทย์แผนไทย กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.
- อมรา วงศ์พุทธพิทักษ์. 2537. การปนเปื้อนของอาหาร ไทยระหว่าง พ.ศ. 2530-2534. ว.กรมวิทย. พ. 36(1): 19-30.
- Chow, P.Y.T., Chua, T.H., Tang, K.F. and Ow, B.Y. 1995. Dilute acid digestion procedure for the determination of lead, copper and mercury in traditional chinese medicines by atomic absorption spectrometry. *Analyst*. 120(4): 1221-1223.
- Lambel, K. and Hill, S.J. 1995. Determination of trace metals in tea using both microwave digestion at atmospheric pressure and inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. *Analyst*. 120(20): 413-417.
- Lau, O., Hon, P., Cheung, C. and Chau, M. 1985. Determination of mercury in medicinal pills by cold vapour atomic absorption spectrometry. *Analyst*. 110(5): 483-485.
- Sheppard, B.S., Heitkemper, D.T. and Gaston, C.M. 1994. Microwave digestion for determination of arsenic, cadmium and lead in seafood products by inductively coupled plasma atomic emission and mass spectrometry. *Analyst*. 119(8): 1683-1686.
- Yaman, M. and Gucer, S. 1995. Determination of cadmium and lead in vegetables after activated-carbon enrichment by atomic absorption spectrometry. *Analyst*. 120(1): 101-105.

ตารางที่ 1 มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98/2529)

สารปนเปื้อน	สารปนเปื้อนต้องมีมาตรฐานไม่เกินข้อกำหนดต่อไปนี้
ดีบุก	250 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
สังกะสี	100 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
ทองแดง	20 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
ตะกั่ว	1 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
สารหนู	2 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
ปรอท (อาหารทะเล)	0.05 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
ปรอท (อาหารอื่น ๆ)	1 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

ตารางที่ 2 สภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปริมาณโลหะตะกั่ว สารหนู แคดเมียม ทองแดงและสังกะสี

สภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ ปริมาณโลหะ	โลหะที่ทำการตรวจวิเคราะห์				
	Pb ²⁺	As ³⁺	Cd ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺
ลักษณะการวิเคราะห์ (Mode)	Absorption	Absorption	Absorption	Absorption	Absorption
ความยาวคลื่น (Wavelength: nm)	283.3	193.7	228.7	324.7	213.9
ความกว้างของคลื่น (Spectra slit width: nm)	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0
กระแสไฟฟ้าของหลอด HCL (Current: mA)	5.0	8.5	3.0	5.0	5.0
เชื้อเพลิง (Fuel)	Air-	Air-	Air-	Air-	Air-
	Acetylene	Acetylene	Acetylene	Acetylene	Acetylene
ลักษณะของเปลวไฟ (Flame)	Lean-Blue	Lean-Blue	Lean-Blue	Lean-Blue	Lean-Blue

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบระดับปริมาณโลหะในตัวอย่างยาแผนไทยกับมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98/2529

ประเภทตัวอย่าง ยาแผนไทย	เปรียบเทียบปริมาณโลหะ กับมาตรฐาน*	จำนวนตัวอย่างที่วิเคราะห์				
		Pb ²⁺	As ³⁺	Cd ^{2+**}	Cu ²⁺	Zn ²⁺
ยาแผนไทยชนิดน้ำ (N = 25)	ผ่านมาตรฐาน	25	25	25	25	25
	ไม่ผ่านมาตรฐาน	-	-	-	-	-
ยาแผนไทยชนิดผง (N = 16)	ผ่านมาตรฐาน	3	16	16	16	16
	ไม่ผ่านมาตรฐาน	13	-	-	-	-
ยาแผนไทยชนิดเม็ด (N = 22)	ผ่านมาตรฐาน	-	22	22	22	22
	ไม่ผ่านมาตรฐาน	22	-	-	-	-

* ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529)

** ไม่ได้กำหนดมาตรฐานไว้