วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ
การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะในยาแผนโบราณ โดยใช้เทคนิค อินดักทีฟลี คับเปิ้ล พลาสมา-ออฟติคอล อิมิสชั่น สเปกโตรเมทรี (ไอซีพี-โออีเอส)

Determination of Metals in some Thai Tradition Medicines using Inductively Coupled Plasma–Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)

ณพัฐอร บัวฉุน[1*] และ รัตนาภรณ์ พัดเย็น[2]

[1]อาจารย์ [2]นักศึกษา ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี 13180

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะในยาแผนโบราณ โดยใช้เทคนิคอินดักทีฟลี คับเปิ้ล พลาสมา-ออฟติคอล อิมิสชั่น สเปกโตรเมทรี (ไอซีพี-โออีเอส) มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโลหะที่มีอยู่ในยาแผนโบราณโดยใช้เทคนิคไอซีพี-โออีเอส กลุ่มตัวอย่างเป็นยาแผนโบราณ 4 ประเภท ได้แก่ ยาหอม ยานัตถุ์ ยาดองเหล้า และยาป้ายลิ้น วิเคราะห์หาโลหะจำนวน 6 ชนิด ได้แก่อลูมิเนียม (Al) แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) ทองแดง (Cu) แมงกานีส (Mn) และตะกั่ว (Pb) ผลการวิเคราะห์พบว่า ในยาหอมจรวจพบปริมาณ Al อยู่ในช่วง ND-0.003 ppm Cd อยู่ในช่วง ND -0.017 ppm Cr อยู่ในช่วง 0.041-0.173 ppm Cu อยู่ในช่วง ND-0.244 ppm Mn อยู่ในช่วง 0.633-2.384 ppm และ Pb อยู่ในช่วง ND-0.026 ppm ในยานัตถุ์ตรวจพบปริมาณ Al อยู่ในช่วงND-0.575 ppm Cd อยู่ในช่วง ND-0.004 ppm Cr อยู่ในช่วง 0.025-0.570 ppm Mn อยู่ในช่วง 0.460-0.754 ppm และ Cu และ Pb ไม่สามารถตรวจวัดได้ ในยาดองเหล้า ตรวจพบ Cr อยู่ในช่วง 0.033-0.063 ppm Mn อยู่ในช่วง 0.165-0.543 ppm และ Al Cd Cu และ Pb ไม่สามารถตรวจวัดได้ ในยาป้ายลิ้น พบ Cr อยู่ในช่วง ND-0.058 ppm Mn อยู่ในช่วง ND-0.264 ppm แต่สำหรับ Al Cd Cu และ Pb ไม่สามารถตรวจวัดได้ เนื่องจากบางธาตุมีปริมาณน้อยกว่าขีดจำกัดของเครื่องมือที่จะตรวจวัดได้ จึงตรวจไม่พบ ผลจากการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะในยาแผนโบราณพบว่า โลหะที่ตรวจพบในตัวอย่างยาแผนโบราณนั้นมีปริมาณโลหะไม่เกินปริมาณสูงสุดที่ยอมให้ปนเปื้อนได้ในอาหารหรือผลิตภัณฑ์เพื่อการบริโภคขององค์การอนามัยโลก การศึกษาได้แสดงให้เห็นว่ายาแผนโบราณที่ทำการศึกษามีโลหะตกค้างแต่อยู่ในระดับต่ำและการปนเปื้อนของโลหะที่ปนเปื้อนในยาแผนโบราณอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

Abstract

This research work aims to analyse of metals in thai tradition medicines using Inductively Coupled Plasma–Optical Emission Spectrometry (ICP-OES). The sample groups were divided into four catagories which were Snuff , balsam, gentian violet and drug pickled liquor. Six metals, Aluminium (Al), Cadmium (Cd), Chromium (Cr), Copper (Cu), Magnesium (Mn) and Lead (Pb), were studied. In Snuff, the amount of Al was in the range of ND-0.017 ppm, the amount of Cd was in the range of ND-0.017 ppm, the amount of Cr was in the range of 0.041-0.173 ppm, the amount of Cu was in the range of ND-0.244 ppm, Moreover, Mn content was in the range of 0.633-2.384 ppm. In the case of balsam, the amount of Al was in the range of 0-0.575 ppm, the amount of Cd was in the range of ND-0.004 ppm, the amount of Cr was in the range of 0.025-0.570 ppm, the amount of Mn was in the range of 0.460-0.754 ppm, whilst none of Cu and Pb was detected. In the case of gentian violet, the amount of Cr was in the range of 0.033-0.063 ppm, the amount of Mn was in the range of 0.165-0.543 ppm, whilst none of Al Cd Cu and Pb was detected. In the case of medicine

pickled, the amount of Cr was in the range of ND-0.058 ppm, the amount of Mn was in the range of ND-0.264 ppm the amount of Ni was in the range of 0-0.034 ppm, no metals Al Cd Cu and Pb was observed. The detected metals in thai tradition medicines have the contamination value under the optimization scale for consumable under WHO. It show that some metals were retained in thai tradition medicines and the contamination level of metals in were acceptable.

คำสำคัญ : โลหะ ยาแผนโบราณ
Keywords : Metal, Thai Tradition Medicines

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ send2duang@hotmail.com โทร. 0 2909 3042

1. บทนำ

ปัจจุบันมนุษย์ใช้โลหะมากมายหลายประเภทหลายรูปแบบทั้งในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรมหรือพบได้ทั่วๆ ไปตามธรรมชาติและเป็นสารประกอบของโลหะที่มนุษย์ผลิตขึ้นมาแม้จะรู้ว่ามีอันตรายต่อสุขภาพ แต่ก็จำเป็นต้องใช้ประโยชน์หลายๆ อย่าง ทั้งในอุตสาหกรรมและในชีวิตประจำวัน โลหะที่ใช้ในอุตสาหกรรมมากที่สุด ได้แก่ อลูมิเนียม (Al) แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) ทองแดง (Cu) แมงกานีส (Mn) และตะกั่ว (Pb) โลหะเหล่านี้อาจมีการถูกกำจัดทิ้งทางน้ำเสียและเขม่าควันจากโรงงานสารพวกนี้อาจจะกระจายอยู่ในอากาศ ดิน น้ำ พืช เครื่องอุปโภคบริโภค ครัวเรือน และอาหาร จึงทำให้คนเรามีโอกาสได้รับจากสารพวกนี้เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะกลุ่มประชาชนที่อยู่ใกล้กับโรงงานอุตสาหกรรม ถึงแม้ว่าจะได้รับทีละน้อยก็ตาม ก็จะทำให้สารพิษเข้าไปสะสมอยู่ในร่างกายและเมื่อได้รับการสะสมเป็นจำนวนมากแล้วนั้นจะทำให้ร่างกายเป็นอันตรายถึงขั้นเสียชีวิตได้ (ละอองดาว , 2547) [4]

ในปัจจุบันมีการใช้ยาสมุนไพรกันอย่างแพร่หลาย อย่างไรก็ตามยาสมุนไพรหลายชนิดที่จำหน่ายในท้องตลาด ผ่านกระบวนการการผลิตอย่างง่ายๆ และยังไม่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งอาจมีการปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอม สารตกค้าง รวมทั้งโลหะต่างๆ จากกระบวนการปลูกและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นๆ ได้ รายงานการปนเปื้อนของโลหะในยาแผนโบราณมีขึ้นอย่างต่อเนื่อง (กันยารัตน์ และคณะ2546 ,สุมลธา และคณะ 2548 , Yang et al. 2004) [1], [6], [10] ซึ่งโลหะสามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ เช่น ตะกั่ว ทำให้เกิดอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรง ทำลายเนื้อเยื่อสมอง ไตพิการ ปวดท้องอย่างรุนแรง สารหนูเป็นสาเหตุของอาการตับอักแข็ง ตับอักเสบ มะเร็งที่ผิวหนัง และมะเร็งที่อวัยวะภายใน เป็นต้น (พัชราภรณ์ และคณะ มปป.) [2]

การปนเปื้อนของโลหะหนักในยาแผนโบราณมีการเผยแพร่อย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ปี 2545 [1] แต่การปนเปื้อนโลหะหนักก็ยังคงสามารถตรวจพบได้ทั่วไป การบริโภคอาหาร ยาหรือผลิตภัณฑ์ที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนักที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ พิษของแคดเมี่ยมสามารถทำลาย ไตและตับ ก่อให้เกิดอาการ ปวดศีรษะ ปวดกล้ามเนื้อ ช็อก และหากบริโภคแคดเมี่ยมมากกว่า 300 มิลลิกรัมส่งผลให้เสียชีวิตได้ ถึงแม้ว่าพิษภัยของสารประกอบแคดเมี่ยมไม่รุนแรงเท่าสารประกอบของตะกั่วและปรอท อย่างไรก็ดี การหายใจเอาฝุ่นที่ฟุ้งกระจายเข้าไป การกลืนกินทำให้ปวดท้องรุนแรง มีเหงื่อมาก อาจช็อกได้ ดังนั้นปัญหาการปนเปื้อนโลหะหนักในยาและผลิตภัณฑ์ ควรที่จะได้รับการเอาใจใส่และแก้ไขอย่างจริงจัง เพื่อให้ผู้บริโภคได้บริโภคยาแผนโบราณที่มีคุณภาพและเพื่อช่วยยกระดับผลิตภัณฑ์ให้ได้มาตรฐานสากล

จากความสำคัญของยาแผนโบราณที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย จึงทำให้เกษตรกรหลายพื้นที่หันมาปลูกพืชสมุนไพรเป็นจำนวนมาก เพื่อที่จะนำมาใช้ในการปรุงแต่งเป็นยาแผนโบราณ เมื่อความต้องการเพิ่มขึ้นเกษตรกรส่วนใหญ่จึงหันมาใช้สารเคมีและยาฆ่าแมลงกำจัดศัตรูพืชในการปลูกพืชสมุนไพร ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการตกค้างของโลหะที่เป็นสารประกอบอยู่ในสารเคมี ยาฆ่าแมลงกำจัดศัตรูพืช เช่น อลูมิเนียม (Al) แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) ทองแดง (Cu) แมงกานีส (Mn) และตะกั่ว (Pb) นอกจากกระบวนการปลูกที่อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะดังกล่าว

กระบวนการขนส่ง กระบวนการผลิตแปรรูปยังอาจส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะได้เช่นกัน ด้วยความสำคัญดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะวิเคราะห์หาปริมาณโลหะในยาแผนโบราณ โดยใช้เทคนิค อินดักทีฟลี คับเปิ้ล พลาสมา-ออฟติคอล อิมิสชั่น สเปกโตรเมทรี (ไอซีพี-โออีเอส) มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโลหะที่มีอยู่ในยาแผนโบราณโดยใช้เทคนิคไอซีพี-โออีเอส กลุ่มตัวอย่างเป็นยาแผนโบราณ 4 ประเภท ได้แก่ ยาหอม ยานัตถุ์ ยาดองเหล้า และยาป้ายลิ้น วิเคราะห์หาโลหะจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ อลูมิเนียม (Al) แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) ทองแดง (Cu) แมงกานีส (Mn) และตะกั่ว (Pb)

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเก็บตัวอย่าง

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างยาแผนโบราณ โดยทำการเก็บตัวอย่างแบบสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ได้เก็บตัวอย่างยาแผนโบราณประเภทต่างๆ ดังนี้ คือ ยาแผนโบราณ ยาหอม ป้ายลิ้น ยาดองเหล้า และยานัตถุ์

2.2 การเตรียมตัวอย่าง

ในการศึกษาวิจัยจะทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะในตัวอย่างยาแผนโบราณ โดยนำตัวอย่างยาแผนโบราณนำมาทำการย่อยเพื่อเตรียมตัวอย่างแบบเปียกจะใช้วิธีดัดแปลงจากวิธีที่พัฒนาโดย Chow et al. (1995) การเตรียมสารละลายตัวอย่างทำได้โดยชั่งสารตัวอย่างหากเป็นยาแผนโบราณที่เป็นยาเม็ด และยาผงจะชั่งตัวอย่างมา 3 กรัม และยาแผนโบราณที่เป็นยาน้ำจะปิเปตมาจำนวน 20 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 30 % ปริมาตรโดยปริมาตร ปริมาณ 20 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ปิดบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกาทำการย่อยสารละลายด้วยความร้อนบนแผ่นให้ความร้อนเป็นเวลาประมาณ 30 นาที ทำการเติมสารละลายกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 30 % ปริมาตรโดยปริมาตร อีกครั้งด้วยปริมาณ 20 มิลลิลิตร ทำการย่อยสารละลายตัวอย่างต่อ 3 ชั่วโมง จนสารละลายตัวอย่างใสและมีปริมาตรสารละลายเหลือน้อยกว่า 10 มิลลิลิตร นำสารละลายจากการย่อยลงในขวดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นแบบปราศจากไอออน (Deionized water)

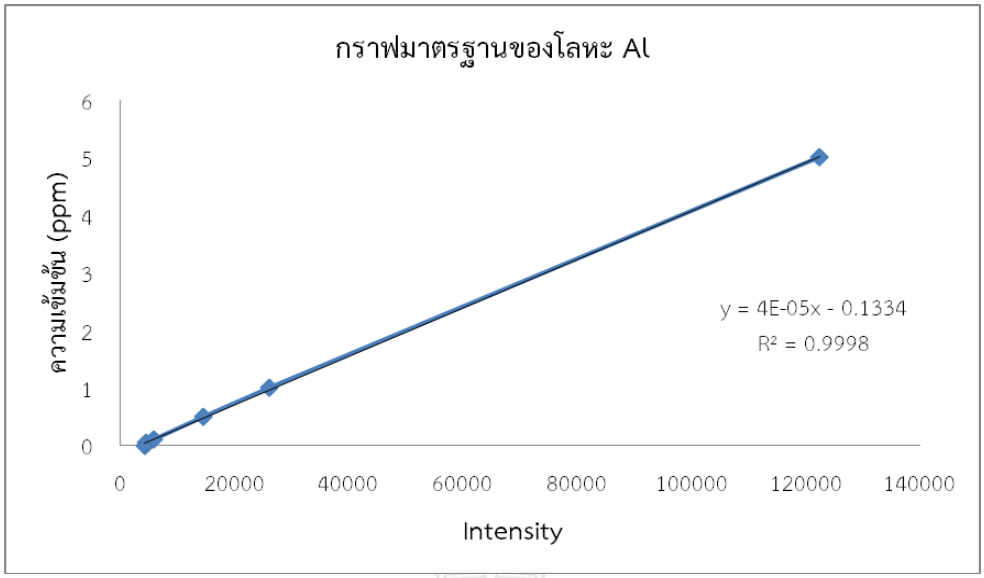
2.3 วิธีการวิเคราะห์การปนเปื้อนของโลหะในตัวอย่างยาแผนโบราณ

ทำการเตรียมสารละลายมาตรฐานของอลูมิเนียม (Al) แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) ทองแดง (Cu) แมงกานีส (Mn) และตะกั่ว (Pb) ที่ความเข้มข้น 0, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0 และ 5.0 ppm โดยใช้น้ำกลั่นเป็นสารละลาย Blank ทำการวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายมาตรฐาน และนำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมที่ได้ไปวิเคราะห์หาการปนเปื้อนของโลหะในตัวอย่างยาแผนโบราณด้วยเครื่อง ICP-OES

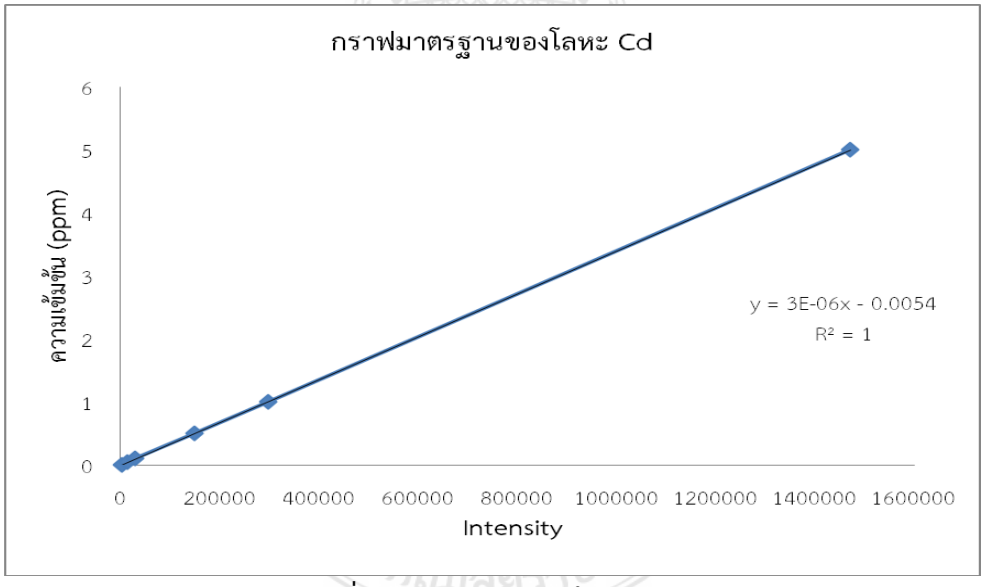
3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

การวิเคราะห์โลหะในสารละลายตัวอย่างยาแผนโบราณทั้ง 4 ชนิด ด้วยเทคนิคอินดักทีฟลี คับเปิ้ล พลาสมา-ออฟติคอล อิมิสชั่น สเปกโตรเมทรี (ไอซีพี-โออีเอส) โดยทำเทียบกับสารละลายมาตรฐานซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับค่าการดูดกลืนแสงเป็นเส้นตรงโดยพบว่ากราฟทุกเส้นมีค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ ($¶^2$) เท่ากับหรือมากกว่า 0.9996 แสดงดังรูปที่ 1-6

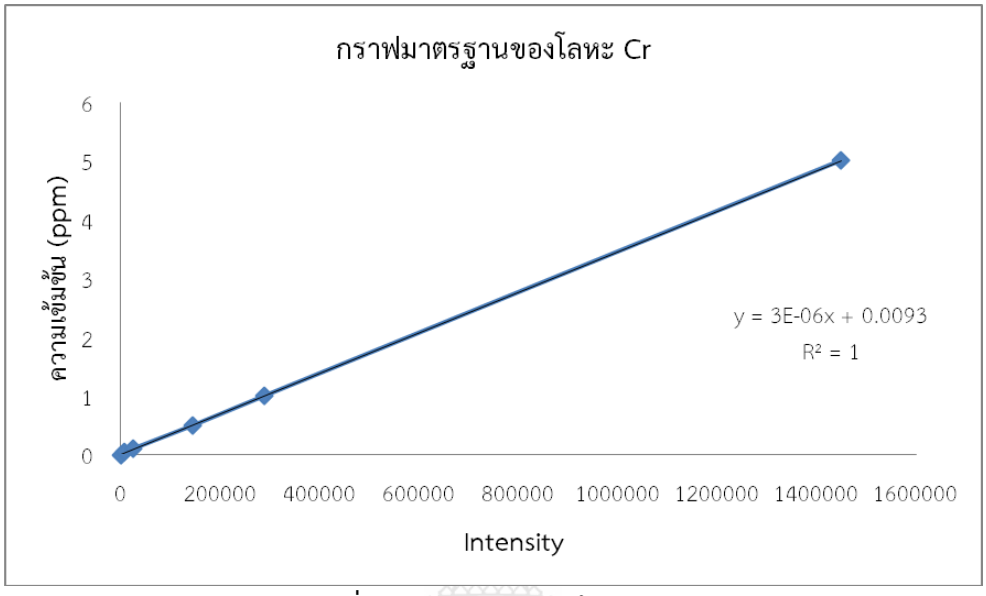
RMUTP Research Journal Special Issue
The 5th Rajamangala University of Technology National Conference



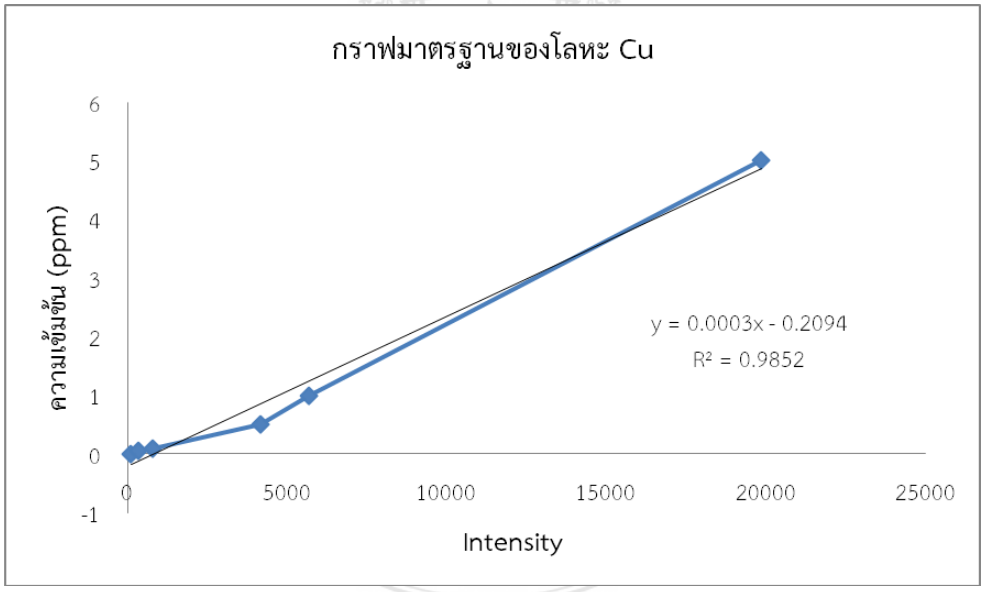
รูปที่ 1 กราฟมาตรฐานของโลหะ Al



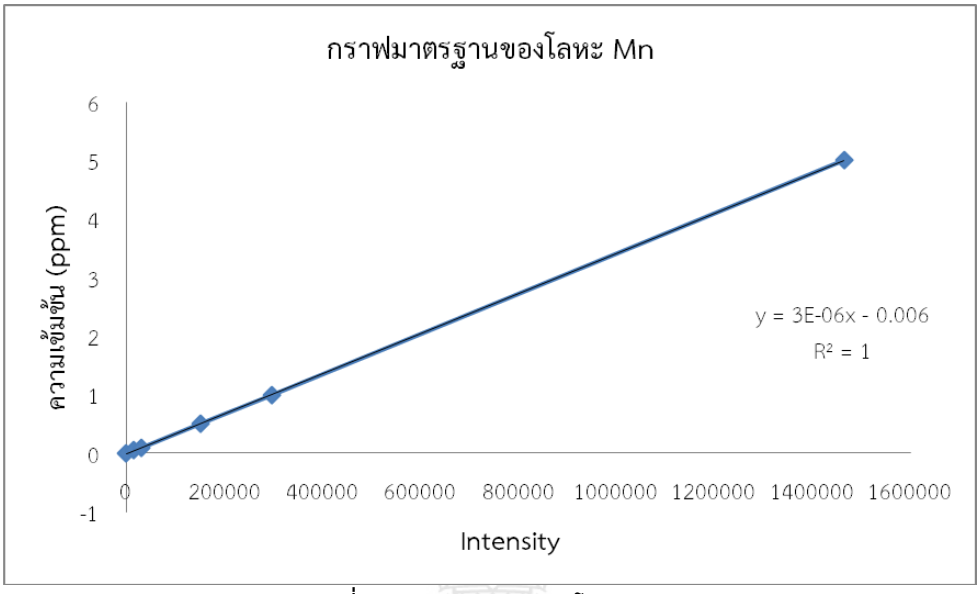
รูปที่ 2 กราฟมาตรฐานของโลหะ Cd



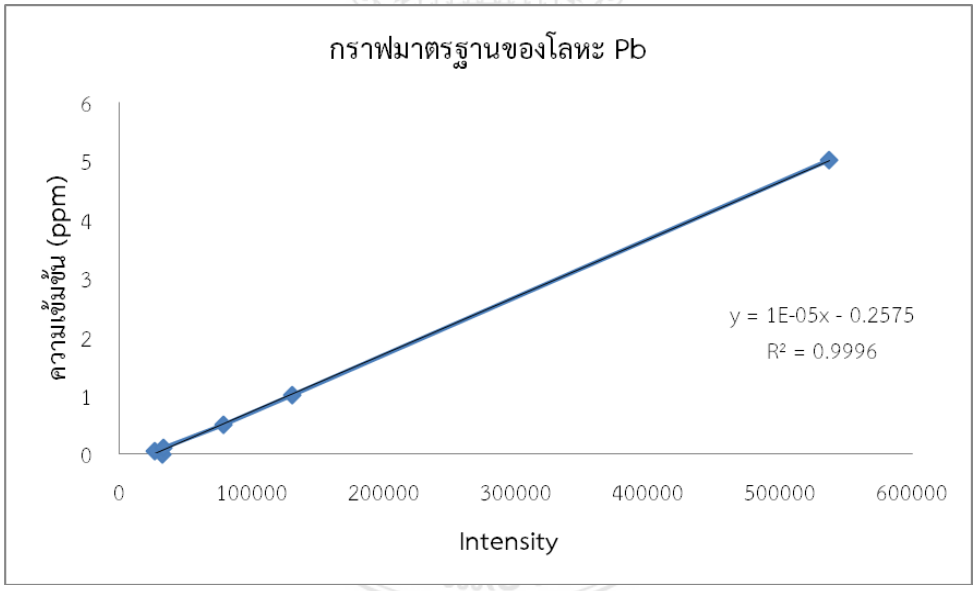
รูปที่ 3 กราฟมาตรฐานของโลหะ Cr



รูปที่ 4 กราฟมาตรฐานของโลหะ Cu



รูปที่ 5 กราฟมาตรฐานของโลหะ Mn



รูปที่ 6 กราฟมาตรฐานของโลหะ Pb

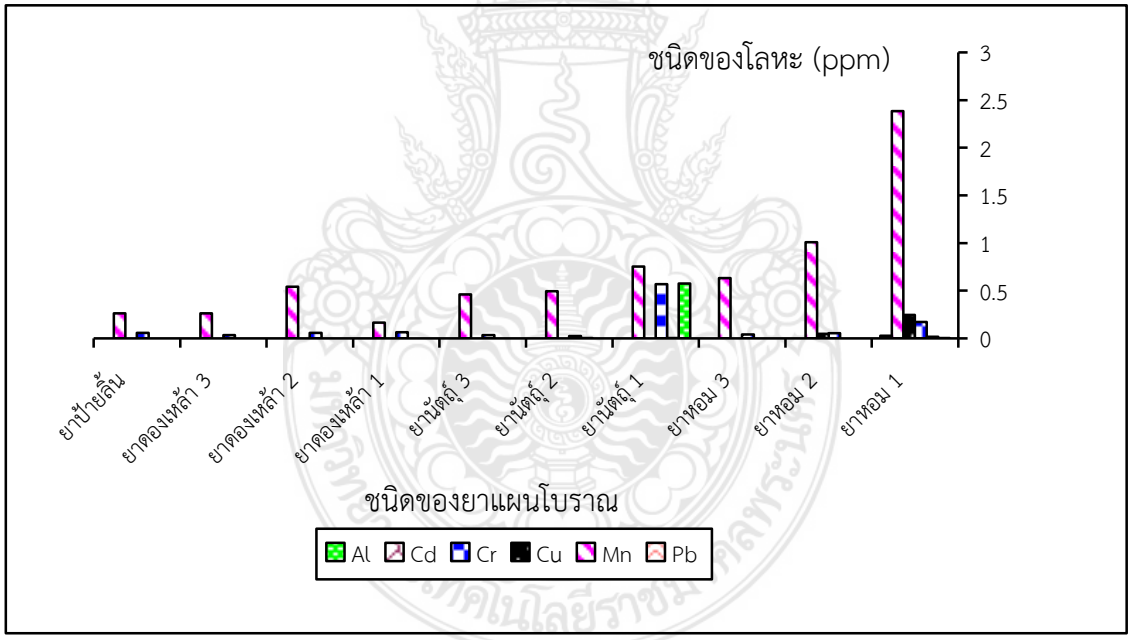
รูปที่ 1-6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานของโลหะแต่ละชนิดกับค่าการดูดกลืนแสง

จากผลการวิเคราะห์โลหะหนักในตัวอย่างยาแผนโบราณทั้ง 4 ชนิด ด้วยเทคนิคอินดักทีฟลี คับเปิ้ล พลาสมา-ออฟติคอล อิมิสชั่น สเปกโตรเมทรี (ไอซีพี-โออีเอส) แสดงผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบการวิเคราะห์โลหะในตัวอย่างยาแผนโบราณ

ชนิดของยาแผนโบราณ	ปริมาณของโลหะ ± SD. (ppm)					
	Al	Cd	Cr	Cu	Mn	Pb
ยาหอม 1	0.003±0.01	0.017±0.00	0.173±0.01	0.244±0.00	2.384±0.01	0.026±0.00
ยาหอม 2	ND.	ND.	0.055±0.00	0.048±0.00	1.010±0.01	ND.
ยาหอม 3	ND.	ND.	0.041±0.00	ND.	0.633±0.01	ND.
ยานัตถุ์ 1	0.575±0.01	0.004±0.00	0.570±0.01	ND.	0.754±0.01	ND.
ยานัตถุ์ 2	ND.	0.002±0.00	0.025±0.00	ND.	0.496±0.01	ND.
ยานัตถุ์ 3	ND.	ND.	0.033±0.00	ND.	0.460±0.01	ND.
ยาดองเหล้า 1	ND.	ND.	0.063±0.00	ND.	0.165±0.01	ND.
ยาดองเหล้า 2	ND.	ND.	0.058±0.00	ND.	0.543±0.01	ND.
ยาดองเหล้า 3	ND.	ND.	0.033±0.00	ND.	0.261±0.01	ND.
ยาป้ายลิ้น	ND.	ND.	0.058±0.00	ND.	0.264±0.01	ND.

หมายเหตุ ND. หมายถึง



รูปที่ 1 กราฟเปรียบเทียบปริมาณโลหะแต่ละชนิดในยาแผนโบราณ

ผลการศึกษาวิเคราะห์หาโลหะในยาแผนโบราณ พบว่า ในยาหอมจะพบปริมาณของโลหะ Mn มากที่สุด พบว่าอยู่ในช่วงปริมาณ 0.633-2.384 ppm รองลงมาคือ โลหะ Cu พบว่าอยู่ในช่วงปริมาณ ND.-0.244 ppm และพบโลหะ Al ในช่วง ND.-0.003 ppm ในปริมาณที่น้อยที่สุด ในยาแผนโบราณชนิดยานัตถุ์ จะพบโลหะ Mn และ Cu มากที่สุดอยู่ในช่วงปริมาณ 0.460-0.754 ppm รองลงมาคือโลหะ Cr พบอยู่ในช่วงปริมาณ 0.041-0.173 ppm และพบโลหะ Cd อยู่ในช่วงปริมาณ ND.-0.004 ppm ในปริมาณที่น้อยที่สุด ในยาแผนโบราณชนิด ยาดองเหล้าจะพบปริมาณโลหะ Mn มากที่สุดในช่วงปริมาณ 0.165-0.543 ppm รองลงมาคือโลหะ Cr พบอยู่ในช่วงปริมาณ 0.033-0.063 ppm และในยาป้ายลิ้นจะพบปริมาณ Mn มากที่สุด พบอยู่ในปริมาณ 0.264 ppm รองลงมาคือ โลหะ Cr พบ

ที่ปริมาณ 0.058 ppm จะพบว่าในยาแผนโบราณทุกชนิดที่ทำการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของโลหะ มีการพบโลหะปนเปื้อนอยู่แต่อยู่ในปริมาณที่ไม่เกินค่ามาตรฐานตามองค์การอนามัยโลก และตำรามาตรฐานยาแผนไทยไทย (Thai Herbal Pharmacopoeia) ที่อนุญาตให้วัตถุดิบสมุนไพรมีการปนเปื้อนของ Pb ได้ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ppm) Cd ไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ppm) และ As ไม่เกิน 4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ppm) แต่สำหรับโลหะหนักตัวอื่นๆ นั้น ในคู่มือแนวทางการผลิตวัตถุดิบสมุนไพร ซึ่งจัดทำโดยกองวิจัยและพัฒนาสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กล่าวไว้ว่าขณะนี้ยังไม่มีมาตรฐานกำหนดปริมาณสารปนเปื้อนจำพวกโลหะหนักในสมุนไพรแต่ละชนิด และให้ใช้มาตรฐานในอาหารแทน และตามมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 98 ตรวจพบสารปนเปื้อนประเภทโลหะหนักได้ไม่เกินข้อกำหนดดังต่อไปนี้ Sn 250 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ppm) Zn 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ppm) Cu 20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ppm) Hg 0.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ppm)สำหรับอาหารทะเล และไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ppm) สำหรับอาหารอื่น จึงเป็นไปได้ว่าการปนเปื้อนของโลหะเหล่านั้นอาจจะเกเดจากขบวนการผลิต ซึ่งเครื่องมือในการผลิตเป็นปัจจัยหนึ่งที่เป็นแหล่งทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ และในยาแผนโบราณชนิด ยานัตถุ์ ไม่สามารถตรวจวัดโลหะ Cu และ Pb ในยาดองเหล้าและยาป้ายลิ้นไม่สามารถตรวจวัดโลหะ Al, Cd, Cu และ Pb ทั้งนี้เนื่องจากโลหะเหล่านี้มีปริมาณน้อยเกินกว่าขีดจำกัดของเครื่องมือที่จะตรวจวัดได้

4. สรุป

จากการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะในยาแผนโบราณ 4 ชนิด จำนวน 10 ตัวอย่าง ได้แก่ ยาหอม ยานัตถุ์ ยาดองเหล้า และยาป้ายลิ้น และทำการวิเคราะห์ปริมาณโลหะจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ อลูมิเนียม (Al) แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) ทองแดง (Cu) แมงกานีส (Mn) และตะกั่ว (Pb) ด้วยเทคนิค ICP-OES พบว่าปริมาณโลหะที่วิเคราะห์พบในตัวอย่างยาแผนโบราณประเภท ยาหอม และยานัตถุ์ โดยพบมากที่สุดคือ ยาหอม พบว่ามีโลหะ แมงกานีส โครเมียม และทองแดง ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณหนึ่ง แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานตามองค์การอนามัยโลก และตำรามาตรฐานยาแผนไทยไทย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเกษตรใช้สารเคมีในการบำรุงให้พืชสมุนไพรเติบโตหรืออาจเกิดจากใช้ยากำจัดศัตรูพืช จึงทำให้เกิดการตกค้างอยู่ในพืช ซึ่งในยาหอมและยานัตถุ์ มีพืชเป็นส่วนผสม จากการทดลองสรุปได้ว่าโลหะที่ตรวจพบในตัวอย่างยาแผนโบราณนั้นมีปริมาณโลหะไม่เกินปริมาณสูงสุดที่ยอมให้ปนเปื้อนได้ในอาหารหรือผลิตภัณฑ์เพื่อการบริโภคขององค์การอนามัยโลก จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่ายาแผนโบราณที่ทำการศึกษานั้นมีโลหะตกค้าง แต่ส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำกว่าข้อกำหนดตามมาตรฐาน จึงไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ดังนั้นปัจจัยหนึ่งในการผลิตยาแผนโบราณคือการควบคุมปริมาณโลหะเพราะจัดเป็นการประกันคุณภาพของยาแผนโบราณที่สำคัญประการหนึ่ง

5. เอกสารอ้างอิง

กันยารัตน์ ชลสิทธ์ และ คณะ. 2546. การปนเปื้อนของโลหะหนักในยาแผนโบราณ. **วารสารสาธารณสุข**. 12(2), 273-278.

พัชรภรณ์ ภูไพรบูลย์ และคณะ. 2553. **การปนเปื้อนโลหะหนักในยาสมุนไพร**. กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรรณทิพย์ ตียพันธ์. **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสิ่งเป็นพิษ : แคดเมี่ยม**. ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา. [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_1_001c.asp?info_id=26. (2556, 12 กุมภาพันธ์).

ละอองดาว บริสุทธิ์. 2547. **การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในน้ำนมมารดา**. วิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.

สุชน ดีจังวิภาต. 2545. **การศึกษาการสกัดโลหะหนักในน้ำนมด้วยอนุพันธ์-4- เอรีน**. วิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุมลธา หนูคาบแก้ว และคณะ. 2548. **การประเมินปริมาณธาตุในตัวอย่างผลิตภัณฑ์สมุนไพรในประเทศไทย**. 31 st Congress on Science and Technology of Thailand. Suranaree University of Technology. 18-20 October 2005.

สุชาตา ชินะจิตร. 2549. **ฐานความรู้เรื่องความปลอดภัยด้านสารเคมี. พิษภัยใกล้ตัว : คอปเปอร์ซัลเฟต.** [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก http://www.chemtrack.org/News-Detail.asp?TID=1&ID=15. (2556, 15 กุมภาพันธ์).

P. Raman.,L.C. Patino and M.G. Nair. (2004). Evaluation of Metal and Microbial Contamination in Botanical Supplements. **J. Agric. Food Chem**., 52 (26):,7822-7827

P.Szefer,J.O. Nriagu. 2006. **Mineral component in foods.** CRC Press. USA.

World Health Organization. 2007. **WHO guidlines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues**. p.24

Y. Yang, Y. Guangyu and Q. Lin. 2004. Determination of Heavy Metal Ions in Chinese Herbal Medicine by Microwave Digestion and RP-HPLC with UV-Vis Detection. Microchim. **Acta**.144: 297-302