

PHÂN TÍCH HÀM LƯỢNG TỔNG SỐ CỦA ĐỒNG, CHÌ, CADMI VÀ KẼM TRONG CÂY CỎ MÀN TRẦU BẰNG PHƯƠNG PHÁP ICP-MS

Vương Trường Xuân

Trường Đại học Khoa học - ĐH Thái Nguyên

TÓM TẮT

Cây cỏ màn trầu được sử dụng phổ biến như là một loại thảo dược để chữa bệnh. Việc xác định hàm lượng của một số nguyên tố kim loại như Cu, Pb, Cd và Zn có ý nghĩa quan trọng trong việc đánh giá mức độ an toàn của các kim loại nặng trong cây cỏ màn trầu khi được sử dụng làm thảo dược. Hàm lượng các nguyên tố Cu, Pb, Cd và Zn trong 15 mẫu cây cỏ màn trầu được lấy từ các vùng khác nhau đã được phân tích bằng phương pháp ICP-MS. Kết quả phân tích theo phương pháp thêm chuẩn cho thấy hiệu suất thu hồi của Cu, Pb, Cd và Zn xác định bằng phương pháp ICP-MS nằm trong khoảng 81,00% đến 105,00%. Kết quả nghiên cứu thu được hàm lượng của Zn, Cu, Pb và Cd trong các mẫu cây cỏ màn trầu sấy khô lần lượt là: 41,80-392 mg/Kg; 3,00-10,8 mg/Kg; 0,09-1,00 mg/Kg và 0,01- 0,15 mg/Kg. Hàm lượng các nguyên tố Cu, Pb, Cd và Zn trong các mẫu cây cỏ màn trầu thu thập tại địa điểm nghiên cứu hầu hết đều đạt tiêu chuẩn an toàn về hàm lượng cho phép của các nguyên tố đó theo tiêu chuẩn WHO.

Từ khóa: cây cỏ màn trầu, phương pháp ICP-MS, hàm lượng chì, hàm lượng cadimi, hàm lượng đồng, hàm lượng kẽm

Ngày nhận bài: 09/10/2019; Ngày hoàn thiện: 07/11/2019; Ngày đăng: 20/11/2019

ANALYZING THE TOTAL CONTENT OF ZINC, COPPER, LEAD AND CADMIUM IN *ELEUSINE INDICA L* PLANT USING ICP-MS METHOD

Vuong Truong Xuan

University of Sciences - TNU

ABSTRACT

Eleusine indica L has been commonly used as an herb plant to treat illness. Determining the content of some metallic elements such as Cu, Pb, Cd and Zn is important in assessing the safety level of heavy metals in *Eleusine indica L* when used as a herb. The concentrations of Cu, Pb, Cd and Zn in 15 samples of *Eleusine indica L* from different regions were analyzed by using ICP-MS method. The results of the standard addition analysis showed that the recovery efficiency of Cu, Pb, Cd and Zn determined by IPC-MS method ranged from 81.00% to 105.00%. The research results obtained the contents of Zn, Cu, Pb and Cd in the samples of dried *Eleusine indica L* plant were in the range of 41,80-392 mg/Kg, 3,00-10,8 mg/Kg, 0,09-1,00 mg/Kg and 0,01 – 0,15 mg/Kg, respectively. The concentrations of Cu, Pb, Cd and Zn in 15 samples of *Eleusine indica L* collected at the study site mostly meet the safety standards of those elements according to WHO standards.

Keywords: *Eleusine indica L*, ICP-MS method, lead content, cadmium content, zinc content, copper content

Received: 09/10/2019; Revised: 07/11/2019; Published: 20/11/2019

1. Giới thiệu

Các loại cây thảo dược đã và đang được sử dụng phổ biến ở Việt Nam cũng như trên thế giới. Cùng với sự gia tăng công nghiệp hóa và ô nhiễm môi trường, thì các cây thảo dược cũng có nguy cơ ô nhiễm cao bởi các kim loại nặng. Do đó việc theo dõi, kiểm tra và đánh giá hàm lượng của các kim loại nặng trong các cây thảo dược để sử dụng cho con người là rất cần thiết trong việc sử dụng cây thảo dược làm thuốc ở nước ta.

Phương pháp quang phổ nguồn plasma cảm ứng cao tần kết nối khối phổ (ICP-MS) là một trong những phương pháp hiện đại, có độ tin cậy cao, được dùng phổ biến để xác định đồng thời hàm lượng vết các kim loại nặng trong cây thảo dược [1]–[4].

Cây cỏ màn trâu có tên Latinh là *Eleusine indica* L và được sử dụng phổ biến như một loại thuốc nam ở Việt Nam. Loại cây cỏ này thường được đun sắc lấy nước uống để chữa bệnh. Cỏ màn trâu là vị thuốc mát, có tác dụng ra mồ hôi, chữa sốt rét, làm mát gan. Nhờ vậy, chúng được dùng để trị mụn nhọt, rôm sảy, thanh nhiệt mùa hè, thoát mồ hôi làm sạch da, trị trứng cá, sốt cao, co giật... Vì vậy để giải nhiệt, chữa hôn mê, có thể nấu cỏ màn trâu tươi hoặc khô, kết hợp với nhân trần làm nước uống hoặc kết hợp với rễ cây cỏ tranh [5]. Tuy nhiên, nếu hàm lượng các kim loại nặng trong cây cỏ màn trâu lớn thì có thể dẫn đến nguy cơ cao sự tích lũy các kim loại nặng trong cơ thể người. Hiện nay ở Việt Nam vẫn chưa có công trình nghiên cứu nào phân tích đánh giá hàm lượng các kim loại nặng trong cây cỏ màn trâu.

Bài báo này trình bày kết quả phân tích hàm lượng tổng số các kim loại Cu, Pb, Cd và Zn trong cây cỏ màn trâu bằng phương pháp ICP – MS nhằm đánh giá mức độ an toàn của các kim loại nặng trong loại cây thảo dược này.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Thiết bị

Thiết bị phá mẫu dùng lò vi sóng Mars 6. Phân tích hàm lượng tổng số của đồng, chì, cadmi và kẽm trên máy ICP-MS Agilent 7900 của trung tâm nghiên cứu và chuyển giao

công nghệ, viện Hàn lâm khoa học và công nghệ Việt Nam.

2.2. Hóa chất

Các dung dịch chuẩn của đồng, chì, cadmi và kẽm được pha từ dung dịch chuẩn có nồng độ 1000mg/L của hãng Merck sản xuất. Dung dịch HNO_3 , H_2O_2 (Merck). Các dung dịch hóa chất đều được pha chế bằng nước cất 2 lần.

2.3. Mẫu phân tích

Mẫu cây cỏ màn trâu được lấy ngẫu nhiên ở 15 điểm khác nhau ở các vùng phía Bắc để có được sự đa dạng về điều kiện tự nhiên. Sau khi đưa về phòng thí nghiệm, các mẫu được rửa sạch sấy khô bằng tủ sấy sau đó được bảo quản bằng túi nilon kín. Thông tin về địa điểm của các mẫu phân tích được thể hiện ở bảng 1.

2.4. Phương pháp xử lý mẫu và phân tích mẫu

Xử lý mẫu phân tích bằng phương pháp vô cơ hóa ướt với hỗn hợp axit HNO_3 , H_2O_2 theo quy trình chuẩn tiêu chuẩn AOAC 2015.01 và EPA 200.8. Lấy một lượng mẫu cây cỏ màn trâu khô nghiền nhỏ. Cân 0,5g mẫu. Thêm 5,0 mL HNO_3 đặc và 1,0 mL dung dịch H_2O_2 đặc, chuyển vào ống Teflon của lò vi sóng Mars 6. Đóng lại theo quy định của nhà sản xuất. Đặt chế độ lò vi sóng theo như bảng 2.

Mẫu sau khi xử lý trong lò vi sóng để nguội và phân tích bằng thiết bị ICP-MS. Các thông số phân tích của máy đo ICP-MS Agilent 7900 được thể hiện ở bảng 3.

2.5. Đánh giá quy trình phân tích

Các mẫu thêm chuẩn của đồng, chì, cadmi và kẽm đã được thêm vào dung dịch nền cây cỏ màn trâu để đánh giá hiệu suất thu hồi các nguyên tố đó của quy trình phân tích. Kết quả % thu hồi trung bình đều nằm trong khoảng 81,00% đến 105,00%, tức là đều nằm trong khoảng cho phép của phương pháp phân tích là 80%-120 %. Các đường chuẩn xác định đồng, chì, cadmi và kẽm đều tuyến tính và có hệ số $R^2 > 0.995$. Các thông số để đánh giá quy trình phân tích bao gồm giá trị giới hạn phát hiện (LOD) và giới hạn định lượng (LOQ), khoảng tuyến tính và độ thu hồi trung bình của các nguyên tố đồng, chì, cadmi và kẽm được thể hiện ở bảng 4.

Bảng 1. Địa điểm lấy và kí hiệu các mẫu cỏ mần trầu

STT	Kí hiệu mẫu	Tọa độ	Địa điểm lấy mẫu
1	MT1	21°09'29.9"N 106°07'49.1"E	Thôn Giang Liễu, xã Phương Liễu, huyện Quế Võ, tỉnh Bắc Ninh
2	MT2	21°11'58.6"N 105°59'03.8"E	Khu công nghiệp Quế Võ 2, Bắc Ninh (gần Công ty TNHH Samsung SDI Việt Nam)
3	MT3	21°02'52.3"N 106°03'30.1"E	Xã Thanh Khương, huyện Thuận Thành, Bắc Ninh
4	MT4	21°02'14.5"N 106°03'30.5"E	Khu công nghiệp Khai Sơn, Bắc Ninh (phía sau Công ty TNHH SMART VINA)
5	MT5	21°03'34.5"N 106°06'19.2"E	Khu công nghiệp Thuận Thành II Việt Nam (trước cửa công ty TNHH công nghiệp kim loại The Great Star)
6	MT6	21°03'49.7"N 106°05'12.5"E	Thị trấn Hồ, huyện Thuận Thành, Bắc Ninh (gần Bảo hiểm xã hội huyện Thuận Thành)
7	MT7	20°49'22.4"N 106°33'32.7"E	Trường THPT An Lão Hải Phòng
8	MT8	20°50'24.0"N 106°44'19.0"E	Mường An Kim Hải - Hải Phòng
9	MT9	20°48'45.7"N 106°45'09.5"E	Khu xử lý rác thải rắn Trảng Cát- Hải Phòng
10	MT10	21°37'43.10"N 105°53'58.18"E	Khu dân sinh Thị trấn Sông Cầu - Đồng Hỷ - Thái Nguyên
11	MT11	21°35'47.60"N 105°49'45.51"E	Khu dân sinh Tổ 23, phường Hoàng Văn Thụ, thành phố Thái Nguyên
12	MT12	20°51'39.3"N 106°43'02.2"E	Xưởng đóng tàu X70 - Hải Phòng
13	MT13	21°41'18.58"N 106° 4'51.75"E	Cầu Bắc Bền gần chợ Trảng Xá - Võ Nhai - Thái Nguyên
14	MT14	20°51'23.1"N 106°42'25.7"E	Mường Cầu Tre - Hải Phòng
15	MT15	21°26'50.67"N 106° 2'4.66"E	Khu dân sinh xã Tân Đức - Phú Bình - Thái Nguyên

Bảng 2. Các thông số của lò vi sóng phá mẫu Mars 6

STT	Các giai đoạn phá mẫu trong lò vi sóng Mars 6
1	Công suất (~ 1200 W)
2	Năng nhiệt độ 10 phút
3	Thời gian giữ nhiệt 10 phút
4	Nhiệt độ 170 °C
5	Làm mát 20 phút

Bảng 3. Các thông số vận hành của máy ICP-MS Agilent 7900

Các điều kiện vận hành đặc trưng của máy ICP-MS Agilent 7900	
Công suất cao tần, w	~1600
Độ sâu lấy mẫu, mm	~10
Khí mang, L/min	~0,7
Khí phụ trợ, L/min	~0,3
Đầu phun sương nhu động (thủy tinh đồng tâm)	MicroMist
Nhiệt độ khoang phun, °C	2
Tốc độ dòng khí heli, mL/min	~4,3
Tốc độ dòng khí hydro, mL/min	~4,2
Tốc độ bơm nhu động, r/s	0,1 (0,5 mL/min)

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Các thông số đánh giá quy trình phân tích

Các thông số ở bảng 4 cho thấy khoảng tuyến tính xác định đồng, chì, cadmi và kẽm là rất rộng tới 100 ppb. Độ thu hồi trung bình của phương pháp thêm chuẩn là nằm trong khoảng từ 81% đến 105%. Các giá trị này đều nằm trong phạm vi độ thu hồi cho phép là từ 80-120%.

3.2. Hàm lượng các kim loại trong mẫu phân tích

Hàm lượng của các kim loại đồng, chì, cadmi và kẽm trong 15 mẫu cây cỏ màn trâu và được biểu diễn trong bảng 5.

Bảng 5 cho thấy trong 15 mẫu cây cỏ màn trâu có hàm lượng kẽm từ $3,450 \pm 0,063$ mg/Kg đến $25,730 \pm 0,923$ mg/Kg. Trong đó hàm lượng kẽm cao nhất ở mẫu MT12 và thấp nhất ở mẫu MT08. Hàm lượng đồng trong 15 mẫu phân tích có từ $3,450 \pm 0,078$ mg/Kg đến $12,300 \pm 0,973$ mg/Kg. Trong đó hàm lượng đồng cao nhất ở mẫu MT14 và thấp nhất ở mẫu MT9

Hàm lượng chì trong 15 mẫu phân tích có hàm lượng từ $0,440 \pm 0,041$ mg/Kg đến $1,430 \pm 0,074$ mg/Kg. Hàm lượng chì cao nhất ở mẫu MT9 và thấp nhất ở mẫu MT6. Trong 15 mẫu phân tích có hàm lượng cadmi từ $0,016 \pm 0,006$ mg/Kg đến $0,078 \pm 0,006$ mg/Kg. Hàm lượng cadmi cao nhất ở mẫu MT15 và thấp nhất ở mẫu MT4 và MT5. Sự khác nhau về hàm lượng các kim loại đồng, chì, cadmi và kẽm trong các mẫu phân tích có thể được giải thích là do các mẫu được lấy ở các địa điểm khác nhau, điều kiện tự nhiên khác nhau, chất

lượng đất khác nhau. Riêng các mẫu M9, M12 và M14 có hàm lượng các kim loại cao hơn cả so với các mẫu phân tích khác. Điều này có thể được giải thích là do các mẫu cây đó được lấy ở gần khu vực có khả năng bị ô nhiễm các kim loại nặng do con người và môi trường như khu xử lý rác thải rắn (MT9), xưởng đóng tàu (MT12) và ở ruộng nước (MT14).

Bảng 5 cũng cho thấy hàm lượng các kim loại trong 15 mẫu cây phân tích theo thứ tự là Zn > Cu > Pb > Cd. Kết quả này cũng phù hợp với kết quả phân tích hàm lượng kim loại trong cây thảo dược của các tác giả trên thế giới. Nhóm tác giả K. Agyarko, E. Darteh và B. Berlinger khi phân tích hàm lượng các kim loại nặng trong cây cỏ màn trâu trồng trên 4 loại đất khác nhau đều cho kết quả là hàm lượng Zn > Cu > Pb > Cd [6]. Tác giả Z. Sun và các cộng sự khi phân tích các kim loại Zn, Pb, Cd trong cây cỏ màn trâu cho thứ tự về hàm lượng là Zn > Pb > Cd [7]. Cũng theo nghiên cứu của các tác giả K. Agyarko, E. Darteh và B. Berlinger thì hàm lượng của Zn, Cu, Pb và Cd trong cây cỏ màn trâu dao động trong khoảng lần lượt là Zn: 41,80-392 mg/Kg, Cu: 3,00-10,8 mg/Kg, Pb: 0,09-1,00 mg/Kg và Cd: 0,01- 0,15 mg/Kg. Như vậy, hàm lượng của Zn và Cu trong 15 mẫu màn trâu thấp hơn so với kết quả nghiên cứu của tác giả K. Agyarko và các cộng sự, nhưng hàm lượng Pb lại cao hơn và hàm lượng cadmi là nằm trong khoảng giá trị so với kết quả của nghiên cứu. Sự khác nhau về hàm lượng là do sự khác nhau về địa điểm lấy mẫu, thời gian lấy mẫu, môi trường và đất trồng.

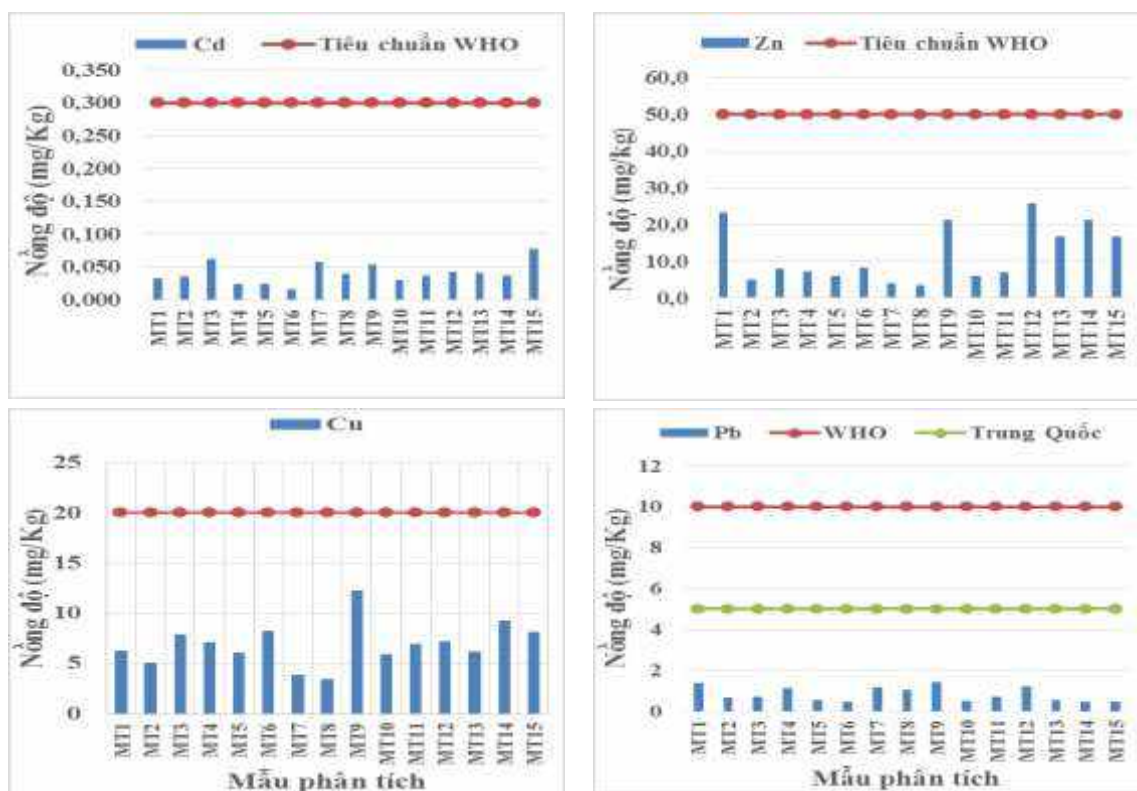
Bảng 4. Bảng các thông số độ thu hồi trung bình, giới hạn phát hiện (LOD), giới hạn định lượng (LOQ), độ lệch chuẩn tương đối (RSD) và khoảng tuyến tính xác định Cu, Pb, Cd và Zn bằng phương pháp ICP-MS

STT	Nguyên tố	LOD (ppb)	LOQ (ppb)	RSD (%)	Độ thu hồi (%)	Khoảng tuyến tính (ppb)
1	Cu	0,024	0,081	2,47	105,00	b- 100
2	Pb	0,026	0,088	5,59	93,00	b- 100
3	Cd	0,044	0,147	12,58	87,00	b- 100
4	Zn	0,036	0,121	8,46	81,00	b- 100

b: mẫu trắng

Bảng 5. Hàm lượng các kim loại Cu, Pb, Cd và Zn trong cây cỏ màn trâu (SD: độ lệch chuẩn)

STT	Mẫu	Cu $\pm$ SD	Pb $\pm$ SD	Cd $\pm$ SD	Zn $\pm$ SD
(mg/Kg)					
1	MT1	6,260 $\pm$ 0,660	1,390 $\pm$ 0,068	0,032 $\pm$ 0,012	23,240 $\pm$ 1,116
2	MT2	5,040 $\pm$ 0,427	0,670 $\pm$ 0,052	0,035 $\pm$ 0,009	5,040 $\pm$ 0,067
3	MT3	7,910 $\pm$ 0,302	0,720 $\pm$ 0,045	0,062 $\pm$ 0,010	7,910 $\pm$ 0,043
4	MT4	7,130 $\pm$ 0,259	1,120 $\pm$ 0,125	0,024 $\pm$ 0,008	7,130 $\pm$ 0,320
5	MT5	6,090 $\pm$ 0,061	0,550 $\pm$ 0,230	0,024 $\pm$ 0,002	6,090 $\pm$ 0,301
6	MT6	8,230 $\pm$ 0,215	0,440 $\pm$ 0,041	0,016 $\pm$ 0,006	8,230 $\pm$ 0,401
7	MT7	3,870 $\pm$ 0,091	1,170 $\pm$ 0,049	0,057 $\pm$ 0,008	3,870 $\pm$ 0,059
8	MT8	3,450 $\pm$ 0,078	1,050 $\pm$ 0,093	0,040 $\pm$ 0,005	3,450 $\pm$ 0,063
9	MT9	1,300 $\pm$ 0,973	1,430 $\pm$ 0,074	0,053 $\pm$ 0,004	21,300 $\pm$ 0,953
10	MT10	5,930 $\pm$ 0,430	0,520 $\pm$ 0,053	0,030 $\pm$ 0,005	5,930 $\pm$ 0,019
11	MT11	6,960 $\pm$ 0,125	0,690 $\pm$ 0,049	0,036 $\pm$ 0,007	6,960 $\pm$ 0,548
12	MT12	7,230 $\pm$ 0,431	1,210 $\pm$ 0,154	0,042 $\pm$ 0,001	25,730 $\pm$ 0,923
13	MT13	6,189 $\pm$ 0,069	0,550 $\pm$ 0,052	0,041 $\pm$ 0,002	16,740 $\pm$ 0,568
14	MT14	9,230 $\pm$ 0,094	0,465 $\pm$ 0,038	0,036 $\pm$ 0,004	21,320 $\pm$ 0,923
15	MT15	8,130 $\pm$ 0,105	0,471 $\pm$ 0,021	0,078 $\pm$ 0,006	16,650 $\pm$ 0,178

**Hình 1.** Hàm lượng cadmi, kẽm, đồng và chì trong cây cỏ màn trâu và các tiêu chuẩn giới hạn

3.3. Đánh giá nguy cơ ô nhiễm

Để đánh giá mức độ ô nhiễm của các kim loại đồng, chì, cadmi và kẽm trong các mẫu cây cỏ màn trâu, chúng tôi so sánh với các tiêu chuẩn cho phép về hàm lượng của các kim loại này trong cây thuốc. Tiêu chuẩn giới hạn

cho phép đối với Cu, Pb, Cd và Zn trong cây thảo dược của các nước được trình bày ở bảng 6. Hàm lượng các kim loại đồng, chì, cadmi và kẽm trong các mẫu cây cỏ màn trâu được so sánh với tiêu chuẩn giới hạn cho phép của các nước được thể hiện ở Hình 1.

Theo như hình 1, chúng ta thấy rằng hàm lượng kim loại đồng trong các mẫu phân tích đều thấp hơn so với giới hạn cho phép theo tiêu chuẩn của Trung Quốc là 20 mg/Kg. Tương tự, hàm lượng chì trong 15 mẫu phân tích đều nhỏ hơn so với tiêu chuẩn cho phép trong cây thảo dược của tổ chức y tế thế giới WHO (10 mg/Kg) và của tiêu chuẩn Trung Quốc (5 mg/Kg).

Bảng 6. Tiêu chuẩn giới hạn cho phép đối với Cu, Pb, Cd và Zn trong cây thảo dược của các nước [8] [9]

STT	Tiêu chuẩn	Cu	Pb	Cd	Zn
		mg/Kg			
1	Canada	-	10	0,3	-
2	Trung quốc	20	5	1	-
3	FAO/WHO	-	10	0,3	50
4	Singapore	150	20	-	-

Đối với cadmi, hàm lượng cadmi trong 15 mẫu phân tích đều thấp hơn tiêu chuẩn cho phép của WHO là 0,3 mg/Kg. Đối với kẽm, hàm lượng kẽm trong 15 mẫu phân tích cũng đều thấp hơn tiêu chuẩn cho phép của WHO là 50 mg/Kg.

Như vậy, với cả bốn kim loại đồng, chì, cadmi và kẽm, hàm lượng của các kim loại này trong 15 mẫu cây cỏ mần trầu đều thấp hơn giới hạn cho phép của WHO và các nước. Như vậy, có thể nói là hàm lượng các kim loại này trong các mẫu cây phân tích là an toàn theo tiêu chuẩn của WHO.

4. Kết luận

ICP-MS là phương pháp xác định các nguyên tố vi lượng trong thực vật cho phép nhanh chóng phân tích đồng thời nhiều kim loại với độ chính xác và độ tin cậy cao. Kết quả thu được cho thấy nồng độ các kim loại Cu, Pb, Cd và Zn trong 15 mẫu cây phân tích là khác nhau, nằm trong khoảng Zn: 41,80-392 mg/Kg, Cu: 3,00-10,8 mg/Kg, Pb: 0,09-1,00 mg/Kg và Cd: 0,01- 0,15 mg/Kg.

Sự khác nhau này có thể được giải thích bởi các điều kiện môi trường và nông học, vị trí địa lý và thành phần của đất cũng có thể ảnh hưởng đến hàm lượng của các kim loại. Từ kết quả của nghiên cứu này cho thấy hàm

lượng các kim loại Cu, Pb, Cd và Zn đều nhỏ hơn giới hạn cho phép của WHO và tiêu chuẩn các nước. Tuy nhiên cũng vẫn cần phải theo dõi, kiểm tra nồng độ kim loại độc hại trong cây thảo dược này trước khi sử dụng, đặc biệt là khi chúng được sử dụng như là thuốc uống chữa bệnh.

Lời cảm ơn

Cảm ơn đề tài mã số ĐH2017- TN06-02 đã hỗ trợ kinh phí thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. A. Filipiak-Szok, M. Kurzawa, and E. Szlyk, "Determination of toxic metals by ICP-MS in Asiatic and European medicinal plants and dietary supplements," *J. Trace Elem. Med. Biol.*, vol. 30, pp. 54–58, 2015.
- [2]. E. W. I. Hajar, A. Z. Bin Sulaiman, and A. M. M. Sakinah, "Assessment of Heavy Metals Tolerance in Leaves, Stems and Flowers of Stevia Rebaudiana Plant," *Procedia Environ. Sci.*, vol. 20, pp. 386–393, 2014.
- [3]. M. Shen, L. Chen, W. L. Han, and A. Ma, "Methods for the determination of heavy metals in indocalamus leaves after different preservation treatment using inductively-coupled plasma mass spectrometry," *Microchem. J.*, vol. 139, pp. 295–300, 2018.
- [4]. N. Zhang *et al.*, "Simultaneous determination of arsenic, cadmium and lead in plant foods by ICP-MS combined with automated focused infrared ashing and cold trap," *Food Chem.*, vol. 264, pp. 462–470, 2018.
- [5]. T. L. Do, *Nhung Cay Thuoc Va Vi Thuoc Viet Nam*. Nhà xuất bản Y học, Hà Nội, 2004.
- [6]. K. Agyarko, E. Darteh, and B. Berlinger, "Metal levels in some refuse dump soils and plants in Ghana," *Plant, Soil Environ.*, vol. 56, no. 5, pp. 244–251, 2010.
- [7]. Z. Sun, J. Chen, X. Wang, and C. Lv, "Heavy metal accumulation in native plants at a metallurgy waste site in rural areas of Northern China," *Ecol. Eng.*, vol. 86, pp. 60–68, 2016.
- [8]. WHO, "WHO Guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues," 2007.
- [9]. L. M. de Oliveira *et al.*, "Metal concentrations in traditional and herbal teas and their potential risks to human health," *Sci. Total Environ.*, vol. 633, pp. 649–657, Aug. 2018.