

PHÂN TÍCH HÀM LƯỢNG CHÌ, CADMI VÀ ASEN TRONG CÂY NGẢI CỨU BẰNG PHƯƠNG PHÁP ICP-MS

Nguyễn Thị Thu Thúy¹, Vương Trường Xuân^{*1}, Nguyễn Ngọc Tùng², Phạm Thị Thu Hà¹

¹Trường Đại học Khoa học - ĐH Thái Nguyên

²Trung tâm chuyển giao công nghệ - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

TÓM TẮT

Đánh giá hàm lượng kim loại nặng trong cây thảo dược có ý nghĩa quan trọng đối với an toàn sức khỏe của người sử dụng. Trong nghiên cứu này, hàm lượng của một số kim loại nặng gồm Pb, Cd và As trong cây ngải cứu, được thu thập tại 12 khu vực khác nhau thuộc các tỉnh miền Bắc Việt Nam, đã được phân tích bằng phương pháp ICP-MS. Giới hạn phát hiện của phương pháp phân tích đối với Pb, Cd và As lần lượt là 0,010; 0,012; 0,045 ppb, độ thu hồi đối với Pb, Cd, As của phương pháp nằm trong khoảng 81,00 – 93,17%. Hàm lượng trung bình của Pb, Cd và As trong các mẫu cây ngải cứu lần lượt là 1,489 mg/Kg (0,247-3,294 mg/Kg); 0,195 mg/Kg (0,068-0,389 mg/Kg); 0,343 mg/Kg (0,149-0,463 mg/Kg). Nhìn chung, hàm lượng của các nguyên tố Pb, Cd và As đều nằm trong giới hạn cho phép đối với cây thảo dược khi so sánh với một số tiêu chuẩn của Canada, Trung Quốc và WHO, ngoại trừ một số mẫu có hàm lượng Cd cao hơn giới hạn cho phép của Cd theo tiêu chuẩn của WHO.

Từ khóa: Cây ngải cứu; phương pháp ICP-MS; hàm lượng chì; hàm lượng cadmi; hàm lượng asen

Ngày nhận bài: 26/12/2019; Ngày hoàn thiện: 04/5/2020; Ngày đăng: 20/5/2020

ANALYZING THE TOTAL CONTENT OF LEAD, CADMIUM AND ARSENIC IN ARTEMISIA VULGARIS L. USING ICP-MS METHOD

Nguyen Thi Thu Thuy¹, Vuong Truong Xuan^{*1}, Nguyen Ngoc Tung², Pham Thi Thu Ha¹

¹TNU - University of Sciences

²Center for research and technology transfer - VAST

ABSTRACT

Assessing the heavy metal content in herbal plants is important for the health of users. In this study, the content of some heavy metals including Pb, Cd and As in *Artemisia vulgaris* L, collected in 12 different regions of the northern provinces of Vietnam, was analyzed by ICP-MS method. The limit of detection of the analytical method for Pb, Cd and As was 0.010, 0.012, 0.045 ppb, respectively. The recovery for Pb, Cd, As of the method ranged from 81.00 to 93.17%. The average concentrations of Pb, Cd and As in *Artemisia vulgaris* L samples were 1.489 mg/Kg (0.247-3.294 mg/Kg, 0.195 mg/Kg (0.068-0.389 mg/Kg); 0.334 mg/Kg (0.149-0.463 mg/Kg), respectively. In general, the contents of the Pb, Cd and As elements were lower than the permissible limits for herbal plants set by Canada, China and WHO, except some samples which had Cd content higher than the permissible limit set by WHO.

Keywords: *Artemisia vulgaris* L.; ICP-MS method; lead content; cadmium content; arsenic content

Received: 26/12/2019; Revised: 04/5/2020; Published: 20/5/2020

* Corresponding author. Email: xuanvt@tmus.edu.vn

1. Mở đầu

Cây ngải cứu có tên khoa học là *Artemisia vulgaris* L. Trong dân gian cây ngải cứu còn được gọi là thuốc cứu, ngải diệp, bùa ngải, nhả ngải, quá sủ, cỏ linh li, là một loài thực vật thuộc họ cúc. Đây là loại dược liệu quý, nhiều nghiên cứu đã chỉ ra lá ngải cứu có các polyphenol có lợi cho sức khỏe như flavonoid, các axit amin cholin, andenin có tác dụng hỗ trợ điều trị bệnh, kháng viêm, sát khuẩn, cầm máu, điều hòa khí huyết, kinh nguyệt v.v... [1]. Tuy nhiên, hiện nay vấn đề ô nhiễm của các kim loại nặng ảnh hưởng rất nhiều đến môi trường, trong đó có sự ô nhiễm các kim loại nặng trong các cây thảo dược được dân gian dùng chữa bệnh. Phần lớn các kim loại nặng đều độc, có hại cho sức khỏe con người.

Dược điển của Việt Nam và của nhiều nước chưa đưa ra các chỉ tiêu cũng như phương pháp thử giới hạn các nguyên tố độc như Pb, As, Cd, Hg... đối với thuốc đông y và cây thảo dược. Để định lượng được chúng đòi hỏi các thiết bị phân tích có độ nhạy cao và ổn định. Hiện nay, có nhiều phương pháp được sử dụng (GF-AAS, UV-VIS, ICP-MS...), trong đó phương pháp ICP-MS là một phương pháp ưu việt, có thể xác định đồng thời nhiều kim loại với giới hạn phát hiện rất thấp. Phương pháp này đã được sử dụng trong nhiều công trình nghiên cứu để phân tích hàm lượng vết các kim loại nặng trong thực vật nói chung và cây thảo dược nói riêng [4]-[7].

Xuất phát từ yêu cầu thực tế và cấp bách đó nhằm góp phần vào công tác đảm bảo chất lượng thuốc đông y và cây thảo dược, trong nghiên cứu này hàm lượng các nguyên tố Pb, Cd và As trong cây ngải cứu đã được phân tích bằng phương pháp ICP-MS.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Thiết bị

Thiết bị lò vi sóng phá mẫu Mars 6 và thiết bị phân tích hàm lượng tổng số của chì, cadmi và asen trên máy ICP-MS Agilent 7900. Các

thiết bị thuộc 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 axit HNO_3 65%, H_2O_2 30% và các dung dịch chuẩn của chì, cadmi và asen được pha từ dung dịch chuẩn có nồng độ 1000 mg/L. Tất cả các hóa chất trên đều là hóa chất tinh khiết của hãng Merck.

2.3. Mẫu phân tích

Mẫu cây ngải cứu (gồm thân, rễ, lá) được lấy ngẫu nhiên ở 12 điểm khác nhau 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 nghiền nhỏ, trộn đều và được bảo quản trong túi nilon kín. Các mẫu được kí hiệu lần lượt là NC1 đến NC12. 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

Các mẫu phân tích được xử lý 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 [6]. Lấy một lượng mẫu cây ngải cứu khô nghiền nhỏ. Cân chính xác 0,5000 g 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. Chế độ hoạt động của lò vi sóng để xử lý mẫu và các thông số vận hành của máy ICP-MS Agilent 7900 để phân tích nồng độ của các kim loại đã được mô tả chi tiết trong nghiên cứu trước [7].

2.5. Đánh giá quy trình phân tích

Để kiểm tra, đánh giá quy trình xử lý mẫu, một lượng chính xác của các nguyên tố chì, cadmi và asen đã được thêm vào mẫu cây ngải cứu trước khi tiến hành xử lý trong lò vi sóng để đánh giá hiệu suất thu hồi các nguyên tố đó.

Các giá trị giới hạn phát hiện (LOD), giới hạn định lượng (LOQ) của phép đo, độ thu hồi và độ lệch chuẩn tương đối (RSD) được xác định theo các công thức sau:

Bảng 1. Địa điểm lấy mẫu và kí hiệu các mẫu cây ngải cứu

STT	Kí hiệu	Tọa độ	Địa điểm lấy mẫu
1	NC1	21°41'43.70"N 106° 4'26.59"E	Tràng Xá - Võ Nhai - Thái Nguyên
2	NC2	21° 7'13.65"N 106°34'37.08"E	Làng Đồng Đò - Bình Triều - Đông Triều - Quảng Ninh
3	NC3	21° 6'21.44"N 106°35'40.25"E	Làng Trại Dọc - Bình Triều - Đông Triều - Quảng Ninh
4	NC4	21° 6'25.11"N 106°35'4.22"E	Làng Trại Thông - Bình Triều - Đông Triều - Quảng Ninh
5	NC5	20°36'0.77"N 105°17'1.55"E	Mãn Đức - Tân Lạc - Hòa Bình
6	NC6	22°27'16.57"N 105°44'33.02"E	Sau Trường THPT Ba Bể - Bắc Kạn
7	NC7	21°26'11.61"N 105°54'13.16"E	Khu công nghiệp Sam Sung - Phổ Yên - Thái Nguyên
8	NC8	21°56'6.71"N 105°48'1.09"E	Khu công nghiệp Thanh Bình - Chợ Mới - Bắc Kạn
9	NC9	21°28'37.77"N 105°53'38.18"E	Khu dân sinh gần Khu công nghiệp Đầm Thụy - Phú Bình - Thái Nguyên
10	NC10	21°11'12.77"N 106° 0'58.60"E	Khu công nghiệp Yên Phong - Bắc Ninh (khu dân cư)
11	NC11	21°12'18.51"N 106° 2'7.94"E	Khu công nghiệp Yên Phong - Bắc Ninh
12	NC12	21°36'20.67"N 105°48'48.52"E	Khu dân cư tổ 4, Thần Vị, phường Quang Vinh, tỉnh Thái Nguyên (gần nhà máy nhiệt điện Cao Ngạn)

Công thức tính LOD và LOQ theo đường chuẩn [8]

$$LOD = \frac{3.Sa}{b} \text{ và } LOQ = \frac{10.Sa}{b}$$

Trong đó: Sa là độ lệch chuẩn của hàm tương ứng $y = b \cdot x + a$

b là độ dốc của đường chuẩn $y = b \cdot x + a$

$$\text{Công thức tính độ thu hồi: } \%H = \frac{(A-B).100}{C}$$

Trong đó: A là nồng độ tổng của mẫu đã thêm chuẩn; B là nồng độ của mẫu nền;

(A - B) là nồng độ thêm tính được; C là nồng độ chuẩn thêm vào tính toán trên lý thuyết.

$$\text{Công thức tính độ lệch chuẩn tương đối (RSD): } \%RSD = \frac{SD.100}{\bar{X}tb}$$

Trong đó: SD là độ lệch chuẩn và \bar{X}_{tb} là giá trị trung bình của n lần đo lặp lại.

Các thông số để đánh giá quy trình phân tích bao gồm LOD, LOQ, khoảng tuyến tính và độ thu hồi trung bình của các nguyên tố chì, cadmi và asen được thể hiện ở bảng 2.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Các thông số đánh giá quy trình phân tích

3.1.1. Phương trình hồi quy tuyến tính, hệ số tương quan, giới hạn phát hiện và giới hạn định lượng

Bảng 2 cho thấy các phương trình đường chuẩn xác định Pb, Cd, As có hệ số tuyến tính cao (Hình 1). Giới hạn phát hiện của các kim loại nặng Pb, Cd, As nằm trong khoảng từ 0,010 ppb - 0,042 ppb và giá trị giới hạn định lượng từ 0,033 ppb - 0,140 ppb. Nồng độ này phù hợp cho phép phân tích lượng vết các kim loại trong cây thảo dược.

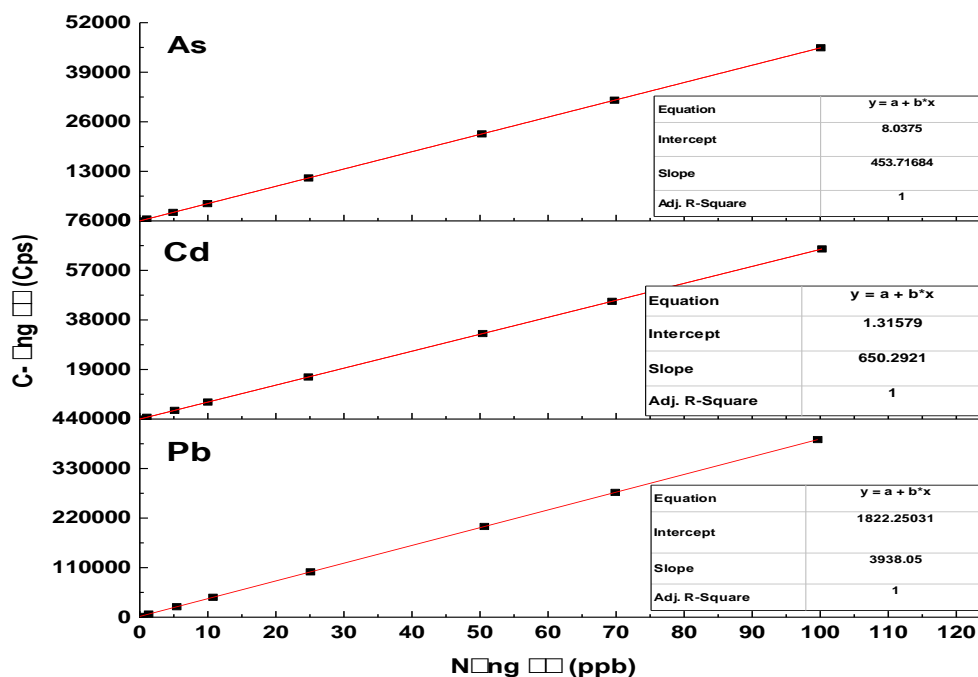
3.1.2. Đánh giá độ thu hồi và độ lặp lại

Độ đúng của phương pháp được đánh giá thông qua hiệu suất thu hồi của các mẫu thêm chuẩn. Mỗi mẫu được phân tích lặp lại 3 lần. Kết quả tại bảng 2 cho thấy độ thu hồi trung bình đạt 81,00 - 93,13%. Kết quả phân tích cho thấy % RSD trong quá trình phân tích của 3 nguyên tố khảo sát dao động trong khoảng 7,25 - 9,48%, do đó thông số khảo sát này đạt yêu cầu của tiêu chuẩn CAC [9].

Bảng 2. 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 Pb, Cd và As bằng phương pháp ICP-MS

STT	Nguyên tố	LOD (ppb)	LOQ (ppb)	RSD (%)	Độ thu hồi (%)	Khoảng tuyến tính (ppb)
1	Pb	0,042	0,140	8,35	93,13	b-100
2	Cd	0,010	0,033	9,48	87,51	b-100
3	As	0,015	0,050	7,25	81,00	b-100

b: mẫu trắng

**Hình 1.** Các phương trình đường chuẩn xác định Pb, Cd và As bằng phương pháp ICP-MS

Sau khi thực hiện khảo sát các thông số đánh giá quy trình phân tích và so sánh giá trị thu được với ngưỡng cho phép của tiêu chuẩn CAC (Codex Alimentarius Commission) [9], chúng tôi thấy rằng các thông số quy trình hoàn toàn đạt yêu cầu và do đó phương pháp phân tích As, Cd, và Pb trong cây ngải cứu bằng ICP-MS là một phương pháp phân tích có đầy đủ tính tin cậy và độ chính xác cao.

3.2. Hàm lượng các kim loại trong mẫu phân tích

Hàm lượng của 3 kim loại nặng Pb, Cd, As trong 12 mẫu cây ngải cứu được lấy tại các khu vực khác nhau thuộc miền Bắc Việt Nam. Mỗi mẫu được phân tích 3 lần lặp lại và tính giới hạn tin cậy từ phân bố Student, kết quả được trình bày trong bảng 3. Kết quả khảo sát ban đầu cho thấy, hàm lượng 03 kim loại Pb,

Cd, As đều được phát hiện trong các mẫu nghiên cứu. Hàm lượng Pb dao động trong khoảng 0,247 đến 3,294 mg/Kg (với giá trị trung bình 1,490 mg/Kg); Cd nằm dao động từ 0,068 - 0,389 mg/Kg (với giá trị trung bình là 0,196 mg/Kg); As dao động từ 0,149 - 0,498 mg/Kg (với giá trị trung bình là 0,343 mg/Kg). Hàm lượng trung bình của Pb cao gấp 8 lần so với kim loại Cd và 4 lần so với As. Nhìn chung, hàm lượng kim loại thay đổi khác nhau theo các khu vực lấy mẫu.

Các thông tin về hàm lượng các nguyên tố Pb, Cd và As trong cây ngải cứu trên thế giới không có nhiều. Các kết quả về hàm lượng Pb, Cd và As trong nghiên cứu này đã được so sánh với một số kết quả đã được công bố của một số nghiên cứu trên thế giới được thể hiện ở bảng 4.

Bảng 3. Hàm lượng các kim loại Pb, Cd và As trong cây Ngải Cứu (mg/Kg khô; SD: độ lệch tiêu chuẩn)

STT	Mẫu	Hàm lượng các nguyên tố		
		Pb (\pm SD)	Cd (\pm SD)	As (\pm SD)
1	NC1	1,354 \pm 0,142	0,324 \pm 0,021	0,336 \pm 0,024
2	NC2	0,613 \pm 0,091	0,183 \pm 0,068	0,361 \pm 0,032
3	NC3	0,870 \pm 0,102	0,068 \pm 0,065	0,381 \pm 0,050
4	NC4	0,247 \pm 0,210	0,105 \pm 0,031	0,378 \pm 0,021
5	NC5	0,509 \pm 0,081	0,108 \pm 0,011	0,435 \pm 0,023
6	NC6	0,977 \pm 0,092	0,205 \pm 0,040	0,149 \pm 0,028
7	NC7	2,924 \pm 0,059	0,209 \pm 0,021	0,463 \pm 0,031
8	NC8	3,294 \pm 0,081	0,171 \pm 0,023	0,309 \pm 0,045
9	NC9	2,872 \pm 0,085	0,244 \pm 0,011	0,180 \pm 0,032
10	NC10	1,390 \pm 0,071	0,106 \pm 0,032	0,199 \pm 0,021
11	NC11	1,621 \pm 0,102	0,389 \pm 0,021	0,498 \pm 0,012
12	NC12	1,021 \pm 0,110	0,234 \pm 0,041	0,421 \pm 0,019
Hàm lượng Trung bình		1,490	0,196	0,343

Bảng 4. So sánh hàm lượng các nguyên tố Pb, Cd, As (mg/Kg khô) trong cây ngải cứu trong nghiên cứu này với các nghiên cứu đã công bố

Kết quả nghiên cứu	Hàm lượng các nguyên tố		
	Pb	Cd	As
Muhamad et al [10]	25,80 \pm 1,95	0,50 \pm 0,79	-
Nworie et al [11]	2,0	-	1,7
Rajeev Bhat et al [12]	-	-	0,560 \pm 0,001
Qian et al [13]	-	-	1,49-2,26
Franz Rebele và Cornelia Lehmann [14]	-	0,58-3,16	-
Nghiên cứu này	0,247-3,294	0,068-0,389	0,149-0,463

Theo bảng 4, hàm lượng Pb trong cây ngải cứu thu được từ nghiên cứu này thấp hơn so với hàm lượng chì trong nghiên cứu của Muhamad et al [10]. Nhưng vẫn có những kết quả gần với kết quả hàm lượng Pb trong nghiên cứu của Nworie et al [11]. Đối với hàm lượng Cd thì kết quả của nghiên cứu này thấp hơn so với các kết quả đã công bố của Muhamad et al [10], của Franz Rebele và Cornelia Lehmann [14]. Tương tự, hàm lượng của As trong cây ngải cứu trong nghiên cứu này thấp hơn so với hàm lượng của As trong cây ngải cứu trong nghiên cứu của Nworie et al [11], Qian et al [13] và gần với kết quả của Rajeev Bhat et al [12]. Sự khác nhau về hàm lượng của các nguyên tố Pb, Cd và As trong các mẫu cây ngải cứu trong nghiên cứu này với các kết quả đã công bố là do sự khác nhau về các điều kiện tự nhiên và điều kiện thổ nhưỡng.

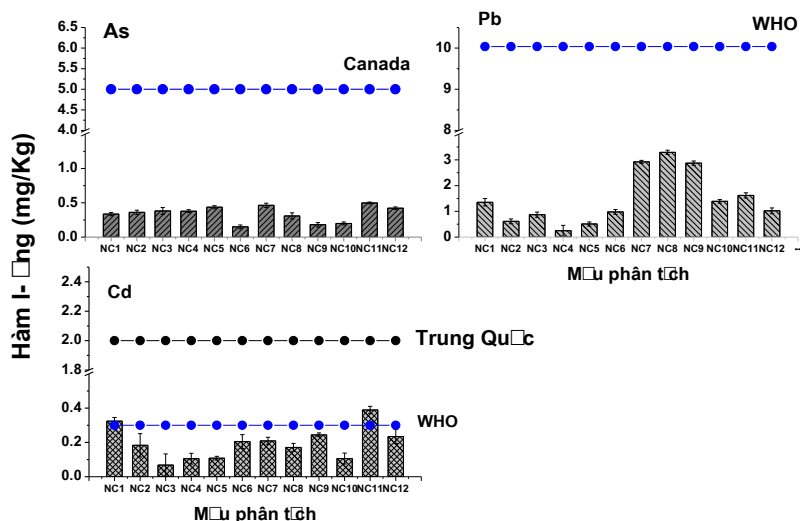
3.3. Đánh giá nguy cơ ô nhiễm

Trong nghiên cứu này, để đánh giá mức độ ô nhiễm của các kim loại nặng đến cây thảo dược, chúng tôi tập trung lấy các mẫu cây ngải cứu nằm trong khu vực dân cư (từ NC1 đến NC6) và các mẫu còn lại (từ NC7-NC12) được lấy tại khu vực có các nhà máy công nghiệp hoạt động. Từ bảng kết quả cũng cho thấy từ mẫu NC1 đến NC6 hàm lượng các kim loại nhìn chung thấp hơn so với các mẫu được lấy gần các nhà máy công nghiệp. Trong các mẫu NC7-NC12 hàm lượng các kim loại khá cao, hàm lượng cao nhất được tìm thấy đối với kim loại Pb là $3,294 \pm 0,081$ mg/Kg trong mẫu lấy tại khu vực công nghiệp Bắc Kạn; đối với Cd là $0,389 \pm 0,021$ mg/Kg trong mẫu lấy tại khu vực công nghiệp Bắc Ninh và với As là $0,463 \pm 0,031$ mg/Kg trong mẫu lấy ở khu công nghiệp Thái Nguyên.

Hàm lượng các kim loại được tìm thấy trong nghiên cứu này so với tiêu chuẩn cho phép trong cây thảo dược của một số nước khác được thể hiện trong bảng 5, hình 2.

Bảng 5. Tiêu chuẩn giới hạn cho phép đối với Pb, Cd và As trong cây thảo dược của các nước [15]

STT	Tiêu chuẩn	As	Pb	Cd
		mg/Kg		
1	Canada	5	10	0,3
2	Trung quốc	2	10	1
3	WHO	-	10	0,3
4	Singapore	5	20	-



Hình 2. Hàm lượng Pb, Cd và As trong cây ngải cứu và các tiêu chuẩn giới hạn cho phép

Như vậy, nhìn chung kết quả thu được trong mẫu cây ngải cứu của nghiên cứu này đều nằm trong giới hạn cho phép của các quốc gia như Canada, Trung Quốc, WHO hay Singapo [15]. Tuy nhiên, riêng với kim loại Cd, trong một số mẫu có hàm lượng vượt tiêu chuẩn cho phép của Canada và WHO (0,3 mg/Kg) khoảng 1,1 đối với mẫu NC1 đến 1,3 lần đối với mẫu NC11, nhưng vẫn nhỏ hơn giới hạn cho phép theo tiêu chuẩn của Trung Quốc (1 mg/Kg), trong khi hàm lượng của Pb và As thấp hơn rất nhiều so với tiêu chuẩn cho phép. Nguyên nhân có thể do Cd đã tồn tại sẵn trong mẫu hoặc cũng có thể bị ô nhiễm do ảnh hưởng bởi khí thải, nước thải của các nhà máy công nghiệp trên địa bàn lấy mẫu. Như vậy, để đánh giá được chính xác nguồn gốc ô nhiễm, mức độ ô nhiễm của các kim loại Pb, Cd và As thì cần phải có nhiều nghiên cứu sâu hơn trong tương lai, từ đó có được những biện pháp hạn chế, xử lý nhằm góp phần bảo vệ sức khỏe cộng đồng.

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã phân tích được 03 kim loại nặng Pb, Cd, As trong cây ngải cứu bằng phương pháp ICP-MS, với giới hạn phát hiện của phương pháp lần lượt là 0,010; 0,012; 0,045 ppb, độ thu hồi trong khoảng 81,00 – 93,13%. Dựa vào quy trình tối ưu đã đánh giá được hàm lượng của các kim loại Pb, Cd, As trong 12 mẫu cây ngải cứu lấy tại các địa điểm khác nhau thuộc miền Bắc Việt Nam. Bước đầu cho thấy hàm lượng của các kim loại nghiên cứu đều nằm trong giới hạn cho phép đối với cây thảo dược khi so sánh với giới hạn cho phép của các quốc gia khác và WHO, riêng Cd có dấu hiệu vượt quá tiêu chuẩn cho phép. Cần có những nghiên cứu tiếp theo với số lượng cơ sở công nghiệp và mẫu lớn hơn để đánh giá toàn diện về hàm lượng kim loại nặng từ đó đưa ra các biện pháp quản lý an toàn và giảm thiểu ô nhiễm của các chất này.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được hỗ trợ kinh phí bởi đề tài mã số ĐH2017-TN06-02 và trường đại học Khoa Học – ĐH Thái Nguyên (TNUS).

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1]. L. T. Do, *Vietnamese medicinal plants and herbs*. Medicinal Publishing House (in Vietnamese), 2004.
- [2]. 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.
- [3]. 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.
- [4]. 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.
- [5]. 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.
- [6]. AOAC, *AOAC Official Method 2015.01 Heavy Metals in Food Inductively Coupled Plasma–Mass Spectrometry First Action 2015*, 2015.
- [7]. X. T. Vuong, "Analyzing the total content of zinc, copper, lead and cadmium in *Eleusine Indica* L plant using ICP-MS method," (in Vietnamese), *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 208, no. 15, pp. 131-136, 2019.
- [8]. V. B. G. A. Shrivastava, "Methods for the determination of limit of detection and limit of quantitation of the analytical methods," *Chronicles Young Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 21-25, 2011.
- [9]. Joint fao/who food standards programme and codex alimentarius Commission, *Report of the Thirtieth Session of the Codex Committee on Methods of Analysis and Sampling*, 2009.
- [10]. M. Ashraf, M. Q. Hayat and A. S. Mumtaz, "Evaluation of allelopathic action of some selected medicinal plant on lettuce seeds by using sandwich method," *J. Med. Plants Res.*, vol. 4, no. 7, pp. 536-541, 2010.
- [11]. O. E. Nworie, J. Qin, and C. Lin, "Trace element uptake by herbaceous plants from the soils at a multiple trace element-contaminated site," *Toxics*, vol. 7, no. 3, pp. 1-14, 2019.
- [12]. R. Bhat, K. Kiran, A. B. Arun, and A. A. Karim, "Determination of mineral composition and heavy metal content of some nutraceutically valued plant products," *Food Anal. Methods*, vol. 3, no. 3, pp. 181-187, 2010.
- [13]. Y. Qian, F. J. Gallagher, H. Feng, and M. Wu, "A geochemical study of toxic metal translocation in an urban brownfield wetland," *Environ. Pollut.*, vol. 166, pp. 23-30, 2012.
- [14]. F. Rebele and C. Lehmann, "Phytoextraction of cadmium and phytostabilisation with mugwort (*Artemisia vulgaris*)," *Water. Air. Soil Pollut.*, vol. 216, no. 1-4, pp. 93-103, 2011.
- [15]. WHO, *WHO Guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues*, 2007.