

ĐÁNH GIÁ HÀM LƯỢNG KIM LOẠI NẶNG TRONG ĐẤT RỪNG TỰ NHIÊN KHU VỰC TÂY NGUYÊN VÀ MIỀN ĐÔNG NAM BỘ

ĐỖ THỊ TUYẾT NHUNG ⁽¹⁾, VŨ THỊ MINH CHÂU ⁽¹⁾,
TRẦN THỊ LỆ THU ⁽¹⁾, NGUYỄN VĂN THỊNH ⁽¹⁾

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đất là yếu tố quan trọng của hệ sinh thái trên cạn. Hệ sinh thái này luôn bị ảnh hưởng bởi các chất khác nhau có trong đất, trong đó có các kim loại nặng. Kim loại nặng (KLN) được tích lũy trong đất từ nhiều nguồn khác nhau: phong hóa đá và khoáng vật, lắng đọng từ khí quyển...; từ các nguồn nhân tạo: công nghiệp, nông nghiệp, hoạt động dân sinh... Khi sự tích lũy của KLN vượt quá ngưỡng giá trị cho phép sẽ gây nguy hại đến sinh vật và môi trường. Hiện nay ở Việt Nam, KLN trong đất được nghiên cứu nhiều và chủ yếu tại các khu công nghiệp, khu dân cư [1, 2], trong các vùng nông nghiệp, khu rừng trồng [3, 4, 5, 6], trong trầm tích của rừng ngập mặn [7, 8], nhưng còn rất ít các nghiên cứu KLN trong đất của các hệ sinh thái rừng tự nhiên trên cạn [9].

Các khu bảo tồn tự nhiên, vườn quốc gia (VQG) của Việt Nam được thành lập với mục đích bảo vệ tài nguyên thiên nhiên và đa dạng sinh học. Trong số đó, nằm ở độ cao khá lớn so với mực nước biển, các VQG Yok Đôn, Bidoup - Núi Bà thuộc Tây Nguyên và Bù Gia Mập thuộc Đông Nam Bộ, nơi được coi là 2 trong 4 trung tâm đa dạng sinh học quan trọng của Việt Nam [10]. Ở mỗi VQG này đều có những kiểu sinh cảnh đặc trưng khác nhau. Đối với VQG Yok Đôn là sinh cảnh rừng thưa cây họ Dầu rụng lá (rừng khộp); VQG Bidoup - Núi Bà là rừng kín thường xanh mưa ẩm và rừng hỗn giao cây lá rộng, lá kim núi trung bình và núi cao; VQG Bù Gia Mập là rừng kín thường xanh mưa ẩm trên núi thấp.

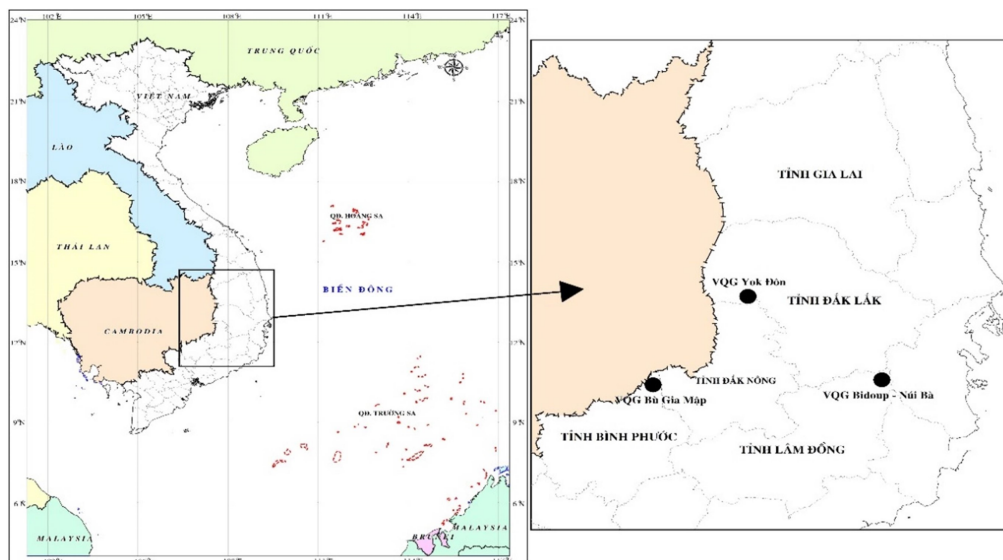
Sự tích lũy KLN trong đất phụ thuộc vào các yếu tố hình thành đất. Trong khi đó, thực vật được coi là một trong năm yếu tố chính tham gia vào quá trình hình thành đất. Việc làm rõ mối liên hệ giữa hàm lượng KLN và thực vật trong đất rừng tự nhiên có ý nghĩa lý luận và thực tiễn trong quản lý các hệ sinh thái rừng tự nhiên, là cơ sở cho việc bảo tồn đa dạng sinh học gắn với bảo vệ môi trường sống của con người và các loài sinh vật. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu hàm lượng KLN trong đất tại một số VQG ở Tây Nguyên và miền Đông Nam Bộ theo đặc điểm cấu trúc thảm thực vật, tính chất của đất rừng và quy luật phân hóa đai cao của chúng.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là đất rừng của VQG Yok Đôn, Bidoup - Núi Bà thuộc khu vực Tây Nguyên và VQG Bù Gia Mập thuộc miền Đông Nam Bộ.

Tại mỗi VQG, lựa chọn 2 sinh cảnh khác nhau để nghiên cứu. Trong mỗi sinh cảnh, tiến hành lấy mẫu đất tại 3 vị trí khác nhau để phân tích xác định hàm lượng KLN và đánh giá các mối liên hệ giữa hàm lượng KLN, đặc tính đất rừng và kiểu thảm thực vật đặc trưng.



Hình 1. Vị trí các VQG tiến hành nghiên cứu

Bảng 1. Tọa độ vị trí lấy mẫu đất

STT	Địa điểm lấy mẫu	Kiểu sinh cảnh	Ký hiệu kiểu sinh cảnh	Độ cao (m)	Tọa độ lấy mẫu
1	Bù Gia Mập	Rừng nguyên sinh đa trọi trên núi thấp với đất đỏ vàng trên bazan	BGM-1	339	12°20'25,7"N 107°20'43,2"E
		Rừng nguyên sinh ưu trọi Bằng lăng trên núi thấp với đất đỏ vàng trên bazan	BGM-2	420	12°19'85,4"N 107°20'71,4"E
2	Bidoup - Núi Bà	Rừng hỗn giao cây lá rộng - lá kim với đất sét vàng trên đá phiến	BD-1	1.490	12°18'64,8"N 108°67'61,3"E
		Rừng ẩm nhiệt đới đa trọi trên núi trung bình với đất sét vàng trên đá phiến	BD-2	1.437	12°18'11,0"N 108°69'01,1"E
3	Yok Đôn	Rừng thưa cây họ Dầu rụng lá (rừng khớp) với đất đỏ vàng trên đá phiến	YD-1	218	12°83'25,3"N 107°77'94,3"E
		Rừng ưu trọi Bằng lăng trên đất thấp với đất đỏ vàng trên đá phiến	YD-2	232	12°96'25,3"N 107°81'84,2"E

2.2. Phương pháp lấy mẫu đất

Phương pháp lấy mẫu đất: Tại mỗi vị trí đã lựa chọn tiến hành thu từ 3 - 4 mẫu đất theo chiều sâu phẫu diện đất. Mỗi mẫu lấy từ 0,5 - 1 kg đất. Phương pháp lấy mẫu đất được thực hiện theo TCVN 7538-2:2005. Địa điểm lấy, kí hiệu và số lượng mẫu được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Địa điểm, kí hiệu và số lượng mẫu thu thập

Địa điểm	Ký hiệu mẫu	Độ sâu (cm)					
		0 - 5	5 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50
Bù Gia Mập (27 mẫu)	BGM 1.1				1	1	1
	BGM 1.2				1	1	1
	BGM 1.3				1	1	1
	BGM 2.1	1	1	1	1	1	1
	BGM 2.2	1	1	1	1	1	1
	BGM 2.3	1	1	1	1	1	1
Bidoup - Núi Bà (30 mẫu)	BD 1.1	1	1	1	1	1	
	BD 1.2	1	1	1	1	1	
	BD 1.3	1	1	1	1	1	
	BD 2.1	1	1	1	1	1	
	BD 2.2	1	1	1	1	1	
	BD 2.3	1	1	1	1	1	
Yok Đôn (21 mẫu)	YD 1.1	1	1	1			
	YD 1.2	1	1	1			
	YD 1.3	1	1	1			
	YD 2.1	1	1	1	1		
	YD 2.2	1	1	1	1		
	YD 2.3	1	1	1	1		

2.3. Phương pháp nghiên cứu trong phòng thí nghiệm

Các mẫu sau khi lấy về phòng thí nghiệm được xử lý theo TCVN 6649:2000 và xác định hàm lượng các KLN trên thiết bị AAS - Thermo Scientific iCE-3500 (Mỹ);

- Xác định As bằng kỹ thuật CV-AAS theo TCVN 8467:2010;
- Xác định Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn bằng kỹ thuật F-AAS theo TCVN 6496:2009.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

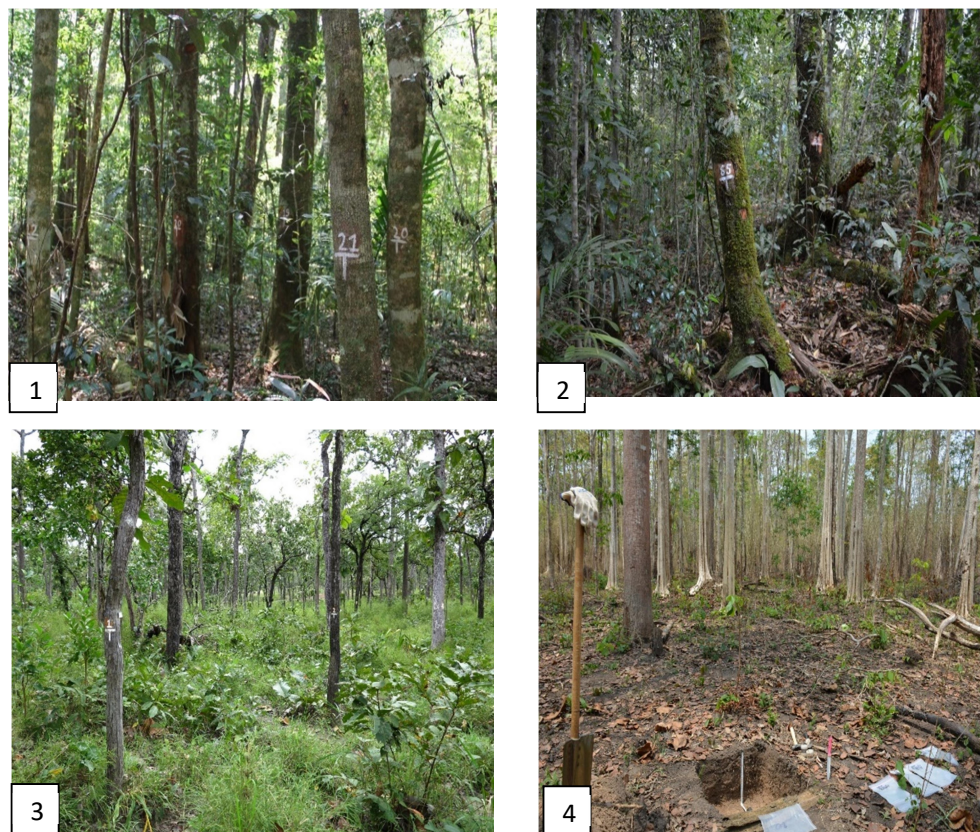
Số liệu thu được xử lý trên phần mềm thông dụng Excel phiên bản 2010. Dữ liệu được đánh giá theo sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa 2 sinh cảnh nghiên cứu ở mỗi VQG, sử dụng kiểm định T-test trong SPSS với độ tin cậy 95%.

Hiện nay, chưa có quy chuẩn cho việc xác định hàm lượng KLN trong đất rừng tự nhiên thuộc rừng đặc dụng. Để đánh giá mức độ ô nhiễm KLN trong đất, nghiên cứu đã sử dụng Quy chuẩn Việt Nam (Bảng 2), áp dụng cho đất lâm nghiệp. Dựa trên việc đối chiếu kết quả phân tích với tiêu chuẩn, mức độ ô nhiễm KLN trong đất được chia thành 2 mức: ô nhiễm (khi kết quả phân tích vượt ngưỡng quy định); chưa bị ô nhiễm (khi kết quả phân tích bằng hoặc thấp hơn ngưỡng quy định).

Bảng 3. Giới hạn cho phép KLN trong đất rừng tự nhiên

Đơn vị tính: mg/kg đất khô

Tên nguyên tố	As	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
QCVN 03-MT: 2015/BTNMT đối với đất lâm nghiệp	20	3	200	150	Chưa xác định	Chưa xác định	100	200



Hình 2. Các sinh cảnh rừng đặc trưng: 1) Sinh cảnh rừng nguyên sinh đa trọi trên núi thấp VQG Bù Gia Mập (BGM 1); 2) Sinh cảnh rừng ẩm nhiệt đới đa trọi trên núi trung bình VQG Bidoup - Núi Bà (BD2); 3) Sinh cảnh rừng khộp VQG Yok Đôn (YD 1); 4) Sinh cảnh rừng ưu trọi Bằng lăng trên đất thấp

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hàm lượng KLN trong các mẫu đất rừng tự nhiên ở VQG Yok Đôn

Kết quả phân tích As từ các mẫu đất cho thấy, các giá trị xác định được đều ngang nhau và không có sự chênh lệch lớn giữa các mẫu. Tuy nhiên, các giá trị này đều nhỏ hơn rất nhiều so với QCVN 03-MT:2015/BTNMT (20 mg/kg). Các giá trị dao động từ 0,35 đến 1,58 mg/kg (Bảng 4).

Đối với Cd, đa số các mẫu đều không phát hiện hoặc có giá trị rất nhỏ, dao động từ 0,01 đến 0,13 mg/kg. Tuy nhiên, các mẫu YD 1.3, YD 2.1, YD 2.2 và YD 2.3 có giá trị theo độ sâu gần bằng nhau.

Đối với Cr, các giá trị không có sự chênh lệch nhiều theo độ sâu phẫu diện, dao động từ 14,23 đến 24,99 mg/kg. Đối chiếu với QCVN 03-MT:2015/BTNMT thì các giá trị Cr xác định được đều thấp hơn rất nhiều so với ngưỡng cho phép của Quy chuẩn (200 mg/kg).

Bảng 4. Hàm lượng các KLN trong đất rừng tự nhiên ở VQG Yok Đôn

TT	Tên mẫu	Độ sâu tầng đất (cm)	As (mg/kg đất khô)	Cd (mg/kg đất khô)	Cr (mg/kg đất khô)	Cu (mg/kg đất khô)	Ni (mg/kg đất khô)	Pb (mg/kg đất khô)
1	YD 1.1	0-5	0,67	KPH	17,88	4,40	11,18	2,22
2		5-10	0,84	KPH	14,23	53,99	12,26	1,80
3		10-20	0,67	KPH	16,34	9,87	9,93	1,66
4	YD 1.2	0-5	0,57	KPH	15,55	4,24	11,64	2,02
5		5-10	0,53	0,01	22,43	9,48	14,93	3,07
6		10-20	0,35	KPH	19,66	5,29	11,93	2,56
7	YD 1.3	0-5	0,45	0,03	16,03	6,87	10,33	2,15
8		5-10	0,45	0,13	19,02	4,36	10,90	2,99
9		10-20	1,22	KPH	23,57	8,42	13,79	2,65
10	YD 2.1	0-5	1,19	0,02	20,96	24,61	44,01	1,66
11		5-10	1,08	0,11	18,10	41,89	14,00	1,78
12		10-20	1,44	KPH	20,34	22,98	14,44	1,75
13		20-30	1,50	0,01	24,99	27,52	19,39	1,62
14	YD 2.2	0-5	1,51	0,03	22,69	23,07	16,42	1,78
15		5-10	1,52	0,01	21,46	27,66	15,77	1,69
16		10-20	1,58	KPH	20,22	28,93	15,68	1,70
17		20-30	1,23	KPH	23,12	79,03	19,97	2,31
18	YD 2.3	0-5	1,40	0,02	18,97	24,22	15,48	2,19
19		5-10	1,20	0,01	18,65	25,64	14,45	1,46
20		10-20	1,53	0,10	20,45	24,33	13,99	1,61
21		20-30	1,55	KPH	21,64	33,49	16,89	1,75

Ghi chú: KPH - không phát hiện, giới hạn phát hiện As<0,12 mg/kg, Cd<0,01 mg/kg; Cr<5,65 mg/kg, Cu<1,0 mg/kg, Ni<2,83 mg/kg, Pb<1,0 mg/kg)

Đối với Cu, giá trị ghi nhận được có sự chênh lệch lớn, dao động từ 4,24 mg/kg ở mẫu YD 1.2 đến 79,03 mg/kg ở mẫu YD 2.2. Các mẫu ở sinh cảnh YD-1 có hàm lượng Cu thấp hơn nhiều so với các mẫu ở sinh cảnh YD-2. Tuy nhiên, những giá trị này cũng thấp hơn rất nhiều so với QCVN 03-MT:2015/BTNMT (150 mg/kg).

Trong các mẫu thu được, hàm lượng Ni không dao động nhiều, từ 9,93 mg/kg đến 19,97 mg/kg. Tuy nhiên, ở phần diện đất có độ sâu từ 0 - 5 cm thuộc mẫu YD 2.1, hàm lượng Ni xác định được là khá lớn so với các mẫu còn lại (44,01 mg/kg).

Hàm lượng Pb trong đất nghiên cứu có hàm lượng tương đối thấp, giá trị không chênh lệch nhiều giữa các mẫu ở các sinh cảnh cũng như ở các độ sâu phần diện đất khác nhau. Giá trị dao động từ 1,46 mg/kg của mẫu YD 2.3 đến 3,07 của mẫu YD 1.2 ở cùng độ sâu phần diện đất. Giá trị xác định này nhỏ hơn rất nhiều so với QCVN 03-MT:2015/BTNMT (100 mg/kg đối với đất lâm nghiệp).

3.2. Hàm lượng KLN trong các mẫu đất rừng tự nhiên ở VQG Bù Gia Mập

Kết quả phân tích hàm lượng Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb và Zn từ các mẫu đất cho thấy không có sự hiện diện của Cd hoặc là ở dưới ngưỡng phát hiện (Bảng 5).

Đối với Cr, sự phân bố hàm lượng giảm dần theo tầng sâu xảy ra ở các mẫu BGM 2.2 (từ 94,9 mg/kg xuống 68,26 mg/kg) và BGM 2.3 (từ 113,16 mg/kg xuống 62,43 mg/kg), còn các mẫu khác Cr phân bố không theo quy luật này. Theo số liệu ở Bảng 5, giá trị Cr dao động từ 62,43 đến 113,16 mg/kg. Cả 2 giá trị min và max này đều thuộc mẫu BGM 2.3. Đối chiếu với QCVN 03-MT:2015/BTNMT thì các giá trị Cr xác định được đều thấp hơn rất nhiều so với ngưỡng cho phép của Quy chuẩn (200 mg/kg).

Đối với Cu, giá trị ghi nhận được có sự chênh lệch không lớn, dao động từ 47,44 mg/kg ở mẫu BGM 2.1 đến 61,53 mg/kg ở mẫu BGM 1.1. Những giá trị này cũng thấp hơn rất nhiều so với QCVN 03-MT:2015/BTNMT (150 mg/kg).

Trong các mẫu thu được, hàm lượng Mn trong đất được xác định từ 168,76 đến 530,4 mg/kg, các mẫu ở sinh cảnh 2 đều cao hơn các mẫu ở sinh cảnh 1.

Tương tự như vậy, hàm lượng Ni dao động từ 33,79 mg/kg đến 109,27 mg/kg ở sinh cảnh BGM-1 (mẫu BGM 1.2) và sinh cảnh BGM-2 (mẫu BGM 2.1) và các mẫu ở sinh cảnh 2 cũng cao hơn các mẫu ở sinh cảnh 1.

Pb trong đất nghiên cứu có hàm lượng tương đối thấp, giá trị thay đổi từ 1,1 mg/kg ở tầng đáy phần diện sinh cảnh BGM-1 (mẫu BGM 1.2) đến 3,22 trong tầng trên cùng của mẫu BGM 2.3 thuộc sinh cảnh BGM-2. Giá trị xác định này nhỏ hơn rất nhiều so với QCVN 03-MT:2015/BTNMT (100 mg/kg đối với đất lâm nghiệp).

Hàm lượng kẽm (Zn) có sự dao động tương đối lớn, từ 48,09 đến 109,31 mg/kg, song vẫn thấp hơn rất nhiều so với QCVN 03-MT:2015/BTNMT (200 mg/kg).

Bảng 5. Hàm lượng các KLN trong đất rừng tự nhiên ở VQG Bù Gia Mập

TT	Tên mẫu	Độ sâu tầng đất (cm)	Cd (mg/kg đất khô)	Cr (mg/kg đất khô)	Cu (mg/kg đất khô)	Mn (mg/kg đất khô)	Ni (mg/kg đất khô)	Pb (mg/kg đất khô)	Zn (mg/kg đất khô)
1	BGM	20-30	KPH	91,21	58,13	216,58	41,50	1,40	55,17
2	1.1	30-40	KPH	94,06	61,53	208,74	42,64	1,33	59,05
3		40-50	KPH	85,48	54,99	198,10	35,18	1,11	54,26

TT	Tên mẫu	Độ sâu tầng đất (cm)	Cd (mg/kg đất khô)	Cr (mg/kg đất khô)	Cu (mg/kg đất khô)	Mn (mg/kg đất khô)	Ni (mg/kg đất khô)	Pb (mg/kg đất khô)	Zn (mg/kg đất khô)
4	BGM	20-30	KPH	97,05	59,13	202,30	35,31	1,63	61,34
5	1.2	30-40	KPH	92,57	57,01	184,53	44,90	1,33	62,22
6		40-50	KPH	76,99	49,35	168,76	33,79	1,10	48,09
7	BGM	20-30	KPH	97,27	59,80	183,35	41,14	1,37	64,19
8	1.3	30-40	KPH	90,94	56,27	179,33	36,39	1,23	54,22
9		40-50	KPH	95,82	59,80	193,46	36,38	1,39	59,20
10	BGM 2.1	0-5	KPH	90,63	56,27	454,74	90,74	2,90	106,48
11		5-10	KPH	77,22	51,20	480,08	86,33	2,41	102,07
12		10-20	KPH	76,53	51,70	436,00	87,42	1,64	96,10
13		20-30	KPH	73,60	51,72	365,08	79,25	1,38	83,29
14		30-40	KPH	73,74	51,80	321,87	85,40	1,29	83,22
15		40-50	KPH	68,18	47,44	343,35	81,58	1,17	71,24
16	BGM 2.2	0-5	KPH	94,90	50,16	530,40	88,92	2,66	108,08
17		5-10	KPH	81,32	48,12	502,74	84,34	2,64	97,43
18		10-20	KPH	77,10	48,83	461,63	81,97	1,66	87,12
19		20-30	KPH	75,19	53,84	367,22	80,41	1,22	82,76
20		30-40	KPH	74,98	51,96	369,26	81,34	1,20	78,40
21		40-50	KPH	68,28	52,24	369,10	83,47	1,24	79,58
22	BGM 2.3	0-5	KPH	113,16	51,16	509,37	85,03	3,22	109,31
23		5-10	KPH	94,25	51,32	498,97	94,06	2,52	99,31
24		10-20	KPH	79,37	50,28	458,10	89,21	1,62	92,57
25		20-30	KPH	74,17	56,44	364,82	89,94	1,42	84,57
26		30-40	KPH	62,43	57,62	453,79	85,98	2,02	71,68
27		40-50	KPH	70,42	49,71	378,76	109,27	1,19	79,90

Ghi chú: KPH - không phát hiện, giới hạn phát hiện Cd <0,01 mg/kg; Cr<5,65 mg/kg, Cu<1,0 mg/kg, Mn<2,8 mg/kg, Ni<2,83 mg/kg, Pb<1,0 mg/kg, Zn<1,0 mg/kg).

3.3. Hàm lượng KLN trong các mẫu đất rừng tự nhiên ở VQG Bidoup - Núi Bà

Từ số liệu trong Bảng 6 cho thấy, nhiều KLN không được ghi nhận trong các mẫu. Trong đó, Ni hầu như không thấy trong tất cả các mẫu phân tích; Mn, Pb và Zn phát hiện được trong tất cả các mẫu.

Đối với As, các giá trị xác định được đều nhỏ hơn rất nhiều so với QCVN 03-MT:2015/BTNMT (20 mg/kg). Các giá trị dao động từ 0,15 đến 7,77 mg/kg và tăng dần theo chiều sâu phẫu diện đất.

Giá trị của Cd xác định được từ 0,15 đến 0,26 mg/kg, trong đó có tới 15 mẫu đất có giá trị Cd thấp hơn ngưỡng xác định hoặc không phát hiện (< 0,01 mg/kg).

Hàm lượng Cr dao động trong khoảng 5,65 đến 12,52 mg/kg, rất thấp so với QCVN 03-MT:2015/BTNMT (200 mg/kg).

Bảng 6. Hàm lượng các KLN trong đất rừng tự nhiên ở VQG Bidoup - Núi Bà

TT	Ký hiệu mẫu	Độ sâu tầng đất (cm)	As (mg/kg đất khô)	Cd (mg/kg đất khô)	Cr (mg/kg đất khô)	Cu (mg/kg đất khô)	Mn (mg/kg đất khô)	Ni (mg/kg đất khô)	Pb (mg/kg đất khô)	Zn (mg/kg đất khô)
1	BD 1.1	0-5	KPH	0,23	KPH	7,87	12,54	KPH	8,72	24,53
2		5-10	KPH	0,21	KPH	1,28	12,27	KPH	11,42	12,30
3		10-20	0,17	0,17	9,13	1,86	13,76	KPH	13,71	18,69
4		20-30	0,32	0,20	9,32	11,12	11,99	KPH	16,97	29,38
5		30-50	0,34	0,15	8,81	16,14	11,19	KPH	16,54	42,20
6	BD 1.2	0-5	KPH	KPH	KPH	KPH	13,61	KPH	8,72	15,74
7		5-10	0,26	KPH	KPH	KPH	12,96	KPH	11,06	14,97
8		10-20	0,21	KPH	5,65	KPH	13,94	KPH	12,36	18,34
9		20-30	0,21	KPH	8,84	KPH	11,68	KPH	16,80	23,11
10		30-50	0,12	KPH	9,32	KPH	11,01	KPH	18,52	23,68
11	BD 1.3	0-5	1,19	0,22	KPH	6,21	8,36	KPH	7,18	11,29
12		5-10	1,44	0,16	5,89	3,86	12,19	KPH	9,63	14,39
13		10-20	1,04	0,16	8,95	1,89	10,34	KPH	12,14	16,81
14		20-30	5,90	0,15	10,85	3,44	10,01	KPH	14,19	21,31
15		30-50	7,77	KPH	11,65	3,78	11,30	KPH	18,67	25,03
16	BD 2.1	0-5	0,10	0,26	KPH	8,37	13,47	KPH	9,27	43,01
17		5-10	0,16	0,20	5,65	5,49	11,63	KPH	10,26	17,06
18		10-20	0,17	0,21	6,54	1,60	12,58	KPH	12,46	15,73
19		20-30	0,36	0,20	9,09	14,23	13,23	KPH	14,33	41,68
20		30-50	0,30	0,16	8,24	32,51	13,67	KPH	17,08	52,05
21	BD 2.2	0-5	KPH	KPH	KPH	KPH	13,63	KPH	9,39	10,97
22		5-10	0,19	KPH	KPH	KPH	13,57	KPH	12,82	13,47
23		10-20	0,12	KPH	7,42	KPH	14,97	KPH	13,83	17,36
24		20-30	0,33	KPH	11,80	1,89	13,13	KPH	17,39	23,06
25		30-50	0,58	KPH	12,52	KPH	11,86	KPH	18,87	22,08
26	BD 2.3	0-5	1,24	0,16	KPH	3,36	9,15	KPH	7,54	10,47
27		5-10	2,51	KPH	KPH	1,15	7,62	KPH	9,84	9,08
28		10-20	5,86	KPH	9,90	1,41	11,62	KPH	12,43	14,91
29		20-30	6,51	KPH	9,52	1,05	10,63	KPH	14,16	17,58
30		30-40	1,21	KPH	10,73	5,04	8,55	KPH	16,49	20,11

Ghi chú: (KPH - không phát hiện, giới hạn phát hiện As<0,12 mg/kg, Cd<0,01 mg/kg; Cr<5,65 mg/kg, Cu<1,0 mg/kg, Mn<2,8 mg/kg, Ni<2,83 mg/kg, Pb<1,0 mg/kg, Zn<1,0 mg/kg).

Theo QCVN 03-MT:2015/BTNMT, hàm lượng Cu cho phép đạt 150 mg/kg, kết quả của nghiên cứu này thấp hơn nhiều so với giới hạn cho phép. Hàm lượng Cu dao động từ 1,05 đến 32,51 mg/kg.

Hàm lượng các kim loại lần lượt phát hiện là: Mn (7,62-14,97 mg/kg), Pb (7,18-18,87 mg/kg) và Zn (9,08-52,05 mg/kg). Tất cả các giá trị này đều nhỏ hơn rất nhiều so với ngưỡng giới hạn cho phép và không chênh lệch nhiều giữa các sinh cảnh.

3.4. Đánh giá hàm lượng KLN trong các mẫu đất rừng tự nhiên tại các địa điểm nghiên cứu

Kết quả phân tích hàm lượng KLN trong đất rừng tự nhiên của VQG Yok Đôn, Bù Gia Mập và Bidoup - Núi Bà được thể hiện ở Bảng 7.

Bảng 7. Kết quả phân tích hàm lượng KLN trong đất rừng tự nhiên tại các địa điểm nghiên cứu

KLN	Hàm lượng KLN (mg/kg)		
	VQG Yok Đôn	VQG Bù Gia Mập	VQG Bidoup - Núi Bà
As	0,35 - 1,58	-	KPH - 0,1 - 7,77
Cd	KPH - 0,01 - 0,13	KPH	KPH - 0,15 - 0,26
Cr	14,23 - 24,99	62,43 - 113,16	KPH - 5,65 - 12,52
Cu	4,24 - 79,03	47,44 - 61,53	KPH - 1,05 - 32,51
Mn	-	168,76 - 530,4	7,62 - 14,97
Ni	9,93 - 19,97 - 44,01	33,79 - 109,27	KPH
Pb	1,46 - 3,07	1,1 - 3,22	7,18 - 18,87
Zn	-	48,09 - 109,31	9,08 - 52,05

Chỉ tiêu Asen: ngoại trừ VQG Bù Gia Mập không tiến hành phân tích thì As được tìm thấy ở các mẫu đất rừng tự nhiên của VQG Yok Đôn và Bidoup - Núi Bà. Theo đó, hàm lượng thấp nhất (0,1 mg/kg) ở sinh cảnh rừng khộp (VQG Yok Đôn) đến sinh cảnh rừng hỗn giao lá rộng, lá kim (VQG Bidoup - Núi Bà), 7,77 mg/kg. Tuy vậy, các giá trị này đều thấp hơn rất nhiều so với QCVN 03-MT/2015 (20 mg/kg). Giá trị As ghi nhận được của nghiên cứu cũng thấp hơn rất nhiều so với các nghiên cứu đã công bố trước đây. Kết quả nghiên cứu hàm lượng KLN tại KBT Kon Chư Răng thuộc khu vực bắc Tây Nguyên, hàm lượng As có giá trị từ 2,61 mg/kg ở sinh cảnh rừng kín thường xanh nguyên sinh với ưu thế các loài thuộc họ Dẻ (Fagaceae) đến 22,53 mg/kg ở sinh cảnh rừng hỗn giao lá rộng - lá kim với các loài lá kim ưu thế là Hồng tùng (*Dacrydium elatum*) và Thông nạng (*Dacrycarpus imbricatus*) [16].

Tại các địa điểm nghiên cứu, hàm lượng As ở VQG Yok Đôn thấp hơn VQG Bidoup - Núi Bà.

Chỉ tiêu Cadimi: không phát hiện ở tất cả các mẫu của VQG Bù Gia Mập, ở VQG Yok Đôn và Bidoup - Núi Bà, ghi nhận được nhưng có hàm lượng rất thấp, từ 0,01 mg/kg ở VQG Yok Đôn đến 0,29 mg/kg ở VQG Bidoup - Núi Bà. Theo đó, giá trị Cd tăng dần như sau: VQG Bù Gia Mập < VQG Yok Đôn < VQG Bidoup - Núi Bà.

Chỉ tiêu Crom: Tại VQG Bù Gia Mập có hàm lượng thấp nhất (KPH - 12,52 mg/kg), tiếp theo là ở VQG Yok Đôn (14,23 - 24,99 mg/kg) và cao nhất là ở VQG Bù Gia Mập (62,43 - 113,16 mg/kg). Đối chiếu với QCVN 03-MT:2015/BTNMT đối với đất lâm nghiệp thì hàm lượng Cr ở các khu vực nghiên cứu thấp hơn so với ngưỡng cho phép (200 mg/kg).

Hàm lượng Cr ghi nhận được sắp xếp theo thứ tự tăng dần như sau: VQG Bidoup - Núi Bà < VQG Yok Đôn < VQG Bù Gia Mập.

Chỉ tiêu Đồng: các mẫu đất rừng tự nhiên ở VQG Bù Gia Mập có hàm lượng tương đối cao và khá đồng đều ở tất cả các mẫu, hàm lượng Cu từ 47,44 - 61,53 mg/kg. Còn ở VQG Bidoup - Núi Bà, hàm lượng Cu có sự chênh lệch lớn giữa các vị trí và giữa các mẫu, hàm lượng Cu dao động trong khoảng từ KPH - 1,05 - 32,51 mg/kg. Tại VQG Yok Đôn ghi nhận được từ 4,24 - 79,03 mg/kg. Tất cả các giá trị ghi nhận được đều nhỏ hơn rất nhiều so với giới hạn của QCVN 03-MT:2015/BTNMT đối với đất lâm nghiệp (150 mg/kg).

Một kết quả nghiên cứu về hàm lượng Cu trong đất tại VQG Kon Ka Kinh cũng thuộc khu vực bắc Tây Nguyên cho thấy, hàm lượng Cu dao động từ 18,21 đến 61,0 mg/kg tại sinh cảnh tre nứa ven suối trong rừng lá rộng thường xanh và sinh cảnh ưu trội là Bằng lăng (*Lagerstroemia calyculata*) với Thông 3 lá (*Pinus kesiya*) [16]. Trong đất rừng tự nhiên ở VQG Cát Tiên thuộc miền Đông Nam Bộ, một nghiên cứu khác ghi nhận hàm lượng Cu cao nhất ở tầng đất mặt (0 - 20 cm) là 46,9 mg/kg trong đất nâu trên bazan, cùng với đó là ở một số sinh cảnh không xác định được sự hiện diện của Cu (ngưỡng phát hiện khi phân tích < 1 mg/kg) [17]. Theo tác giả Ho Thi Lam Tra & Kazuhico Egashira (2001) khi nghiên cứu KLN trong đất ở tỉnh Gia Lai đã kết luận: hàm lượng Cu trong đất trồng Cà phê là 49 mg/kg, trong đất trồng Cao su là 83 mg/kg [4]. Như vậy, giá trị hàm lượng Cu ghi nhận được của trong nghiên cứu này tương đồng với các kết quả nghiên cứu đã công bố.

Sắp xếp theo thứ tự tăng dần hàm lượng Cu như sau: VQG Bidoup - Núi Bà < VQG Bù Gia Mập < VQG Yok Đôn.

Chỉ tiêu Mangan: Kết quả phân tích cho thấy, hàm lượng Mn ở VQG Bù Gia Mập khá cao, từ 168,76 mg/kg ở sinh cảnh rừng nguyên sinh đa trội trên núi thấp đến 530,4 mg/kg ở sinh cảnh rừng ưu trội Bằng lăng trên núi thấp, còn ở VQG Bidoup - Núi Bà, các giá trị thu được lại rất thấp, chỉ từ 7,62 đến 14,97 mg/kg ở sinh cảnh rừng hỗn giao cây lá rộng - lá kim với ưu trội là loài Thông lá dẹt.

Mn ghi nhận của 2 VQG được sắp xếp tăng dần như sau: VQG Bidoup - Núi Bà < VQG Bù Gia Mập.

Chỉ tiêu Niken: Các mẫu đất ở VQG Bù Gia Mập có hàm lượng Ni cao, từ 33,79 mg/kg ở sinh cảnh rừng nguyên sinh đa trội trên núi thấp đến 109,27 mg/kg ở sinh cảnh rừng ưu trội Bằng lăng trên núi thấp. Trong khi đó, các mẫu đất ở VQG Bidoup - Núi Bà không phát hiện thấy Ni. Còn tại VQG Yok Đôn, hàm lượng Ni dao động từ 9,93 - 44,01 mg/kg (ở sinh cảnh rừng khộp và sinh cảnh ưu trội Bằng lăng trên đất thấp). Hiện tại chưa có QCVN xác định ngưỡng giới hạn đối với Ni,

tuy nhiên so sánh với một số kết quả nghiên cứu khác thì giá trị trong nghiên cứu này thấp hơn hoặc tương đương, ví dụ như: 227,1 mg/kg trên đất bazan ở Cao nguyên [2]; 251 mg/kg ở sinh cảnh rừng nguyên sinh hỗn giao Gỗ *Azadirachta xylocarpa*, Bàng lằng *Lagerstroemia calyculata* và Si *Ficus* sp. tại VQG Cát Tiên [17]; 106 mg/kg ở trong đất trồng Cà phê ở Lâm Đồng [4].

Sự thay đổi hàm lượng Ni theo sự tăng dần như sau: VQG Bidoup - Núi Bà < VQG Yok Đôn < VQG Bù Gia Mập.

Chỉ tiêu Chì: Hàm lượng Pb trong các mẫu đất ở VQG Bù Gia Mập và VQG Yok Đôn đều khá thấp, từ 1,1 - 3,22 mg/kg đối với các mẫu đất rừng tự nhiên của VQG Bù Gia Mập và từ 1,46 - 3,07 mg/kg đối với các mẫu của VQG Yok Đôn. Tại VQG Bidoup - Núi Bà, hàm lượng Pb dao động từ 3,9 - 18,87 mg/kg, cao hơn so với 2 VQG trên và gần bằng giá trị thu được tại sinh cảnh tre nứa 21,41 mg/kg (VQG Kon Ka Kinh), 19,1 mg/kg (VQG Cát Tiên) [9, 16] nhưng vẫn rất thấp so với ngưỡng cho phép của QCVN 03-MT:2015/BTNMT đối với đất lâm nghiệp (100 mg/kg). Hàm lượng Pb có sự tăng dần như sau: VQG Bù Gia Mập < VQG Yok Đôn < VQG Bidoup - Núi Bà.

Từ kết quả phân tích của chúng tôi cho thấy, hàm lượng Pb trong đất có nguồn gốc đá phiến ở VQG Yok Đôn và Bidoup - Núi Bà cao hơn so với hàm lượng Pb trong đất có nguồn gốc bazan ở VQG Bù Gia Mập. Kết quả này cũng phù hợp với kết luận của tác giả Trần Công Tấu & Trần Công Khánh [2] là: hàm lượng Pb trong đất có nguồn gốc từ bazan luôn thấp hơn hàm lượng chì trong đất được tạo thành từ các nguồn gốc khác.

Chỉ tiêu kẽm: Hàm lượng Zn trong các mẫu đất ở 2 VQG cho thấy sự dao động từ 48,09 - 109,31 mg/kg đối với các mẫu đất của VQG Bù Gia Mập và 9,08 - 113,63 mg/kg đối với các mẫu đất của VQG Bidoup - Núi Bà. Tại VQG Yok Đôn, chỉ tiêu này không được phân tích.

Các kết quả phân tích hàm lượng Zn trong nghiên cứu này phù hợp với một số nghiên cứu về KLN trong đất trên địa bàn Tây Nguyên. Đó là nghiên cứu của tác giả Ngô Thị Hồng Vân [6] với hàm lượng Zn trong khoảng 70 - 120 mg/kg; của tác giả Hồ Thị Lâm Trà & Kazuhiko Egashira [4] với hàm lượng Zn là 80 mg/kg trong đất trồng Cà phê và 105 mg/kg trong đất trồng Cao su; trong đất rừng tự nhiên của tỉnh Gia Lai từ 2,18 đến 154 mg/kg [16]. Tất cả các giá trị thu được này đều nhỏ hơn ngưỡng cho phép theo QCVN 03-MT:2015/BTNMT đối với đất lâm nghiệp (200 mg/kg).

Kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng Zn ghi nhận được theo thứ tự VQG Bidoup - Núi Bà < VQG Bù Gia Mập.

Như vậy, qua kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng các KLN trong đất có nguồn gốc bazan ở VQG Bù Gia Mập thường cao hơn trong các đất có nguồn gốc đá phiến. Kết quả này cũng đồng quan điểm với kết luận của tác giả Trần Công Tấu & Trần Công Khánh [2] là: hàm lượng của KLN ở đất bazan là cao nhất (ngoại trừ Pb), khi ông và cộng sự phân tích hàm lượng các KLN (Co, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb và Zn) trong lớp đất 0 - 20 cm của các loại đất có nguồn gốc khác nhau.

Bảng 8. Kết quả phân tích hàm lượng KLN trung bình của từng sinh cảnh nghiên cứu

STT	Ký hiệu kiểu sinh cảnh	As (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
1	YD1	0,64	0,02	18,30	11,88	-	11,88	2,35	-
2	YD2	1,39	0,03	20,97	31,95	-	18,37	1,78	-
3	BGM1	-	-	91,27	57,33	192,79	38,58	1,32	57,53
4	BGM2	-	-	79,25	50,80	432,88	85,11	1,97	92,78
5	BD1	0,17	0,11	4,64	4,25	12,66	-	12,92	22,14
6	BD2	0,19	0,11	5,42	7,12	13,32	-	12,98	26,04

Bảng 9. Bảng kết quả giá trị P-value thể hiện sự chênh lệch hàm lượng KLN trung bình tại 2 sinh cảnh nghiên cứu ở mỗi VQG

STT	P-value	As	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
1	BGM1 với BGM2	-	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,07	< 0,05
2	BD1 với BD2	0,82	0,44	0,75	0,57	0,83	-	0,98	0,54
3	YD1 với YD2	< 0,05	0,60	0,05	< 0,05	-	< 0,05	< 0,05	-

Ghi chú: $P\text{-value} > 0,05$: hàm lượng KLN giữa 2 sinh cảnh nghiên cứu tương đương nhau. $P\text{-value} < 0,05$: hàm lượng KLN giữa 2 sinh cảnh nghiên cứu có sự chênh lệch.

Hàm lượng các KLN không có sự chênh lệch lớn giữa hai sinh cảnh BD1 và BD2 của VQG Bidoup - Núi Bà. Tuy nhiên, ở VQG Yok Đôn, hàm lượng As, Cr, Ni ở sinh cảnh YD1 thấp hơn so với sinh cảnh YD2. Hàm lượng Cu ở sinh cảnh YD1 thấp hơn nhiều so với sinh cảnh YD2; ngược lại hàm lượng Pb ở sinh cảnh YD1 lại cao hơn sinh cảnh YD2. Ở VQG Bù Gia Mập, hàm lượng Cr, Cu, ở sinh cảnh BGM1 đều cao hơn sinh cảnh BGM2, tuy nhiên hàm lượng Mn, Ni, Zn ở sinh cảnh BGM2 lại cao hơn nhiều sinh cảnh BGM1.

Qua phân tích số liệu cho thấy, hầu hết các mẫu đất mặt (độ sâu từ 0 - 5 cm) thường có hàm lượng KLN khá cao, sau đó hàm lượng KLN giảm ở độ sâu 5 - 10 cm, hàm lượng KLN lại có xu hướng tăng dần ở các độ sâu tiếp theo theo chiều sâu

phẫu diện. Điều này được giải thích là do KLN thường bị rửa trôi và tích tụ dưới tầng sâu của đất, đồng thời trên lớp đất bề mặt thường có lớp mùn trên tầng bề mặt, là điều kiện thuận lợi để các KLN có khả năng tạo phức với các chất hữu cơ có trong mùn (các hợp chất humic), do đó KLN thường tích tụ nhiều tại tầng đất mặt và tầng sâu của phẫu diện đất.

Từ các kết quả nghiên cứu cho thấy, chưa tìm ra quy luật để đưa ra nhận xét về hàm lượng KLN trong đất có mối quan hệ hay phụ thuộc vào đặc điểm sinh cảnh hay quần xã thực vật. Tuy nhiên, rõ ràng có sự phụ thuộc của hàm lượng KLN vào tính chất của đất rừng. Các sinh cảnh nghiên cứu đều ở trong rừng sâu, cách xa khu dân cư, khu công nghiệp, đô thị... nên nguồn gốc nhân sinh của các KLN bị loại bỏ mà chủ yếu có nguồn gốc tự nhiên, trong đó có quá trình phong hóa đá mẹ. Theo tác giả Lê Đức [18], thành phần nguyên tố và hàm lượng KLN trong các loại đất khác nhau phụ thuộc vào nguồn gốc đá mẹ. Trong đất phát triển trên đá vôi, hàm lượng các nguyên tố Cu, Mn tương ứng là 52 mg/kg và 827 mg/kg. Trong đất có nguồn gốc trên đá gơnai thì hàm lượng của Cu và Mn có xu hướng ít hơn, tương ứng là 28 mg/kg và 758 mg/kg. Đất của 3 VQG nghiên cứu chủ yếu được hình thành trên các nhóm đá mẹ là Mác ma axit với chủ yếu là đá granit, nhóm magma kiềm - trung tính chủ yếu là đá bazan, nhóm đá phiến sét và biến chất chủ yếu là phiến sét, phiến mica và nhóm vật chất dốc tụ, phù sa ven suối, chủ yếu là phù sa mới.

4. KẾT LUẬN

- Đã xác định được hàm lượng các KLN As, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb và Zn có trong đất nghiên cứu (độ sâu từ 0 - 50 cm) và các giá trị này đều nhỏ hơn rất nhiều so với giới hạn cho phép theo quy chuẩn QCVN 03-MT:2015/BTNMT của Bộ Tài nguyên môi trường. Hàm lượng các KLN thường không có sự chênh lệch lớn giữa các sinh cảnh rừng trong mỗi VQG. Tuy nhiên ở VQG Yok Đôn, hàm lượng Cu ở sinh cảnh 1 thấp hơn nhiều so với sinh cảnh 2. Ở VQG Bù Gia Mập, hàm lượng Ni, Mn, Zn ở sinh cảnh 2 đều cao hơn nhiều sinh cảnh 1.

- Hàm lượng các KLN có trong đất ở VQG Yok Đôn và Bidoup - Núi Bà cơ bản thấp hơn so với VQG Bù Gia Mập. Tuy nhiên, hàm lượng Cd đều không phát hiện ở tất cả các mẫu đất lấy ở VQG Bù Gia Mập và hàm lượng Pb cũng thấp hơn các mẫu đất ở VQG Bidoup - Núi Bà.

- Chưa xác định được tính quy luật mối liên hệ giữa hàm lượng KLN trong đất với đặc điểm của các kiểu sinh cảnh hay quần xã thực vật rừng. Nguồn gốc KLN có trong đất ở các sinh cảnh nghiên cứu được tích lũy từ các quá trình tự nhiên, trong đó có nguồn gốc từ quá trình phong hóa đá mẹ.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin bày tỏ sự cảm ơn chân thành đến TS. Kuznetsova S. P. đã hỗ trợ trong việc xác định các sinh cảnh nghiên cứu; nhóm các tác giả TS. Lopes de Gereniu O. V. và Kaganov V. V. đã hỗ trợ rất nhiều trong quá trình thu thập mẫu đất và hình ảnh thực địa; các đồng nghiệp từ Viện nghiên cứu Sinh học biển Miền Nam, Viện Hàn lâm Khoa học Nga đã phối hợp khảo sát thực địa và giúp đỡ phân tích một số kim loại nặng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Quang Hà, *Nghiên cứu hàm lượng Cd và cảnh báo ô nhiễm trong một số loại đất của Việt Nam*, Tạp chí Khoa học đất, 2002, **16**:32-38.
2. Trần Công Tấu, Trần Công Khánh, *Hiện trạng môi trường đất Việt Nam thông qua việc nghiên cứu các kim loại nặng*, Tạp chí Khoa học đất, 1998, **10**:152-160.
3. Lê Văn Khoa, *Mn, Cu, Mo tổng số và di động trong đất tỉnh Phú Thọ*, Tạp chí Khoa học Kỹ thuật nông nghiệp, 1981, **9**:533-536.
4. Ho Thi Lam Tra, Kazuhico Egashira, *Status of heavy metals in agricultural soils of Vietnam*, Soil Science and Plant Nutrition, 2001, **47**(2):419-422.
5. Зыонг Хоанг Бик, *Почвы Центральной части Южного Вьетнама (Минералообразование, эволюция)*, Диссертация кандидата с.-х. наук, Почвенный институт им. В. В. Докучаев, Москва, 1999.
6. Нго Тхи Хонг Ван, *Химические и физические свойства красных ферралитных почв каучуковых плантаций Южного Вьетнама и Камбоджи*, Автореферат диссертаций кандидата биологических наук, МГУ, Москва, 1995, 22с.
7. Phạm Kim Phương, Nguyễn Đình Tứ, Nguyễn Vũ Thanh, *Hiện trạng kim loại nặng trong trầm tích tại khu sinh quyển Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh*, Tạp chí Sinh học, 2011, **33**(3):81- 86.
8. Nguyễn Văn Tho, Bùi Thị Nga, *Sự ô nhiễm As và Cd trong trầm tích, đất và nước tại vùng ven biển tỉnh Cà Mau*, Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 2009, **12**:15-24.
9. Нгуен В. Т., Околелова А. А., *Содержание свинца, цинца и мушиака в почвах национального парка Кэт Тьен Южного Вьетнама* [Электронный ресурс], Современная проблема науки и образования, РАЭ, 2013, **6**. (<http://www.science-education.ru/113-10781>).
10. Bộ Tài nguyên Môi trường, *Chiến lược quốc gia về đa dạng sinh học đến năm 2020 tầm nhìn đến năm 2030*, 2015.
11. TCVN 7538-2:2005, *Chất lượng đất - Lấy mẫu - Phần 2: Hướng dẫn kỹ thuật lấy mẫu*.
12. TCVN 6649:2000, *Chất lượng đất - Chiết các nguyên tố vết tan trong nước cường thủy*.
13. TCVN 8467:2010, *Chất lượng đất - Xác định asen, antimon và selen trong dịch chiết đất cường thủy bằng phương pháp phổ hấp thụ nguyên tử theo kỹ thuật nhiệt điện hoặc tạo hydrua*.
14. TCVN 6496:2009, *Chất lượng đất - Xác định crom, cadimi, coban, đồng, chì, mangan, niken, kẽm trong dịch chiết đất bằng cường thủy. Các phương pháp phổ hấp thụ nguyên tử ngọn lửa và không ngọn lửa*.

15. QCVN 03-MT:2015/BTNMT *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về giới hạn cho phép của một số kim loại nặng trong đất.*
16. Nguyễn Văn Thịnh, Okolelova A. A., *Hàm lượng kim loại nặng (As, Pb, Cu và Zn) trong đất rừng tự nhiên của tỉnh Gia Lai*, Hội nghị khoa học toàn quốc lần thứ 7 về Sinh thái và Tài nguyên sinh vật, Nxb. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội, 2017, tr. 1930-1936.
17. Нгуен Ван Тхинь, Околелова А. А., *Особенности накопления меди и никеля в почвах Биосферного заповедника Донг Най (Южный Вьетнам)*, Труды Международной научной конференции “Экология и биология почв”, Ростов-на-Дону, 2014, с. 560-563.
18. Lê Đức, *Hàm lượng đồng, mangan, molipden trong một số loại đất chính miền Bắc Việt Nam*, Tạp chí Khoa học đất, 1998, **10**:170-181.

SUMMARY

ASSESSMENT OF HEAVY METALS CONCENTRATION IN SOILS IN THE FOREST OF CENTRAL AND SOUTH VIETNAM

The study evaluated the concentrations of some heavy metals (As, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb and Zn) in soils in different forest habitat types in Central and South Vietnam (Yok Don, Bu Gia Map, Bidoup - Nui Ba National Parks). The concentrations of heavy metals are much smaller than the allowable limits according to QCVN 03-MT:2015/BTNMT. The concentrations of heavy metals in soil in Yok Don and Bidoup - Nui Ba National Parks is lower than in Bu Gia Map National Park. The relationship between the accumulation of heavy metals in soil in the study habitats has not been determined. The origin of heavy metals in soils in the study habitats is mainly accumulated from natural processes.

Keywords: *Heavy metals, forest habitat, polluted soils, accumulation, kim loại nặng, sinh cảnh rừng, ô nhiễm đất, đồng hóa.*

Nhận bài ngày 06 tháng 7 năm 2022

Phản biện xong ngày 15 tháng 9 năm 2022

Hoàn thiện ngày 27 tháng 10 năm 2022

⁽¹⁾ *Chi nhánh Phía Nam, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga*

Liên hệ: Đỗ Thị Tuyết Nhung

Chi nhánh Phía Nam, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga

Số 3, Đường 3/2, Phường 11, Quận 10, TP.HCM

Điện thoại: 0983600098; Email: dotuyetnhung_vn@yahoo.com