

ГОДИШНИК НА СОФИЙСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ

Книга 2 – ГЕОГРАФИЯ

Том 110

ANNUAL OF SOFIA UNIVERSITY “ST. KLIMENT OHRIDSKI”

FACULTY OF GEOLOGY AND GEOGRAPHY

Book 2 – GEOGRAPHY

Volume 110

ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ
НА РАДИАЛНАТА СТРУКТУРА НА ПОЧВИТЕ
В ОГРАДНИТЕ ПЛАНИНИ И ВЪЗВИШЕНИЯ
НА СТАРОЗАГОРСКОТО ПОЛЕ

ДИМИТЪР ЖЕЛЕВ, РУМЕН ПЕНИН

Катедра Ландшафтознание и опазване на природната среда
e-mails: zhelev@gea.uni-sofia.bg; r.penin@abv.bg

Dimitar Zhelev, Rumen Penin. LANDSCAPE-GEOCHEMICAL RESEARCH OF THE SOILS' RADIAL STRUCTURE IN THE SURROUNDING MOUNTAINS AND HIGHLANDS OF THE STAROZAGORSKO POLE (EAST UPPER THRACIAN PLAIN)

The article is dedicated to the geochemical analysis of soils' radial structure in the surrounding mountains and highlands of the Starozagorsko Pole in South Bulgaria. The landscape-geochemical status evaluation is implemented on the basis of own field and laboratory research of the territory. The heavy metals' content in the selected soil profiles of landscapes are identified, and analyzes and comparisons of the different soil layers have been done. Research outcomes about the landscape geochemical status of soils have been obtained.

Key words: landscapes, geochemistry, soils, heavy metals, soil profile, radial structure.

Ландшафтно-геохимичните изследвания се фокусират върху миграцията на отделните химични елементи и техните съединения в различни компоненти на природно-териториалните комплекси. Главният акцент на тези изследвания е върху миграцията на веществата в почвения компонент и неговите генетични хоризонти. Изследването на радиалната структура на почвите е основен етап в ландшафтно-геохимичното изучаване на дадена територия. Чрез прилагането на редица коефициенти могат да се установят междуконпонентните връзки по отношение на химичната миграция на веществата

в отделните подсистеми – почва-растение, скала-почва, атмосфера-почва, почва-вода и т. н., и тяхното цялостно състояние. В редица случаи е възможно да се установи и техногенно геохимично въздействие върху почвения компонент.

Актуалността на научното изследване е свързана с интензифициращите се процеси на антропогенизация във водосборния басейн на р. Сазлийка през последните десетилетия, от една страна, и необходимостта от установяването на естествената ландшафтно-геохимичната структура на природните-териториални комплекси, от друга. Целите на изследването са насочени към проучване, установяване и анализиране на радиалната диференциация на набор от тежки метали в периферните за водосборния басейн нископланински и хълмисти територии. Обект на изследване са почвените профили в нископланинските и хълмистите ландшафти на водосборния басейн на р. Сазлийка.

За разкриване на радиалната (вертикалната) диференциация на тежките метали в типични почвени типове на оградните ниски планини и възвишения на Старозагорското поле са проучени 5 радиални профила – в Сакар планина, Манастирски възвишения, Светиилийски възвишения и Сърнена гора. Направена е графична интерпретация на стойностите на коефициента на радиална диференциация R . Изследването е част от цялостното ландшафтно-геохимично проучване на ландшафтите във водосборния басейн на р. Сазлийка.

МЕТОДОЛОГИЧНИ ОСНОВИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Всяко едно сериозно теренно проучване на ландшафтите трябва да включва описания на почвени профили на различни типове почви в характерни ЕЛГС (елементарни ландшафтно-геохимични системи), с цел разкриване на техните морфологични и геохимични особености. В геохимично отношение радиалната (вертикалната) структура се характеризира с редица ландшафтно-геохимични коефициенти, които отразяват взаимодействието между отделните компоненти в ландшафта.

Един от основно използваните коефициенти в почвената геохимия е елувиално-аккумулятивният – Kea , представляващ отношението на съдържанието на даден елемент в почвата (или в изветрителната кора) към неговото съдържание в почвообразуващата скала. Често пъти сложността при анализа и интерпретацията на данните за елувиално-аккумулятивния коефициент Kea възниква при нееднородна литогенна основа на елементарния ландшафт. Ето защо се използва още и коефициентът на радиална диференциация – Kp , или известен още като коефициент R (Авессаломова, 1987).

При изследване на радиалната диференциация на елементите миграционните потоци във вертикалния профил на ландшафта (и почвата в частност) могат да имат посока не само отгоре надолу, но и обратно. Това позволява да се установят радиални бариери, отразяващи вертикалната геохимична контрастност и диференцираност както на елувиалните, така и на супераквалните, подчинени ландшафти. В редица случаи концентрациите на химичните елементи на бариерите е възможно да превишават многократно техните съдържания в съседните или във вместиращите ги хоризонти (Пенин, 1997).

Самият коефициент K_p представлява отношението на съдържанието на даден елемент в съответния почвен хоризонт (C_n) към неговото съдържание в почвообразуващата скала или най-ниско разположения почвен хоризонт (C_1):

$$R = \frac{C_n}{C_1}.$$

Изучаването на радиалната диференцията на химичните елементи позволява да се разкрият основните зони на натрупване на елементите и да се проучат концентрационните механизми, които водят до възникването на радиалните геохимични бариери. Своеобразието на всяка от тези бариери се фиксира от парагенетичната асоциация от елементи, която, от своя страна, може да се смята като важен геохимичен показател (Авессаломова, 1987).

Анализът и интерпретацията на получените данни наложи изработването на почвено-геохимични радиални профили, в които, от една страна, да се отразят особеностите на почвения профил по хоризонти, а, от друга – да се изчислят стойностите на коефициент R за тези хоризонти, като за основа (единица) се взети концентрациите на тежките метали в най-ниско разположения почвен хоризонт.

Лабораторните анализи на почвените образци са извършени в лабораториите на ГГФ на СУ „Св. Климент Охридски“. Събраните проби са изсушени и пресети през сита с размер 2 mm и 63 μ m. По-едрата фракция е използвана за получаване на резултати за алкално-киселинните условия на почвената среда (pH), а тази под 63 μ m – за изследване на химичния състав по отношение на някои микроелементи.

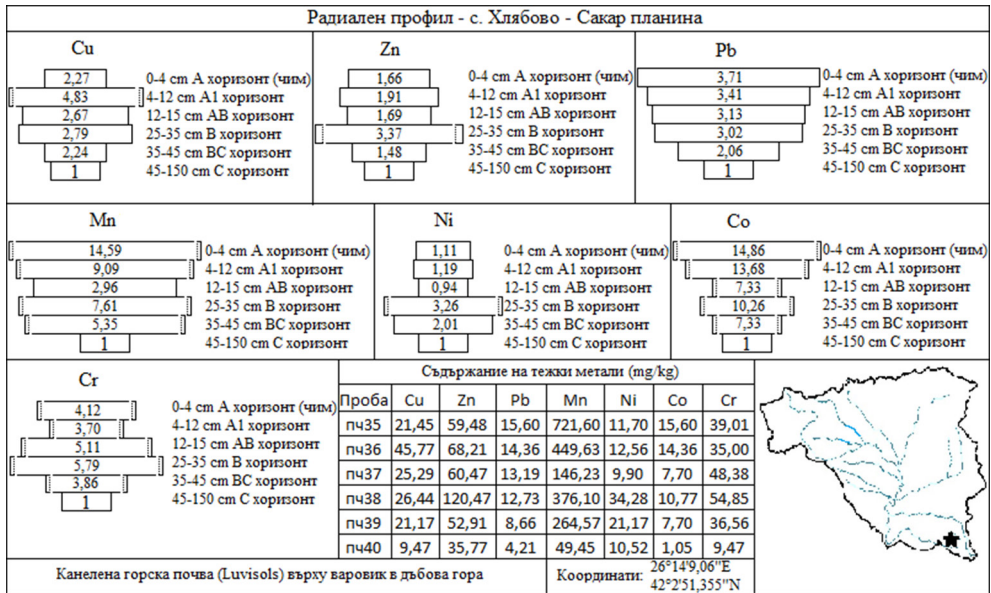
Химичният анализ е проведен чрез метода на атомно-абсорбционната спектрофотометрия със спектрофотометър апарат Perkin-Elmer 3030 след изгаряне при 400 °C и пълно последователно разтваряне със смес от киселините HClO_4 , HF и HCl. Установено е общото съдържание (mg/kg, ppm) на елементите: мед (Cu), цинк (Zn), олово (Pb), манган (Mn), никел (Ni), кобалт (Co) и хром (Cr).

РЕЗУЛТАТИ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Ландшафтното разнообразие на басейна на р. Сазлийка проличава добре в геохимично отношение при интерпретирането на получените данни за съдържания на микроелементите в почвите на Старозагорското поле (Желев, 2016) и в оградните ниски планини и възвишения. В настоящото изследване са подбрани представителни почвени профили от канелена и кафява горска почва от Сакар планина, Манастирските възвишения, Светиилийските възвишения и Сърнена гора.

В Сакар планина е изследван почвен профил в горска почва с дълбочина над 150 cm, върху гранити в дъбова гора в землището на с. Хлябово, община Тополовград, област Хасково. Получените резултати за коефициента на радиална диференциация R са отразени във фиг. 1.

С най-високи стойности на коефициента са елементите кобалт и манган, съответно ($R = 14,9$) и ($R = 14,6$). Тези високи стойности могат да се обяснят с относително ниските съдържания на двата елемента в почвообразуващите скали (в случая варовици).



Фиг. 1. Радиална диференциация на елементите Cu, Zn, Pb, Mn, Ni, Co и Cr в Сакар планина

Fig. 1. Radial differentiation of elements Cu, Zn, Pb, Mn, Ni, Co, and Cr in the Sakar Mountain

Това е отбелязано в осреднените стойности за съдържание на тежки метали в почвообразуващите скали в България (Куйкин и др., 2001), където Co в тези скали е около 5 mg/kg, а манганът – 232 mg/kg. Явно спецификата на почвообразователните процеси в канелените горски почви е довела до това преразпределение на двата елемента и натрупването им в повърхностните хоризонти на почвите.

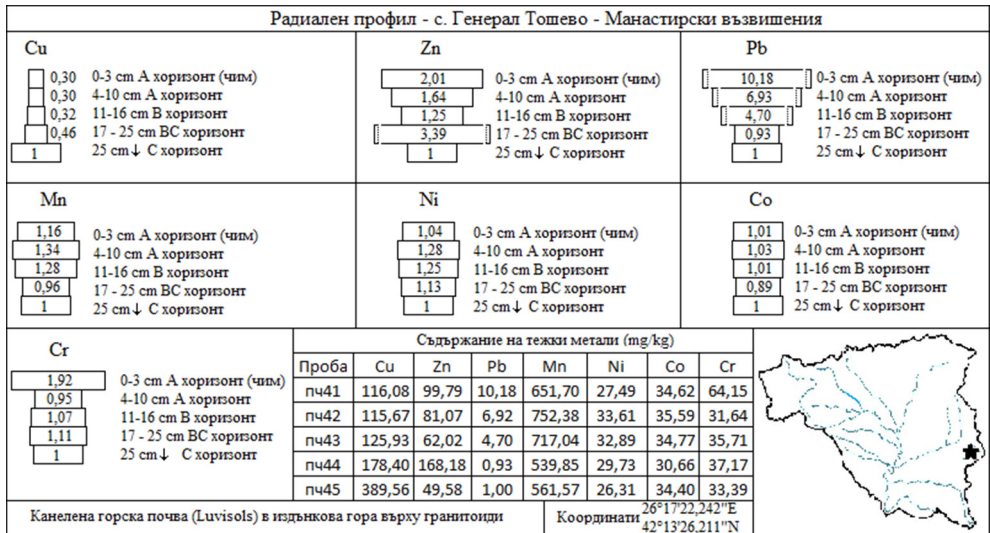
Поведението на мангана в повърхностните отложения, в изветрителните кори и в почвената покривка е твърде сложно и зависи от редица фактори, сред които от важно значение са pH и Eh на средата. Сложното минералогично и химично поведение на мангана води до образуването на голям брой оксиди и хидрооксиди. Именно те, поради специфичните си свойства (малки размери на кристалите и голяма повърхностна площ), водят до важното геохимично значение на този микроелемент в почвите. Това е и причината за високата степен на асоциация с мангановите конкреции на редица тежки метали, като Co, Ni, Cu, Zn и Mo (McKenzie, 1977, 1980). Поведението на Mn в почвените разтвори също е сложно, като обикновено той образува редица прости и сложни комплексни йони и оксиди със сложен състав. Значението на Mn за състоянието на почвите е особено важно, тъй като е не само жизнено необходим за растенията, но и контролира поведението на редица други микроелементи и освен това оказва влияние върху някои свойства на почвата, в част на равновесието на системата Eh–pH (Barlett, 1986; Lindsay, 1972). Разтворимостта на Mn се увеличава при вкисляване на почвите. В случая при изследвания профил е налице вкисляване от 7,73 в изветрителната кора

и най-ниско разположения почвен хоризонт над варовиците, до 6,29 в повърхностния хоризонт.

Известно е, че манганът се натрупва в растителната покривка и в много случаи неговото биологично акумулиране се открива в най-високо разположените почвени хоризонти (Shacklette, 1984; Tiffin, 1977; Tinker, 1981).

Част от факторите и механизмите на разпределението на кобалта в различни почвени типове са разгледани по-горе при характеристиките на почвените профили. В проучвания профил повишените концентрации в повърхностните хоризонти на почвата по всяка вероятност се дължат на връзката на този елемент с оксидите на мангана, от една страна, и вероятността за биологическото му натрупване, от друга. Поглъщането на кобалта от растенията зависи от съдържанието на неговите мобилни форми (сорбиранни, органо-минерални) в почвата и от концентрациите му в почвените разтвори (Wiersma, Van Goor, 1979).

В Манастирските възвишения е разкрита радиалната диференциация на микроелементите в почвен профил от канелена горска почва в издънкова гора (фиг. 2) в землището на с. Генерал Тошево, община Тунджа, област Ямбол. Почвообразуващите скали са гранитоиди. Върху тях се разполага добре оформена изветрителна кора от груз, върху която се е формирала почвената покривка. Коефициентът на радиална диференциация е с най-високи стойности за оловото ($R = 10,2$). Това може да се обясни с неговото относително ниско съдържание в изветрителната покривка (около 1 mg/kg), което нараства в повърхностния хоризонт до 10,2 mg/kg. По всяка вероятност това преразпределение на елемента се дължи на вътрешните почвообразуващи процеси и



Фиг. 2. Радиална диференциация на елементите Cu, Zn, Pb, Mn, Ni, Co и Cr в Манастирски възвишения

Fig. 2. Radial differentiation of elements Cu, Zn, Pb, Mn, Ni, Co, and Cr in the Menastrirski Highlands

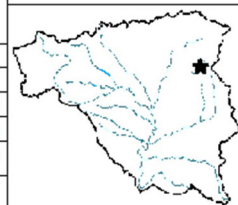
на връзката му с растителната покривка. Съдържанието му в растителната покривка корелира с концентрациите му в почвата. Отбелязани са редица случаи на натрупване на оловото в растителността и особено в кореновата система на растенията (Zimdahl, 1975; Hughes, Lepp, Phipps, 1980).

От останалите елементи с относително по-високи стойности на *R* са Zn (2,01) и Cr (1,92). Другите елементи имат слаба степен на радиална диференциация, което е свързано преди всичко с относително ниските им съдържания в почвообразуващите скали (Куйкин и др., 2001).

В Светиилийските възвишения, в землището на с. Еленово, община Нова Загора, област Сливен, е установена радиалната диференциация (фиг. 3) на недобре развита делувиална почва със скъсен профил до 30 cm, развита върху габродiorити, и наличие на тревна растителност (пасище). Коефициентът на радиална диференциация е с ниски стойности за повечето микроелементи. Само цинкът ($R = 1,08$) и хромът ($R = 1,04$) са над единица, а останалите са с още по-ниски стойности (например Ni = 0,71), което разкрива слаба почвена диференциация на тежките метали. Вероятно ниските концентрации на тези елементи в почвообразуващата скала и слабо биогеохимично захващане от страна на тревната растителност са причина за слабо изразеното диференциране на микроелементите в тези почви.

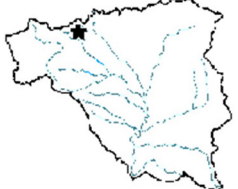
В Сърнена гора, в землището на с. Змейово, община Стара Загора, област Стара Загора, е проучен радиален почвен профил на кафява горска почва със смесена широколистна гора върху почвообразуващи мергели (фиг. 4). Проученият профил е с дълбочина над 70 cm, като за основа на изчисляване на коефициента на радиална диференциация *R* е приет най-нисколежащият хоризонт между 40 и 70 cm. Очертават се

Радиален профил - с. Еленово - Светиилийски възвишения																																												
<p>Cu</p> <table border="1"> <tr><td>1,00</td><td>0-3 cm А хоризонт</td></tr> <tr><td>1,24</td><td>3-12 cm В хоризонт</td></tr> <tr><td>1</td><td>12-20 cm ВС хоризонт</td></tr> </table>	1,00	0-3 cm А хоризонт	1,24	3-12 cm В хоризонт	1	12-20 cm ВС хоризонт	<p>Zn</p> <table border="1"> <tr><td>1,08</td><td>0-3 cm А хоризонт</td></tr> <tr><td>0,96</td><td>3-12 cm В хоризонт</td></tr> <tr><td>1</td><td>12-20 cm ВС хоризонт</td></tr> </table>	1,08	0-3 cm А хоризонт	0,96	3-12 cm В хоризонт	1	12-20 cm ВС хоризонт	<p>Pb</p> <table border="1"> <tr><td>0,82</td><td>0-3 cm А хоризонт</td></tr> <tr><td>1,01</td><td>3-12 cm В хоризонт</td></tr> <tr><td>1</td><td>12-20 cm ВС хоризонт</td></tr> </table>	0,82	0-3 cm А хоризонт	1,01	3-12 cm В хоризонт	1	12-20 cm ВС хоризонт																								
1,00	0-3 cm А хоризонт																																											
1,24	3-12 cm В хоризонт																																											
1	12-20 cm ВС хоризонт																																											
1,08	0-3 cm А хоризонт																																											
0,96	3-12 cm В хоризонт																																											
1	12-20 cm ВС хоризонт																																											
0,82	0-3 cm А хоризонт																																											
1,01	3-12 cm В хоризонт																																											
1	12-20 cm ВС хоризонт																																											
<p>Mn</p> <table border="1"> <tr><td>0,80</td><td>0-3 cm А хоризонт</td></tr> <tr><td>1,11</td><td>3-12 cm В хоризонт</td></tr> <tr><td>1</td><td>12-20 cm ВС хоризонт</td></tr> </table>	0,80	0-3 cm А хоризонт	1,11	3-12 cm В хоризонт	1	12-20 cm ВС хоризонт	<p>Ni</p> <table border="1"> <tr><td>0,71</td><td>0-3 cm А хоризонт</td></tr> <tr><td>0,90</td><td>3-12 cm В хоризонт</td></tr> <tr><td>1</td><td>12-20 cm ВС хоризонт</td></tr> </table>	0,71	0-3 cm А хоризонт	0,90	3-12 cm В хоризонт	1	12-20 cm ВС хоризонт	<p>Co</p> <table border="1"> <tr><td>0,74</td><td>0-3 cm А хоризонт</td></tr> <tr><td>0,99</td><td>3-12 cm В хоризонт</td></tr> <tr><td>1</td><td>12-20 cm ВС хоризонт</td></tr> </table>	0,74	0-3 cm А хоризонт	0,99	3-12 cm В хоризонт	1	12-20 cm ВС хоризонт																								
0,80	0-3 cm А хоризонт																																											
1,11	3-12 cm В хоризонт																																											
1	12-20 cm ВС хоризонт																																											
0,71	0-3 cm А хоризонт																																											
0,90	3-12 cm В хоризонт																																											
1	12-20 cm ВС хоризонт																																											
0,74	0-3 cm А хоризонт																																											
0,99	3-12 cm В хоризонт																																											
1	12-20 cm ВС хоризонт																																											
<p>Cr</p> <table border="1"> <tr><td>1,04</td><td>0-3 cm А хоризонт</td></tr> <tr><td>1,16</td><td>3-12 cm В хоризонт</td></tr> <tr><td>1</td><td>12-20 cm ВС хоризонт</td></tr> </table>	1,04	0-3 cm А хоризонт	1,16	3-12 cm В хоризонт	1	12-20 cm ВС хоризонт	<p>Съдържание на тежки метали (mg/kg)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Проба</th> <th>Cu</th> <th>Zn</th> <th>Pb</th> <th>Mn</th> <th>Ni</th> <th>Co</th> <th>Cr</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>пч46</td> <td>40,70</td> <td>134,69</td> <td>31,01</td> <td>525,19</td> <td>20,35</td> <td>15,50</td> <td>43,60</td> </tr> <tr> <td>пч47</td> <td>50,71</td> <td>119,02</td> <td>38,29</td> <td>730,65</td> <td>25,87</td> <td>20,70</td> <td>48,64</td> </tr> <tr> <td>пч48</td> <td>40,80</td> <td>124,39</td> <td>37,82</td> <td>657,79</td> <td>28,86</td> <td>20,90</td> <td>41,80</td> </tr> </tbody> </table>						Проба	Cu	Zn	Pb	Mn	Ni	Co	Cr	пч46	40,70	134,69	31,01	525,19	20,35	15,50	43,60	пч47	50,71	119,02	38,29	730,65	25,87	20,70	48,64	пч48	40,80	124,39	37,82	657,79	28,86	20,90	41,80
1,04	0-3 cm А хоризонт																																											
1,16	3-12 cm В хоризонт																																											
1	12-20 cm ВС хоризонт																																											
Проба	Cu	Zn	Pb	Mn	Ni	Co	Cr																																					
пч46	40,70	134,69	31,01	525,19	20,35	15,50	43,60																																					
пч47	50,71	119,02	38,29	730,65	25,87	20,70	48,64																																					
пч48	40,80	124,39	37,82	657,79	28,86	20,90	41,80																																					
Делувиална почва (Colluvisols) при пасище върху габродiorити						Координати: 26°8'24,605"E 42°23'5,685"N																																						



Фиг. 3. Радиална диференциация на елементите Cu, Zn, Pb, Mn, Ni, Co и Cr в радиален в Светиилийските възвишения

Fig. 3. Radial differentiation of elements Cu, Zn, Pb, Mn, Ni, Co, and Cr in the Svetiiliyski Highlands

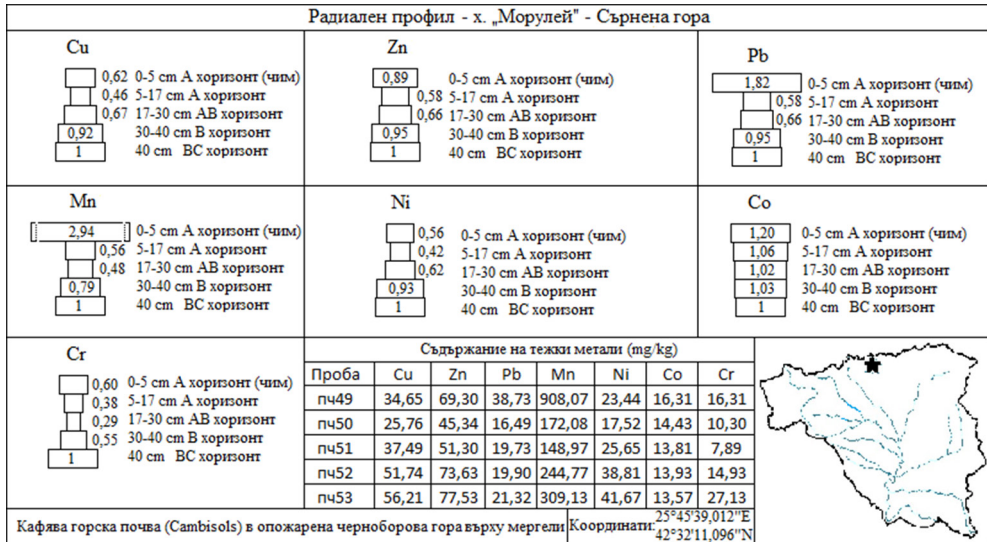
Радиален профил - с. Змейово - Сърнена гора																																																							
Cu <table border="1"> <tr><td>1,24</td><td>0-5 cm A хоризонт (чйм)</td></tr> <tr><td>1,01</td><td>5-20 cm A хоризонт</td></tr> <tr><td>1,43</td><td>20-40 cm B хоризонт</td></tr> <tr><td>1</td><td>40-70 cm B-C хоризонт</td></tr> </table>		1,24	0-5 cm A хоризонт (чйм)	1,01	5-20 cm A хоризонт	1,43	20-40 cm B хоризонт	1	40-70 cm B-C хоризонт	Zn <table border="1"> <tr><td>1,28</td><td>0-5 cm A хоризонт (чйм)</td></tr> <tr><td>0,64</td><td>5-20 cm A хоризонт</td></tr> <tr><td>1,09</td><td>20-40 cm B хоризонт</td></tr> <tr><td>1</td><td>40-70 cm B-C хоризонт</td></tr> </table>		1,28	0-5 cm A хоризонт (чйм)	0,64	5-20 cm A хоризонт	1,09	20-40 cm B хоризонт	1	40-70 cm B-C хоризонт	Pb <table border="1"> <tr><td>1,61</td><td>0-5 cm A хоризонт (чйм)</td></tr> <tr><td>1,21</td><td>5-20 cm A хоризонт</td></tr> <tr><td>1,12</td><td>20-40 cm B хоризонт</td></tr> <tr><td>1</td><td>40-70 cm B-C хоризонт</td></tr> </table>			1,61	0-5 cm A хоризонт (чйм)	1,21	5-20 cm A хоризонт	1,12	20-40 cm B хоризонт	1	40-70 cm B-C хоризонт																									
1,24	0-5 cm A хоризонт (чйм)																																																						
1,01	5-20 cm A хоризонт																																																						
1,43	20-40 cm B хоризонт																																																						
1	40-70 cm B-C хоризонт																																																						
1,28	0-5 cm A хоризонт (чйм)																																																						
0,64	5-20 cm A хоризонт																																																						
1,09	20-40 cm B хоризонт																																																						
1	40-70 cm B-C хоризонт																																																						
1,61	0-5 cm A хоризонт (чйм)																																																						
1,21	5-20 cm A хоризонт																																																						
1,12	20-40 cm B хоризонт																																																						
1	40-70 cm B-C хоризонт																																																						
Mn <table border="1"> <tr><td>1,46</td><td>0-5 cm A хоризонт (чйм)</td></tr> <tr><td>0,85</td><td>5-20 cm A хоризонт</td></tr> <tr><td>1,28</td><td>20-40 cm B хоризонт</td></tr> <tr><td>1</td><td>40-70 cm B-C хоризонт</td></tr> </table>		1,46	0-5 cm A хоризонт (чйм)	0,85	5-20 cm A хоризонт	1,28	20-40 cm B хоризонт	1	40-70 cm B-C хоризонт	Ni <table border="1"> <tr><td>0,94</td><td>0-5 cm A хоризонт (чйм)</td></tr> <tr><td>0,83</td><td>5-20 cm A хоризонт</td></tr> <tr><td>1,30</td><td>20-40 cm B хоризонт</td></tr> <tr><td>1</td><td>40-70 cm B-C хоризонт</td></tr> </table>		0,94	0-5 cm A хоризонт (чйм)	0,83	5-20 cm A хоризонт	1,30	20-40 cm B хоризонт	1	40-70 cm B-C хоризонт	Co <table border="1"> <tr><td>0,79</td><td>0-5 cm A хоризонт (чйм)</td></tr> <tr><td>0,88</td><td>5-20 cm A хоризонт</td></tr> <tr><td>0,98</td><td>20-40 cm B хоризонт</td></tr> <tr><td>1</td><td>40-70 cm B-C хоризонт</td></tr> </table>			0,79	0-5 cm A хоризонт (чйм)	0,88	5-20 cm A хоризонт	0,98	20-40 cm B хоризонт	1	40-70 cm B-C хоризонт																									
1,46	0-5 cm A хоризонт (чйм)																																																						
0,85	5-20 cm A хоризонт																																																						
1,28	20-40 cm B хоризонт																																																						
1	40-70 cm B-C хоризонт																																																						
0,94	0-5 cm A хоризонт (чйм)																																																						
0,83	5-20 cm A хоризонт																																																						
1,30	20-40 cm B хоризонт																																																						
1	40-70 cm B-C хоризонт																																																						
0,79	0-5 cm A хоризонт (чйм)																																																						
0,88	5-20 cm A хоризонт																																																						
0,98	20-40 cm B хоризонт																																																						
1	40-70 cm B-C хоризонт																																																						
Cr <table border="1"> <tr><td>0,80</td><td>0-5 cm A хоризонт (чйм)</td></tr> <tr><td>0,80</td><td>5-20 cm A хоризонт</td></tr> <tr><td>1,31</td><td>20-40 cm B хоризонт</td></tr> <tr><td>1</td><td>40-70 cm B-C хоризонт</td></tr> </table>		0,80	0-5 cm A хоризонт (чйм)	0,80	5-20 cm A хоризонт	1,31	20-40 cm B хоризонт	1	40-70 cm B-C хоризонт	Съдържание на тежки метали (mg/kg) <table border="1"> <thead> <tr> <th>Проба</th> <th>Cu</th> <th>Zn</th> <th>Pb</th> <th>Mn</th> <th>Ni</th> <th>Co</th> <th>Cr</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>пч8</td> <td>29,33</td> <td>113,28</td> <td>22,25</td> <td>312,53</td> <td>30,34</td> <td>23,26</td> <td>52,59</td> </tr> <tr> <td>пч9</td> <td>23,86</td> <td>57,05</td> <td>16,60</td> <td>182,56</td> <td>26,97</td> <td>25,93</td> <td>52,90</td> </tr> <tr> <td>пч10</td> <td>33,74</td> <td>96,40</td> <td>15,42</td> <td>274,75</td> <td>42,42</td> <td>28,92</td> <td>86,76</td> </tr> <tr> <td>пч11</td> <td>23,57</td> <td>88,40</td> <td>13,75</td> <td>214,12</td> <td>32,41</td> <td>29,47</td> <td>65,81</td> </tr> </tbody> </table>					Проба	Cu	Zn	Pb	Mn	Ni	Co	Cr	пч8	29,33	113,28	22,25	312,53	30,34	23,26	52,59	пч9	23,86	57,05	16,60	182,56	26,97	25,93	52,90	пч10	33,74	96,40	15,42	274,75	42,42	28,92	86,76	пч11	23,57	88,40	13,75	214,12	32,41	29,47	65,81	
0,80	0-5 cm A хоризонт (чйм)																																																						
0,80	5-20 cm A хоризонт																																																						
1,31	20-40 cm B хоризонт																																																						
1	40-70 cm B-C хоризонт																																																						
Проба	Cu	Zn	Pb	Mn	Ni	Co	Cr																																																
пч8	29,33	113,28	22,25	312,53	30,34	23,26	52,59																																																
пч9	23,86	57,05	16,60	182,56	26,97	25,93	52,90																																																
пч10	33,74	96,40	15,42	274,75	42,42	28,92	86,76																																																
пч11	23,57	88,40	13,75	214,12	32,41	29,47	65,81																																																
Кафява горска почва (Cambisols) в смесена широколистна гора върху мергели						Координати: 25°33'39,232"E 42°26'30,461"N																																																	

Фиг. 4. Радиална диференциация на елементите Cu, Zn, Pb, Mn, Ni, Co и Cr в Сърнена гора – с. Змейово

Fig. 4. Radial differentiation of elements Cu, Zn, Pb, Mn, Ni, Co, and Cr in the Sarvena Gora Mountain – village Zmeyovo

две асоциации от микроелементи. Едната е относително натрупваща се в повърхностните хоризонти: Pb, Mn, Zn и Cu, а другата е от тежки метали с по-нисък от единица коефициент на диференциация: Cr, Co и Ni. Близки съдържания и концентрации на микроелементи в кафяви горски почви са установени за няколко района на страната, като в повечето случаи съдържанията са свързани с литогеохимичната основа и спецификата на почвообразуващите процеси, които водят до относително равномерно разпределение на микроелементите в кафявите горски почви (Пенин, 1989; Пенин, Чолакова, 2002). Възможните причини за натрупване на отделните елементи от първата установена асоциация са разгледани по-горе при различните типове почви. И четирите елементи от асоциацията имат относително неголеми концентрации в почвообразуващата скала – мергели (Куйкин и др., 2001), които в по-горните хоризонти на почвата нарастват. Вероятно и тук особено важна е биогехимията на микроелементите, свързана с тяхното преразпределение от растителната покривка, в случая смесена широколистна гора, която въвлеча тежките метали в една или друга степен в местния биогехимичен цикъл.

В Сърнена гора също така е изследван радиален профил на кафява горска почва в опожарена гора върху мергели, недалече от х. „Морулей“, землище на с. Дълбоки, община Стара Загора, област Стара Загора, при същата почвообразуваща скала (фиг. 5). С най-висок коефициент на радиална диференциация е манганът ($R = 2,94$). Известно е, че този микроелемент са захваща във висока степен от растенията и се натрупва в биомасата им. В случая допълнително повишената концентрация е възможно да се дължи на голямото количество изпепелена дървесна и храстова маса в проучения ландшафт, като се има предвид, че мангановите оксиди, обикновено с тези на още



Фиг. 5. Радиална диференциация на елементите Cu, Zn, Pb, Mn, Ni, Co и Cr в Сърнена гора – х. „Морулей“,

Fig. 5. Radial differentiation of elements Cu, Zn, Pb, Mn, Ni, Co, and Cr in the Sarnena Gora Mountain – hut “Moruley”

няколко микроелемента и макроелемента, остават в пепелния остатък (зола). Доказано е, че хидрооксидите на мангана сорбират редица други микроелементи, като кобалта, оловото, никела, медта, бария и др., и са своеобразни геохимични бариери (Перельман, Касимов, 1999). Това означава, че в редица случаи тези елементи могат да мигрират и да се натрупват в определени ситуации, заедно с мангана. В изследвания профил с известна условност това се отнася за Pb и Co, които имат коефициент на концентрация над единица, съответно ($R = 1,82$) и ($R = 1,20$). Останалите елементи са със слабо изразена радиална диференциация.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За по-дълбокото разкриване на геохимията на радиалното разпределение на тежките метали определено са необходими задълбочени изследвания, свързани с други важни участници в почвообразователните процеси, а именно макроелементите – други редки и разсеяни елементи, водният режим и промените на рН през сезоните, както и други параметри и процеси, водещи до радиална (вертикална) диференциация на тези важни в екологично отношение елементи в почвите на басейна на р. Сазлийка, както и в съседните речни водосборни басейни.

Разгледаните радиални профили дават представа за преразпределението на проучените микроелементи в почвените профили на оградните планини и възвишения на

Старозагорско поле – Сакар планина, Манастирските възвишения, Светиилийските възвишения и Сърнена гора. Трябва да се отбележи, че всеки от тях има специфична геохимична картина и поведение в зависимост от почвообразователните процеси и почвообразуващата скална основа. На места в една или друга степен се наблюдава наличие на почвено-геохимични бариери от различен характер, на които се концентрират едни или други асоциации от микроелементи.

Изследването допринася за изясняване на ландшафтно-геохимичната структура и процесите на междуконпонентна обмяна на вещества във водосборния басейн на р. Сазлийка (част от поречието на р. Марица). Настоящото проучване може да послужи за отправна точка в изследването на подобни ландшафти в Южна България, от една страна, и на междуконпонентна миграция на веществата между основна скала, почвен субстрат и биотична компонента, от друга.

SUMMARY

The article is dedicated to the geochemical analysis of soils' radial structure in the surrounding mountains and highlands of the Starozagorsko Pole in South Bulgaria. The area fits the catchment of the Sazliyka River and it consists of the Sakar Mountain, Manastirski Highlands, Svetiiliyski Highlands and the Sarnena Gora Mountain. The particular research is a part of vaster series of studies dedicated to the contemporary state of the landscapes in the catchment and the assessment of the human impact (anthropogenization).

The landscape-geochemical status evaluation have been implemented on the basis of own field and laboratory research of the territory. The heavy metals' content in the selected soil profiles of landscapes is identified, and analyzes and comparisons of the different soil layers have been done. Research outcomes about the landscape geochemical status of soils are obtained. The investigated chemical elements are Mn, Cu, Ni, Pb, Zn, Co, Cr.

Applying the Coefficient for Radial Differentiation (R) is a basic approach in this study. It occurs as a ratio between the content of the chemical element in a soil layer (C_n) and the content of the chemical element in the bedrock (C_1):

$$R = \frac{C_n}{C_1} .$$

The analysis of the radial differentiation of chemical elements in the soil allows to be screen the major zones of element accumulation and explains the natural mechanisms of concentration that trigger the formation of radial geochemical barriers.

The general overview outlined that the elements Co and Mn are with highest levels of concentration ($R=14.9$ and $R=14.6$) in the top soil layer considering the results in the Sakar Mountain. These values show and prove the role of the soil formation process as a factor of migration of elements between the components of the landscape and the geochemical diversity that exists in the geosystems.

The research successfully shows the geochemical status of the screen chemical elements in the different soil horizons in the studied areas and outlines the migration processes between the natural components.

ЛИТЕРАТУРА

- Авессаломова, И. А. 1987. Геохимические показатели при изучение ландшафтов. М., МГУ.
- Желев, Д. 2016. Ландшафтно-геохимични изследвания на радиалната структура на почвите в Старозагорското поле. – *Год. на СУ, ГГФ, кн. 2 – География*, 108.
- Куйкин, С., И. Атанасов, Ю. Христова, Д. Христов. 2001. Фонови съдържания на тежки метали и арсен в почвообразуващите скали в България. – *Почвознание. Агрехимия и екология*, год. XXXVI, №1.
- Пенин, Р. 1989. Ландшафтно-геохимическая оценка заповедных территории Юго-Западной Болгарии. М., Канд. дис. МГУ „М. В. Ломоносов“.
- Пенин, Р. 1997. Ръководство по геохимия на ландшафтите. С., УИ „Св. Климент Охридски“.
- Пенин, Р., З. Чолакова. 2002. Съдържание на тежки метали в кафяви горски почви от избрани райони на България. – В: Сб. Доклади от юбилейна научно-практическа конференция на тема „Науката, методиката и училището – конфликтни точки и разминавания“, Смолян.
- Перельман, А. И., Н. С. Касимов. 1999. Геохимия ландшафта. М., Асрея-2000.
- Bartlett, R. J. 1986. Soil redox behavior. – In: *Soil physical chemistry*. Sparks D. J., Ed., CRC Press, Boca Raton, FL, 179.
- Hughes, M. K., N. W. Lepp, D. A. Phipps. 1980. Aerial heavy metal pollution and terrestrial ecosystems. – *Adv. Ecol. Res.*, Vol. 11.
- Lindsay, W. L. 1972. *Chemical equilibria in soils*. N. Y., Wiley-Interscience, 449.
- McKenzie, R. M. 1977. Manganese oxides and hydroxides. – In: *Minerals in soil environment*. Dixon J. B., Weed S. B., Eds., Soil science society of America, Madison, Wiss. 181.
- McKenzie, R. M. 1980. The manganese oxides in soils. – In: *Geology and geochemistry of manganese*. Varentsov, I. M., G. Graseelly, Eds. Akademiai Kiado, Budapest, 259.
- Shacklette H. T., J. G. Boerngen 1984. Element concentration in soils and other surficial materials of the conterminous United States. – *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap*, 1270.
- Tiffin, L. O. 1977. The form and distribution of metals in plants: an overview. – In: *Proc. Hanford Life Sciences Symp.*, U.S. Department of Energy, Symposium Series, Washington, D.C., 315.
303. Tinker, P. B. 1981. Levels distribution and chemical forms of trace elements in food plants. London, Philos. Trans. R. Soc., 41.
- Wiersma, D. B. J. Van Goor 1979. Chemical forms of nickel and cobalt in phloem of *Ricinus communis*. – *Physiol. Plant*, 45, 440.
- Zimdahl, R. L., J. J. Hasset. 1977. Lead in soil. – In: *Lead in the environment*. Bogges W. R., Eds., Report NSF, National Science Foundation, Washington, D. C., 93.

Постъпила март 2017 г.