

ГОДИШНИК НА СОФИЙСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“
ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ
Книга 2 – ГЕОГРАФИЯ
Том 111

ANNUAL OF SOFIA UNIVERSITY “ST. KLIMENT OHRIDSKI”
FACULTY OF GEOLOGY AND GEOGRAPHY
Book 2 – GEOGRAPHY
Volume 111

ПОЧВЕНО-ГЕОХИМИЧНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПЛАНИНАТА БЕЛАСИЦА

РУМЕН ПЕНИН¹, ДИМИТЪР ЖЕЛЕВ¹, ТАНЯ СТОИЛКОВА²,
ЛИДИЯ СЕМЕРДЖИЕВА¹, ДЕСИСЛАВА ХРИСТОВА¹

¹ *Катедра Ландшафтознание и опазване на природната среда*

² *Катедра Минералогия, петрология и полезни изкопаеми*

e-mail: r.penin@abv.bg, zhelev@gea.uni-sofia.bg, tstoilkova@gea.uni-sofia.bg,
lidiyanikolaeva72332@gmail.com, dessislava.hristova@abv.bg

Rumen Penin, Dimitar Zhelev, Tanya Stoilkova, Lidiya Semerdzhieva, Desislava Hristova. GEOCHEMICAL RESEARCH OF THE SOILS IN THE LANDSCAPES OF THE BELASITSA MOUNTAIN

The article is dedicated to the geochemical analysis of soils structure in the landscapes of Belasitsa Mountain. The research is a part of long-termed series of research activities conducted in the border mountainous regions in South-West Bulgaria.

The landscape-geochemical status evaluation is implemented on the basis of own field and laboratory research of the territory – landscape mapping, collecting soil samples, geochemical analysis etc. The researched elements are Cu, Zn, Ni, Mn, Co, Cr, Pb. The heavy metals' content in the selected soil profiles of landscapes is identified. In addition, the identified geochemical background of the mountain is compared with some neighboring mountainous areas and the major rock types in Bulgaria.

The general outcomes on the landscape geochemical status of soils in the Belasitsa Mountain that are obtained display one of the aspects of the environmental status of the mountain.

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

УВОД

Редица автори разглеждат и изследват природата на граничната планина Бела-сица. Сред първите изследователи на флората и растителността на планината е

акад. Н. Стоянов (1921), геоложки проучвания на областта правят Зидаров и др. (1966) и Загорчев (1984, 1986 и др.), проведени са ландшафтно-геохимични изследвания от Р. Пенин (1989, 1990, 1993), ландшафтна картировка и геофизични изследвания от А. Велчев (1994, 2001) и др.

Литоложният фундамент е представен главно от метаморфни скали и в по-малка степен от магмени и седиментни. Гнайсовият комплекс е застъпен в западната част на планината, а на изток – гнайсово-мигматитов, представени основно от гнайси и амфиболити (с докамбрийска възраст). За условна граница на комплексите се приема линията с. Коларово – в. Радомир. Магмените скали имат петнист характер на разпространение, внедрени в метаморфния комплекс над селата Скърът и Коларово (гранодиорити) и над Яворница и Коларово (ултрабазити) (Геоложка карта..., 1989). В подножието на планината са развити дебели пролувиални наносни конуси, които взаимно се преплитат и образуват делувиално-пролувиален шлейф (Велчев, 2001) от пясъци и чакъли. Дълбоката грабенова долина на р. Струмешница (150–200 m) отделя Беласица от останалите планини от системата на Осогово-Беласишката планинска редица. Планината представлява типичен хорст с добре изразени разломни линии на север и на юг, със заравнено било на височина 1800–2000 m и стръмни склонове, разчленени от многобройни къси реки (Йорданова и др., 2002). Най-високата точка е в. Радомир (2029,2 m).

Климатът е умерено топъл, средиземноморски (по Велев, 1990). Над 1000 m н. в. климатичните условия са с планински характер. Поради орографски ефект валежите в подножните склонове на Беласица достигат 800–1000 mm. Водоносността на реките е относително висока. Това се дължи на голямата разчлененост и значителния отточен ефект на есенно-зимните максимални валежи поради по-ниското изпарение. Повечето от реките имат пороеен характер. Пълноводието е зимно-пролетно, а маловодието – лятно-есенно. Подземните води са предимно пукнатинни и подхранват нискодебитни непостоянни извори (Йорданова и др., 2002).

Почвено-биогенният природен компонент се характеризира с изразена височинна поясност. В подножията и ниските части на склоновете се срещат канелени горски почви (chromic Luvisols), а в по-високите части – кафяви горски (Cambisols). Разпространение по голите ерозирани склонове в пресечения релеф имат ранкерите (umbric Leptosols) и литосолите (lithic Leptosols) (Велчев, 2001). С ограничено разпространение са планинско-ливадните почви (Umbrosols) по билото и алувиалните (Fluvisols) покрай реките. Хидроклиматичните особености оказват влияние върху всички компоненти на средата, но най-силното е върху развитието и характера на растителността – с наличието на средиземноморски представители. В по-ниските части са развити дъбови гори и шиблиякови формации (келяв габър (*Carpinus orientalis* Mill.), драка (*Paliurus spina-christi* Mill.), червена хвойна (*Juniperus oxycedrus* L.), а в по-високите – гори от обикновен бук (*Fagus sylvatica* L.). Иглолистните формации имат фрагментарно разпространение (Йорданова и др., 2002). Особен случай са вековните кестенови гори (*Castanea sativa* Mill.) по северното подножие на планината, както и съобществата от чинар (*Platanus orientalis* L.), запазени по долината на р. Струмешница (Велчев, 2001).

Географското положение на планината, предопределящо средиземноморски черти на природните компоненти, в комбинация с надморската височина създават сложна

структура с широк диапазон от височинни спектри и характерни природно-териториални комплекси. В резултат на антропогенната дейност нископланинските субсредиземноморски ландшафти са в по-голяма степен изменени спрямо разположените над тях високопланински ландшафти. С режим на защита е пространството в границите на ПП „Беласица“, Р „Конгура“, ЗМ „Топлище“ и територии от европейската мрежа НАТУРА 2000 по Директивата за местообитанията.

През лятото на 2016 г. в хода на реализирането на научната програма на проекта „Ландшафтно-екологични проучвания в планината Беласица“, финансиран от ФНИ към СУ „Св. Климент Охридски“, бяха извършени теренни ландшафтни изследвания на планината както на българска, така и на гръцка територия. Като част от научната програма на проекта бе заложено пробонабиране на представителни почвени образци в билните, склоновете и подножните части на планината.

МЕТОДОЛОГИЯ

Ландшафтно-геохимични изследвания предоставят възможности за решаване на редица актуални проблеми – геоекологични изследвания, откриване на полезни изкопаеми, определяне на геохимични норми и критерии при различни стопански дейности и др. Именно геохимията на ландшафтите осигурява цялостното геохимично изучаване на природните системи.

Геохимичната парадигма се основава на използването на химико-аналитични методи при проследяване на веществения обмен както между отделните геосистеми, така и между самите компоненти на природната среда. Методологичната база на това научно направление е системният подход. Основите му са във вид на взаимосвързан анализ на химичния състав на компонентите на ландшафта и връзките между самите ландшафти.

Установяването на типовете геохимични миграции в хоризонтално и вертикално направление е изключително важно за разкриване на геохимичната картина на антропогенното въздействие върху природната среда (Перельман, 1975; Пенин, 1989, 1997). Системният подход позволява да се проследи миграцията, диференциацията и акумулацията на химичните елементи във фонови и в силно антропогенизиранни ландшафти (Пенин, 1997).

В геохимията на ландшафтите се използват различни показатели за определяне на връзките и съотношенията между наличието на разнообразни химични елементи в природните обекти.

Съдържанието на химичните елементи в различните типове скали на земната кора обикновено се отличава от кларка в литосферата. Тази разлика се изразява количествено чрез понятието „кларк на концентрация“ (KK). То представлява отношението между съдържанието на даден елемент в определен природен обект (почвен хоризонт, изветрителна кора, растителност, повърхностни води и др.) – C_i и кларка на същия елемент в литосферата – K :

$$KK = \frac{C_i}{K} > 1.$$

Тази стойност е винаги по-голяма от 1 и ако $KK = 1$, то съдържанието на елемента в обекта е равно на съдържанието му в литосферата. Когато C_i е с ниски стойности, се използва показателят „кларк на разсейване“ (KP). Той показва колко пъти кларкът превишава съдържанието на елемента в изследвания обект:

$$KP = \frac{K}{C_i} > 1.$$

Сравнителният подход е с водещо значение при ландшафтно-геохимичните изследвания – необходимо е да се сравнят различни системи по разпределението на химичните елементи в тях. В тези случаи е най-добре получените данни да се изобразят в т. нар. геохимични спектри. Те улесняват възприемането на резултатите за концентрация или разсейване на елементите в природните обекти. Показателите KK и KP са използвани при изготвянето на интерпретацията и анализа на геохимичните спектри на почвите и дънните отложения, взети при теренната работа в планината Беласица.

Проблемите, свързани с организацията и функционирането на мониторинга на околната среда, са сред приоритетните в съвременната екологична политика. Ето защо от особено важно значение е разкриването на геохимичната картина както на фонове, относително слабо нарушени в антропогенно отношение територии, така и територии със съществени антропогенни нарушения. В конкретното изследване фоновият характер на територията е отличителна черта на природната среда.

За постигане на поставената цел за ландшафтно-геохимични проучвания на планината Беласица бе проведено теренно изследване (2016 г.), с опробване на почви, растения и дънните отложения (наслаги, утайки). Събрани са представителни образци за лабораторен анализ в различни ландшафти от реката. Обект на изследване са подбрана асоциация от микроелементи (Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr, Mn). Събирането на пробите е в представителни в ландшафтно-геохимично отношение ландшафти – елувиални, транселувиални и супераквални. В настоящото изследване са представени резултатите от изследването на повърхностния А-хоризонт, който е акумулатор на основните ландшафтни процеси.

Настоящата статия е логично продължения на поредица ландшафтно-геохимични проучвания в пограничните планини на Югозападна България и Северна Гърция (2011–2018). Това позволява да се направят сравнения с получените резултати за съдържанията на същите микроелементи в почвите и дънните отложения на тези планини.

Друг интересен методичен елемент е възможността за сравнение и установяване на почвено-геохимичната динамика по отношение на микроелементите в ландшафтите на планината, направени по време на теренни и лабораторни изследвания преди повече от 25 години (Пенин, 1993). Други подобни сравнения се правят и с геохимичните изследвания в поредица от планини в Осоговско-Беласишката планинска редица (Пенин, 1989), както и на планини от съседни територии от Балканския полуостров (Южен Пирин, Славянка, о. Тасос, п-в Атон).

Събраните по време на полевия сезон проби са изсушени, квартовани, стрити в порцеланов хаван и пресети през сита с размер 63 μm (за анализ на микроелементния им

състав) и 2 mm (за анализ на рН). Химичните анализи на почвените проби са извършени в Лабораторията по геохимия на ГГФ на СУ след изгаряне при 500 °С и пълно последователно разтваряне със смес от киселините HClO₄, HF и HCl. Съдържанията на тежки метали в получените разтвори са анализирани по метода на атомно-абсорбционната спектрометрия на апарат Perkin-Elmer 3030. Стойностите на рН на почвените проби са определени във воден разтвор, при съотношение почва:вода 1:2,5 след престой 18 часа.

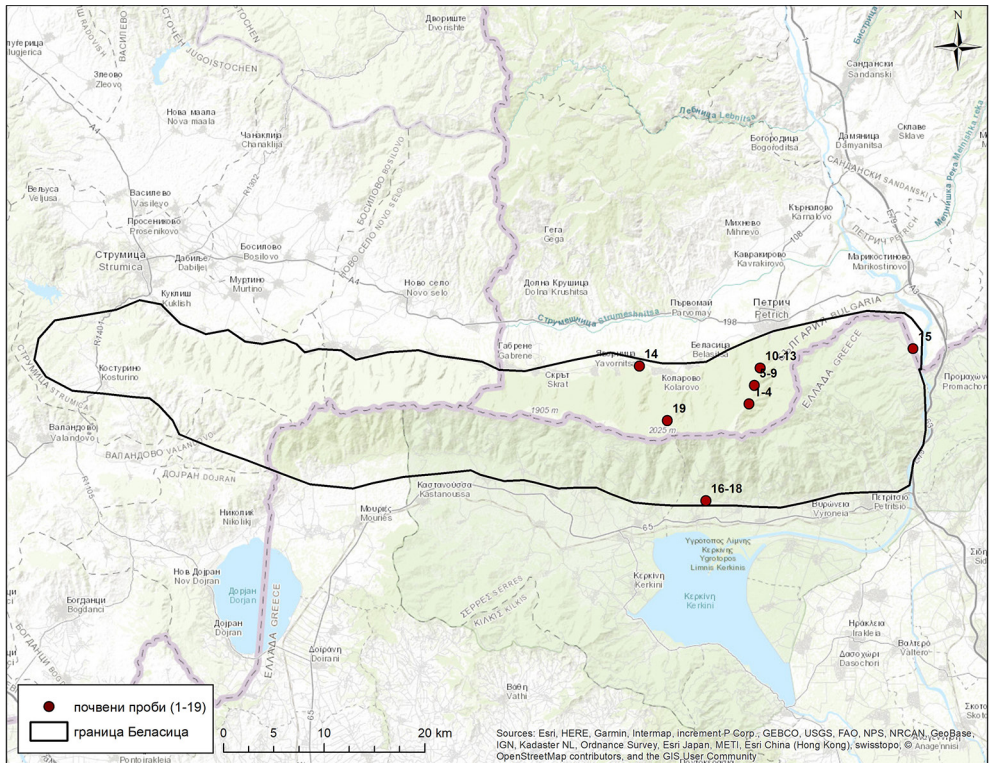
РЕЗУЛТАТИ

В хода на теренните ландшафтни изследвания са събрани 19 образци от различни почвени типове и техните генетични хоризонти (табл. 1). Представителните ландшафт-

Таблица 1
Table 1

Пробонабиране на почвени образци
Collection of soil samples

| № | Вид проба | Почвен профил | Вид почва | Фация | Координати (г.ш., г.д., н.в.) |
|----|--------------|---------------|---|--|----------------------------------|
| 1 | R-профил | 35–40 cm BC | кафява горска почва (dystric Cambisols) | монодоминантна гора от обикновен бук в резерват „Конгура“ | 41°20'31" 23°11'13" 1500 m |
| 2 | | 15–20 cm B | | | |
| 3 | | 10 cm AB | | | |
| 4 | | 0–5 cm A-чим | | | |
| 5 | R-профил | 110 cm C | светлокафява горска почва (eutric Cambisols) | смесена гора от обикновен бук, леска, ива, залесен бял бор | 41°21'16" 23°11'30" 1100 m |
| 6 | | 90 cm BC | | | |
| 7 | | 40–50 cm B | | | |
| 8 | | 15–20 cm A | | | |
| 9 | 0–5 cm A-чим | | | | |
| 10 | R-профил | 50–60 cm B2 | светлокафява горска почва (eutric Cambisols) | смесена гора от обикновен бук и обикновен кестен | 41°21'56" 23°11'48" 800 m |
| 11 | | 30–40 cm B1 | | | |
| 12 | | 10–15 cm A | | | |
| 13 | | 0–5 cm A-чим | | | |
| 14 | контролна | 0–5 cm A-чим | кафява горска, камениста почва (eutric Cambisols) | местност Бялата чешма, гора от източен чинар | 41°22' 3" 23°5' 21" 450 m |
| 15 | контролна | 0–5 cm A-чим | делувиална почва (dystric Colluvisol) | източно подножие, при граница с Гърция, бадемиви насаждения | 41°22'46" 23°19'0" 90 m |
| 16 | R-профил | 50–60 cm C | делувиална почва (dystric Colluvisol) | южен склон, смесена широколистна гора, ок. 2 km западно от Акритохори, Гърция | 41°16'36" 23°8'54" 220 m |
| 17 | | 20–30 cm A | | | |
| 18 | | 0–5 cm A-чим | | | |
| 19 | контролна | 0–5 cm A-чим | планинско-ливадна (orthic Umbrosols) | зачимено било на Беласица, западно от вр. Радомир | 41°19'51" 23°6'49" 2020 m |



Фиг. 1. Локации на почвено пробонабиране

Fig. 1. Locations of soils samples collection

тни точки, откъдето са събрани почвените проби, покриват части от северния, източния и южния склон на планината (фиг. 1). Резултатите от извършения лабораторен геохимичен анализ (табл. 2) позволяват установяване на средни стойности за съдържанието тежки метали в почвите на планината Беласица. За установяване на местния почвено-геохимичен фон са използвани стойностите на съдържание, получени за пробите от повърхностния А-хоризонт. Фоновото съдържание е установено чрез средна аритметична величина, при чието изчисляване не са взети предвид екстремалните най-високи и най-ниски стойности. Резултатите са сравнени с тези от съседните за планината Беласица територии (табл. 3), както и със скалите в България (табл. 4).

Изчертани са геохимични спектри, позволяващи сравнението на почвено-геохимичната специфика на планината Беласица с почвите на света, Европа, България, България (фонови територии), както и с близкоразположените планински територии в Република България – Влахина пл., Малешевска пл., Огражден, Южен Пирин и Славянка. Почвите на Беласица са сравнени и с тези от планината Боздаг, о. Тасос и п-в Атон (Света гора) от територията на Република Гърция.

Таблица 2
Table 2

Съдържание на тежки метали (mg/kg) и стойност на pH в събраните проби
Content of heavy metals (mg/kg) and pH value in the collected samples

| № | Cu | Zn | Pb | Mn | Ni | Co | Cr | pH |
|----|--------|--------|-------|----------|--------|-------|--------|------|
| 1 | 20,29 | 101,45 | 33,10 | 1,067,87 | 28,83 | 25,63 | 82,23 | 5,05 |
| 2 | 19,01 | 241,15 | 34,02 | 1,020,65 | 29,02 | 24,02 | 86,06 | 5,26 |
| 3 | 19,25 | 154,99 | 56,80 | 981,90 | 35,62 | 24,07 | 81,83 | 4,82 |
| 4 | 19,78 | 100,89 | 40,55 | 1,097,92 | 27,70 | 22,75 | 78,14 | 5,63 |
| 5 | 95,07 | 254,47 | 12,48 | 921,87 | 392,76 | 57,62 | 384,11 | 5,97 |
| 6 | 139,90 | 218,60 | 7,77 | 835,52 | 237,05 | 39,83 | 206,94 | 5,94 |
| 7 | 24,65 | 196,28 | 2,74 | 219,11 | 96,77 | 27,39 | 188,98 | 6,04 |
| 8 | 26,75 | 227,36 | 5,35 | 356,65 | 138,20 | 24,97 | 160,49 | 5,67 |
| 9 | 34,94 | 54,35 | 22,32 | 815,26 | 162,08 | 25,23 | 164,02 | 5,66 |
| 10 | 26,39 | 72,34 | 16,62 | 420,34 | 48,88 | 13,69 | 77,23 | 5,37 |
| 11 | 25,50 | 183,38 | 12,75 | 402,06 | 30,40 | 10,79 | 74,53 | 5,40 |
| 12 | 26,00 | 100,85 | 18,12 | 378,17 | 31,51 | 13,39 | 73,27 | 5,24 |
| 13 | 21,84 | 68,63 | 26,00 | 738,32 | 29,12 | 11,44 | 73,83 | 5,35 |
| 14 | 48,67 | 72,52 | 35,76 | 953,63 | 473,83 | 43,71 | 548,34 | 6,80 |
| 15 | 31,79 | 56,63 | 12,91 | 486,78 | 19,87 | 5,96 | 62,59 | 6,76 |
| 16 | 22,41 | 83,80 | 25,33 | 691,81 | 65,28 | 8,77 | 121,80 | 6,60 |
| 17 | 28,11 | 91,57 | 27,20 | 689,05 | 68,00 | 10,88 | 126,02 | 6,34 |
| 18 | 27,03 | 87,86 | 23,17 | 695,14 | 78,20 | 9,65 | 125,51 | 6,43 |
| 19 | 34,39 | 158,19 | 48,14 | 805,69 | 36,35 | 11,79 | 61,90 | - |

На фиг. 2 за водеща основа в геохимичния спектър са почвите на света. Микроелементите Сг и Мп на трите сравняеми обекта почти съвпадат. Най-висока концентрация се отчита за Рb както за почвите на Европа, така и за почвите на изследваната територия. Естествените съдържания на Рb в почвите по принцип се наследява от почвообразуващите скали. Във фоновите територии концентрациите на този микроелемент може да се оцени на около 25 mg/kg (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989). Тъй като Рb се счита за един от трудноподвижните в почвите елементи и като се има предвид, че изследването ни обхваща А-хоризонт, то е нормално натрупването и задържането му в тази част на почвения профил. Тук определена роля играе и биогеохимията на Рb. С относително по-високи съдържания в сравнение с почвите на света и Европа са Ni, Co и Cu. Концентрацията на Zn в планината и почвите на Европа са близки, с нисък КР.

Подобни концентрации на проучените микроелементи (общо съдържание и подвижни форми на тежките метали) са отбелязани за почвите по северния склон на Беласица в района на резервата „Скошник“ („Конгура“) (Пенин, 1993).

За да се установи характера на съдържанието на тежките метали в почвите от проучения район, е изготвен геохимичен спектър на микроелементите в почвите на България, България (фон) и планината Беласица (фиг. 3). От него ясно личат повише-

Таблица 3
Table 3

Средно съдържание тежки метали в почвите (mg/kg)
Average content of heavy metals in soils (mg/kg)

| Средно съдържание | Cu | Zn | Pb | Mn | Ni | Co | Cr |
|--------------------------------------|-------|--------|-------|---------|--------|-------|--------|
| Литосфера | 47,00 | 83,00 | 16,00 | 1000,00 | 58,00 | 18,00 | 83,00 |
| Почви на света ¹ | 20,00 | 50,00 | 10,00 | 850,00 | 40,00 | 8,00 | 100,00 |
| Почви на Европа ² | 17,30 | 68,10 | 32,60 | 810,00 | 37,30 | 10,40 | 94,80 |
| Почви на България ³ | 30,00 | 75,00 | 35,00 | 1000,00 | 36,00 | 20,00 | 70,00 |
| Почви на България (фон) ⁴ | 24,00 | 67,00 | 25,00 | 695,00 | 32,00 | 16,00 | 60,00 |
| Почви на Влахина ⁵ | 12,32 | 350,11 | 21,36 | 687,87 | 122,79 | 41,31 | 73,92 |
| Почви на Малешевска ⁶ | 26,95 | 94,45 | 25,87 | 304,08 | 31,98 | 9,34 | 37,25 |
| Почви на Огражден ⁷ | 19,88 | 103,00 | 40,84 | 370,63 | 44,79 | 6,34 | 36,04 |
| Почви на Славянка ⁸ | 27,35 | 225,23 | 92,27 | 563,09 | 74,63 | 43,28 | 91,32 |
| Почви на Южен Пирин ⁹ | 20,52 | 93,08 | 63,50 | 615,02 | 33,82 | 10,20 | 33,40 |
| Почви на Боздаг ¹⁰ | 29,88 | 178,00 | 62,95 | 572,60 | 52,06 | 12,90 | 101,00 |
| Почви на о-в Тасос ¹¹ | 21,20 | 98,10 | 99,20 | 1660,00 | 162,10 | 49,40 | 213,00 |
| Почви на п-в Атон ¹² | 36,00 | 162,00 | 49,60 | 911,40 | 99,10 | 62,90 | 173,00 |
| Почви на Беласица | 30,00 | 77,30 | 29,56 | 801,61 | 66,69 | 16,17 | 100,82 |

¹ По Виноградов, 1962; ² по Salminen, 2005; ³ по Мирчев, 1971; ⁴ по Пенин, 2003; ⁵ по Тодоров и кол.; ⁶ по Тодоров и кол.; ⁷ по Пенин и кол., 2015; ⁸ по Пенин и Китев, 2016; ⁹ по Китев, 2018; ¹⁰ по Пенин и кол., 2015; ¹¹ по Пенин, 2013; ¹² по Пенин и Желев, 2011.

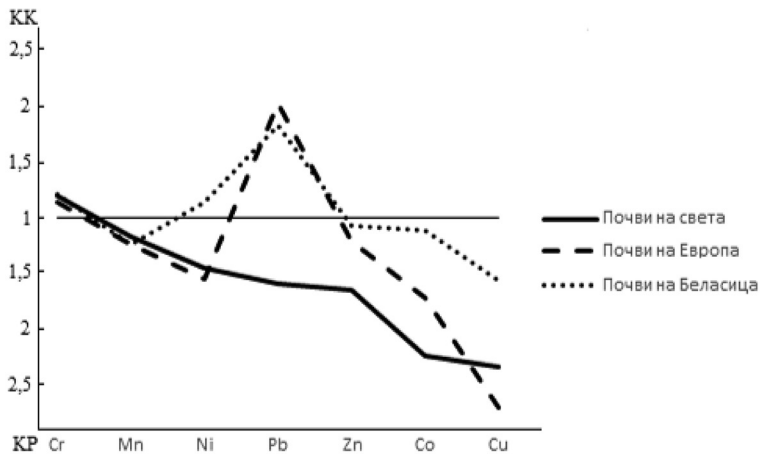
Таблица 4
Table 4

Средно съдържание на тежки метали в скалите на България¹ (mg/kg)
Average content of heavy metals in the rocks of Bulgaria¹ (mg/kg)

| Средно съдържание | Cu | Zn | Pb | Mn | Ni | Co | Cr |
|------------------------------------|----|----|----|-----|----|----|-----|
| Скали в България | 32 | 53 | 26 | 743 | 77 | 16 | 108 |
| Кисели магмени скали в България | 8 | 28 | 30 | 370 | 6 | 3 | 8 |
| Кисели метаморфни скали в България | 20 | 50 | 20 | 287 | 10 | 11 | 34 |

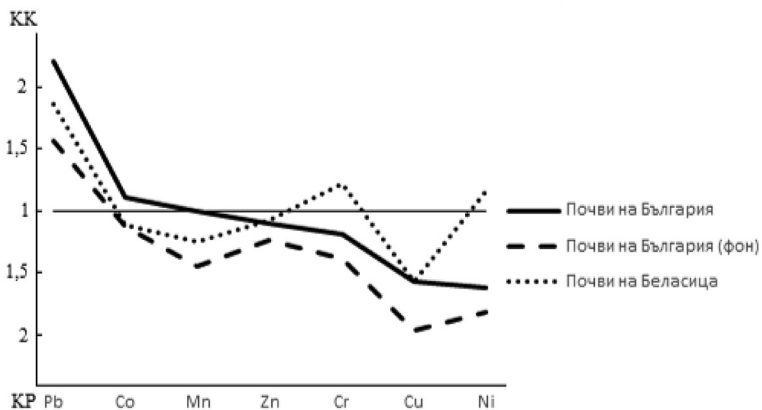
¹ По Куйкин и др., 2001.

ните концентрации в почвите на планината на елементите Pb, Cr и Ni. Повишените концентрации на Cr се дължат преди всичко не неговите сорбирани форми и това се обяснява с относително повишената илеста фракция и почвените хоризонти, както и връзката със съдържанията му в шистите във вид на хроммусковит (Пенин, 1989). Асоциацията от микроелементите Pb, Co, Zn, Cu в почвите на планината са с по-ниски концентрации в сравнение с почвите на страната, но са с по-високи концентрации в сравнение с фоновите стойности. Литогеохимическите особености на микроелементите в планината са изследвани от наши геолози (Зидаров и др., 1966). Те потвърждават



Фиг. 2. Геохимичен спектър на почвите на света, Европа и Беласица

Fig. 2. Geochemical spectrum of soils in the world, Europe and Belasitsa Mountain

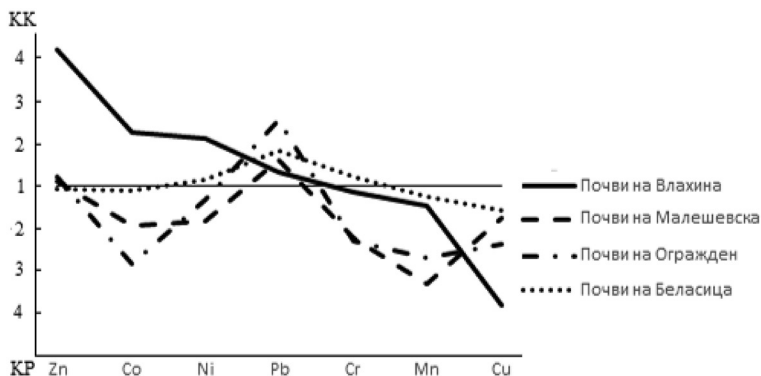


Фиг. 3. Геохимичен спектър на почвите в България, България (фон) и Беласица

Fig. 3. Geochemical spectrum of soils in Bulgaria, Bulgaria (background territories) and Belasitsa Mountain

влиянието на местната литогеохимия върху почвената покривка и преразпределението на тежките метали в нея.

Проведените проучвания на съдържанията на тежки метали в почвите на планините от Осогово-Беласишката планинска редица ни позволяват да направим сравнение по отношение на микроелементите в почвената покривка в част от планините (фиг. 4). Резултатите и анализите са поместени в няколко публикации (Пенин, Желев, 2016;



Фиг. 4. Геохимичен спектър на почвите във Влахина, Малешевска, Огражден и Беласица

Fig. 4. Geochemical spectrum of soils in the mountains Vlahina, Maleshevska, Ograzhden and Belasitsa

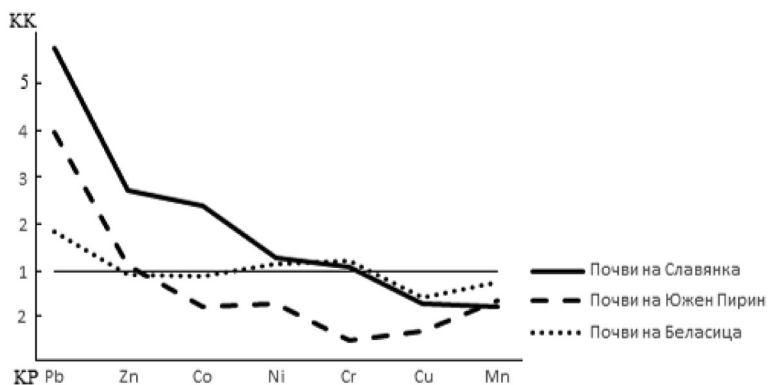
Тодоров и др. 2014.; Тодоров и др. 2015). Подобни сравнения дават, от една страна, обща представа за пространственото разпределение на микроелементите в почвената покривка, а от друга – разликата в съдържанията на тежки метали в ландшафти с близки характеристики.

На геохимичния спектър ясно се очертава повишената концентрация на Pb в почвите на изследваните планини. В скалните формации от района съдържанието на Pb варира 20–30 mg/kg. Близка до тези стойности е концентрацията на микроелемента в почвената покривка на планините. Оловото е относително слабо подвижен елемент в почвите. Той се намира в различни форми в отделните почвени типове и като цяло може да се заключи, че се асоциира преди всичко с глинестите минерали, оксидите на Mn, хидрооксидите на Fe и Al и органичните вещества (Norrish, 1975; Riffaldi, Levi-Minzi, Sodatini, 1976). Като се има предвид, че районът на планинската редица е далече от силно техногеохимично влияние, може да се приеме, че получените данни за съдържанията на тежки метали в почвената покривка имат фонов характер.

Геохимичният спектър (фиг. 5) позволява сравняване на стойностите на коефициентите *KK* и *KP* за микроелементите в Славянка, Южен Пирин и Беласица. Разликите в концентрациите на тежките метали изпъкват преди всичко в асоциацията от елементи Pb, Zn, Co и Ni, които са с по-високи концентрации в почвите на планината Славянка в сравнение с другите две планини. Това се дължи преди всичко на местната литогеохимия, свързана с преобладаващите тук мрамори.

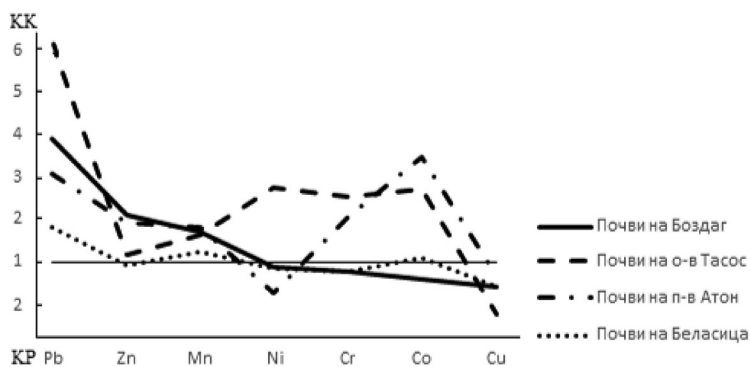
С най-висока степен на *KP* е асоциацията от елементи Cr, Co, Ni и Mn в почвите на Южен Пирин. Част от другите геохимични особености на микроелементите в почвите на Славянка и Южен Пирин са разгледани в някои публикации (Пенин, Китев, 2016; Китев, 2018).

Във връзка с разкриване на регионалната диференциация на тежките метали в почвената покривка, е изготвен геохимичен спектър на микроелементите в почвите на планината Боздаг, полуостров Атон, о. Тасос и планината Беласица. От него ясно личи



Фиг. 5. Геохимичен спектър на почвите от Славянка, Южен Пирин и Беласица

Fig. 5. Geochemical spectrum of soils in mountains Slavyanka, South Pirin and Belasitsa



Фиг. 6. Геохимичен спектър на почвите от Боздаг, о. Тасос, п-в Атон и Беласица

Fig. 6. Geochemical spectrum of soils in the Falakro (Oros) Mountain, Thasos Is., Athos Peninsula and the Belasitsa Mountain

повишената концентрация на оловото и в значителна степен и на цинка в четирите сравняеми обекта. Геохимичните особености и факторите за това диференциране на двата елемента са разгледани в редица публикации (Пенин, Желев. 2011; Пенин, 2013; Пенин и др., 2014).

Стойностите на *КК* и *КР* за почвите в Беласица са околочларкови, докато в другите обекти отклоненията са по-големи, особено за никела, хрома и кобалта за почвите в Атон и о. Тасос. В почвите на планината Боздаг се набелязват две ясно изразени асоциации от концентриращи се (Pb, Zn, Mn) и разсейващи се микроелементи (Ni, Cr, Co, Cu).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Като се има предвид, че районът на изследване е далече от силно техногеохимично влияние, може да се приеме, че получените данни за съдържанията на тежки метали в почвената покривка има фонов характер. Като цяло стойностите на *КК* и *КР* имат околочларкови стойности. С леко повишени стойности на *КК* са оловото, хромът и никелът. В значителна степен почвите унаследяват микроелементите от почвообразуващите скали, като тяхната диференциация в пространствен аспект до голяма степен зависи от характера на почвообразуващите процеси. Техногеохимичното въздействие практически липсва и това определя водещата роля на естествените природни процеси.

Сравненията с геохимията на почвите с други проучени обекти от Осогово-Беласишката планинска редица, Славянка, Южен Пирин, Боздаг, о. Тасос и п-в Атон дават възможност да се определят границите на вариране на микроелементите в почвите им. Получените резултати и анализите могат да бъдат част от организацията на мониторинга на почвената покривка по отношение на тежките метали в тази част от Балканския полуостров.

SUMMARY

The article is dedicated to the geochemical analysis of soils structure in the landscapes of Belasitsa Mountain. The research is a part of long-termed series of research activities conducted in the border mountainous regions in South-West Bulgaria.

The landscape-geochemical status evaluation is implemented on the basis of own field and laboratory research of the territory – landscape mapping, collecting soil samples, geochemical analysis, etc. The researched heavy metals elements are Cu, Zn, Ni, Mn, Co, Cr, Pb.

The heavy metals' content in the selected soil profiles of landscapes has been identified as final result of the research project. In addition, the geochemical background of the mountain in the territory of Bulgaria and Greece has been estimated and difines. As a main part of the study it has been compared with some neighboring mountainous areas:

- In Bulgaria: Vlahina Mt., Maleshevska Mt., Ograzhden Mt., South Pirin Mt., Slavyan-ka Mt. in Bulgaria;
- In Greece: Falakro (Oros) Mt., Mount Athos Peninsula and Thasos Is.

Additionally, the results are compared to the geochemical properties of major rock types in the researched regions.

The research methodology applies coefficients such as clarkе of concentration and Clarke of dispersion. The use of these two general indicators allows comparative analyses of the geochemical structure's values between different geographical areas with specific landscapes. The soil sample were collected in 2016 as a part of a Sofia University funded science project and they were analyzed in the geochemical laboratory of the Faculty of Geology and Geography at Sofia University.

The general outcomes on the landscape geochemical status of soils in the Belasitsa Mountain that were obtained, display the major aspect of the environmental status of the mountain. The territory of the mountain itself is considered with a natural background status in the terms of geochemical (heavy metals) properties. No unnatural geochemical anomalies

have been found. Moreover, the study have contributed to the regional geochemical profiling of the landscapes in South West Bulgaria and North Greece. The research results might be used in future environmental projects and initiatives.

ЛИТЕРАТУРА

- Велев, Ст. 1990. Климатът на България. С., Народна просвета.
- Велчев, А. 1994. Формиране и еволюция на съвременните ландшафти в Югозападна България. Хаби-литационен труд, 388 с.
- Велчев, А. 2001. Средиземноморски ландшафти в Санданско-Петричката котловина. – *Год. СУ, ГГФ*, 2, 91, 113–128.
- Велчев, А., Н. Тодоров, Р. Пенин, М. Контева. 2011. Ландшафтна география на България. С., Булвест 2000, 141–146.
- Виноградов, А. П. 1962. Среднее содержание элементов в главных типах изверженных горных породземной коры. М., Геохимия.
- Загорчев, И., Й. Динкова. 1989. Геоложка карта на НР България 1:100 000, картен лист Струмица, Петрич, Гевгели и Сидирокастрон. Комитет по геология, предприятие за геофизични проучвания и геоложко картиране.
- Загорчев, И. 1984. Доалпийски строеж на Югозападна България. – В: Загорчев, И., Мънков, С., Божков, И. (ред.) Проблеми на геологията на Югозападна България. С., Техника, 9–20.
- Зидаров, Н. и др. 1966. Доклад върху геологията на Беласица и южните отдели на Огражден планина. С., Геофонд.
- Йорданова, М., Ст. Велев, Ив. Дреновски. 2002. Осогово-Беласишка област. Физикогеографска регионализация. – В: География на България. С., ФорКом, с. 404.
- Кабата-Пендиас, А., Х. Пендиас. 1989. Микроелементи в почвах и растениях. М., Мир.
- Китев, А. 2018. Ландшафтно-геохимични изследвания на почвите в Южен Пирин. – *Проблеми на географията*, 1.
- Куйкин, С., И. Атанасов, Ю. Христова, Д. Христов. 2001. Фонови съдържания на тежки метали и арсен в почвообразуващите скали в България. – *Почвознание. Агрохимия и екология*, XXXVI, 1.
- Мирчев, С. 1971. Химичен състав на почвите в България. С., АИ.
- Пенин, Р. 1989. Ландшафтно-геохимическа оценка заповедных территории Юго-Западной Болгарии. М., Канд. дис. Московски университет „М. В. Ломоносов“.
- Пенин, Р. 1993. Ландшафтно-геохимични особености на северния склон на планината Беласица в района на резервата „Скошник“. – *Известия на БГД*, XXXVIII.
- Пенин, Р. 1997. Ръководство по геохимия на ландшафтите. С., УИ „Св. Климент Охридски“.
- Пенин, Р. 2013. Резултати от геохимични анализи на почви, дънни отложения и растения от о-в Тасос, Фондов материал.
- Пенин, Р., Д. Желев. 2011. Ландшафтно-геохимическите особености полуострова Афона (Северная Греция). – *Известия Русского географического общества*, Санкт Петербург, вып. 4.
- Пенин, Р., Д. Желев, Т. Стоилкова. 2016. Екогеохимични проучвания на ландшафтите в планината Огражден (Югозападна България). – *Год. СУ, ГГФ*, 2, *География*.
- Пенин, Р., А. Китев. 2016. Ландшафтни и екогеохимични изследвания в планината Славянка. – *Год. СУ, ГГФ*, 2, *География*.
- Пенин, Р., Т. Стоилкова, Д. Желев, А. Китев, А. Степич, Я. Иванов. 2014. Ландшафтно-геохимични изследвания в планината Боздаг. – В: Сборник с доклади, международна научна конференция, посветена на проф. Иван Батаклиев. Пазарджик.
- Перельман, А. И. 1975. Геохимия ландшафта. М., Высшая школа.
- Тодоров, Н., Р. Пенин, З. Чолакова, М. Контева. 2014. Особенности на съвременните ландшафти в южната част на Влахина планина. – *Год. СУ, ГГФ*, 2, *География*.
- Тодоров, Н., Р. Пенин, З. Чолакова, М. Контева, Т. Стоилкова. 2015. Пространствена структура и геоекOLOGични проблеми на ландшафтите в Малешевска планина. – *Год. СУ, ГГФ*, 2, *География*.

- Salminen, R. (ed.). 2005. Geochemical Atlas of Europe. Part 1: Background Information, Methodology and Maps. Espoo, Geological Survey of Finland, <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/index.php>.
- Norrish, K. 1975. The geochemistry and mineralogy of trace elements. – In: Trace Elements in Soil-Plant-Animal Systems. N.Y., Academic Pres.
- Riffaldip, R., R. Levi-Minzi, G.E. Sodatini. 1976. Pb absorption by soils. – *Water AirSoil Pollut.*, 6, 119.

Постъпила март 2018 г.