

Environmentálno-geochemický výskum v Malých Karpatoch

J. Babčan et al.: Environmental and Geochemical Research in the Malé Karpaty Mts. Život. Prostr., Vol. 30, No. 2, 88–91, 1996.

Distribution of organic matters and mercury as well as some other heavy metals was studied on a 24 x 12 km area in the Malé Karpaty mountains. The following important facts were found: organic matter content decreases from the south to the north, increases from the west to the east and significantly diminishes from the surface to underlying horizons. Concentration of mercury shows a direct proportionate to the content of organic matter. Lead and partly zinc exhibit a similar dependence on the basis of results obtained up to now.

The ability of soil samples to absorb additional portions of heavy metals was investigated. The sorption - exchange capacity differs for individual elements as well as soil samples in accordance with the following dependence: $Hg \ll Cu = Cd \ll Zn$. Differences can be explained by the formation of various complex organic compounds with metals.

V roku 1992 sa začala riešiť grantová úloha "Environmentálna geochémia Chránenej krajinskej oblasti Malé Karpaty". Na rozdiel od predchádzajúcich geochemických štúdií tejto oblasti, zameraných na horninové, ložiskové a pod. systémy, prvoradým objektom tohto výskumu sú najvrchnejšie vrstvy – pôdne horizonty, potočné a iné sedimenty, ako aj povrchové a podzemné vody.

Úloha vychádza zo základných geochemických predpokladov, že najvrchnejšie objekty zemskej kôry – pôda a hydrosféra – spolu s atmosférou a biosférou sú objekty, kde sa uskutočňuje neustály pohyb chemických prvkov, vyvolaný tak prírodnými, ako aj antropogénnymi procesmi. Výsledkom týchto procesov veľmi často môžu byť lokálne nahromadenia niektorých prvkov, mnohých s negatívnymi účinkami na človeka a živé organizmy. Ochrana ľudí a ostatných živých organizmov vrátane rastlín a pod., vyžaduje poznať miesta, kde sa nahromadili predovšetkým tie chemické prvky a ich zlúčeniny, ktoré ohrozujú ľudský organizmus. Prevencia však vyžaduje aj poznanie zákonitostí premiestňovania (migrácie) chemických prvkov.

Výber Chránenej krajinskej oblasti Malé Karpaty pre environmentálno-geochemický výskum vyplynul z jej podrobnej analýzy a porovnania s inými regiónmi Slovenska. CHKO Malé Karpaty má niekoľko špecifík, ktoré z nej vytvárajú osobitý environmentálny región.

Je to jednak poloha, geologická charakteristika, hydrogeológia, jednak rozsiahla antropogénna činnosť (ťažba a spracovanie neraastných surovín, lesné a pôdne hospodárstvo, doprava atď.). Zavážila i okolnosť, že v blízkosti CHKO sú veľké sídelno-priemyselné aglomerácie a s tým súvisiace rekreačné zázemie pre veľký počet obyvateľov.

Na štúdium sa vybrala oblasť s rozlohou približne 25 x 12 km, geograficky vymedzená I. a III. profilom odberu vzoriek. Na vzorkovanie sa vytýčili tri profily:

- I. – medzi obcami Svätý Jur a Stupava,
- II. – medzi Pezinkom a Pernekom,
- III. – medzi Doľanami a Plaveckým Štvrtkom.

V každom profile sa odobrali vzorky z kopaných sond, a to v troch horizontoch: humusovom A₀ (hlbka 3–5 cm), pôdnom A (10–15 cm) a podložnom B (30–50 cm). Okrem toho sa odobrali iné vzorky potočných sedimentov.

Vzorky sa upravili, spracovali a analyzovali podľa geochemicko-pedologických zvyklostí. Obsahy organických látok (OL) sa vyhodnocovali podľa obsahu organického oxidovateľného uhlíka (označovaného ako C_{ox}), patriaceho jednotlivým skupinám OL. Vo všetkých odobraných vzorkách sa stanovil obsah ortuti a v I. profile i obsah ťažkých kovov (As, Co, Cu, Fe, Ni, Pb, Sb, Zn). V stanovení obsahu ťažkých kovov v II. a III.

profile sa bude pokračovať. Niektoré geochemické zavery sa robia i z merania magnetickej susceptability pôdnych horizontov.

Doterajšie výsledky potvrdili oprávnenosť výskumu tejto oblasti a priniesli niektoré neočakávané zistenia.

Organické látky pôdnych pokryvov

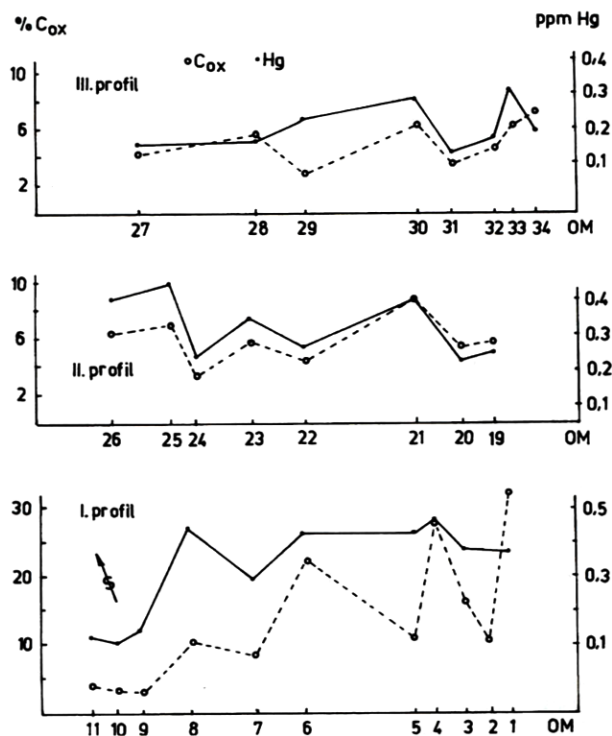
Geochemické štúdie v posledných 10–15 rokov znamenali pozoruhodné účinky organických látok na premiestňovanie (migráciu) a hromadenie (akumuláciu) chemických prvkov. Jednou z prvých úloh grantového projektu bolo preskúmať rozšírenie najdôležitejších pôdnych OL – humínových a fulvokyselín v študovanej oblasti. Zastúpenie OL v lesnej pôde celej skúmanej oblasti charakterizuje niekoľko výrazných zákonitostí (Babčan, Ševc, 1994 b):

- Celkový obsah OL vyjadrený vo forme obsahu C_{ox} koreluje s obsahom C_{ox} pripadajúcim na celkové množstvo humínových a fulvokyselín, ako aj tzv. zvyškových OL predstavujúcich tuky, vosky, lignín, bituminózne látky, kerogén a pod. Zdá sa, akoby sa medzi týmito látkami ustavovala určitá rovnováha, bez ohľadu na absolútny obsah jednotlivých typov OL.

- V celej oblasti sme zaznamenali vo väčšine horizontov dve výrazné tendencie plošného rozšírenia OL: v smere od juhu na sever vidieť výrazný pokles obsahu OL, v smere od západu na východ zreteľný vzostup. Obr. 1 a obr. 2 to dokumentujú na priestorových závislostiach horizontov A_0 a B všetkých troch profilov. V jednotlivých typoch OL sú odchýlky od spomínaných tendencií predovšetkým v obsahu fulvokyselín II. profilu (tab. 1).

Tab. 1. Priemerné obsahy jednotlivých OL podľa zastúpenia C_{ox} [%] v pôdnych vzorkách

Profil	Horizont	ΣC_{ox}	ΣFK	HK	FK/HK	Viaz./voľné FK	Zvyšk. C_{ox}
I.	A_0	13,4	2,6	2,1	1,26	5,02	8,7
	A	5,3	2,5	0,8	2,89	2,15	2,0
	B	1,6	0,7	0,2	3,08	1,45	0,7
	A_0	5,9	3,3	1,0	3,36	8,0	2,0
II.	A	3,3	1,5	0,6	2,47	4,28	1,0
	B	2,2	1,1	0,5	2,29	2,23	0,7
	A_0	5,7	2,2	1,4	1,52	7,07	1,4
III.	A	2,7	1,1	0,5	2,04	5,35	1,0
	B	1,5	0,6	0,3	1,94	2,55	0,5



1. Obsah organických látok, vyjadrený vo forme obsahu C_{ox} a obsah ortuti v pôdnych vzorkách horizontu A_0 I.–III. profilu (OM – číslo odberu)

- Hĺbková distribúcia OL vykazuje výrazný pokles obsahu všetkých typov OL smerom do nižších horizontov. Pomerné zastúpenie jednotlivých OL smerom do hĺbky sa však mení (tab. 1). S výnimkou II. profilu výrazne klesá podiel humínových kyselín smerom do nižších horizontov. To zodpovedá podstatne zníženým migračným schopnostiam humínových kyselín oproti fulvokyselínám.

- Aj pre sedimenty platia v podstate rovnaké priestorové korelačné vzťahy ako pre pôdne vzorky (tab. 2). Výrazný rozdiel je však v nižšom zastúpení voľných fulvokyselín, okrem sedimentov I. profilu, kde je nižší podiel voľných fulvokyselín vyvážený vyšším zastúpením zvyškových OL.

Ortuť a ďalšie ťažké kovy

Výskyt a distribúcia ortuti v celej CHKO Malé Karpaty predstavoval značné prekvapenie. Jednak koncentráciou a priestorovým rozšírením, jednak otázkou jej

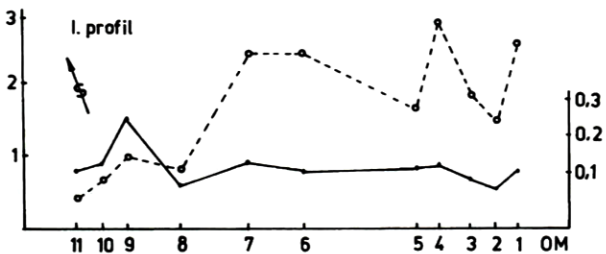
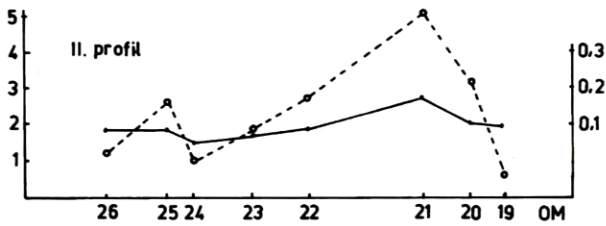
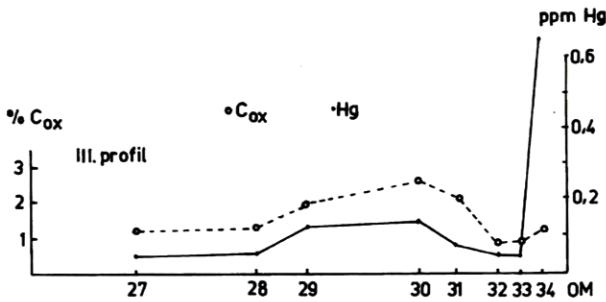
Tab. 2. Priemerné obsahy jednotlivých OL podľa zastúpenia C_{ox} [%] vo vzorkách sedimentov

Profil	ΣC_{ox}	ΣFK	HK	FK/ HK	Viaz./ voľné FK	Zvyšok C_{ox}
I.	14,6	2,0	1,4	1,4	4,5	11,2
II.	3,3	0,8	0,5	1,7	13,2	1,9
III.	2,2	0,5	0,3	1,8	13,0	1,4

pôvodu. Malokarpatská lesná pôda obsahuje totiž miestami 10–13-krát viac ortuti ako ostatné pôdy SR (Forgáč, Streško, 1993).

Z obr. 1 a 2 a z tab. 3 môžeme odvodiť závislosť korelácie obsahov Hg s obsahmi OL a zároveň aj hĺbkovú závislosť. Smerom do podložných horizontov obsah Hg klesá, čo poukazuje na zreteľnú migráciu ortuti z povrchových vrstiev do podložia, a tým aj na jej pôvod zo spad v tejto oblasti.

2. Obsah organických látok vyjadrený vo forme obsahu C_{ox} a obsah ortuti v pôdnych vzorkách horizontu B I.–III. profilu (OM – číslo odberu)



Tab. 3. Priemerné obsahy ortuti v pôdnych vzorkách a vzorkách sedimentov

Profil	Horizont	Obsah Hg [ppm]	
		pôdy	sedimenty
I.	A ₀	0,305	0,149
	A	0,229	
	B	0,117	
	A ₀	0,224	
II.	A	0,149	0,116
	B	0,095	
	A ₀	0,198	
III.	A	0,104	0,039
	B	0,074	

S obsahom OL, zatiaľ len s platnosťou pre I. profil, koreluje aj obsah olova a čiastočne i zinku. Pre prvý profil sa potvrdila korelácia obsahov ťažkých kovov so zvýšením magnetickej susceptability vzoriek. Mohlo by to znamenať, po ďalších overeniach, že táto rýchla a lacná metóda by sa mohla využiť na stanovenie zvýšeného obsahu ťažkých kovov v pôdach.

Environmentálne vlastnosti malokarpatskej lesnej pôdy

Vzájomné vzťahy medzi obsahom OL a ťažkých kovov vrátane ortuti nás priviedli na myšlienku preskúmať, do akej miery je malokarpatská lesná pôda nasýtená niektorými toxickými prvkami. Urobili sme preto sériu pokusov, pri ktorých sme na vzorky A₀ horizontu I. profilu pôsobili roztokmi s obsahom ortuti ($HgCl_2$), medi ($CuSO_4$), kadmia ($CdCl_2$) a zinku ($ZnSO_4$). Zistili sme, že množstvá príslušných kovov, ktoré sa na pôdne vzorky viazali (pracovne ich označujeme ako sorpčno-výmenná kapacita), rôznia sa tak čo do druhu kovu, ako aj vzorky, t. j. jej miesta v území medzi Sv. Jurom a Stupavou.

V prípade ortuti vyšla napríklad závislosť znázornená na obr. 3. Sorpčno-výmenná kapacita vzoriek vzhľadom na ortuť je veľmi nízka, zo všetkých skúmaných kovov najnižšia. Z geochemicko-environmentálneho hľadiska je však najdôležitejšie to, že niektoré vzorky viazali veľmi málo, resp. temer žiadnu ortuť, i keď podľa experimentov Babčana a Ševca (1994a) mala v dôsledku prítomnosti humínových a fulvokyselín nastat' totálna väzba Hg na pôdny materiál. To naznačuje, že

v pôde musia byť látky, pravdepodobne tiež organické, ktoré s ortuťou vytvárajú rozpustné komplexy. Z toho ďalej vyplýva, že tieto látky môžu podmieňovať horizontálny, ako aj vertikálny transport ortuti. Ortuť sa tak môže dostávať do podlažia, ale voda ju môže odnášať na iné miesta. Vodná migrácia Hg sa zatiaľ pre nedostatok finančných prostriedkov neskúmala.

Sorpčno-výmenné kapacity pôdných vzoriek vzhľadom na ďalšie kovy boli podstatne vyššie, zachovávala sa postupnosť Hg « Cu = Cd » Zn. Ich maximá a minimá však nekorešpondovali s maximami a minimami Hg.

- Plošná distribúcia organických látok v CHKO Malé Karpaty poukazuje na problém ich genézy. Na pomerne malom území sú značné rozdiely v obsahoch OL. Geologické podložie pôdy jednotlivých profilov je síce odlišné (granity, metamorfity, karbonáty), avšak lesné porasty sú približne rovnaké, takže na vysvetlenie týchto rozdielov bude treba hľadať iné súvislosti.

- Obsah ortuti v lesnej pôde upozorňuje na tri zvláštnosti:

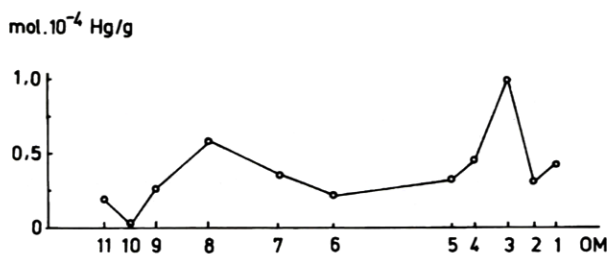
- relatívne vysoké koncentrácie Hg, miestami 10–13-krát prevyšujúce obsah ortuti v iných pôdach Slovenska,
- obsah ortuti výrazne koreluje s obsahom organických látok prakticky v celej oblasti, vrátane hĺbkových závislostí,
- vzhľadom na obsah, priestorové a hĺbkové rozšírenie Hg treba urýchlene vyhľadať zdroj, z ktorého ortuť pochádza a znečisťuje územie Malých Karpát.

- Predbežné výsledky štúdie distribúcie niektorých ťažkých kovov (Pb, Zn) poukazujú na podobné problémy, ako pri ortuti.

- Experimentálne overené environmentálne vlastnosti malokarpatskej lesnej pôdy poukazujú na nevyhnutnosť preskúmania vodnej migrácie ortuti, prípadne i ďalších ťažkých kovov. Hydrogeochemická problematika územia sa dosiaľ neriešila.

Literatúra

- Babčan, J., Ševc, J., 1994a: Mercury (HgII) in Systems with Natural Organic Compounds. *Ekológia* (Bratislava), 13, 2, p. 199–205.
- Babčan, J., Ševc, J., 1994b: Some Environmental Properties of Forest Soils of the Malé Karpaty Mts. *Acta Environmentalica Universitatis comenianae*, 2, p. 53–68.
- Forgáč, J., Streško, V., 1993: Výskyt ortuti v pôdnom profile a potočnom sedimente chránenej krajinskej oblasti Malé Karpaty. *Mineralia slovacica*, 25, 1, p. 125–130.



3. Sorpčno-výmenná kapacita vzoriek A₀ horizontu I. profilu vzhľadom na Hg (OM – číslo odberu)

