

Columbit-tantalit z pegmatitu pri Ráztočne v pohorí Žiar (stredné Slovensko)

Columbite-tantalite from pegmatite near Ráztočno, the Žiar Mountains (Central Slovakia)

PAVEL UHER

Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta, Katedra ložiskovej geológie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, Slovenská republika

UHER P. (2008): Columbit-tantalit z pegmatitu pri Ráztočne v pohorí Žiar (stredné Slovensko). - Bull. mineral.-petrol. Odd. Nár. Muz. (Praha) 16/1, 109-112. ISSN: 1211-0329.

Abstract

Accessory columbite-tantalite forms black tabular crystals (0.2 to 2 mm in size) in fine-grained albite-quartz-muscovite parts of granitic pegmatite dike, associated with Hercynian S-type granite, near Ráztočno village in the Žiar Mountains (Tatric Superunit, Central Western Carpathians, Central Slovakia). Columbite-tantalite shows regular oscillatory zoning, generally with increasing Ta/Nb from central to rim parts of crystals. Electron-microprobe analyses reveal dominance of columbite-(Fe) to tantalite-(Fe) with molar ratios $Mn/(Mn+Fe) = 0.17$ to 0.25 and $Ta/(Ta+Nb) = 0.07$ to 0.50 . Rarely were also detected columbite-(Mn) compositions with $Mn/(Mn+Fe) = 0.66$ to 0.79 and $Ta/(Ta+Nb) = 0.08$ to 0.17 . Contents of Ti are low (up to 0.03 apfu, $0.2 - 0.5$ wt. % TiO_2), concentrations of W, Sn, Zr, Sc, Mg and Zn are negligible. Secondary microlite replaces the columbite-tantalite along fissures and rims. Studied columbite-tantalite represents a typical example of late-magmatic mineral of less fractionated LCT-suite and beryl-columbite subtype of rare-element granitic pegmatites.

Key words: columbite-tantalite, microlite, chemical composition, granitic pegmatite, Žiar Mountains, Slovak Republic

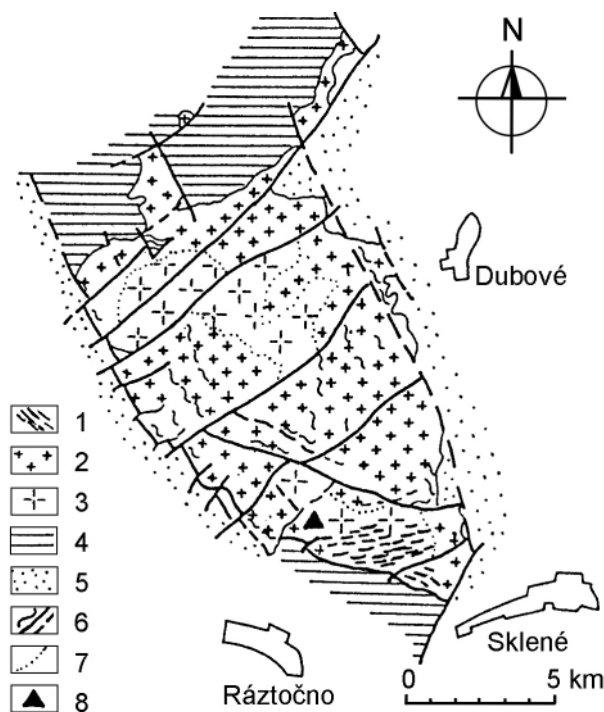
Úvod

V rámci štúdia akcesorických minerálov granitov a pegmatitov v tatriku Západných Karpát bol v lete roku 1992 zistený výskyt vzácno-prvkovej Nb-Ta mineralizácie v granitovom pegmatite na lokalite Nad Uhliskom v blízkosti obce Ráztočno neďaleko Handlovej na strednom Slovensku. Na lokalite bol pomocou elektrónovej mikroanalýzy identifikovaný columbit-(Fe), resp. ferocolumbit, lokálne zatláčaný mikrolitom, doteraz však boli zverejnené len predbežné výsledky (Uher 1992; Uher et al. 1994). Cieľom tejto štúdie je detailnejšia mineralogická charakteristika columbitu-tantalitu, jeho vnútornej zonality a variácií chemického zloženia, získaná na základe doteraz nepublikovaných analýz minerálu.

Lokalizácia a geologická charakteristika

Výskyt Nb-Ta mineralizácie sa viaže na úlomky pegmatitového materiálu v suti na lesnom hrebeni západne od Strednej doliny, približne 600 m na SV od hájovne Uhlisko, resp. $1700\text{ m}/280^\circ$ od kóty Horeňovo (892.2 m. n. m.), cca 2 km severne od obce Ráztočno neďaleko Handlovej (obr. 1). Zemepisné súradnice lokality sú nasledovné: $48^\circ 47' 19''$ severnej zemepisnej šírky, $18^\circ 45' 46''$ východnej zemepisnej dĺžky; nadmorská výška je okolo 620 m n. m.

Pegmatitové teleso je priestorovo viazané na hercýnske leukokrátne muskoviticko-biotitické granity S-typu, v blízkom okolí sa však vyskytujú aj biotitické pararuly. Žily granitových pegmatitov sú hojne zastúpené v kryštallickom masíve pohoria Žiar, najmä v jeho jv. - v. časti (Dávidová 1978). Hojné a relatívne veľké balvany (do pol metra) indikujú prítomnosť väčšej žily (šošovky) granitového pegmatitu, respektíve roj pegmatitových žíl. Kontakt



Obr. 1 Prehľadná geologická mapa kryštalinika Žiaru s lokalitou Ráztočno (Mahel' 1986 - upravené). Vysvetlivky: 1 - pararuly; 2 - granodiority až granity; 3 - apliticko-pegmatitické granity; 4 - mezozoikum nečlenené; 5 - terciér a kvartér nečlenený; 6 - mylonitové zóny, zlomy zistené a predpokladané; 7 - pozvoľné prechody; 8 - lokalita pegmatitu Ráztočno - Nad Uhliskom.



Obr. 2 Vnútrotná oscilačná zonalita columbitu-tantalitu z pegmatitu Ráztočno - Nad Uhliskom. Pravidelná primárne magmatická zonalita s rastom Ta/Nb je na okrajoch a pozdĺž mikrotrhlín porušená (tmavšia okrajová zóna) a lokálne zatláčaná mikrolitom (drobné najsvetlejšie fázy). Rozmer columbitu-tantalitu: 200 x 250 μm . BSE, foto J. Stankovič.

pegmatitových žíl s okolitými granitmi je ostrý, bez stôp kontaminácie a kontaktných premien.

V suťovom materiáli na lokalite Ráztočno - Nad Uhliskom sa vyskytujú úlomky mikroklínovo-kremeňového pegmatitu s grafickou (písmenkovou) textúrou, blokového monominerálneho K-živca (zrejme mikroklínu) a kremeňa, hrubokryštalického živcovo-kremeňovo-muskovitového, ako aj jemnokryštalického, albitom bohatého aplitického pegmatitu. Dá sa predpokladať, že sa jedná o zonálne pegmatitové teleso s prechodom od grafickej zóny do blokovej mikroklínovej, živcovo-kremeňovo-muskovitovej a aplitickej albitovej zóny až po kremenné jadro v strede žily (šošovky). V jednom cca 40 cm veľkom balvane bol nájdený jemnozrnný pegmatit aplitického charakteru s prevládajúcim bielym cukrovitým albitom, prítomným kremeňom, muskovitom a granátom. Práve v tomto materiáli boli makroskopicky pozorované aj ojedinelé, tabuľkovité kryštály minerálu, ktoré boli neskôr identifikované ako columbit-tantalit (Uher 1992; Uher et al. 1994).

Analytické metódy

Vyseparované kryštály columbitu-tantalitu boli študované v leštených nábrusoch pomocou metódy spätne rozptýlených elektrónov (BSE) a vlnovo-disperznej

elektrónovej mikroanalýzy na prístroji Cameca SX-50 v laboratóriu Katedry geologických vied na Manitobskej univerzite vo Winnipegu v Kanade (Department of Geological Sciences, University of Manitoba). Bodové mikroanalýzy boli získané pri urýchľovacom napätí 15 kV, vzorkovom prúde 20 a 40 nA, priemere elektrónového lúča 1 - 2 μm a meracom čase 20 a 50 s. Boli použité nasledovné syntetické a prírodné štandardy: kovový W (W M α), MnNb_2O_6 (Nb L α , Mn K α), tantalit-(Mn) (Ta M α), rutil (Ti K α), SnO_2 (Sn L α), ZrO_2 (Zr L α), NaScSiO_4 (Sc K α), FeNb_2O_6 (Fe K α), MgNb_2O_6 (Mg K α) a gahnit (Zn K α). Namerané údaje boli upravené korekciou PAP (Pouchou, Pichoir 1985).

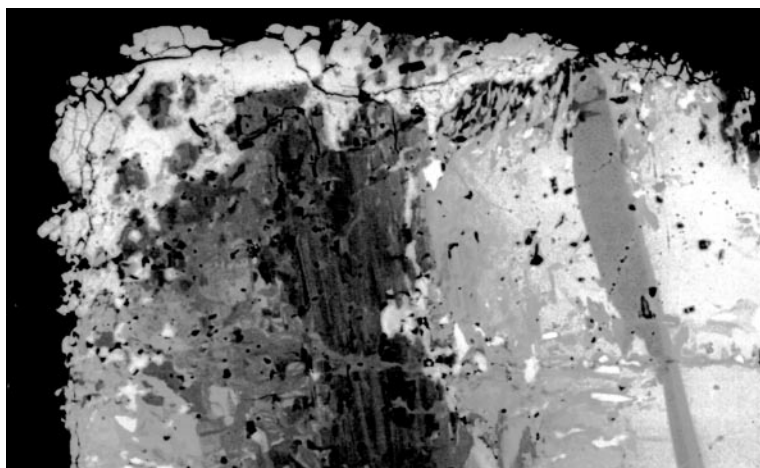
Kryštalochemické vzorce columbitu-tantalitu boli vypočítané na základe stechiometrie ideálneho vzorca, teda 6 atómov kyslíka, 3 katiónov s valenčným prepočtom na dvojmocné a trojmocné železo.

Na pomenovanie minerálnych druhov - členov skupiny columbitu bola použitá najnovšia schéma, schválená IMA-CNMC, ktorá využíva kmeňový názov minerálu a príponu v tvare skratky dominujúceho prvku, teda columbit-(Fe) namiesto ferocolumbit, tantalit-(Fe) namiesto ferotantalit a pod. (Burke 2008).

Výsledky

Columbit-tantalit tvorí prizmatické, tabuľkovité idiomorfne kryštály čiernej farby s kovovým leskom, zarastené v jemnozrnnom albitovo-kremeňovo-muskovitovom aplitickom pegmatite. Veľkosť kryštálov je obvyčajne 0.2 - 0.5 mm, lokálne však dosahuje veľkosť 1 - 2 mm. Okrem columbitu-tantalitu bol v ťažkej frakcii jemnozrnného aplitického pegmatitu identifikovaný akcesorický granát (almandín až spessartín), apatit a metamiktný zirkón, obsahujúci 6 - 11 hm. % HfO_2 , resp. 0.06 - 0.11 apfu Hf (Uher, Černý 1998).

V režime spätne rozptýlených elektrónov (BSE) prejavuje columbit-tantalit zreteľnú koncentrickú až oscilačne zonálnu vnútornú stavbu, spôsobenú najmä kolísaním



Obr. 3 Intenzívne zatláčanie columbitu-tantalitu (sivý) mladším mikrolitom pozdĺž mikrotrhlín a okrajových zón (najsvetlejšia drobná fáza) v pegmatite Ráztočno - Nad Uhliskom. Rozmer viditeľnej časti columbitu-tantalitu: 250 x 170 μm . BSE, foto J. Stankovič.

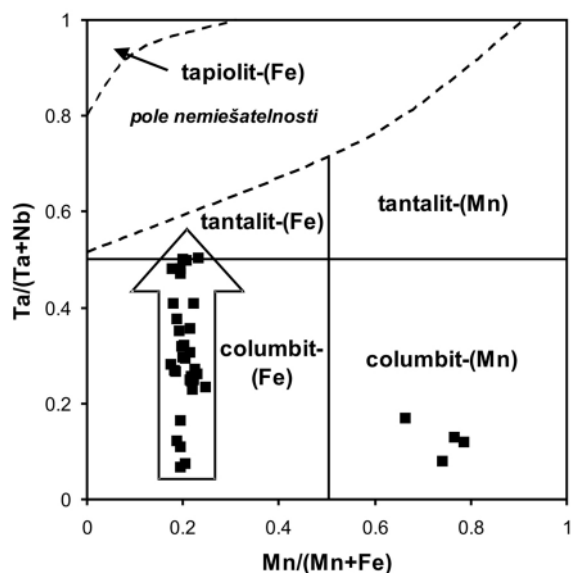
Tabuľka 1 Reprezentatívne analýzy columbitu-tantalitu (elektrónová mikrosonda, v hm. %)

Minerál	Col-Fe	Col-Fe	Col-Fe	Col-Fe	Col-Fe	Col-Fe	Col-Fe	Tan-Fe	Col-Mn	Col-Mn	Col-Mn
Analýza č.	3.1FC	3.2FC	4.1FC	7.2FC	5.2FC	3.4FC	8.6FC	5.3FT	8.2MC	6.1MC	6.2MC
WO ₃	0.00	0.12	0.00	0.05	0.00	0.06	0.00	0.01	0.00	0.03	0.06
Nb ₂ O ₅	69.66	60.41	52.23	49.81	43.13	38.07	33.16	30.94	60.34	69.93	64.33
Ta ₂ O ₅	9.43	19.87	28.78	30.83	38.94	43.67	48.94	52.23	20.37	10.02	16.07
TiO ₂	0.21	0.15	0.23	0.25	0.14	0.24	0.21	0.49	0.06	0.35	0.07
Sc ₂ O ₃	0.00	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Fe ₂ O ₃	0.00	0.07	0.02	0.36	0.28	0.20	0.20	0.00	0.10	0.00	0.74
FeO	15.85	15.75	14.63	14.08	14.27	14.17	13.51	12.93	6.52	5.34	4.11
MnO	4.00	3.77	4.11	4.09	3.43	3.11	3.28	3.84	12.85	14.97	15.37
MgO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
ZnO	0.07	0.00	0.00	0.10	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma	99.23	100.15	99.99	99.60	100.33	99.52	99.30	100.45	100.27	100.64	100.78
Kryštalochemické vzorce normalizované na 6 atómov O											
W	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
Nb	1.850	1.663	1.497	1.446	1.290	1.176	1.054	0.984	1.660	1.832	1.726
Ta	0.151	0.329	0.496	0.538	0.701	0.811	0.935	0.999	0.337	0.158	0.259
Ti	0.009	0.007	0.011	0.012	0.007	0.012	0.011	0.026	0.003	0.015	0.003
Suma B	2.009	2.001	2.003	1.997	1.998	2.000	2.001	2.010	2.000	2.006	1.989
Sc	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Fe ³⁺	0.000	0.003	0.001	0.017	0.014	0.010	0.010	0.000	0.005	0.000	0.033
Fe ²⁺	0.779	0.802	0.775	0.756	0.790	0.810	0.794	0.761	0.332	0.259	0.204
Mn ²⁺	0.199	0.195	0.221	0.223	0.192	0.180	0.195	0.229	0.662	0.735	0.773
Mg	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000
Zn	0.003	0.000	0.000	0.005	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Suma A	0.982	1.000	0.997	1.003	1.002	1.000	1.000	0.990	1.000	0.994	1.011
Suma	2.991	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	2.999	3.000	3.000	3.000
Mn/(Mn+Fe)	0.203	0.195	0.221	0.223	0.193	0.180	0.195	0.231	0.663	0.740	0.765
Ta/(Ta+Nb)	0.075	0.165	0.249	0.271	0.352	0.408	0.470	0.504	0.169	0.079	0.131

koncentrácií Nb a Ta. Napriek lokálnemu oscilačnému kolísaniu koncentrácií Nb a Ta, možno vo väčšine prípadov pozorovať rast koncentrácie Ta/Nb v smere od centrálnych po okrajové časti kryštálov (obr. 2). Lokálne je táto primárna, zrejme magmatická zonalita, porušená mladšími nepravidelnými zónami obohatenými Nb, ktoré sú spojené s neskorším, subsolidovým rozpúšťaním a reprecipitáciou, ako aj zatlačaním mikrolitom (obr. 2, 3).

Na základe bodových mikrosondových analýz patrí študovaný columbit-tantalit ku columbitu-(Fe), dosahujúcemu až hranicu ferotantalitu-(Fe) s trendom postupného rastu Ta/Nb a relatívne stabilného pomeru Mn/Fe. Hodnoty atómového pomeru Ta/(Ta+Nb) kolíšu v relatívne širokom intervale 0.07 - 0.50, naproti tomu pomer Mn/(Mn+Fe) ostáva pomerne stabilný, v intervale 0.17 - 0.25 (tab. 1, obr. 4). Lokálne sa však vyskytli aj zloženia bohaté na Mn, zodpovedajúce columbitu-(Mn) s pomerom Mn/(Mn+Fe) = 0.66 - 0.79 a Ta/(Ta+Nb) = 0.08 - 0.17, ktoré sa vyskytli buď ako zóna v rámci kryštálu columbitu-(Fe), alebo ako samostatný kryštál columbitu-(Mn) (tab. 1, obr. 4). Obsahy Ti sú relatívne nízke, dosahujú 0.2 - 0.5 hm. % TiO₂, (0.03 apfu Ti), koncentrácie ostatných prvkov (W, Sn, Zr, Sc, Mg, Zn) sú veľmi nízke, resp. pod limitom detekcie elektrónovej mikrosondy.

Columbit-tantalit je lokálne zatláčaný pozdĺž mikrotrhlin, alebo okrajových zón mladším mikrolitom (obr. 3). Mikrolit sa vyznačuje pomerom Ta/(Ta+Nb) = 0.71 - 0.91, nízkymi obsahmi Ti (0.0005 - 0.025 apfu Ti, 0.09 - 0.41 hm. % TiO₂), U, Th, REE a ostatných kationtov, nízkymi vakanciami v pozícií A (0.11 - 0.33) a atóm. pomerom Ca/Na = 0.08 - 0.15 (Uher 1992; Uher et al. 1994).



Obr. 4 Zloženie a evolučný trend (šípka) columbitu-tantalitu z pegmatitu Ráztočno - Nad Uhliškou v štvorcovom klasifikačnom diagrame (atómové pomery).

Diskusia a závery

Granitový pegmatit Ráztočno - Nad Uhliskom je doteraz jedinou lokalitou s Nb-Ta mineralizáciou v pohorí Žiar. Z neďalekého pegmatitu pri Sklenom bol však už dávnejšie opísaný nález berylu (Fiala 1931). Ukazuje sa teda, že granitové pegmatity Žiaru obsahujú akcesorickú vzácno-prvkovú Be-Nb-Ta mineralizáciu, analogickú výskytom v bratislavskom masíve Malých Karpát, bojníanskom masíve Považského Inovca a prašivskom masíve Nízkyh Tatier (Uher 1992, 2000a; Uher et al. 1994; Uher, Broska 1995). Všetky uvedené výskyt možno priradiť k LCT suite a berylovo-columbitovému subtypu vzácno-prvkových granitových pegmatitov v zmysle najnovšej klasifikácie Černého a Ercita (2005). Primárne magmatický evolučný trend columbitu-tantalitu z Ráztočna s rastom pomeru Ta/Nb od nízkotantalového columbitu-(Fe) po hranicu s tantalitom-(Fe) a viac-menej stabilným pomerom Mn/Fe je analogický menej frakcionovaným granitovým pegmatitom berylového typu, resp. berylovo-columbitového subtypu s relatívne nízkou aktivitou F (Černý 1989). Podobné chemické zloženie a trend má aj columbit-(Fe) z pegmatitov v južnej časti bratislavského masívu Malých Karpát (Bratislava - Patrónka); na rozdiel od komplexnejších trendov pegmatitu Moravany nad Váhom - Striebornica (Považský Inovec) a Dúbrava v Nízkych Tatrách, kde je výraznejšie zastúpený aj tantalit-(Fe) a tantalit-(Mn), ktoré indikujú vyšší stupeň frakcionácie a zrejme aj zvýšenú aktivitu fluóru (Uher 1992, 2000a,b; Uher et al. 1994; Novák et al. 2000). Príčinu zvýšených obsahov Mn v niektorých zónach, resp. celých kryštáloch columbitu-tantalitu možno najskôr hľadať v lokálnej distribúcii Fe a Mn pri súčasnej kryštalizácii almandínu-spessartínu, ďalšej hlavnej fázy týchto prvkov.

Mladšie postmagmatické, zrejme hydrotermálne fluidá, obohatené Ca, mohli spôsobiť lokálnu alteráciu primárneho columbitu-tantalitu, spojenú s remobilizáciou Nb a Ta a následnou precipitáciou mikrolitu, silne obohateného Ta.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0557-06 a NSERC Research and Major Installation Grants, Canada pod vedením Prof. P. Černého (Univ. of Manitoba, Winnipeg). Ďakujem recenzentom Janovi Cempírkovi a Radkovi Škodovi za podnetné pripomienky k článku.

Literatúra

- Burke E. A. J. (2008): Tidying up mineral names: an IMA-CNMNC scheme for suffixes, hyphens and diacritical marks. - *Mineral. Rec.* **39**, 131-135.
- Černý P. (1989): Characteristics of pegmatite deposits of tantalum. - In: Möller P., Černý P., Saupé F. (eds.): Lanthanides, Tantalum and Niobium, 195-239. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Černý P., Ercit T. S. (2005): The classification of granitic pegmatites revisited. - *Can. Mineral.* **43**, 2006-2026.
- Dávidová Š. (1978): Mineralógia a petrografia pegmatitov kryštalínika tatrád. - *Miner. Slov.* **10**, 127-146.
- Fiala F. (1931): Několik mineralogických nálezů ze Žarského pohoří. - *Sbor. Přírodoved. Odb. Vlastived. Muzea v Bratislave* **1924-1931**, 24-27.
- Maheľ M. (1986): Geologická stavba československých Karpát 1 - Paleoalpínske jednotky. - 1-510, Veda, Bratislava.
- Novák M., Uher P., Černý P., Siman P. (2000): Compositional variations in ferrotapiolite+tantalite pairs from the beryl-columbite pegmatite at Moravany nad Váhom, Slovakia. - *Mineral. Petrol.* **69**, 295-306.
- Pouchou J.-L., Pichoir F. (1985): „PAP“ (phi-rho-z) procedure for improved quantitative microanalysis. - In: Armstrong J.T. (ed): Microbeam Analysis, 104-106. San Francisco Press, San Francisco.
- Uher P. (1992): Vzácno-prvková Be-Nb-Ta mineralizácia v granitových pegmatitoch Západných Karpát. - Kandidátska dizertačná práca. SAV Bratislava.
- Uher P. (2000a): Minerály granitových pegmatitov Slovenska - súčasný stav poznatkov. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **8**, 170-180.
- Uher P. (2000b): Stibiotantalit v pegmatite Sb ložiska Dúbrava - produkt hydrotermálnej alterácie kolumbitu-tantalitu. - *Miner. Slov.* **32**, 109-114.
- Uher P., Broska I. (1995): Pegmatites in two suites of Variscan orogenic rocks (Western Carpathians, Slovakia). - *Mineral. Petrol.* **55**, 27-36.
- Uher P., Černý P. (1998): Accessory zircon in Hercynian granitic pegmatites of the Western Carpathians, Slovakia. - *Geol. Carpath.* **49**, 261-270.
- Uher P., Černý P., Novák M., Siman P. (1994): Niobium-tantalum minerals from granitic pegmatites in the Malé Karpaty, Považský Inovec and Žiar Mountains, Western Carpathians, Slovakia. - *Miner. Slov.* **26**, 157-164.