

Witherit z antimonitového ložiska Dúbrava (Slovenská republika)

Witherite from the Dúbrava antimony deposit (Slovak Republic)

MARTIN ŠTEVKO^{1)*}, JIŘÍ SEJKORA²⁾ A PETER BAČÍK¹⁾

¹⁾ Katedra mineralógie a petrológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava, Slovenská republika; *e-mail stevko@fns.uniba.sk

²⁾ Mineralogicko-petrologické oddelení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice, Česká republika

ŠTEVKO M., SEJKORA J., BAČÍK P. (2013) Witherit z antimonitového ložiska Dúbrava (Slovenská republika). *Bull. mineral.-petrol. Odd. Nár. Muz. (Praha) 21, 2, 223-227. ISSN 1211-0329.*

Abstract

Witherite, ideally BaCO_3 , was identified at the Dúbrava antimony deposit, Nízke Tatry Mts., Slovak Republic. It forms irregular coarse grained white to very pale yellow aggregates up to 2.5 x 1 cm in size with vitreous to greasy lustre, which fills drusy cavities in quartz. It is closely associated together with yellow aggregates and tabular crystals of barite, crystalline Fe-rich dolomite and strontianite. Witherite was also observed as an irregular microscopic inclusions in barite. The refined unit-cell parameters of witherite from Dúbrava antimony deposit are: $a = 5.3001(9) \text{ \AA}$, $b = 8.8751(14) \text{ \AA}$, $c = 6.4150(10) \text{ \AA}$ and $V = 301.76(8) \text{ \AA}^3$. Quantitative chemical analyses of witherite correspond to the empirical formula $(\text{Ba}_{0.96}\text{Sr}_{0.04})_{\Sigma 1.00}\text{CO}_3$. The origin of witherite is hydrothermal; it was formed together with barite and strontianite as an product of late low-thermal fluids.

Key words: witherite, strontianite, powder X-ray diffraction data, unit-cell parameters, chemical composition, Dúbrava antimony deposit, Slovak Republic

Obdrženo: 10. 10. 2013; přijato: 19. 11. 2013

Úvod

Antimónové ložisko Dúbrava sa nachádza na severných svahoch Nízkych Tatier, približne 9 km na JZ od mesta Liptovský Mikuláš. Dúbravský antimonitový žilník svojím rozsahom predstavuje najvýznamnejšiu akumuláciu Sb rúd v Slovenskej republike a až do roku 1991 bol predmetom intenzívnej ťažby. Ložisko Dúbrava je zároveň významnou mineralogickou lokalitou s výskytom bohatých akumulácií primárneho sénarmontitu (Michalenko 1967), strontianitu (Chovan, Michálek 1981), Bi teluridov (Chovan, Michálek 1988; Ozdín et al. 2009), raritných sulfosolí ako je andorit IV, andorit VI, zinkenit, robinsonit, scainiit a dadsonit (Chovan et al. 1998; Sejkora, Kouřimský 2005; Ozdín, Sejkora 2009; Ozdín 2012) a je typovou lokalitou Pb-Sb oxysulfosolí - chovanitu (Topa et al. 2012).

Witherit s ideálnym vzorcom BaCO_3 patrí v Slovenskej republike k zriedkavým minerálom. Bol identifikovaný na Sb-Au žilách v okolí Vyšnej Boce, kde sa vyskytuje v asociácii spolu s baritom, kalcitom a pyritom (Zipser 1817; Novotný, Pauliš 2005). Jeho výskyt sa uvádza aj zo sideritových žíl v Nižnej a Vyšnej Slanej v asociácii spolu s baritom (Zipser 1817).

Tento príspevok je venovaný mineralogickej charakteristike witheritu a asociujúcich minerálov, ktoré boli zistené pri systematickom mineralogickom výskume v štólni Ľudovít na antimonitovom ložisku Dúbrava.

Geologicko-ložisková charakteristika a lokalizácia výskytu

Hydrotermálna žilná sulfidická mineralizácia je na ložisku Dúbrava vyvinutá v kryštaliniku tatickej tektonickej jednotky, ktoré je v predmetnej oblasti predstavované najmä biotitickými a dvojsľudovými granodioritmi prašivského typu. Charakteristická je tiež prítomnosť zaklesnutých blokov rúl a migmatitov (Chovan 1979; Michálek, Chovan 1998). V granodioritoch sa hojne vyskytujú žily aplitov a pegmatitov beryl-kolumbitového subtypu v rámci LCT suitu (Uher, Benko 1997; Dávidová 1998; Uher 2000).

Hydrotermálna mineralizácia s antimonitom vytvára na ložisku mohutný žilník s generálnym smerom SSZ - JJV a úklonom na V. Mocnosť žíl na ložisku je premenlivá od niekoľkých cm do viac ako 1 m. Centrálna časť žilníka je priečnym zlomom (tzv. Ľubeľský prešmyk) rozdelená na dva bloky: centrálny a ľubeľský, ktoré sa vzájomne odlišujú nie len pristorovou pozíciou ale najmä vývojom mineralizácie, litológiou a zastúpením minerálnych asociácií. V centrálnom bloku dominujú žily nad žilníkmi, sú tu výrazne zastúpené migmatity a typický je nižší stupeň tektonického porušenia zrudnených štruktúr. Naopak v ľubeľskom bloku prevláda žilníkový typ zrudnenia, migmatity sú zriedkavé a charakteristický je vysoký stupeň tektonického porušenia zrudnených štruktúr (Chovan 1979; Michálek, Chovan 1998).

Mineralizácia na ložisku vznikala v dvoch samostatných mineralizačných etapách. V staršej etape vznikli



Obr. 1 Hrubokryštalický agregát bieleho witheritu v asociácii spolu so žltým baritom v dutine sivého kremeňa. Šírka záberu je 20 mm, foto M. Števkó.

vysokotermálne kremeňovo-pyritové žily so scheelitom, molybdenitom, bizmutinitom, Bi teluridmi a zlatom (Čilič et al. 1979; Chovan 1979; Chovan, Michálek 1988; Chovan et al. 1995; Ozdín et al. 2009). V mladšej etape vznikali stredne až nízkotermálne kremeňovo-sulfidické žily, ktorých vývoj prebiehal v štyroch štádiách. V prvom (pyritovom) štádiu kryštalizoval kremeň s pyritom, arzenopyrit a tzv. neviditeľné zlato. V druhom (antimonitovom) štádiu vznikali antimonit, pyrit, sfalerit a množstvo Pb-Sb sulfosolí. Tretie (tetraedritové) štádium je reprezentované tetraedritom, chalkostibitom, bournonitom, tintinaitom a Sb-bizmutinitom. Najmladšie (baritové) štádium je tvorené baritom, Fe-dolomitom, sideritom, kalcitom, strontianitom, hematitom a pyritom (Chovan 1979; Chovan, Michálek 1981; Chovan 1990; Chovan et al. 1995, 1998). Supergénna zóna je na ložisku vyvinutá len nevýrazne a sú tu zastúpené minerály zo skupiny roméitu, cervantit, kermezit, valentinit, sadrovec, malachit a azurit (Jakeš 1963; Chovan 1979; Chovan et al. 1981).

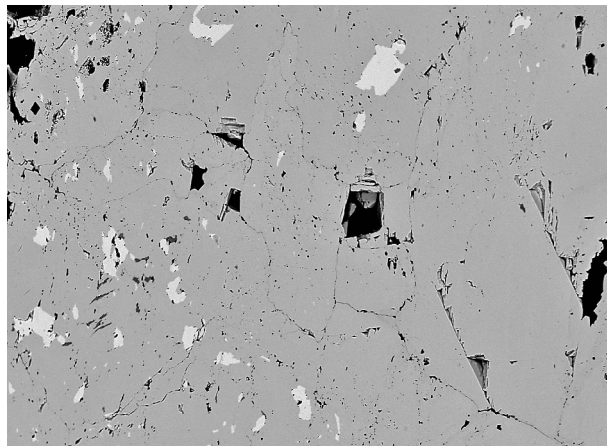
Štúdované vzorky s witheritom boli odobraté v ľubelskej časti ložiska Dúbrava, v slednej chodbe štôlne Ľudovít pri meračskom bode č. 21 (v pravej stene chodby v smere od ústia štôlne). Na tomto mieste je v granodioritoch vyvinutá ~ 80 cm mocná rudná žila, v ktorej nad šoškovkovitým kremeňovo-antimonitovým zrudnením výrazne dominujú minerály mladšieho tetraedritového štádia (kremeň, bournonit, chalkostibit, tetraedrit) a minerály baritového štádia (Fe-dolomit, barit, strontianit, kalcit, pyrit), ktoré tvoria žilky, výplň drúzových dutín a puklín v kremeňovo-bournonitovo-chalkostibitovej žilovine alebo samostatné max. 6 cm hrubé žily. Najmä v podložnej časti tejto žily (takmer pri počve slednej chodby) sú vyvinuté paralelné max. 8 cm hrubé kremeňové alebo baritové žilky so sporadickou sulfidickou mineralizáciou, v ktorých bol zistený makroskopický výskyt witheritu.

Metodika výskumu

Povrchová morfológia vzoriek s witheritom a strontianitom bola sledovaná v dopadajúcom svetle pomocou stereomikroskopu Olympus SZ61 s pripojeným digitál-

nym fotoaparátom Olympus SP-350 (Katedra mineralógie a petrológie, PriF UK, Bratislava). Fotografie witheritu bola vyhotovená na rovnakom stereomikroskope s využitím softvéru QuickPHOTO MICRO 2.2 a Deep Focus 3.1.

Röntgenové práškové difrakčné údaje witheritu boli získané pomocou práškového difraktometra Bruker D8 Advance (Katedra mineralógie a petrológie, PriF UK, Bratislava) s polovodičovým pozíčne citlivým detektorom LynxEye s využitím CuK α žiarenia za nasledovných podmienok: napätie 40 kV, prúd 40 mA, krok 0.01° 2 θ , čas 3 s/krok. Pripravené práškové preparáty boli pre zníženie pozadia záznamu nanosené v acetónovej suspenzii na nosiče zhotovené z monokryštálu Si. Získané difrakčné údaje boli vyhodnotené pomocou softvéru Bruker DIFFRAC^{plus} EVA a boli indexované na základe teoretického práškového záznamu, ktorý bol vypočítaný z publikovaných údajov o kryštálovej štruktúre witheritu (Antao, Hassan 2009). Mriežkové parametre witheritu boli vypočítané a spresnené Rietveldovou metódou pomocou programu Bruker DIFFRAC^{plus} TOPAS s využitím profilovej funkcie Pearson VII.



Obr. 2 Nepravidelné inklúzie witheritu (biely) v barite (sivý). Šírka záberu je 800 μ m, BSE foto J. Sejkora.

Chemické zloženie witheritu bolo kvantitatívne študované pomocou elektronového mikroanalyzátoru Cameca SX100 (Přírodovědecká fakulta, MU Brno, analytik J. Sejkora) za nasledovných podmienok: WDS analýza, urýchľovacie napätie 15 kV, vzorkový prúd 10 nA, priemer elektrónového lúča 10 µm, štandardy: barit (BaLa), SrSO₄ (SrLa, SKα), sanidín (SiKa), spessartín (MnKa), Mg₂SiO₄ (MgKa), fluóropatit (PKα, CaKa), almandín (FeKa), gahnit (ZnKa). Obsahy S, Si, Mn, Mg, P, Ca a Fe boli pod detekčným limitom prístroja (cca 0.03 - 0.05 hm. %). Získané hodnoty boli korigované pomocou softvéru PAP (Pouchou, Pichoir 1985).

Charakteristika witheritu a sprievodných minerálov

Witherit

Makroskopický witherit bol zistený ako výplň drúzovej dutiny v svetlosivom kremeňi s ojedinelými impregnáciami pyritu. Witherit vytvára nepravidelný, 2.5 x 1 cm veľký hrubokryštalický agregát bielej až svetložltej farby, ktorý sa prerastá s agregátmi a tabuľkovitými kryštálmi sýtožltého baritu (obr. 1). Agregát witheritu je nepriehľadný a má sklenený až masťný lesk. V drúzovej dutine sú okrem witheritu a baritu prítomné aj bieložlté romboedrické kryštály Fe-dolomitu a číre až svetloružové agregáty ihlicovitých kryštálov strontianitu. Nepravidelné mikroskopické inkúzie witheritu (obr. 2) boli zistené aj v hrubokryštalickom barite, ktorý vytvára mladšie žilky v hlavnej kremeňovo-sulfidickej žile s bournonitom, tetraedritom a chalkostibitom.

Röntgenové práškové údaje witheritu z Dúbravy (tab. 1) sú v dobrej zhode s údajmi publikovanými pre túto minerálnu fázu ako aj s teoretickým záznamom, ktorý bol vypočítaný zo štruktúrnych dát, ktoré publikovali Antao a Hassan (2009) pre synteticky pripravený witherit. Spresnené mriežkové parametre witheritu z Dúbravy sú v tabuľke 2 porovnané s údajmi publikovanými pre tento minerál. Nižšie hodnoty mriežkových parametrov a objemu základnej bunky sú spôsobené Ba↔Sr substitúciou v študovanom witherite.

Chemické zloženie witheritu z Dúbravy je relatívne jednoduché (tab. 3); dominantné Ba je v malej miere izomorfnie zastupované Sr v rozmedzí 0.03 - 0.05 apfu (obr. 3), iba ojedinele boli zistené aj obsahy Zn neprevyšujúce 0.01 apfu. Empirický vzorec witheritu je možné na bázu Ba+Sr+Zn = 1 apfu vyjadriť jako (Ba_{0.96}Sr_{0.04})_{Σ1.00}CO₃.

Sprievodné minerály

V asociácii spolu s witheritom, bola najmä v hlavnej kremeňovo-sulfidickej žile zistená pestrá asociácia rudných aj nerudných minerálov. Dominantné postavenie má **bournonit**, ktorý v asociácii spolu s **tetraedritom** vytvára bohaté až niekoľko cm veľké kryštalické agregáty v kremeňi a zriedkavejšie aj v barite. V drúzových dutinách kremeňovo-bournonitovej žiloviny boli zriedkavo pozorované aj max. 2 mm veľké, nedokonale vyvinuté tabuľkovité kryštály bournonitu. Pomerne hojne sa v drúzových dutinách hlavnej žily vyskytujú dokonale vyvinuté až 3 mm veľké, tenkotabuľkovité až hrubotabuľkovité kryštály **chalkostibitu**, ktoré sú často zoskupené do kryštalických agregátov. Zriedkavejšie sú hrubokryštalické až 3 cm veľké agregáty chalkostibitu s dobre pozorovateľnou štiepatelnosťou vrastené v kremeňi. Zriedkavejšie sa v dutinách vyskytujú kryštalické agregáty **pyritu**. Z nerud-

vané aj max. 2 mm veľké, nedokonale vyvinuté tabuľkovité kryštály bournonitu. Pomerne hojne sa v drúzových dutinách hlavnej žily vyskytujú dokonale vyvinuté až 3 mm veľké, tenkotabuľkovité až hrubotabuľkovité kryštály **chalkostibitu**, ktoré sú často zoskupené do kryštalických agregátov. Zriedkavejšie sú hrubokryštalické až 3 cm veľké agregáty chalkostibitu s dobre pozorovateľnou štiepatelnosťou vrastené v kremeňi. Zriedkavejšie sa v dutinách vyskytujú kryštalické agregáty **pyritu**. Z nerud-

Tabuľka 1 Röntgenové práškové údaje witheritu z Dúbravy

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs.}	<i>I</i> _{obs.}	<i>d</i> _{calc.}	<i>I</i> _{calc.}
1	1	0	4.549	5	4.564	8.2
0	2	0	4.436	2	4.452	3.85
1	1	1	3.710	100	3.722	100
0	2	1	3.648	52	3.661	50.51
0	0	2	3.206	25	3.217	14.53
0	1	2	3.015	13	3.0256	4.51
1	0	2	2.7431	10	2.7521	2.93
2	0	0	2.6489	32	2.6573	14.67
1	1	2	2.6206	70	2.6294	21.67
0	2	2	2.5985	37	2.6075	10.69
1	3	0	2.5821	38	2.5914	26.88
2	2	0	2.2743	13	2.2818	6.99
0	4	0	2.2178	6	2.2261	2.72
2	2	1	2.1434	99	2.1505	32.31
0	4	1	2.0960	44	2.1037	15.2
2	0	2	2.0421	53	2.0488	14
1	3	2	2.0111	80	2.0181	25.85
0	2	3	1.92561	52	1.9322	9.56
2	2	2	1.85499	16	1.8612	4.02
0	4	2	1.8240	11	1.8306	2.26
0	3	3	1.73234	4	1.7375	2.01
2	4	0	1.7005	11	1.7064	1.88
1	5	0	1.68243	3	1.6886	1.44
3	1	1	1.67205	39	1.6774	8.57
2	4	1	1.64369	31	1.6494	8.34
1	5	1	1.62735	36	1.6333	7.97
0	0	4	1.60315	6	1.6085	1.93
2	2	3	1.55755	27	1.5627	4.26
0	4	3	1.53907	16	1.5445	1.87
3	1	2	1.52385	10	1.5288	2.42
3	3	0	1.51617	20	1.5212	4.13
1	1	4	1.51198	27	1.517	3.23
0	2	4	1.5077	16	1.5128	1.49
2	4	2	1.50229	23	1.5075	2.48
1	5	2	1.48979	14	1.4951	2.4
0	6	0	1.47856	7	1.484	2.13

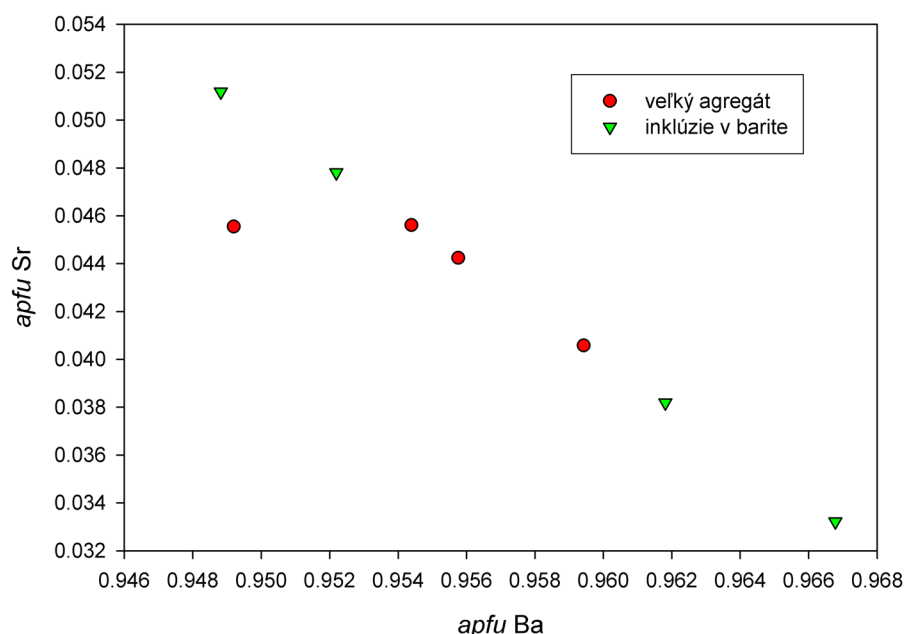
Tabuľka 2 Mriežkové parametre witheritu z Dúbravy (indexované v rombickej priestorovej grupe Pmcn) a ich porovnanie s publikovanými údajmi

	<i>a</i> [Å]	<i>b</i> [Å]	<i>c</i> [Å]	<i>V</i> [Å ³]
táto práca	5.3001(9)	8.8751(14)	6.4150(10)	301.76(8)
de Villiers (1971)	5.3126	8.8958	6.4284	303.8051
Ye et al. (2012)	5.3193	8.9056	6.4353	304.8502
Antao, Hassan (2009)	5.31459	8.90428	6.43409	304.4779

Tabuľka 3 Chemické zloženie witheritu z Dúbravy (hm. %)

	veľký agregát					inklúzie v barite				
	mean	1	2	3	4	mean	1	2	3	4
BaO	74.45	74.71	74.07	74.54	74.47	74.03	75.63	73.61	74.16	72.69
SrO	2.32	2.14	2.32	2.42	2.41	2.22	1.76	2.50	1.99	2.65
ZnO	0.05	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO ₂ *	22.38	22.35	22.24	22.54	22.39	22.19	22.45	22.19	22.13	21.99
total	99.20	99.19	98.63	99.72	99.26	98.44	99.84	98.30	98.28	97.33
Ba	0.955	0.959	0.956	0.949	0.954	0.957	0.967	0.952	0.962	0.949
Sr	0.044	0.041	0.044	0.046	0.046	0.043	0.033	0.048	0.038	0.051
Zn	0.001	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(CO ₃)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

CO₂* - obsah vypočítaný na základe bilancie nábojov; koeficienty empirického vzorca počítané na bázu Ba+Sr+Zn = 1 apfu.



Obr. 3 Graf obsahov Ba vs. Sr v študovanom witherite z Dúbravy.

ných minerálov je okrem kremeňa najčastejšie zastúpený **barit**, ktorý vytvára jemnozrnné až hrubokryštalické agregáty bielej, sivěj a svetložltej farby. V drúzových dutinách sú časté až 1 cm veľké sýtožlté až svetložlté tabuľkovité kryštály baritu. Hojný je tiež **Fe-dolomit** v podobe sivobielých kryštalických agregátov alebo sivých až svetložltých romboedrických kryštálov v drúzových dutinách. V drúzových dutinách bol tiež v hojnom množstve identifikovaný **strontianit**, ktorý vytvára až 2 cm veľké agregáty zložené z jednotlivých čírych, bielych alebo svetloružových ihlicovitých kryštálov. Niektoré drúzové dutiny sú úplne vyplnené hrubokryštalickými až radiálnymi agregátmi bieleho až svetloružového strontianitu, ktoré ojedinele dosahujú rozmery aj viac ako 4 cm.

Záver

V štôlni Ľudovít na antimonitovom ložisku Dúbrava -Lubelská bol zistený výskyt makroskopického witheritu, ktorý z tohto ložiska doteraz nebol opísaný. Výskyt witheritu v asociácii spolu s baritom, strontianitom a Fe-dolomitom jednoznačne potvrdzuje jeho nízкотermálny vznik v záverečnej etape kryštalizácie dúbavských kremeňovo-sulfidických žíl.

Pod'akovanie

Pod'akovanie autorov patrí zberateľom M. Zemanovi z Jičína a J. Plecháčkovi a M. Volejníkovi z Hradca Králové za pomoc pri terénnych prácach na lokalite. Milou povinnosťou autorov je tiež poďakovať za spoluprácu pri laboratornom štúdiu R. Škodovi (Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita Brno). Predložená práca vznikla vďaka finančnej podpore Ministerstva kultúry ČR v rámci inštitucionálneho financovania dlhodobého koncepčného rozvoja výskumnej organizácie Národní muzeum (DKR-VO 2013/01, 00023272).

Literatúra

- Antao S. M., Hassan I. (2009) The orthorhombic structure of CaCO₃, SrCO₃, PbCO₃ and BaCO₃: Linear structural trends. *Can. Mineral.* 47, 1245-1255.
- Čilík I., Hvoždara P., Michálek J. (1979) Scheelit v antimonitovom ložisku Dúbrava v Nížkych Tatrách. *Miner. Slov.* 11, 311-326.
- Dávidová Š. (1998) Granitový pegmatit ložiska Dúbrava v Nížkych Tatrách - mineralogická charakteristika a petrogenéza. *Miner. Slov.* 30, 36-43.

- de Villiers J. P. R. (1971) Crystal structures of aragonite, strontianite and witherite. *Am. Mineral.* 56, 758-767.
- Jakeš P. (1963) Příspěvek k poznání antimonitových žil na SZ svahu Nízkých Tater v oblasti lokality Dúbrava. *Acta Univ. Carol., Geol.*, 3, 159-178.
- Chovan M. (1979) Mineralógia antimonitového ložiska Dúbrava. MS, Kandidátska dizertačná práca, archív KMP PriF UK, Bratislava, 1-156.
- Chovan M. (1990) Mineralogical-paragenetical relationships on the Dúbrava Sb-deposit and their significance for metallogenesis of the Nízke Tatry Mts. *Acta Geol. Geogr. Univ. Comen.* 45, 81-101.
- Chovan M., Horský S., Jeleň S. (1981) Cervantit z antimonitového ložiska Dúbrava a Zlatá Baňa. *Miner. Slov.* 13, 233-234.
- Chovan M., Hurai V., Sachan H. K., Kantor J. (1995): Origin of the fluids associated with granodiorite-hosted, Sb-As-Au-W mineralisation at Dúbrava (Nízke Tatry Mts, Western Carpathians). *Miner. Deposita* 30, 48-54.
- Chovan M., Majzlan J., Ragan M., Siman P., Krištín J. (1998) Pb-Sb and Pb-Sb-Bi sulfosalts and associated sulphides from Dúbrava antimony deposit, Nízke Tatry Mts. *Acta Geol. Univ. Comen.* 53, 37-49.
- Chovan M., Michálek J. (1981) Stroncianit z antimonitového ložiska Dúbrava. *Miner. Slov.* 13, 269-272.
- Chovan M., Michálek J. (1988) Bizmutín a tetradymit na Sb ložisku Dúbrava. *Miner. Slov.* 20, 161-168.
- Michalenko J. (1967) Výskyt senarmontitu endogénneho pôvodu na antimonitovom ložisku Dúbrava v Nízkých Tatrách. *Sbor. Slov. bansk. Múz.* 3, 23-41.
- Michálek J., Chovan M. (1998) Štruktúrno-geologické a mineralogické zhodnotenie Sb ložiska Dúbrava. *Miner. Slov.* 30, 25-35.
- Novotný P., Pauliš P. (2005) Znovunalezení witheritu ve Vyšné Boce aneb staříci nelhali. *Minerál* 13, 373-374.
- Ozdín D. (2012) Pb-Sb sulfosoli a ich svetové lokality na Slovensku. *Minerál* 20, 171-181.
- Ozdín D., Chovan M., Bálintová T. (2009) Chemické zloženie Bi-Te-S minerálov z ložiska Dúbrava v Nízkých Tatrách. *Miner. Slov.* 41, 493-502.
- Ozdín D., Sejkora J. (2009) Andorit IV a andorit VI z Dúbravy v Nízkých Tatrách (Slovenská republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 17, 1, 65-68.
- Pouchou J. L., Pichoir F. (1985) "PAP" ($\rho\rho Z$) procedure for improved quantitative microanalysis. In: *Microbeam Analysis* (J. T. Armstrong, ed.), 104-106. San Francisco Press, San Francisco.
- Sejkora J., Kouřimský J. (2005) Atlas minerálů České a Slovenské republiky. 1-375, *Academia, Praha*.
- Topa D., Sejkora J., Makovický E., Pršek J., Ozdín D., Putz H., Dittrich H., Karup-Møller S. (2012) Chovanite, $Pb_{15-2x}Sb_{14+2x}S_{36}O_x$ ($x \sim 0.2$), a new sulphosalt species from the Low Tatra Mountains, Western Carpathians, Slovakia. *Eur. J. Mineral.* 24, 727-740.
- Uher P. (2000) Stibiotantalit v pegmatite na Sb ložisku Dúbrava-produkt hydrotermálnej alterácie kolumbit-tantalitu. *Miner. Slov.* 32, 109-114.
- Uher P., Benko P. (1997) Beryl-kolumbitový pegmatit na ložisku Dúbrava v Nízkých Tatrách. *Natura Carpatica* 38, 181-184.
- Ye Y., Smyth J. R., Boni P. (2012) Crystal structure and thermal expansion of aragonite-group carbonates by single-crystal X-ray diffraction. *Am. Mineral.* 97, 707-712.
- Zipser CH. A. (1817) Versuch eines topographisch-mineralogischen Handbuches von Ungern. 1-440, *Carl Friedrich Wigand, Oedenburg*.