

Andorit IV a andorit VI z Dúbravy v Nízkych Tatrách (Slovenská republika)

Andorite IV and andorite VI from the Dúbrava deposit in the Nízke Tatry Mts. (Slovak Republic)

DANIEL OZDÍN¹⁾ A JIŘÍ SEJKORA²⁾

¹⁾ Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra mineralógie a petrológie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava 4, Slovenská republika

²⁾ Národní muzeum, Václavské náměstí 68, 115 79 Praha 1

OZDÍN D., SEJKORA V. (2009): Andorit IV a andorit VI z Dúbravy v Nízkych Tatrách (Slovenská republika). - *Bull. mineral.-petrol. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 17/1, 65-68. ISSN: 1211-0329.

Abstract

The first occurrence of Ag-Pb-Sb sulphosalts was described from Sb mineralization in Tatric Unit in the Western Carpathians. Rare microscopic grains of andorites up to 0.05 mm were identified in antimony deposit Dúbrava (Nízke Tatry Mts., Central Slovakia). Andorites forms inclusions in stibnite. According to microprobe analyses andorite IV and andorite VI were distinguished. Crystallochemical formulas of andorites are following: andorite IV: $(\text{Ag}_{13.40}\text{Cu}_{2.89})_{\Sigma 16.29}(\text{Pb}_{15.69}\text{Cd}_{0.42}\text{Fe}_{0.08}\text{Zn}_{0.05}\text{Hg}_{0.02})_{\Sigma 16.26}(\text{Sb}_{45.92}\text{Bi}_{0.09})_{\Sigma 46.01}(\text{S}_{97.31}\text{Cl}_{0.12})_{\Sigma 97.43}(\text{And}_{95.88})$ and andorite VI: $(\text{Ag}_{0.76}\text{Cu}_{0.24})_{\Sigma 1.00}(\text{Pb}_{0.99}\text{Cd}_{0.02})_{\Sigma 1.01}(\text{Sb}_{3.03}\text{Bi}_{0.01})_{\Sigma 3.04}(\text{S}_{5.94}\text{Cl}_{0.01})_{\Sigma 5.95}(\text{And}_{100.17})$. Cu content in andorite VI (1.73 wt. %, 0.24 apfu) is the highest content measured value this element in andorites up to now. Andorite substitution $\text{And}_{96.50}$ is yet highest relevant amount of substitution in andorite IV. Ag-Pb-Sb sulphosalts represented Sb-rich members of lillianite homeotypic series (⁴L) crystallized in final stage after precipitation of stibnite. No further minerals were identified in this mineral assemblage. For andorite IV it is the first occurrence of this mineral in the Slovak Republic.

Key words: andorite, lillianite homeotypic series, microprobe analyses, stibnite deposit, Dúbrava, Nízke Tatry Mts., Slovak Republic

Úvod

Členy bohaté na Sb lillianitovej homeotypovej série sú na Slovensku veľmi zriedkavé a vyskytujú sa len v mikroskopickú forme na hydrotermálnych ložiskách, kde sa vyskytujú v 2 paragenetických asociáciách. Na hydrotermálnych drahokovových polymetalických ložiskách neogénneho veku v andezitoch opisujú Kovalenker et al. (1988) andorit VI v asociácii s ďalšími sulfosolami striebra (diaforit, fizélyit, freieslebenit, owyheeit) zo Zlatej Bane a bez bližšej identifikácie andorit spolu s freieslebenitom z lokality Vyhne Jeleň et al. (1999). Druhým typom sú hydrotermálne antimonitové ložiská a výskyt v granitoidných alebo metamorfovaných horninách predalpínskeho kryštalinika. Z lokality Chyžné-Herichová opisujú Ozdín a Bálintová (2004) andorit VI v asociácii s robinsonitom a jamesonitom v antimonite. Najnovšie relevantné údaje poskytuje Pršek et al. (2009) z Sb-ložísk v Dobšinej a Zlatej Idke. V Dobšinej sa andorit VI nachádza v antimonite alebo jamesonite v asociácii so zinkenitom a v Zlatej Idke v striebromosnom tetraedrite v kremeni. Tento príspevok je venovaný prvému výskytu Ag-Pb-Sb sulfosolí na Sb ložiskách v tatrickej jednotke Západných Karpát a prvému výskytu andoritu IV na Slovensku.

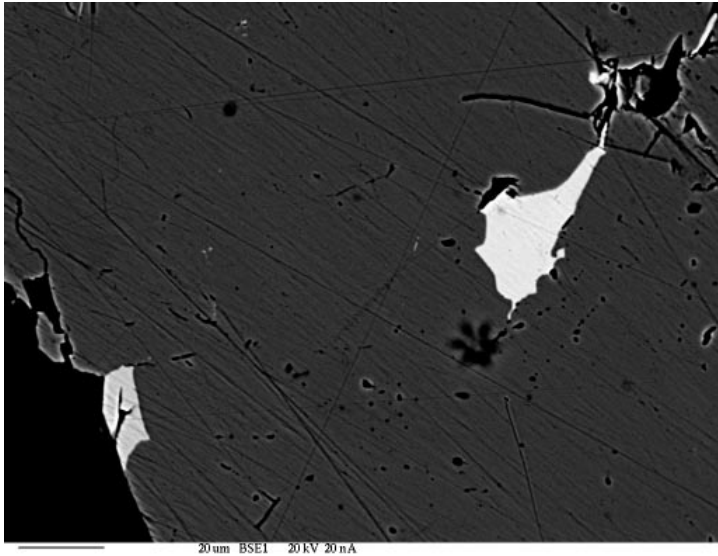
Geologicko-ložisková charakteristika

Hydrotermálne Sb ložisko Dúbrava leží na severných svahoch Nízkych Tatier. Jeho územie je budované najmä variabilnými granitmi až granodioritmi prašivského typu.

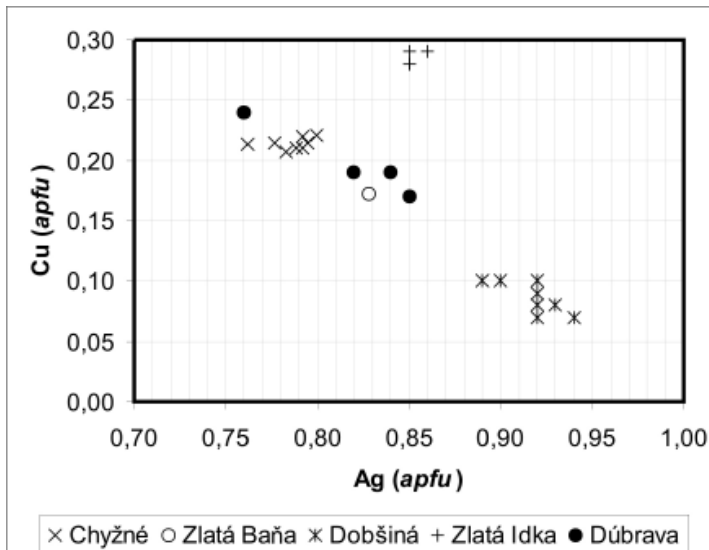
Vek nízkotatranských granitoidov je podľa Cambela et al. (1990) 320 - 360 mil. rokov. Nízkotatranské granitoidy sú charakteristické prítomnosťou zaklesnutých rozsiahlych blokov rúl prevládajúceho smeru V - Z a veľmi premenlivej veľkosti. V bankských dielach na ložisku Dúbrava sú zachytené telesá perlovej ruly s dĺžkou až 1.5 km a hrúbkou 250 m. Vek protolitu týchto hornín je pravdepodobne staropaleozoický až predkambrický (Chovan et al. 2006). Na dúbavskom ložisku sú známe aj prieniky geochemicky veľmi jednoduchých slabo diferencovaných varískych pegmatitov a aplítov (napr. prekop žilníka Augustín v Ľubelskom bloku, Dávidová 1998; Uher 2000). V širšom okolí Dúbravy sa nachádzajú aj mezozoické prevažne karbonátové horniny, do ktorých však hydrotermálne žily z Sb zrudnením nezasahujú.

Hydrotermálne sulfidické žily ležia prevažne na varískych mylonitových zónach (~ 330 mil. rokov, muskovit - ⁴⁰Ar-³⁹Ar, Dallmeyer et al. 1996). Ide väčšinou o pravé žily smeru S - J. Ložisko je pretínané regionálnym (križianskym) zlomom smeru SSZ - JJV, na báze ktorého sú vyvinuté paralelné, diagonálne a priečne strižné systémy. Tieto štruktúry prevažne krehkej deformácie sa vyznačujú opakovanou reaktiváciou v pred, počas aj po mineralizačnom procese (Michálek, Chovan 1998).

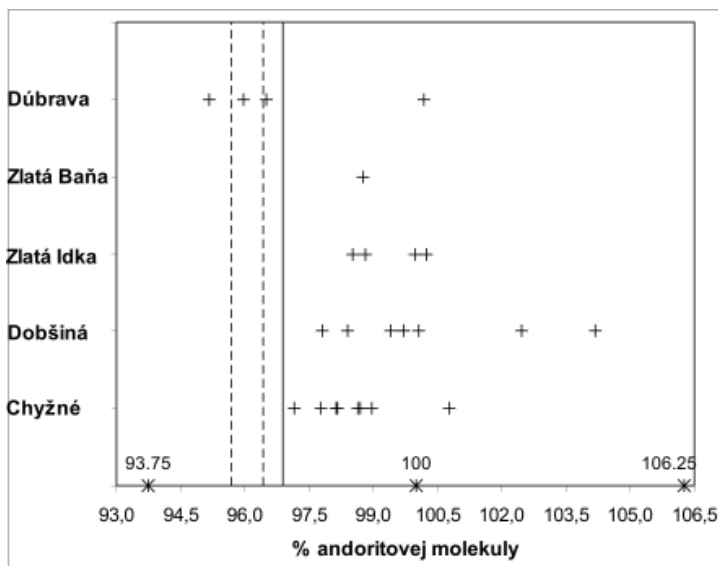
Hydrotermálnymi asociáciami na ložisku Dúbrava sa venovali Orvošová et al. (1998), ktorí poukazujú na veľkú alteráciu hornín v priestore ložiska. Rozlišujú tu 3 zóny alterácie (smerom ku žile): 1. chloritová (320 ± 40 °C - chloritový termometer), 2. muskovitová a 3. illit-karbonátová (so sulfidmi; 180 - 200 °C - na základe kryštalinity illitu). Alterácie sú maximálne dm mocností a sú vyvinuté



Obr. 1 Inklúzie andoritov v antimonite. Foto D. Ozdín a J. Sejkora.



Obr. 2 Graf obsahov Ag a Cu v členoch bohatých na Sb lillianitovej homeotypovej série zo slovenských lokalít.



v blízkosti rudných žíl a aj puklín.

Mineralogickou charakteristikou dúbavského ložiska sa zaoberalo množstvo prác a autorov, z ktorých mnoho je zhrnutých v Topografickej mineralógii Slovenska (Kodéra et al. 1986-90). Z ostatných prác sa hydrotermálnym minerálom venujú práce najmä Adamusa et al. (1993), Ďuržu a Chovana (1981, 1983), Haka (1966), Chovana a Michálka (1988), Chovana et al. (1990, 1998) a Marušku et al. (2000). Minerály pegmatitov na Dúbrave skúmali Dávidová (1998) a Uher (2000) a minerály hydrotermálnych alterácií opisujú Orvošová et al. (1998).

Textúry rúd a mineralógia na dúbavskom ložisku sú zhrnuté v prácach Chovana (1990) a Chovana et al. (1994) a genézou ložiska sa zaoberajú najmä práce Chovana et al. (1995), Sachana a Kantora (1990) a najnovšie genetické údaje (izotopy, fluidné inklúzie atď.) sú v prácach Chovana et al. (2001, 2006) a Lexu ed. (2002).

Metodika

Vzorka s andoritom pochádzala zo štólne Ľudovít na ložisku Dúbrava a bola označená ON-201. Nábrus aj vzorka je umiestnená v Národnom múzeu v Prahe.

Bodové chemické analýzy andoritu boli vyhotovené na prístroji Cameca SX100 (Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava) za nasledujúcich podmienok: vlnovodisperzná analýza; urýchľovacie napätie 20 kV, vzorkový prúd 20 nA, priemer elektrónového lúča 2 a 3 μm . Pri meraní boli použité nasledovné štandardy a ich spektrálne čiary: CuFeS_2 (Cu K α , Fe K α , S K α), PbS (Pb M α), Ag (Ag L α), Cd (Cd L α), ZnS (Zn K α), Bi_2Se_3 (Bi L α), Sb (Sb L β), HgS (Hg L α), InSb (In L α), FeAsS (As K β) a NaCl (Cl K α). Na stanovenie správneho obsahu Cd (Cd(Ag)) v analýzach bola použitá korekcia. Obsahy niektorých prvkov boli na úrovni štandardnej odchýlky (Bi 0.17, Hg 0.12 a Zn 0.22 hm. %). Obrázok v spätné rozptýlených elektrónoch (obr. 1) bol vyhotovený pri urýchlo-

Obr. 3 Porovnanie andoritov zo slovenských lokalít na základe % andoritovej molekuly. Hviezdičky označujú teoretické členy bohaté na Sb lillianitovej homeotypovej série (93.75 - andorit IV, 100 - andorit VI + 106.25 - „nakaséit“ - varieta andoritu VI), plné čiary - teoretická hranica medzi andoritom IV a andoritom VI na základe 50 % pravidla, prerušované hranice označujú pole bez doteraz známych analýz (okrem samostatných ojedinelých bodov) tak ako ich v práci charakterizovali Ozdín a Bálintová (2004).

vacom napätí 20 kV a vzorkovom prúde 20 nA na prístroji Cameca SX100.

Čísla homológu (N) a molárne percentá andoritovej zložky (% And) boli vypočítané na základe vzorcov: $N = -1 + (1 / (Sb_i + (Pb_i/2) - 0,5))$, kde $Pb + Sb + Ag = 1$ resp. $\% \text{ And} = 1 - (2Sb_i - Pb_i - 1) / 6(Pb_i/2 + Sb_i - 5/6)$, kde Sb_i a Pb_i sú vypočítané z $Sb_i + Pb_i + Ag_i = 1$ (Makovicky, Karup-Møller 1977; Mozgova et al. 1983). Inicialne obsahy prvkov napr. Sb_i sa vyrátajú zo vzorca: $Sb_i = Sb / \Sigma \text{kat.}$ ako pomer obsahu prvku (v atóm. %) a sumy atómových % všetkých katiónov. Pri výpočte bola použitá základná substitúcia v andoritovej sérii $2Pb^{2+} \leftrightarrow Ag^+ + Sb^{3+}$.

Výsledky a interpretácia

Vzorky s viditeľným antimonitom a kremeňom boli odobrané v roku 2007 zo št. Ľudovít na ložisku Dúbrava - Ľubel'ská (meračský bod 19, žila Strieborná). Andorit sa vyskytuje v podobe max. 0.50 mm veľkých inklúzií v okrajových častiach antimonitových agregátov alebo v ňom miestami tvorí výplne krátkych puklín a dier (obr. 1). Žiadne ďalšie iné sulfidické minerály okrem antimonitu, andoritu IV a andoritu VI neboli vo vzorke identifikované. Tak andority ako aj antimonit sú v spätne rozptýlených elektrónoch chemicky homogénne. Pri andoritoch nebol meraný obsah Mn, nakoľko pri kvalitatívnej identifikácii prvkov nebol prítomný ani minimálny pík Mn prevyšujúci pozadie EDS spektra. Obsah arzenu bol nulový. Bodové vlnovodisperzné mikroanalýzy andoritov z Dúbravy, ako aj vypočítané číslo člena bohatého na Sb lillianitovej homeotypovej série (N) a % andoritovej molekuly sú v tabuľke 1. Prvé 3 analýzy boli robené z jedného zrna (= andorit IV; na obrázku 1 vrchné, väčšie zrno) a 4. analýza (= andorit VI) bola robená v inom zrne toho istého agregátu antimonitu. Vypočítané číslo homológu andoritu IV (priem. 3 analýz: $N = 4.29$) sa mierne líši od teoretickej hodnoty ($N = 4$) pre túto homeotypovú sériu. Táto odchýlka je pravdepodobne reálna hodnota tohto prírodného člena andoritovej skupiny, nakoľko na presnosť analýz poukazuje napr. vypočítané číslo homológu andoritu VI ($N = 3.96$), ktoré je veľmi blízke teoretickej hodnote. Odchýlka pri andorite IV skôr poukazuje na nestechiometriu prírodných Sb členov homeotypovej série lillianitu alebo môže byť spôsobená rôznou pozíciou Cu v štruktúre andoritu IV. Podobné hodnoty 4.03 - 4.25 uvádzajú Sejkora et al. (2002) pre andorit IV z lokality Poličany v Českej republike. Priemerné % andoritovej molekuly andoritu IV je 95.88. Andority z Dúbravy obsahujú zvýšené koncentrácie Cu, pričom analýza andoritu VI (tab. 1 a 2 - analýza č. 4 a obr. 2) obsahuje dokonca najväčšie koncentrácie Cu doteraz namerané v andoritoch (1.73 hm. %, 0.24 apfu). Obrázok 2 poukazuje na substitúciu Cu a Ag v andoritoch, avšak analýzy andoritov zo Zlatej Idky (Pršek et al. 2009) neodpovedajú trendu zisteného v andoritoch z ostatných lokalít. Tento jav je spôsobený ovplyvnením analýz okolným tetraedritom, na čo už upozorňujú aj autori tohto článku. Preto obsahy medi z týchto analýz nemožno pokladať za relevantné. Substitúcia $Sb \leftrightarrow Bi$ je takmer zanedbateľná, pretože Bi netvorí ani 0.5 % zo sumy trojmocných katiónov (v apfu).

Na obrázku 3 sú zobrazené % andoritovej molekuly slovenských andoritov s vyznačeným polom (podľa Ozdína, Bálintovej 2004) na rozhraní andoritu IV a andoritu VI, kde doteraz kontinuálne nezasahovali analýzy ani jedného andoritu z ani jednej lokality vo svete. 3 analýzy z jedného homogénneho zrna andoritu IV z Dúbravy poukazujú na to, že toto pole, v ktorom sa teoreticky moh-

Tabuľka 1 Elektrónové mikroanalýzy andoritov z Dúbravy s vypočítaným číslom homológu (N) a % andoritovej molekuly

Analýza č.	priemer				
	1	2	3	1-3	4
Ag	10.64	10.70	10.48	10.61	9.45
Cu	1.40	1.26	1.39	1.35	1.73
Pb	23.84	23.73	24.00	23.85	23.50
Cd	0.31	0.35	0.37	0.35	0.21
Fe	0.02	0.05	0.03	0.03	0.02
Hg	0.00	0.00	0.10	0.03	0.10
Zn	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01
Sb	41.11	41.19	40.80	41.03	42.30
Bi	0.00	0.26	0.16	0.14	0.14
S	22.95	22.63	23.11	22.90	21.88
Cl	0.03	0.02	0.04	0.03	0.04
Suma	100.32	100.21	100.51	100.35	99.36
N	4.32	4.24	4.31	4.29	3.96
% and. mol.	95.97	96.50	95.17	95.88	100.17

Tabuľka 2 Kryštálochemické vzorce andoritu IV (anal. č. 1 - 3) a andoritu VI (anal. č. 4) z Dúbravy prepocítané na 176 atómov (andorit IV; analýzy č. 1 - 3) a 11 atómov (andorit VI; analýza č. 4)

	IV	1	2	3	VI	4
Ag	15	13.42	13.60	13.18	1	0.76
Cu		3.00	2.72	2.96		0.24
ΣM^{1+}		16.42	16.32	16.14		0.99
Pb	18	15.65	15.70	15.71	1	0.99
Cd		0.38	0.43	0.45		0.02
Fe		0.05	0.12	0.08		0.00
Hg		0.00	0.00	0.07		0.00
Zn		0.06	0.05	0.03		0.00
ΣM^{2+}		16.14	16.30	16.34		1.01
Sb	47	45.94	46.38	45.46	3	3.03
Bi		0.00	0.17	0.11		0.01
ΣM^{3+}		45.94	46.55	45.57		3.07
S	96	97.38	96.75	97.78	6	5.94
Cl		0.13	0.07	0.16		0.01
$\Sigma(S, Cl)$		97.51	96.82	97.94		5.95
IV - andorit IV (teor.); VI - andorit VI (teor.)						

la nachádzať hranica medzi andoritom IV a andoritom VI neexistuje, nakoľko tieto 3 analýzy spadajú pred, do, aj za toto vyčlenené pole. Všetky 3 analýzy sa zároveň vyskytujú ešte pred teoretickou diskriminačnou hranicou s andoritom VI ($And_{96.875}$), ktorá je v polovici medzi teoretickým andoritom IV ($And_{93.75}$) a andoritom VI (And_{100}). Moëlo et al. (1984, 1989) poukazujú na to, že neexistuje kontinuálny izomorfný rad medzi monoklinickým andoritom IV a rombickým andoritom VI a často sa tieto dva andority epitaxiálne prerastajú. To môže byť príčinou problematického určenia hranice medzi týmito dvomi andoritmi. Výsledkom tejto práce je posunutie hranice substitúcie andoritu IV z pôvodnej $And_{95.68}$ určenej Ozdínom a Bálintovou (2004) na $And_{96.50}$ (táto práca; Dúbrava).

Záver

Na hydrotermálnom Sb ložisku Dúbrava sme spolu s andoritom VI v antimonite identifikovali aj andorit IV. Je to prvý výskyt tohto minerálu na Slovensku. Priemerné kryštalochemické vzorce vzorce sú pre andorit IV: $(\text{Ag}_{13,40}\text{Cu}_{2,89}\text{Sb}_{16,29})_{15,69}(\text{Pb}_{0,42}\text{Cd}_{0,08}\text{Fe}_{0,05}\text{Zn}_{0,02}\text{Hg}_{0,16,26})_{16,26}(\text{Sb}_{45,92}\text{Bi}_{0,09})_{46,01}(\text{S}_{97,31}\text{Cl}_{0,12})_{97,43}(\text{And}_{95,88})$ a pre andorit VI: $(\text{Ag}_{0,76}\text{Cu}_{0,24}\text{Sb}_{1,00})_{1,00}(\text{Pb}_{0,99}\text{Cd}_{0,02}\text{Sb}_{3,03}\text{Bi}_{0,01})_{3,04}(\text{S}_{5,94}\text{Cl}_{0,01})_{5,95}(\text{And}_{100,17})$. Obsah Cu v andorite VI (1.73 hm. %, 0.24 apfu) je doteraz najvyšší nameraný obsah tohto prvku v andoritoch na svete. Percentuálny obsah andoritevej substitúcie And_{96,50} je doteraz pravdepodobne najvyššia relevantná hodnota substitúcie v andorite IV. Andority precipitovali medzi poslednými minerálmi na hydrotermálnej antimonitovej žile zo zvyškových roztokov obohatených o Ag.

Pod'akovanie

Táto práca vznikla aj vďaka podpore grantu Ministerstva školstva Slovenskej republiky VEGA č. 1/4048/07 a Ministerstva kultúry ČR MK00002327201.

Literatúra

- Adamus B., Jiránek J., Olšovský L. (1993): Launayit - 22 PbS.13 Sb₂S₃ - nový minerál na ložisku Sb-rud Dúbrava v Nízkych Tatrách. - *Miner. Slov.* **25**, 73-74.
- Cambel B., Král J., Burchart J. (1990): Izotopová geochronológia kryštalinika Západných Karpát. - 1-183, Veda, Bratislava.
- Dallmeyer R. D., Neubauer F., Handler R., Fritz H., Müller W., Pana D., Putiš M. (1996): Tectonothermal evolution of the internal Alps and Carpathians: Evidence from ⁴⁰Ar/³⁹Ar mineral and whole-rock data. - *Eclogae Geol. Helv.* **89**, 1, 203-227.
- Dávidová Š. (1998): Granitový pegmatit ložiska Dúbrava v Nízkych Tatrách - mineralogická charakteristika a petrogenéza. - *Miner. Slov.* **30**, 36-43.
- Đurža O., Chovan M. (1981): Termoelektrické napätie pyritu z ložiska Dúbrava. - *Miner. Slov.* **13**, 185-190.
- Đurža O., Chovan M. (1983): Fyzikálne a chemické vlastnosti pyritu z Sb ložiska Dúbrava. - *Geol. Průzk.* **4**, 105-107.
- Hak J. (1966): Mineralogie a geochemie nízkotatranských antimonitových ložisek. - *Sbor. Geol. Věd TG7*, 71-114.
- Chovan M. (1990): Mineralogical-paragenetic relations on the Dúbrava Sb deposit and their significance for metallogeny of the Nízke Tatry Mts. - *Acta Geol. Geograph. Univ. Comen.* **45**, 89-101.
- Chovan M., Háber M., Jeleň S., Rojkovič I. (eds.) (1994): Ore textures in the Western Carpathians. - 1-219, SAP, Bratislava.
- Chovan M., Hurai V., Putiš M., Ozdín D., Pršek J., Moravský D., Luptáková J., Michňová J., Král J., Konečný P. (2006): Zdroje flúid a genéza mineralizácií tatrika a severného veporika. - MS, Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.
- Chovan M., Hurai V., Sachan H. K., Kantor J. (1995): Origin of the fluids associated with granodiorite-hosted Sb-As-Au-W mineralization at Dúbrava (Nízke Tatry Mts., Western Carpathians). - *Mineral. Deposita* **30**, 48-54.
- Chovan M., Michálek J. (1988): Bizmutín a tetradymit na Sb ložisku Dúbrava. - *Miner. Slov.* **20**, 2, 161-168.
- Chovan M., Majzlan J., Ragan M., Šiman 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., Moravský D., Ozdín D., Bakoš F., Smirnov A., Bahna B., Luptáková J., Pršek J., Mikuš T. (2001): Ložiskové modely mineralizácií v tatriku Západných Karpát. - MS, PRIF UK Bratislava.
- Chovan M., Ragan M., Spišiak J., Pitoňák P., Hojstričová M., Hurai V. (1990): Mineralógia, geochemia, petrológia žilníkovno-impregnačného a žilného typu mineralizácie na úseku Dúbrava - Ľubefská. - MS, PRIF UK Bratislava.
- Jeleň S., Háber M., Rojkovičová Ľ. (1999): Mineralogická charakteristika zlata drahokovových asociácií v štiavnicko-hodrušskom rudnomrajóne. - *Miner. Slov.* **31**, 253-256.
- Koděra M., Andrusovová-Vlčeková G., Belešová O., Briatková D., Dávidová Š., Fejdiová V., Hurai V., Chovan M., Nelišerová E., Ženiš P. (1986-1990): Topografická mineralógia Slovenska. I-III. - 1-1592, Veda, Bratislava.
- Kovalenker V. A., Jeleň S., Genkin A. D., Ďuďa R., Sandomirskaja S. M., Malov V. S., Kotulák P. (1988): Metallic minerals of productive assemblages of the Zlatá Baňa deposit (Eastern Slovakia); specialities of chemical composition. - *Miner. Slov.* **20**, 6, 481-498.
- Lexa J. (ed.) (2002): Metalogenetické hodnotenie územia Slovenskej republiky. - MS, Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.
- Makovický E., Karup-Møller S. (1977): Chemistry and crystallography of the lillianite homologous series. Part I. General properties and definitions. - *N. Jb. Miner. Abh. (Stuttgart)* **130**, 264-287.
- Maruška M., Chovan M., Ševc J. (2000): Mineralogical and environmental evaluation of the setting ponds at the deposit Dúbrava in Nízke Tatry Mts. - *Slovak Geol. Mag.* **6**, 1, 61-69.
- Michálek J., Chovan M. (1998): Štruktúrno-geologické a mineralogické zhodnotenie Sb ložiska Dúbrava. - *Miner. Slov.* **30**, 1, 25-35.
- Moëlo Y., Makovický E., Karup-Møller S. (1984): New data on the minerals of the andorite series. - *N. Jb. Miner. Mh. (Stuttgart)* **4**, 175-182.
- Moëlo Y., Makovický E., Karup-Møller S. (1989): Sulfures complexes plombo-argentiferes: minéralogie et cristalochimie de la série andorite-fizelyite. - *Documents du BRGM* **167**, 1-107.
- Mozgova N. N., Bortnikov N. S., Organova N. I., Cepin A. I., Kuzmina O. V., Nekrasov I. J. (1983): Novyje dannye o gomologičeskoj serii andorita. - *Miner. Žurnal* **5**, 17-33.
- Orvošová M., Majzlan J., Chovan J. (1998): Hydrothermal alteration of granitoid rocks and gneisses in the Dúbrava Sb-Au deposit, Western Carpathians. - *Geol. Carpath.* **49**, 5, 377-387.
- Ozdín D., Bálintová T. (2004): Nový nález andoritu (PbAgSb₃S₆) na lokalite Chyžné (Slovensko). - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **12**, 147-152.
- Pršek J., Lauko Ľ., Valášková M. (2009): Andorit VI z antimonitovej mineralizácie v Spišsko-gemerskom rudohorí (Zlatá Idka, Dobšiná-Tiefengründel). - *Miner. Slov.* **41**, 2, 183-190.
- Sachan H. K., Kantor J. (1990): Sulphur isotopic study of Dúbrava antimony deposit. - *Geol. Carpath.* **41**, 749-757.
- Sejkora J., Litochleb J., Zemek V. (2002): Příspěvek k chemickému složení rudních minerálů jižní části kutnohorského rudního revíru. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **10**, 283-289.
- Uher P. (2000): Stibiotantalit v pegmatite Sb ložiska Dúbrava - produkt hydrotermálnej alterácie kolumbitu-tantalitu. - *Miner. Slov.* **32**, 109-114.