

BARNATÉ ŽIVCE Z PYRHOTINOVÉHO ZRUDNĚNÍ V BUŠÍNĚ

Barium feldspars of pyrrhotite ore from Bušín

Václav Mandovec, Zdeněk Losos

Ústav geologických věd PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: MandovecV@seznam.cz

(14-41 Šumperk)

Key words: *Lugicum, Zábřeh unit, Bušín, barium feldspars, celsiane, hyalophane, pyrrhotite*

Abstract

Ba-feldspars of pyrrhotite ore from Bušín in Zábřeh unit were studied. These ores with massive to smudge-like textures are hosted by strongly altered amphibolites. Ba-rich feldspars form grains and porphyroblasts in pyrrhotite ore. According to WDX-analyses there are older celsiane (with 85 to 95 mol. % of celsiane endmember) and younger hyalophane (with 29 to 55 mol. % of celsiane endmember). Large core of those feldspars is formed by celsiane and thin rim is composed of hyalophane. It indicates two metamorphic stages which influenced volcano-sedimentary protolith with probable content of barite and Fe-phases. Ba-orthoclase (with 0.11–0.17 Ba apfu) crystallizes on boundary between amphibolite and pyrrhotite ore. Altered amphibolite itself contains oligoclase without Ba. Documentation of occurrence of Ba-feldspars in metamorphosed pyrrhotite ore from Bušín enlarges the number of genetically similar ore deposits and occurrences containing Ba-feldspars in the Moravo-Silesian area such Horní Benešov, Horní Město at Rýmařov, Zlaté Hory, Nectava, and Kouty nad Desnou.

Úvod a geografická pozice lokality

Studované zrudnění s výskytem Ba-živců se nalézá v amfibolitech na z. okraji obce Bušín, cca 300 m na SSZ od středu obce, v trati zvané „na Františku“ (obr. 1). Zde došlo zřejmě začátkem minulého století k ražbě krátké štoly a odkrytí kumulace jemnozrnného pyrrhotinu v amfibolitu (Zemanová 1983, Fojt 2002). V místech někdejší štoly je stále patrný výklenek po zahloubení (obr. 2), ležící ve svahu těsně nad vozovou cestou. Ve svahu pod reliktem portálu a také přímo v cestě lze dodnes najít volné kusy rezavě povleklé rozpadavé rudy složené hlavně z pyrrhotinu a živců.

V článku je podána charakteristika barnatých živců, které tvoří s K-živci převážnou část hlušinových minerálů pyrrhotinové rudy.

Barnaté živce odpovídají strukturně draselnému živci, v němž ionty Ba zastupují částečně až úplně draslík, dle rovnice heterovalentní substituce



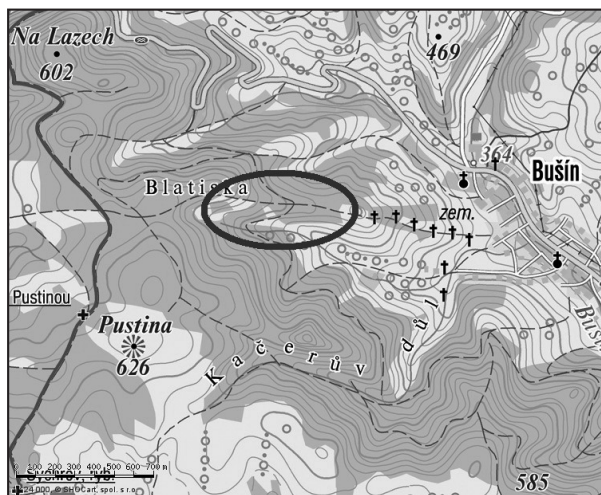
Barnaté živce zahrnují monoklinické minerály celsian ($BaAl_2Si_2O_8$) a hyalofan [$(K,Na,Ba)Si_2(Al,Si)_2O_8$], méně známé fáze představují monoklinický paracelsian, hexacelsian a rombický banalsit (Schröcke – Weiner 1981). V této práci je použita klasifikace podle Deera et al. (2001), která jako celsian označuje živec s obsahem nad 80 % celsianové komponenty (Cn). U nižších hodnot Cn se jedná o hyalofan, při nízkých obsazích Ba do 20 % Cn jde potom o Ba bohatý K-živec.

Vzhledem k pokročilému zvětrání vzorků pyrrhotin-živcové rudy odebraných na lokalitě na jaře 2011 jsme k laboratornímu studiu použili starší vzorky ze sběrů B. Fojta. Leštěné výbrusy byly zkoumány mikroskopicky na skenovacím elektronovém mikroskopu Cameca SX 100 a byly provedeny bodové WDX-analýzy živců (analytik R. Škoda). Katodová luminescence byla sledována na katodoluminiscenčním mikroskopu Simon – Neuser typ HC₂

a následná fotodokumentace byla pořízena fotoaparátem Olympus C5060WZ.

Geologie lokality a charakteristika zrudnění

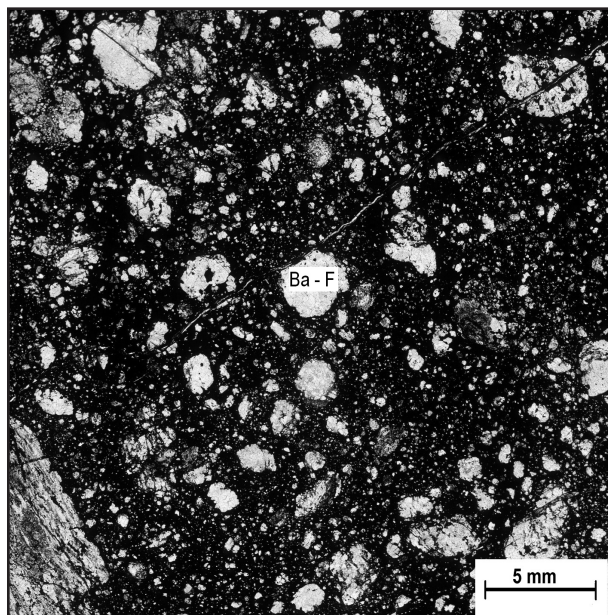
Obec Bušín se nachází v oblasti zábřežského krystalinika, konkrétně na jeho sv. okraji (Mísař 1969). Cháb et al. (2008) charakterizují zábřežské krystalinikum jako litologicky a metamorfně nesourodé. V jeho středním úseku převládají metamorfované turbidity složené z poloh drob a břidlic s vzácnými vložkami slepenců a na J se světlými vložkami křemen-živcových hornin (patrně kyselými metatufy). Na S od nich (v zájmové oblasti Bušína) vystupují amfibolity, staurolitové svory, biotitické ruly a migmatity provázející tělesa tonalitu. Intenzita metamorfózy klesá směrem na J k pásnu rul, amfibolitů, porfyroidů a metaboidů prováženému o několik set metrů jižněji paralelní řadou drobných serpentinitových těles.



Obr. 1: Situační mapa zájmové lokality, upraveno podle mapy.cz. Fig. 1: Situation map of the studied locality, modified from mapy.cz.



Obr. 2: Pozůstatky štoly, současný stav (fotografie z května 2011).
Fig. 2: The remains of the gallery in its present form (photo, May 2011).



Obr. 3: Textura pyrrhotin-živcové rudy (foto výbrusu). Vlevo alterovaný amfibolit, vpravo pyrrhotinová ruda se zrna a porfyroblasty barnatých živců (Ba-F).

Fig. 3: Texture of pyrrhotite-feldspar ore (thin section photo). On the left side altered amphibolite, on the right side pyrrhotite ore with grains and porphyroblasts of Ba-feldspars (Ba-F).

Okolí pyrrhotinového rudního výskytu tvoří strmě uložené amfibolity dvou typů (Kopa 1975) – jemnozrný, tenké šedě laminovaný s rovnými relativně hladkými plochami foliace. Druhý typ je středně zrnitý, bez zřetelných foliačních ploch, s výskytem světlejších amfibolů než u první variety. Oba amfibolity se skládají především z amfibolu a plagioklasu, šedé laminy s dominantním pyroxenem, které uvádí již Kopa (1975), mají charakter vápenato-silikátových hornin.

Kromě zmíněných amfibolitů se v blízkosti lokality pyrrhotinového zrudnění vyskytují také biotitické a dvojslídne ruly místy s polohami kvarcitických rul a kyselých metatufů (Zemanová 1983).

Rudní texturu většiny vzorků pyrrhotinové rudy lze označit jako masivní, převládající pyrrhotin v sobě uzavírá

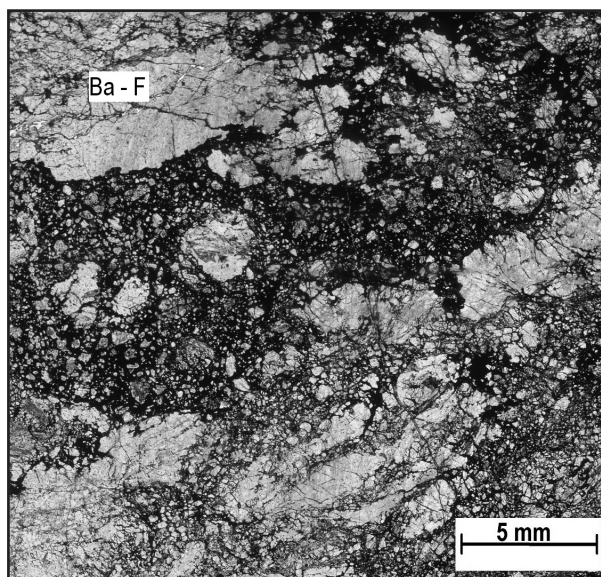
zrna, agregáty a porfyroblasty živců, případně dalších hluškových složek (podřadně křemen). Sulfidická ani živcová složka nejeví známky orientovaného uspořádání či páskování. Masivní partie rudy přecházejí ve smouhovité, nepravidelně prostupující alterovaným amfibolitem. Všechny uvedené příznaky svědčí pro metamorfogenní charakter pyrrhotin-živcové rudy (obr. 3, 4).

Mineralogická charakteristika živco-pyrrhotinové akumulace u obce Bušín byla podána již v pracích Zemanové (1983), Kopy (1975) a Fojta (2002). Minerály lze v souladu se Zemanovou (1983) rozdělit na rudní, nerudní a supergenní. Jako rudní vystupují mimo pyrrhotin akcesorický pyrit, chalkopyrit, sfalerit, magnetit a ilmenit, všechny uvedené práce však ukazují na naprostou převahu pyrrhotinu v rudě. Jako nerudní minerály můžeme označit mikroskopicky indikované barnaté živce, křemen a plagioklas, akcesoricky i apatit, titanit, kalcit a chlorit. Supergenní minerály představují různé typy hydratovaných oxidů a hydroxidů železa, označované obecně jako „limonit“, resp. goethit a dále sádrovec (Zemanová 1983, Kopa 1975).

Výsledky studia barnatých živců

Při mikroskopickém studiu byly v rudnině zjištěny vedle převažujících živců, pyrrhotinu a podružného křemene i akcesorický titanit a chlorit. Živce v rudě vytvářejí jednotlivá zrna nebo agregáty zrn, které jsou obklopeny pyrrhotinem (obr. 3). Často živce vytvářejí i větší xenomorfní porfyroblasty (obr. 3, 4). Živce ani jiné minerály nejsou nijak přednostně uspořádány a tvoří spíše nahodilé zrnité struktury, případně lokální kumulace. Tato skutečnost poukazuje na metamorfogenní a nikoliv žilný původ zrudnění.

V katodoluminiscenčním mikroskopu vykazují barnaté živce v rudnině slabou luminiscenci, která kolísá od šedé přes narůžovělou až po slabou cihlově červenou barvu, což je zřejmě způsobeno rozdílným obsahem Ba



Obr. 4: Textura pyrrhotin-živcové rudy, oblast bohatá barnatými živci (Ba-F) (foto výbrusu).

Fig. 4: Texture of pyrrhotite-feldspar ore, area rich in Ba-feldspars (Ba-F) (thin section photo).

v jednotlivých zrnech, případně obsahem stopového množství jiných aktivátorů.

Chemické složení a následná klasifikace živců mohla být provedena až na základě bodových WDX-analýz z mikrosondy (tab. 1, 2).

Na BSE-fotografiích rudy jsou zřetelná dvě vývojová stadia růstu zrn Ba-živců (obr. 5). Objemově dominantní jádra zrn tvoří celsian s podílem celsianové komponenty 93,7–98,4 mol. %. Okrajové užší zóny mají složení odpovídající hyalofanu, v němž se obsah celsianové komponenty pohybuje v rozmezí od 29,3 do 54,5 mol. %. Obě chemicky odlišné růstové fáze jsou od sebe odděleny ostrou hranicí (obr. 5).

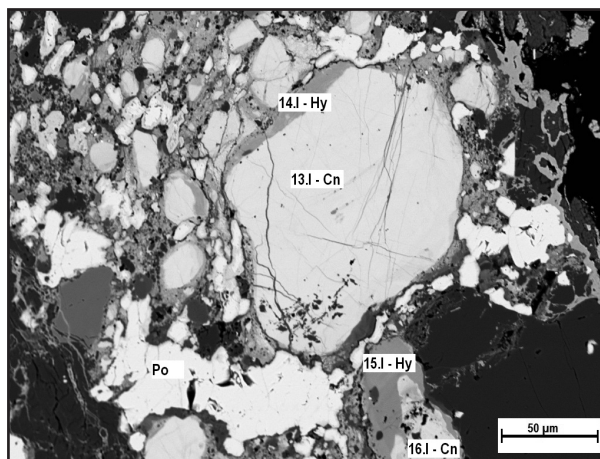
Popsané obrůstání celsianu hyalofanem (obr. 5) indikuje dvě oddělené metamorfní etapy při vývoji pyrrhotin-živcové rudniny. Při starší etapě krystalizoval prakticky čistý celsian (body 13.I, 16.I). Mladší a časově výrazně oddělená metamorfní fáze je reprezentována vznikem relativně užších lemů hyalofanu (14.I, 15.I). Aktivita Ba v metamorfních fluidech byla již mnohem nižší, zato byl k dispozici K.

Prostředí na rozhraní pyrrhotinové rudy a amfibolitu bylo již chudší na Ba (viz analýzy 7.I, 8.I v tab. 2), a proto zde krystaloval Ba-ortoklas. Živce v alterovaném amfibolitu byly určeny mikroskopicky jako plagioklas, dle WDX-analýz se jedná o oligoklas bez obsahu barya (analýzy 5.I, 6.I v tab. 2). Mladší hydrotermální žilky a agregace v amfibolitu tvoří K-živce, albit a epidot.

Diagram chemismu a distribuce živců v rudnině, okolním amfibolitu a na rozhraní rudy a amfibolitu (obr. 6) dokumentuje hypotézu o postupném vzniku minerálních

asociace během minimálně dvoufázové metamorfózy specifického protolitu. Při jednotlivých fázích metamorfního vývoje pyrrhotinového zrudnění se zřejmě snižoval obsah volného Ba, čemuž nasvědčuje krystalizace nejprve celsianu, později hyalofanu. Jako zdroj barya v původním, zřejmě vulkanicko-sedimentárním protolitu předpokládáme baryt doprovázený fázemi Fe.

Potvrzení výskytu a stanovení pravděpodobné geneze barnatých živců v pyrrhotinových rudách z Bušína rozšiřuje počet metamorfogenních ložisek a rudních výskytů s Ba-živci v moravskoslezské oblasti, vedle již známých lokalit v Horním Benešově (Havelka 1992, Fojt et al. 2010),



Obr. 5: Zrna celsianu (Cn) obrůstána hyalofanem (Hy), Po – pyrrhotin (BSE-foto, R. Škoda).

Fig. 5: Grains of celsiane (Cn) overgrown by hyalophane (Hy), Po – pyrrhotite (BSE-photo, R. Škoda).

oxidy	13.I	14.I	15.I	16.I	17.I	18.I	23.I
Na ₂ O	0,19	1,33	1,14	0,56	0,35	0,56	1,5
K ₂ O	0,32	4,74	5,85	1,33	0,78	9,83	7,5
CaO	0,06	0,04	0,62	0,04	0,04	0,07	0,05
SrO	n.d.	0,04	0,09	0,02	0,03	0,04	0,1
BaO	40	25,22	21,64	36,29	38,41	14,47	18,12
FeO	0,06	0,138	0,38	0,18	0,03	0,91	0,13
Al ₂ O ₃	26,48	23,27	21,4	25,63	25,83	21,04	22,48
SiO ₂	32,16	44,81	47,54	36,45	33,34	52,1	51,49
P ₂ O ₅	n.d.	n.d.	n.d.	0,04	0,05	0,02	n.d.
SUMA	99,28	99,57	98,66	100,54	98,85	99,03	101,35
apfu							
Na	0,023	0,14	0,12	0,065	0,042	0,056	0,149
K	0,025	0,333	0,405	0,101	0,062	0,648	0,49
Ca	0,004	0,002	0,036	0,002	0,002	0,004	0,003
Sr	0	0	0	0	0	0	0
Ba	0,984	0,545	0,461	0,848	0,937	0,293	0,363
Fe	0,003	0,006	0,017	0,009	0,002	0,039	0,005
Al	1,963	1,514	1,372	1,804	1,898	1,283	1,358
Si	2,019	2,469	2,581	2,173	2,076	2,692	2,635
P	0	0	0	0,002	0,002	0,001	0
SUMA	5,021	5,009	4,992	5,002	5,021	5,016	5,003

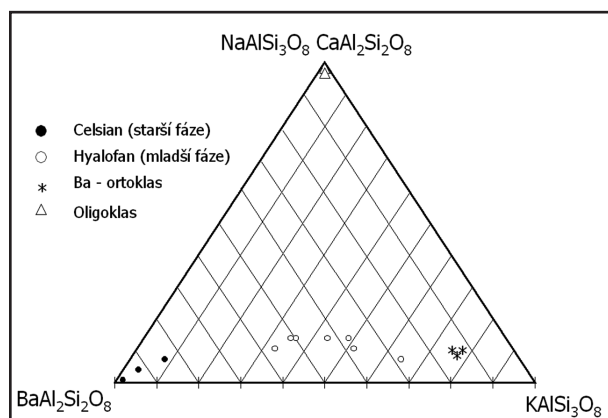
Tab. 1: Bodové WDX- analýzy Ba-živců (13.I, 16.I, 17.I – celsian, 14.I, 15.I., 18.I, 23.I – hyalofan) a přepočty na empirické vzorce na základ 8 O; n.d. = pod mezí detekce.

Tab. 1: Spot WDX- analyses of Ba-feldspars (13.I, 16.I, 17.I – celsiane, 14.I, 15.I, 18.I, 23.I – hyalophane) and empirical formulae recalculated on the basis of 8 O; n.d. = not detected.

oxidy	5.I	6.I	7.I	8.I
Na ₂ O	9,01	8,53	1,51	1,46
K ₂ O	0,14	0,16	12,75	12,21
CaO	5,45	4,96	n.d.	0,08
SrO	0,08	0,1	0,06	0,04
BaO	0,05	0,05	5,72	6,75
FeO	0,07	0,04	n.d.	0,12
Al ₂ O ₃	23,89	23,81	19,35	19,35
SiO ₂	62,18	62,01	60,69	59,73
P ₂ O ₅	n.d.	n.d.	0,02	n.d.
SUMA	100,87	99,65	100,13	99,75
apfu				
Na	0,77	0,735	0,14	0,136
K	0,008	0,009	0,777	0,752
Ca	0,257	0,236	0	0,004
Sr	0,002	0,003	0,002	0,001
Ba	0,001	0,001	0,107	0,128
Fe	0,003	0,002	0	0,005
Al	1,243	1,249	1,091	1,102
Si	2,741	2,757	2,897	2,882
P	0	0	0,001	0
SUMA	5,025	4,992	5,014	5,01

Tab. 2: Bodové WDX-analýzy živců (5.I, 6.I – oligoklas, 7.I, 8.I – Ba-bohatý ortoklas) a přepočty na empirické vzorce na základ 8 O; n.d. = pod mezí detekce.

Tab. 2: Spot WDX-analyses of feldspars (5.I, 6.I – oligoclase, 7.I, 8.I – Ba-rich orthoclase) and empirical formulae recalculated on the basis of 8 O; n.d. = not detected.



Obr. 6: Diagram chemismu a distribuce živců v rudnině a okolním amfibolitu (celsian + hyalofan z rudy, Ba-ortoklas a oligoklas z rozhraní rudy a amfibolitu).

Fig. 6: Diagram showing the distribution of feldspars in the ore and surrounding amphibolite (celsian + hyalophane from ore, Ba-orthoclase and oligoclase from boundary between ore and amphibolite).

Horním Městě u Rýmařova (Chlupáč et al. 2011, Fojt et al. 2007), Zlatých Horách (např. Kalenda 1998, Fojt et al. 2010, Zimák – Novotný 2002), Nectavě (Dolníček – Slobodník 2002), Dolních Loučkách (Dolníček et al. 2003) a Koutech nad Desnou (Fojt et al. 1997).

Poděkování

Autoři děkují B. Fojtovi za poskytnutí rudních vzorků ke studiu. R. Škodovi jsme zavázáni za provedení mikrosondových analýz a BSE-fotodokumentaci, K. Švecové za asistenci při katodoluminiscenčním studiu. Dík patří také Z. Dolníčkovi za kritické pročtení rukopisu. Práce byla podpořena výzkumným záměrem MSM0021622412.

Literatura

- Deer, W. A. – Howie, R. A. – Zussman, J. (2001): Framework silicates: Feldspars. – The geological society, London.
- Dolníček, Z. – Slobodník, M. (2002): Mineralogie a geneze rudního výskytu od Nectavy. – Sborník „Mineralogie Českého masivu a Západních Karpat“, 9–13. Olomouc.
- Dolníček, Z. – Slobodník, M. – Malý, K. (2003): Metamorfovaná barytová mineralizace z lomu v Dolních Loučkách u Tišnova. – Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 2002, 10, 66–68. Brno.
- Fojt, B. (2002): Mineralogické lokality na severní Moravě a ve Slezsku opomíjené sběrateli (VII) – Bušín. – Minerál, X, 2, 113–114, Brno.
- Fojt, B. – Hladíková, J. – Kopa, D. – Krausová, D. – Sulovský, P. – Vávra, V. – Zeman, J. – Zimák, J. (1997): Minerální a horninové asociace z lomu Zámčisko, Hrubý Jeseník. – Časopis Slezského muzea, (A), 46, 235–264.
- Fojt, B. – Hladíková, J. – Kalenda, F. (2001): Zlaté Hory ve Slezsku – největší rudní revír v Jeseníkách. Část 2: C. Geologie, D. Mineralogie, E. Geochemie stabilních izotopů. – Acta Musei Moraviae, Scientiae Geologicae, LXXXVI: 3–58.
- Fojt, B. – Dolníček, Z. – Hoffman, V. – Škoda, R. – Trdlička, Z. – Zeman, J. (2007): Paragenetická charakteristika ložisek Zn-Pb rud v širším okolí Horního Města u Rýmařova (Nízký Jeseník). – Acta Musei Moraviae, Scientiae Geologicae, 92, 3–57. Brno.
- Fojt, B. – Dolníček, Z. – Hladíková, J. – Škoda, R. – Zeman, J. (2010): Paragenetická charakteristika ložisek Zn-Pb a Fe rud u Horního Benešova v Nízkém Jeseníku. – Část I.: Ložisko Zn-Pb rud. – Časopis Slezského muzea, (A), 59, 1, 1–58. Opava.
- Havelka, J. (1992): General genetic model and roots of flow metal contents of the Jeseniky Mts. deposits of the stratiform sulphide formation. – Sborník vědeckých prací VŠB v Ostravě, řada hornicko-geologická, 1 059, 38, 1, 89–101. Ostrava.
- Cháb, J. – Breiter, K. – Fatka, O. – Hladil, J. – Kalvoda, J. – Šimůnek, Z. – Štorch, P. – Vašíček, Z. – Zajíc, J. – Zapletal, J. (2008): Stručná geologie základu Českého masivu a jeho karbonského a permského pokryvu. – Česká geologická služba, Praha.
- Chlupáč, I. – Brzobohatý, R. – Kovanda, J. – Stráňák, Z. (2011): Geologická minulost České republiky. – Academia, Praha.
- Kalenda, F. (1998): Stručný přehled geologických poměrů zlatohorského rudního revíru. – Minerál, VI, 3, 171–176, Brno.
- Kopa, D. (1975): Barnatý živec z ložiska pyrotinu v Bušíně. – Časopis Slezského muzea, (A), XXIV, 113–116, Opava.
- Mísař, Z. (1969): Regionální geologie ČSSR, geologie Českého masivu III. Oblast západosudetská. – Universita Karlova v Praze.
- Schröcke, H. – Weiner, K. L. (1981): Mineralogie. – Walter de Gruyter, Berlin, New York.
- Zemanová, H. (1983): Paragenese výskytu pyrotinu v Bušíně. – MS, diplomová práce, PřF UJEP Brno.
- Zimák, J. – Novotný, P. (2002): Silikáty barya v metamorfitech a sulfidických rudách zlatohorského rudního revíru. – Sb. „Mineralogie Českého masivu a Západních Karpat 2002“, 92–96. UP Olomouc.