

<https://doi.org/10.46861/bmp.28.290>

PŮVODNÍ PRÁCE/ORIGINAL PAPER

Pseudomalachit z lokality Zadné Breziny pri Gemerskej Polome (Slovenská republika)

Pseudomalachite from the Zadné Breziny occurrence near Gemerská Poloma (Slovak Republic)

MARTIN ŠTEVKO^{1,2)*}, JIŘÍ SEJKORA²⁾ A ZDENĚK DOLNÍČEK²⁾

¹⁾Ústav vied o Zemi, Slovenská akadémia vied, Dúbravská cesta 9, 840 05 Bratislava, Slovenská republika;
*e-mail: msminerals@gmail.com

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

ŠTEVKO M, SEJKORA J, DOLNÍČEK Z (2020) Pseudomalachit z lokality Zadné Breziny pri Gemerskej Polome (Slovenská republika). Bull Mineral Petrolog 28(2): 290-294 ISSN: 2570-7337

Abstract

A new occurrence of pseudomalachite was recently discovered at the Zadné Breziny copper occurrence near Gemerská Poloma, Rožňava Co., Košice Region, Slovakia. It forms dark green rich coatings and crusts, which consist of individual hemispherical aggregates up to 7 mm in size. Pseudomalachites up to 6 mm in size were also rarely observed. Pseudomalachite occurs in fractures and cavities of the quartz gangue or in fractures of the wall rock. It is associated with malachite, cuprite and native copper. The refined unit-cell parameters (for the monoclinic space group $P2_1/c$) are a 4.4805(5) Å, b 5.7504(6) Å, c 17.045(2) Å, β 91.12(1)° and V 439.06(6) Å³. Except of dominant contents of Cu and P only minor amounts of Al (up to 0.04 apfu), Fe (up to 0.02 apfu), As (up to 0.07 apfu) and S (up to 0.01 apfu) were detected in studied samples of pseudomalachite from the Zadné Breziny occurrence.

Key words: pseudomalachite, X-ray powder data, chemical composition, supergene minerals, Zadné Breziny, Gemerská Poloma, Slovak Republic

Obdrženo 8. 9. 2020; přijato 7. 11. 2020

Úvod

Pseudomalachit, $\text{Cu}_5(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4$ patrí k relatívne častým supergenným minerálom predovšetkým v oxidačných zónach ložísk medi. Jeho najvýznamnejšou lokalitou na území Slovenskej republiky je Cu ložisko Podlipa pri Ľubietovej, kde patrí k najčastejším supergenným fázam a vytvára kôry a bohaté polguľovité agregáty, často v asociácii spolu s malachitom a libethenitom (Zipser 1817; Zepharovich 1859; Figuschová 1977; Števkó et al. 2017). Hyršl (1991) na tejto lokalite potvrdil aj prítomnosť ďalších dvoch polymorfných modifikácií $\text{Cu}_5(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4$: reichenbachitu a ludjibaitu. Zipser (1817) tiež uvádza výskyt pseudomalachitu (Phosphor-Kupfer) z bane Šramky pri Betliari (dnes v katastri obce Gemerská Poloma). Novšie bol pseudomalachit zistený aj na lokalite Breziny pri Henclovej (Števkó et al. 2008) a na ložisku Piesky pri Španej Doline, kde bol zistený takmer kompletný tuhý roztok medzi pseudomalachitom a cornwallitom (Števkó, Sejkora 2012, 2014).

Tento krátky príspevok prináša informácie o novom výskyte pseudomalachitu z oxidačnej zóny hydrotermálnej mineralizácie na lokalite Zadné Breziny pri Gemerskej Polome a jeho detailnú mineralogickú charakteristiku.

Geologicko-ložisková charakteristika lokality

Výskyt hydrotermálnej žilnej mineralizácie Zadné Breziny (označovaný tiež ako Zadná Brezina alebo žila Dlhá dolina) sa nachádza približne 7.5 km na SSV od obce Gemerská Poloma, asi 1.3 km na V od osady Podsúľová, na severnom svahu Dlhej doliny. GPS koordináty najvyšš-



Obr. 1 Najvyššia halda na lokalite Gemerská Poloma-Zadné Breziny, foto M. Števkó, júl 2020.

šej haldy sú: 48.776568° N a 20.497856° E, 820 m n. m.

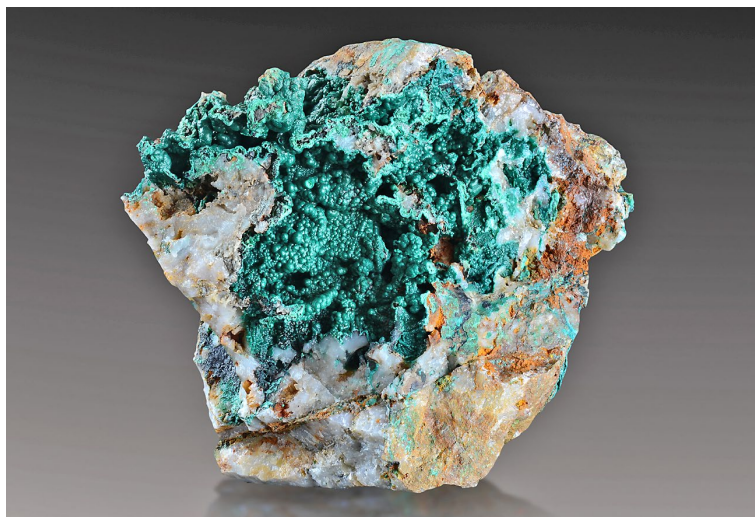
Hydrotermálna kremeňovo-karbonátová žila so sulfidmi je vyvinutá v sericitických fylitoch a lyditoch vlahovského súvrstvia (sensu Bajaník et al. 1984) respektíve smolníckeho súvrstvia (sensu Grecula et al. 2009) gelnickej skupiny gemerika. Smer žily je podľa starých banských prác SV - JZ, mocnosť maximálne do 0.5 m a jej smerná dĺžka dosahuje cca 500 m. Bohatšie zrudnenie je prítomné len v centrálnej časti a žilná výplň je predstavovaná kremeňom, dolomitom, kalcitom, chloritom, chalkopyritom, pyritom a arzenopyritom. Západným pokračovaním tejto žily môže byť žila Podsúľová (Václav 1966; Grecula et al. 1995). Podľa zachovaných archívnych údajov a máp bola žila predmetom prieskumu a malej ťažby najmä v prvej polovici 19. storočia. Na mapách banských prác medenej bane Zadná Brezina z roku 1838 a 1842 sa uvádza štôľňa Vyšný Stephani a niekoľko ďalších štôľní, pričom je evidentné, že banské práce mali prevažne sledný charakter (Lazár 1959). Súčasná situácia banských prác v teréne dobre zodpovedá údajom uvedeným na zachovaných banských mapách.

Vzorky žiloviny so sekundárnymi minerálmi boli zbierané najmä na najvyššej halde (obr. 1) a na malej halde, ktorá sa nachádza tesne pod ňou. Na haldách v nižšej časti lokality dominuje žilovina s primárnou mineralizáciou (pyrit, chalkopyrit) a sekundárne minerály sú zriedkavejšie.

Metodika

Röntgenové práškové difrakčné údaje pseudomalachitu boli získané pomocou práškového difraktometra Bruker D8 Advance (Národní muzeum, Praha, ČR) 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 8 s/krok detektoru, celkový čas experimentu cca 15 hodín. Pripravený práškový preparát bol pre zníženie pozadia záznamu nanosený bez média na nosič zhotovený z monokryštálu Si. Pozície jednotlivých difrakčných maxím boli vyhodnotené pomocou programu ZDS pre DOS (Ondruš 1993) za použitia profilovej funkcie Pearson VII a indexované na základe teoretického záznamu, ktorý bol vypočítaný programom Lazy Pulverix (Yvon et al. 1977) z publikovaných údajov o kryštálovej štruktúre pseudomalachitu. Mriežkové parametre boli spresnené pomocou programu Burnhama (1962).

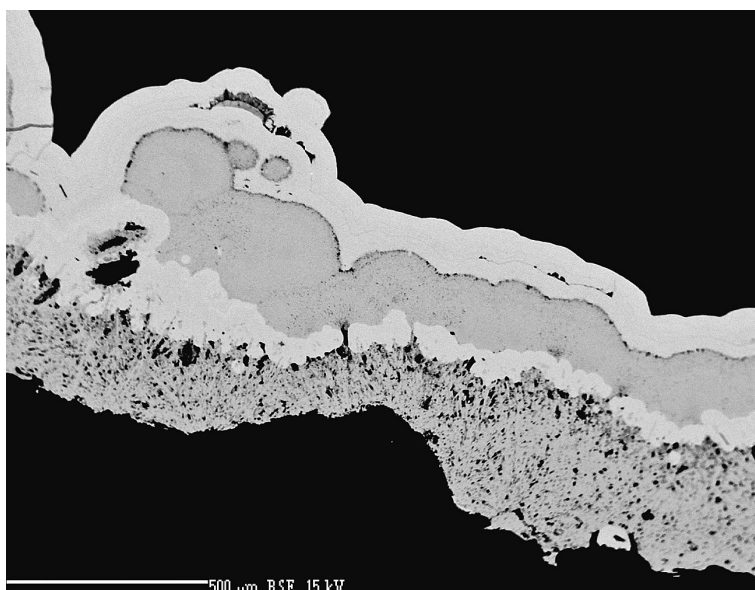
Chemické zloženie pseudomalachitu bolo kvantitatívne študované pomocou elektrónového mikroanalyzátoru Cameca SX100 (Národní muzeum, Praha, ČR; analytik Z. Dolníček) za týchto podmienok: WD analýza, napätie 15 kV, prúd 10 nA, priemer



Obr. 2 Bohaté kôry pseudomalachitu zložené z polguľovitých agregátov v dutinách kremeňovej žiloviny, rozmery vzorky sú 7 × 6 cm, foto A. Russ.



Obr. 3 Detail na polguľovité agregáty pseudomalachitu, šírka záberu je 16 mm, foto P. Škacha.



Obr. 4 Striedanie vrstiev malachitu (sivý) a pseudomalachitu (biely) v pričnom reze agregátov, BSE foto Z. Dolníček.

Tabuľka 1 Röntgenové práškové údaje pseudomalachitu z Gemerskej Polomy

$l_{obs.}$	$d_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l	$l_{obs.}$	$d_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l	$l_{obs.}$	$d_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l
0.1	8.503	8.521	0	0	2	3.2	2.3332	2.3341	1	2	-2	0.4	1.7076	1.7072	1	2	7
2.0	4.762	4.767	0	1	2	4.0	2.3203	2.3212	1	2	2	0.7	1.6945	1.6946	2	2	-3
100.0	4.476	4.480	1	0	0	10.8	2.2395	2.2418	0	1	7	0.4	1.6799	1.6798	1	1	-9
0.5	4.257	4.260	0	0	4			2.2398	2	0	0	0.6	1.6706	1.6707	0	3	5
11.8	3.468	3.471	1	1	-1	0.6	2.2167	2.2177	1	2	3	0.8	1.6234	1.6233	2	2	4
4.5	3.447	3.450	1	1	1	0.7	2.1974	2.1977	0	2	5	0.9	1.5996	1.5990	2	1	-7
1.4	3.280	3.282	1	1	-2	0.5	2.1313	2.1302	0	0	8	0.4	1.5790	1.5787	2	2	-5
6.7	3.118	3.118	1	0	-4	3.1	2.0937	2.0945	1	2	4	0.5	1.5707	1.5704	2	1	7
5.9	3.057	3.057	1	0	4	1.0	2.0186	2.0194	1	1	-7	0.6	1.5603	1.5605	1	3	5
1.4	3.020	3.022	1	1	-3	0.9	1.9989	1.9987	2	0	-4	1.5	1.5590	1.5589	2	2	5
7.2	2.979	2.980	1	1	3	0.6	1.9630	1.9633	1	2	5	1.0	1.5293	1.5287	2	0	8
1.9	2.932	2.932	0	1	5	1.5	1.9474	1.9476	2	1	3	0.3	1.5064	1.5060	0	3	7
1.4	2.873	2.875	0	2	0	0.6	1.8584	1.8579	0	2	7	1.6	1.4933	1.4932	3	0	0
0.6	2.837	2.840	0	0	6	0.7	1.8175	1.8162	0	3	3	0.4	1.4664	1.4660	0	2	10
0.4	2.832	2.835	0	2	1	0.4	1.7960	1.7945	2	1	-5	0.3	1.4384	1.4386	2	3	-2
2.5	2.723	2.724	0	2	2	2.2	1.7660	1.7670	2	2	0	0.8	1.4327	1.4325	0	4	1
0.6	2.698	2.700	1	1	4			1.7656	2	1	5			1.4328	1	3	-7
0.6	2.565	2.565	0	2	3	0.5	1.7551	1.7548	2	2	1	2.6	1.4181	1.4176	0	4	2
1.8	2.4729	2.4724	1	1	-5	0.6	1.7426	1.7422	2	0	6	1.4	1.3943	1.3937	0	4	3
5.5	2.4344	2.4345	1	1	5	3.6	1.7354	1.7355	2	2	-2			1.3944	3	1	3
3.6	2.4194	2.4202	1	0	-6	1.4	1.7248	1.7253	1	2	-7						
10.9	2.3910	2.3922	1	2	1		1.7248	1.7249	2	2	2						

Tabuľka 2 Mriežkové parametre pseudomalachitu z Gemerskej Polomy (indexované v monoklinickej priestorovej grupe $P2_1/c$) a ich porovnanie s publikovanými údajmi

	a [Å]	b [Å]	c [Å]	β [°]	V [Å ³]
táto práca	4.4805(5)	5.7504(6)	17.045(2)	91.12(1)	439.06(6)
Toman et al. (2016)	4.4781(2)	5.7590(2)	17.0278(8)	90.894(4)	439.09(2)
Števkó et al. (2008)	4.4799(5)	5.7485(7)	17.061(2)	91.13(1)	439.27(6)
Malý, Sejkora (2004)	4.484(1)	5.755(1)	17.049(5)	91.11(2)	439.8(1)
Shoemaker et al. (1977)	4.4728(4)	5.7469(5)	17.032(3)	91.043(7)	437.7
Ghose (1963)	4.47	5.75	17.08	91.12	438.9
Hutton (1959)	4.471(5)	5.747(7)	17.02(2)	91.01(8)	437.3(6)
Berry (1950)	4.47(1)	5.75(1)	17.01(5)	90.9 (2)	436.(1)

Tabuľka 3 Reprezentatívne chemické analýzy pseudomalachitu z Gemerskej Polomy (hm. %)

	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P3	P3	P3	P3	P3
CuO	66.54	64.59	64.41	64.53	64.95	65.07	63.77	64.16	65.41	65.24	65.35	65.42	66.05	65.06	66.29
Fe ₂ O ₃	0.16	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.12	0.00	0.00	0.00
As ₂ O ₅	0.27	0.24	0.20	0.31	0.00	0.00	1.32	0.80	0.68	1.02	0.21	0.27	0.00	0.00	0.38
P ₂ O ₅	23.38	22.93	22.68	23.14	23.10	23.15	22.04	21.89	22.30	22.81	23.26	22.93	23.05	23.10	22.82
H ₂ O*	6.16	5.83	5.89	5.79	5.91	5.90	5.74	6.01	6.16	5.85	6.06	6.09	6.24	5.94	6.24
total	96.51	93.63	93.23	94.09	93.96	94.22	92.87	92.86	94.55	94.92	95.19	94.83	95.51	94.10	95.73
Cu ²⁺	5.043	4.987	5.031	4.919	5.017	4.997	4.979	5.115	5.137	4.967	4.986	5.054	5.113	5.026	5.131
Fe ³⁺	0.012	0.000	0.000	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000
Al ³⁺	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.037	0.014	0.000	0.000	0.000
Σ	5.055	4.987	5.031	4.936	5.017	4.997	4.979	5.115	5.137	4.967	5.023	5.069	5.126	5.026	5.131
As ⁵⁺	0.014	0.013	0.011	0.016	0.000	0.000	0.071	0.044	0.037	0.054	0.011	0.014	0.000	0.000	0.020
P ⁵⁺	1.986	1.984	1.985	1.977	2.000	1.992	1.929	1.956	1.963	1.946	1.989	1.986	2.000	2.000	1.980
S ⁶⁺	0.000	0.003	0.004	0.007	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Σ	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
*OH	4.121	3.976	4.065	3.896	4.035	4.001	3.958	4.230	4.275	3.933	4.082	4.152	4.266	4.052	4.262

empirický vzorec bol počítaný na sumu aniónov (P+As+S) = 2 apfu; * obsahy OH⁻ boli dopočítané na základe vyrovnania nábojových bilancí.

elektrónového lúča 5 μm , štandardy a použité spektrálne čiary: albit (NaK α), barit (BaL α), celestín (SK α , SrL β), diopsid (MgK α), fluóropatit (CaK α , PK α), halit (ClK α), hematit (FeK α), chalkopyrit (CuK α), klinoklas (AsL α), LiF (FK α), rodonit (MnK α), sanidín (AlK α , SiK α , KK α), vanadinit (VK α), wulfenit (PbM α) a ZnO (ZnK α). Obsahy vyššie uvedených prvkov, ktoré nie sú zahrnuté v tabuľke, boli kvantitatívne analyzované, ale zistené koncentrácie boli pod detekčným limitom elektrónovej mikroanalýzy (cca 0.03 - 0.30 hm. % pre jednotlivé prvky). Získané údaje boli korigované pomocou softvéru PAP (Pouchou, Pichoir 1985).

Výsledky

Sekundárne minerály Cu (malachit, pseudomalachit, kuprit, meď) boli zistené v dutinách a puklinách kremeňovej žiloviny ako aj na puklinách okolitých hornín. Najčastejší je malachit, ktorý vytvára svetlozelené až sýtozelené kôry, polguľovité agregáty alebo až 3 cm veľké radiálne agregáty. Kuprit je zriedkavejší a tvorí sýtočervené jemnozrnné agregáty do 1 cm, ktoré sú často intenzívne zatláčané malachitom. Meď sa vyskytuje v podobe nepravidelných mikroskopických agregátov zarastených v centrálnej časti agregátov kupritu.

Pseudomalachit je na lokalite Zadné Breziny relatívne častý minerál. V puklinách a dutinách kremeňovej žiloviny a okolitých hornín vytvára bohaté tmavozelené povlaky a kôry (obr. 2) s matným až skleným leskom, ktoré sú zložené z jednotlivých polguľovitých agregátov do 7 mm (obr. 3). Vzácné sa v dutinách žiloviny vyskytli aj pseudostalaktity do 6 mm. Kôry a agregáty pseudomalachitu bežne pokrývajú plochy aj viac ako 100 cm² a veľmi často narastajú na kôrach a agregátoch malachitu. V niekoľkých prípadoch bolo v priereze agregátov pozorované koncentrické striedanie vrstiev pseudomalachitu a malachitu (obr. 4), čo naznačuje lokálne ale výrazné zmeny v aktivite PO₄/CO₃ počas formovania supergénnej zóny na tejto lokalite.

Röntgenové práškové difrakčné údaje pseudomalachitu z lokality Gemerská Poloma - Zadné Breziny (tab. 1) dobre zodpovedajú publikovaným údajom pre túto minerálnu fázu ako aj teoretickému práškovému záznamu, ktorý bol vypočítaný z údajov o kryštálovej štruktúre pseudomalachitu publikovanej v práci Shoemaker et al. (1977). Nevýrazné rozdiely v intenzite jednotlivých difrakčných maxim sú spôsobené prednostnou orientáciou študovaného práškového preparátu. Prítomnosť iných polymorfných modifikácií Cu₅(PO₄)₂(OH)₄: ludjibaitu (Piret, Deliens 1988; Shoemaker et al. 1981) a reichenbachitu (Sieber et al. 1987) nebola v študovaných vzorkách (celkovo bolo študovaných 5 rozdielnych vzoriek) potvrdená ani v minoritnom množstve. Spresnené mriežkové parametre pseudomalachitu z Gemerskej Polomy sú v tabuľke 2 porovnané s publikovanými údajmi pre túto minerálnu fázu.

Reprezentatívne mikroanalýzy troch vzoriek pseudomalachitu z Gemerskej Polomy (P1, P2, P3) sú uvedené v tabuľke 3. V kationovej pozícii boli lokálne zistené len minoritné obsahy Al (do 0.04 *apfu*) a Fe (do 0.02 *apfu*). V aniónovej pozícii študovaných vzoriek pseudomalachitu z Gemerskej Polomy sú okrem dominantného obsahu P pravidelne zastúpené aj minoritné množstvá As (do 0.07 *apfu*) a len lokálne aj S (do 0.01 *apfu*).

Záver

Na lokalite Zadné Breziny pri Gemerskej Polome bol zistený nový výskyt pseudomalachitu v asociácii spolu s malachitom, kupritom a meďou. Uvedená asociácia sekundárnych minerálov vznikla zvetrávaním primárnych rudných minerálov (najmä chalkopyritu) v prostredí supergénnej zóny *in-situ*, pričom vzhľadom na výskyt koncentrických agregátov malachitu a pseudomalachitu je pravdepodobné, že počas vývoja supergénnej zóny lokálne dochádzalo k výrazným zmenám v aktivite PO₄/CO₃. Zdrojom fosforu bolo najpravdepodobnejšie okolité horninové prostredie.

Pod'akovanie

Milou povinnosťou autorov je poďakovať Mgr. Albertovi Russovi a Mgr. Pavlovi Škáchovi Ph.D. za fotografie pseudomalachitu. Predložená práca vznikla vďaka finančnej podpore Ministerstva kultúry ČR v rámci inštitucionálneho financovania dlhodobého koncepčného rozvoja výskumnej organizácie Národné muzeum (DKRVO 2019-2023/1.II.b, 00023272).

Literatúra

- BAJANIČ Š, IVANIČKA J, MELLO J, PRISTAŠ J, REICHWALDER P, SNOPKO L, VOZÁR J, VOZÁROVÁ A (1984) Geologická mapa Slovenského rudohoria, východná časť 1:50 000. ŠGÚDŠ, Bratislava
- BERRY LG (1950) On pseudomalachite and cornetite. *Am Mineral* 35: 365-385
- BURNHAM CHW (1962) Lattice constant refinement. *Carnegie Inst Washington Year Book* 61: 132-135
- FIGUSCHOVÁ M (1977) Sekundárne minerály medi z Ľubietovej. In: Zborník referátov z konferencie Ložiskotvornej procesy Západných Karpát, Bratislava, 135-137
- GHOSE S (1963) The crystal structure of pseudomalachite, Cu₅(PO₄)₂(OH)₄. *Acta Cryst* 16: 124-128
- GRECULA P, ABONYI A, ABONYIOVÁ M, ANTAŠ J, BARTALSKÝ B, BARTALSKÝ J, DIANIŠKA I, ĎUĐA R, GARGULÁK M, GAZDAČKO Ľ, HUDÁČEK J, KOBULSKÝ J, LÖRINCZ L, MACKO J, NÁVESNÁK D, NÉMETH Z, NOVOTNÝ L, RADVANEC M, ROJKOVIČ I, ROZLOŽNÍK L, VARČEK C, ZLOCHA Z (1995) Ložiská nerastných surovín Slovenského rudohoria. Zväzok 1. Geocomplex, Bratislava, 1-834
- GRECULA P, KOBULSKÝ J, GAZDAČKO Ľ, NÉMETH Z, HRAŠKO Ľ, NOVOTNÝ L, MAGLAY J (2009) Geologická mapa Spišsko-gemerského rudohoria 1:50 000. ŠGÚDŠ, Bratislava
- HUTTON CO (1959) An occurrence of pseudomalachite at Safford, Arizona. *Am Mineral* 44: 1298-1301
- HYRŠL J (1991) Three polymorphs of Cu₅(PO₄)₂(OH)₄ from Ľubietová, Czechoslovakia. *N Jb Mineral, Mh* 6: 281-287
- LAZÁR V (1959) Zpráva o archívno-výskumnom úkole „Ankeritový pruh Hanková-Volovec“ v roku 1959, rešeršná správa. MS, archív ŠGÚDŠ-Geofond, Bratislava, 82, 6865
- MALÝ KD, SEJKORA J (2004) Supergenní Cu a Bi mineralizace na lokalitě Tři Sekery u Mariánských Lázní. *Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha)* 12: 136-139
- ONDRUŠ P (1993) ZDS - A computer program for analysis of X-ray powder diffraction patterns. *Materials Science Forum*, 133-136, 297-300, EPDIC-2. Enchede
- PIRET P, DELIENS M (1988) Description de la ludjibaïte, un polymorphe de la pseudomalachite, Cu₅(PO₄)₂(OH)₄. *Bull Minéral* 111: 167-171

- POUCHOU JL, PICOIR F (1985) "PAP" ($\phi\rho Z$) procedure for improved quantitative microanalysis. In: Microbeam Analysis (J. T. Armstrong, ed.). San Francisco Press, San Francisco, 104-106
- SHOEMAKER GL, ANDERSON JB, KOSTINER E (1977) Refinement of the crystal structure of pseudomalachite. *Am Mineral* 62: 1042-1048
- SHOEMAKER GL, ANDERSON JB, KOSTINER E (1981) The crystal structure of a third polymorph of $Cu_5(PO_4)_2(OH)_4$. *Am Mineral* 66: 169-175
- SIEBER NHW, TILLMANN E, MEDENBACH O (1987) Hentschelite, $CuFe_2(PO_4)_2(OH)_2$, a new member of the lazulite group, and reichenbachite, $Cu_5(PO_4)_2(OH)_4$, a polymorph of pseudomalachite, two new copper phosphate minerals from Reichenbach, Germany. *Am Mineral* 72: 404-408
- ŠTEVKO M, SEJKORA J (2012) Supergene arsenates of copper from Špania Dolina-Piesky deposit, Central Slovakia. *Acta Mineral-Petrogr, Abstr Ser 7*: 130
- ŠTEVKO M, SEJKORA J (2014) Contribution to chemical composition of chalcophyllite, pseudomalachite and olivenite group minerals from Špania Dolina-Piesky, Slovak Republic. In: Book of abstracts, CEMC 2014, 133-134
- ŠTEVKO M, SEJKORA J, OZDÍN D (2008) Henclová - nová lokalita pseudomalachitu v Slovenskej republike. *Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha)* 16: 36-39
- ŠTEVKO M, SEJKORA J, SÚLOVEC Š (2017) Príspevok k chemickému zloženiu libethenitu z typovej lokality: ložisko Podlipa, Ľubietová (Slovenská republika). *Bull Mineral Petrolog* 25(2): 252-259
- TOMAN J, HRAZDIL V, SEJKORA J (2016) Pseudomalachit a descloizit v supergenní minerální asociaci z lokality Krucemburk (Česká republika). *Acta Mus Moraviae Sci geol* 101(1-2): 33-43
- VÁCLAV J (1966) Mineralogicko-paragenetické a geochemické pomery hydrotermálnych rudných žíl v oblasti Švedlár-Stará Voda-Volovec. Dielčia záverečná správa za roky 1962-1965. MS, archív ŠGÚDŠ-Geofond, Bratislava, 1-199, 17537
- YVON K, JEITSCHKO W, PARTHÉ E (1977) Lazy Pulverix, a computer program for calculation X-ray and neutron diffraction powder patterns. *J Appl Cryst* 10: 73-74
- ZEPHAROVICH V (1859) *Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Österreich*. Band I. 1-627, Wilhelm Braumüller, Wien
- ZIPSER CHA (1817) *Versuch eines topographisch-mineralogischen Handbuches von Ungern*. 1-440, Carl Friedrich Wigand, Oedenburg