

Henclová - nová lokalita pseudomalachitu v Slovenskej republike

Henclová - new occurrence of pseudomalachite in the Slovak Republic

MARTIN ŠTEVKO¹⁾, JIŘÍ SEJKORA²⁾ A DANIEL OZDÍN¹⁾

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

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

ŠTEVKO M., SEJKORA J., OZDÍN D. (2008): Henclová - nová lokalita pseudomalachitu v Slovenskej republike. - *Bull. mineral.-petrol. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **16/1**, 36-39. ISSN: 1211-0329.

Abstract

Pseudomalachite was found at mine dumps of the occurrence Breziny, about 200 m northern from the Henclová village, the Slovenské Rudohorie Mountains, Slovak Republic. It forms hemispherical aggregates and crusts (up to 3 x 3 cm in size) in the cavities of quartz gangue in association with malachite, goethite and rare relics of primary chalcopyrite. Surface of its spherical aggregates is formed by tiny (up to 80 µm) tabular crystals. Pseudomalachite aggregates are dark green, non-diaphanous and they have a shimmer to vitreous luster. Pseudomalachite is monoclinic, space group $P2_1/c$, the unit-cell parameters refined from X-ray powder data are: $a = 4.4799(5)$, $b = 5.7485(7)$, $c = 17.061(2)$ Å, $\beta = 91.13^\circ$ (1), $V = 439.27(6)$ Å³. The ED analysis at electron microprobe confirmed results of X-ray diffraction study; Cu, P and O were found as main constituents.

Key words: pseudomalachite, X-ray powder diffraction data, Henclová, Gemericum Unit, Slovak Republic

Úvod

Pseudomalachit patrí k pomerne hojným sekundárnym minerálom a v súčasnosti je vo svete známych takmer 250 jeho výskytov. Typovou lokalitou pseudomalachitu je Erl pri Linz am Rhein v Nemecku (Stalder 2008). Ďalšou klasickou lokalitou pseudomalachitu v Nemecku je Reichenbach (Weiss 1990). K ďalším známym lokalitám vo svete patrí Nižnij Tagilsk v Rusku a provincia Shaba v Zaire (Bernard, Rost eds. 1992), Vielsalm v Belgicku (Palache et al. 1951) a Miguel Vacas Mine v Portugalsku (Rewitzer, Marques de Sá 1998). V Karpatoch patrí pseudomalachit k pomerne vzácnym sa vyskytujúcim minerálom. V Rumunsku je známy z lokality Băița Bihor (Szakáll ed. 2002). V Poľsku bol opísaný

z lokality Stara Góra (Suida 2001) a dolomitového lomu Rędziny (Domańska 2003).

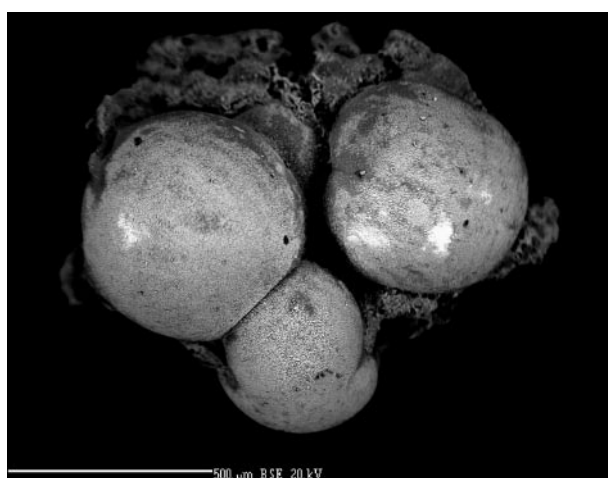
Na Slovensku je klasickou a najvýznamnejšou lokalitou pseudomalachitu ložisko Podlipa v Ľubietovej (Szakáll ed. 2002). Hyršl (1991) opísal z Ľubietovej aj výskyt ďalších dvoch polymorfných modifikácií $Cu_5(PO_4)_2(OH)_4$: ľudjibaitu a reichenbachitu. Ďalšie, novšie analyticky nepotvrdené výskyt psudomalachitu sú uvádzané z lokality Betliar (Zepharovich 1859), Poník - Farbišťa (Zipser 1817) a Španej Doliny (Figuschová 1978).



Obr. 1 Guľovité agregáty pseudomalachitu na kremeň. Foto M. Števko.

Topografická a geologická charakteristika výskytu

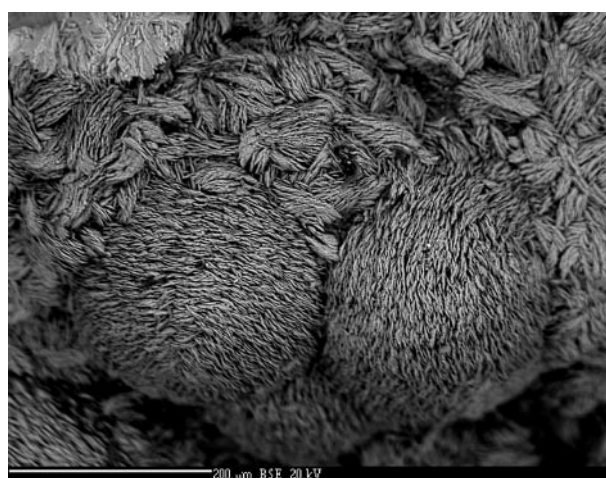
Vzorky s pseudomalachitom boli nájdené na nevelkých haldách na lokalite Breziny, ktorá sa nachádza ~ 200 m na S od obce Henclová (18 km jv. od Spišskej Novej Vsi) v Slovenskom Rudohorí (Slovenská republika). Táto lokalita bola doteraz známa predovšetkým výskytom bohatých agregátov goethitu (Grecula ed. 1995). Staré banské práce na lokalite sledovali povrchové časti rovnomennej krátkej žily so smerom V - Z (Václav 1966). Žila vystupuje v mylonitizovaných očkatých metapelitoch kojšovského príkrovu gemerika a spolu s ďalšími žilami v okolí Henclovej patrí do starovodského žilného pásma (Grecula ed. 1995). Hlavným nerudným minerálom žily je kremeň, ktorý obsahuje zhluky a agregáty goethitu. Podradne sa tu podľa Václava (1966) vyskytuje i chalkopyrit a malachit.



Obr. 2 Sférické agregáty pseudomalachitu. SEM foto (Cameca SX100) D. Ozdín.

Fyzikálno-chemická charakteristika pseudomalachitu

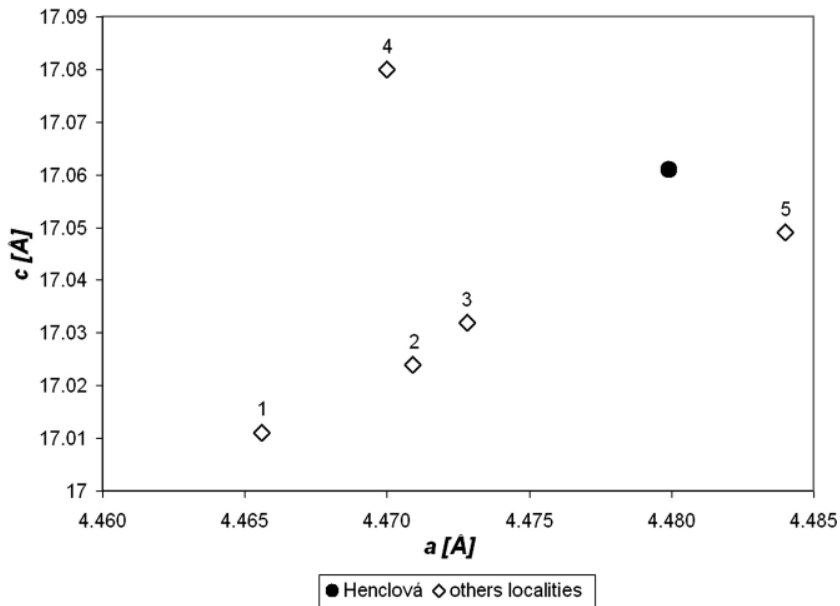
Pseudomalachit sa na študovanej lokalite vyskytuje v dutinách (o veľkosti do 5 cm) pórovitej kremennej žiloviny. Vytvára nepriehľadné tmavozelené kôry a povlaky s matným až skleným leskom na plochách do 3 x 3 cm, ktoré sú zložené z drobných obličkovitých agregátov (obr. 1). Vzácnjšie sa vyskytujú aj jednotlivé guľčovitité agregáty s veľkosťou do 2 mm, pričom tieto agregáty majú koncentrickú vnútornú stavbu. Makroskopicky hladký povrch sférických agregátov pseudomalachitu (obr. 2) je tvorený až 80 μm veľkými tabuľkovitými kryštálmi (obr. 3), obvykle však oveľa menšími. Tieto kryštály často na seba paralelne narastajú a miestami sa vzáčne zoskupujú sa i do snopčekovitých agregátov. Pseudomalachit asociuje spolu s malachitom a goethitom. V kremeňi sa miestami nachádzajú tiež reliky primárneho chalkopyritu.



Obr. 3 Detail povrchu agregátov pseudomalachitu. SEM foto (Cameca SX100) D. Ozdín.

Tabuľka 1 Röntgenové práškové údaje pseudomalachitu z Henclovej

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs.}	<i>I</i> / <i>I</i> _o	<i>d</i> _{calc.}	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs.}	<i>I</i> / <i>I</i> _o	<i>d</i> _{calc.}	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs.}	<i>I</i> / <i>I</i> _o	<i>d</i> _{calc.}
0	1	2	4.769	2	4.767	1	2	3	2.2174	2	2.2175	0	3	5	1.6711	1	1.6707
1	0	0	4.478	100	4.479	0	2	5	2.1971	1	2.1981	2	2	4	1.6232	1	1.6232
1	1	-1	3.470	9	3.470	0	0	8	2.1328	1	2.1322	2	1	-7	1.6002	2	1.5996
1	1	1	3.449	5	3.449	1	2	4	2.0930	2	2.0945	2	2	-5	1.5797	1	1.5788
1	1	-2	3.281	2	3.282	1	1	-7	2.0188	1	2.0207	2	1	7	1.5709	1	1.5708
1	0	-4	3.119	9	3.119	2	1	2			2.0184	2	2	5	1.5586	2	1.5589
1	0	4	3.057	6	3.059	2	0	-4	1.9989	1	1.9990	2	0	8	1.5294	1	1.5293
1	1	-3	3.023	2	3.022	1	2	-5	1.9809	1	1.9833	0	3	7	1.5060	1	1.5062
1	1	3	2.980	7	2.980	1	2	5	1.9650	1	1.9634	3	0	0	1.4932	4	1.4930
0	1	5	2.931	2	2.934	2	1	3	1.9469	1	1.9475	0	2	10	1.4660	1	1.4669
0	2	0	2.874	2	2.874	0	2	7	1.8579	1	1.8587	2	3	0	1.4567	1	1.4560
0	0	6	2.845	1	2.843	0	3	3	1.8161	1	1.8158	2	3	-2	1.4385	1	1.4383
0	2	1	2.832	1	2.834	2	1	-5	1.7958	1	1.7949	1	3	-7	1.4327	1	1.4330
0	2	2	2.723	3	2.724	2	0	-6	1.7759	1	1.7763	1	3	7	1.4224	1	1.4225
1	1	4	2.701	1	2.700	2	2	0	1.7660	2	1.7666	0	0	12			1.4215
0	2	3	2.568	1	2.565	2	1	5			1.7658	2	2	7	1.4198	2	1.4198
0	1	6	2.550	1	2.548	2	2	-1			1.7600	3	0	-4			1.4179
1	1	-5	2.474	2	2.473	2	2	1	1.7549	1	1.7544	0	4	2			1.4171
1	1	5	2.435	3	2.435	2	2	-2	1.7356	5	1.7352	2	1	-9			1.4160
1	0	-6	2.421	2	2.422	1	2	-7	1.7245	1	1.7260	3	1	3	1.3939	3	1.3942
1	2	1	2.391	10	2.392	2	2	2			1.7245	0	4	3	1.3939	1	1.3933
1	2	-2	2.334	2	2.334	1	2	7	1.7073	1	1.7077	1	2	10	1.3872	1	1.3871
1	2	2	2.321	4	2.321	2	2	-3	1.6948	1	1.6945						
2	0	0	2.239	15	2.240	1	1	-9	1.6807	1	1.6811						



Obr. 4 Porovnanie mriežkových parametrov a a c pseudomalachitu z Henclovej s ďalšími publikovanými údajmi. Vysvetlivky: 1 - Berry (1950); 2 - Hutton (1959); 3 - Shoemaker et al. (1977); 4 - Ghose (1963); 5 - Malý, Sejkora (2004).

Tabulka 2 Mriežkové parametre pseudomalachitu (pre monoklinickú priestorovú grupu $P2_1/c$)

	a [Å]	b [Å]	c [Å]	β [°]	V [Å ³]
táto práca	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)	437.70
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)	90.85 (23)	436.8 (12)

Röntgenové práškové údaje boli získané pomocou difraktometra HZG4/AREM-Seifert pri nasledovných podmienkach: urýchľovacie napätie 50 kV, prúd 40 mA, žiarenie $\text{CuK}\alpha$, step-scanning $0.05^\circ/8$ s. Pre zníženie pozadia záznamu bol práškový preparát nanosený pomocou etanolu na nosič zhotovený z monokryštálu Si. Získané údaje boli vyhodnotené pomocou softvéru ZDS pre DOS (Ondruš 1993) s použitím profilovej funkcie Pearson VII. Röntgenové práškové údaje pseudomalachitu z Henclovej (tab. 1) sú v dobrej zhode s údajmi uvádzanými pre túto minerálnu fázu aj s teoretickým záznamom vypočítaným z údajov o jeho kryštálovej štruktúre (Shoemaker et al. 1977). Významnejšie rozdiely v intenzitách jednotlivých difrakčných maxím sú spôsobené relatívne výraznou prednostnou orientáciou (001) typu v študovanej vzorke. Možná prítomnosť polymorfných modifikácií pseudomalachitu - ludjibajitu a reichenbachitu nebola v študovaných vzorkách preukázaná ani v minoritnom množstve.

Röntgenové práškové údaje pseudomalachitu z Henclovej boli indexované na základe teoretického záznamu vypočítaného programom Lazy Pulverix (Yvon et al. 1977) z kryštálových štruktúrnych údajov publikovaných v práci Shoemaker et al. (1977). Parametre jeho základnej bunky (tab. 2) spresnené pomocou programu Burnham (1962) dobre zodpovedajú údajom publikovaným pre túto minerálnu fázu. Porovnanie mriežkových parametrov a a c pseudomalachitu z Henclovej a ďalších lokalít vo svete (obr. 4) naznačuje možnosť existencie dvoch trendov v ich hodnotách; ďalšia interpretácia týchto trendov vzhľadom k absencii údajov o chemickom zložení vzoriek v publikovaných prácach nie je možná.

Správnosť identifikácie pseudomalachitu pomocou röntgenovej práškovj difrakcie sme potvrdili aj identifiká-

ciu prvkov pomocou EDS analýzy (Cameca SX100, 20 kV, 2 nA), kde okrem základných prvkov Cu, P a O neboli prítomné ani v stopových množstvách žiadne ďalšie prvky.

Podakovanie

Milou povinnosťou autorov je poďakovať pánovi Ludovítovi Dojčanskému za poskytnutie študijného materiálu. Predložená práca vznikla v rámci projektu MK00002327201 za finančnú podporu Ministerstva kultúry ČR.

Literatúra

- Bernard J. H., Rost R. eds. (1992): Encyklopedický prehľad minerálů. - 1-704, Academia, Praha.
- Berry L. G. (1950): On pseudomalachite and cornetite. - *Amer. Mineral.* **35**, 365-385.
- Burnham Ch. W. (1962): Lattice constant refinement. - *Carnegie Inst. Washington Year Book* **61**, 132-135.
- Domańska J. (2003): Rędziny. - *Otoczak* **29**, 38-52.
- Figuschová M. (1978): Posnjakit, antlerit a jarosit z ložiska Špania Dolina. - *Miner. Slov. (Spišská Nová Ves)* **10**, 4, 383-384.
- Ghose S. (1963): The crystal structure of pseudomalachite, $\text{Cu}_5(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4$. - *Acta Cryst.* **16**, 124-128.
- Grečula P. ed. (1995): Ložiská nerastných surovín Slovenského rudohoria 1. - 1-834, Geocomplex, Bratislava.
- Hutton C. O. (1959): An occurrence of pseudomalachite at Safford, Arizona. - *Amer. Mineral.* **44**, 1298-1301.
- Hyršl J. (1991): Three polymorphs of $\text{Cu}_5(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4$ from Lubietova, Czechoslovakia. - *N. Jb. Miner., Mh.*, 281-287.

- Malý K. D., 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. Enche-de.
- Palache C., Berman H., Frondel C. (1951): The System of Mineralogy of James Dwight Dana and Edward Salisbury Dana. - Yale University 1837-1892, Volume II, 800 s.
- Rewitzer C., Marques de Sá J. P. (1998): Die Miguel Vacas Mine: Eine Kupferlagerstätte im Süden Portugals. - *Lapis* **23**, 5, 13-23.
- Shoemaker G. L., Anderson J. B., Kostiner E. (1977): Refinement of the crystal structure of pseudomalachite. - *Amer. Mineral.* **62**, 1042-1048.
- Siuda R. (2001): New sulphate minerals from the Stara Góra oxidised zone, Radzimowice, Kaczawskie Mts. - *Mineralogical Society of Poland, Special Papers* **18**, 186-188.
- Stalder H. A. (2008): Catalogue of type mineral specimens. - www.agiweb.org/smmp/IMA-CM.
- Szakáll S. ed. (2002): Minerals of the Carpathians. - 1-479, Granit, Prague.
- Václav J. (1966): Mineralogicko-paragenetické a geochemické pomery hydrotermálnych rudných žíl v oblasti Švedlár-Stará Voda-Volovec. - MS, Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.
- Weiss S. (1990): Mineralfundstellen Atlas Deutschland-West. -1320, Chr. Weise Verlag, München.
- 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. I. Band. - 1-627, Wilhelm Braumüller, Wien.
- Zipser Ch. A. (1817): Versuch eines topographisch-mineralogischen handbuches von Ungarn. - 1-440, Carl Friedrich Wigand, Oedenburg.