

Extrémně tmavý, 104 g vážící vltavín z Chlumu nad Malší (jižní Čechy) ve sbírce Národního muzea v Praze

Extremely dark, 104 g heavy moldavite from Chlum nad Malší (southern Bohemia) in the collection of National Museum, Prague

MILAN TRNKA¹⁾, DALIBOR VELEBIL^{2)*} A JIŘÍ SEJKORA²⁾

¹⁾Lithos spol. s r. o., Durdřákova 41, 613 00 Brno

²⁾Národní muzeum, mineralogicko-petrologické oddělení, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice;

*e-mail: dalibor_velebil@nm.cz

TRNKA M., VELEBIL D., SEJKORA J. (2015) Extrémně tmavý, 104 g vážící vltavín z Chlumu nad Malší (jižní Čechy) ve sbírce Národního muzea v Praze. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 23, 1, 34-38. ISSN 1211-0329.*

Abstract

In the collection of the National Museum in Prague, there is one large moldavite from Chlum nad Malší sandpit in Southern Bohemia weighing 104.3 grams. Its size together with extremely dark colour raised suspicion that it is rather a tektite of an Australasian origin, perhaps indochinite. A tiny fragment was taken from the tektite to determine its chemical composition. Based on the content of K_2O , Na_2O , FeO and TiO_2 it is concluded that this tektite belongs to moldavite group. Its unusually dark colour is due to the relatively higher content of FeO and TiO_2 and relatively low content of CaO and MgO .

Key words: tektite, moldavite, chemical composition, Chlum nad Malší, Czech Republic

Obdrženo: 19. 2. 2015; přijato 6. 7. 2015

Úvod

V roce 1981 získalo Národní muzeum kolekci čtrnácti vltavínů z pískovny u Chlumu nad Malší v jižních Čechách (číslo P1P 20/81 přírůstkové knihy mineralogicko-petrologického oddělení). Orientační souřadnice místa nálezů jsou $48^\circ 48' 15''$ N a $14^\circ 31' 30''$ E. Vedle kusů, odpovídajícím běžným vltavínům od Chlumu nad Malší, obsahovala kolekce i jeden mimořádně velký a téměř neprůsvitný kus o hmotnosti 104 g. Hmotnost ostatních vltavínů běžné barvy se pohybovala od 2.6 do 31.6 g. V roce 1985 byly tyto vltavíny systematicky evidovány ve druhém stupni evidence do sbírky tektitů Národního muzea pod inventurními čísly P1T 13205 až 13216.

Velmi tmavé zbarvení spolu s neobvyklou velikostí největšího kusu (inv. číslo P1T 13207) vyvolávalo pochybnost, zda o vltavín skutečně jde a zda nemohlo dojít k záměně za jiný tektit, nejspíše indočinit. Proto byl z tektitu odebrán drobný úštěpek ke stanovení chemismu, na základě něhož by mohla být otázka možné záměny uspokojivě rozřešena.

Charakteristika vltavínu

Studovaný chlumský vltavín (obr. 1a-e) je mírně zploštělým úlomkem velkého kusu, snad elipsoidu. Jeho celkové rozměry jsou $53 \times 52 \times 32$ mm, hmotnost 104.3 g. Velikost původního celku nelze přesněji odhadnout, nicméně jeho hmotnost musela dosahovat minimálně kolem 250 gramů. V dopadajícím světle je barva vltavínu černá, v procházejícím světle pak relativně velmi tmavě zelenohnědá. Vnímání tmavého zbarvení při orientačním prohlížení je podpořeno i značnou tloušťkou kusu a malou členitostí skulptace.

Povrch úlomku zčásti tvoří zaoblená plocha původního tvaru, zbytek pak lomné plochy a zřejmě i vnitřní stěna velké otevřené bubliny. Lomné plochy vznikly podle tvaru a intenzity korozí ve více fázích a různým způsobem. Skulptace na původním oblém povrchu (obr. 1a, b) se skládá z mírně protažených eliptických jamek, doplněných skupinami výrazně protažených žlábků. Žlábků se vyskytují zejména v okolí lokálních depresí, od kterých se často radiálně rozbíhají. Skulptace je shodná s typem Anda, známým u filipínitů z provincie Pangasinan na Luzonu.

Povrch nejstarších lomných ploch i velké otevřené bubliny (obr. 1c, e) je pokryt plochou jamkovitou skulptací doplněnou jemným vypreparováním fluidální stavby. Je pravděpodobné, že vltavín po prvotním roztříštění prodělal před dotvořením dnešní skulptace krátký transport, při kterém došlo k mírnému otření povrchu a zaoblení hran lomů.

Mnohem mladší velký odlom na obrázku 1d vznikl nepochybně samovolným únavovým tříštěním. Jeho povrch tvoří jemné vláknité výstupky spjaté s vypreparováním lechatelieritu a fluidální stavby. Při zvětšení jsou na odlomu patrné i skupinky kruhovitých jamek o průměru pod 1 mm. Taková skulptace ukazuje, že k oddělení částí došlo v nedávné době a v podobných případech bývají oddělené úlomky nalezeny blízko sebe.

Nejmladší lomné plochy vznikly mechanicky, o čemž svědčí jejich radiální rýhování, které se rozbíhá od místa nárazu (obr. 1e). Jejich vznik souvisí již s kvartérní redepozicí svrchní části starších sedimentů, případně s recentním poškozením.

Skulptací se vltavín vcelku podobá některým větším vltavínům z okolí Chlumu nad Malší, případně i z jiných lokalit koroseckých štěrkopísků. Výskyt radiálně uspořádaných žlábků kolem lokálních center je charakteristický i pro velké vltavíny z Moravy (Trnka 1980). Únavové odlohy neporušené transportem ani silnější korozí se však na moravských vltavínech nenacházejí.

Chemické složení

Chemické složení tektitu bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalyzátoru Cameca SX100 (Přírodovědecká fakulta MU Brno, analytik J. Sejkora) za podmínek: vlnově disperzní analýza, napětí 15 kV, proud 10 nA, průměr svazku 10 μm , standardy: baryt (BaL β), albit (NaK α), sanidin (KK α), spessartin (SiK α , AlK α , MnK α), pyrop (MgK α), fluorapatit (PK α), wollastonit (CaK α), almadin (FeK α), gahnit (ZnK α), SrSO₄ (SrK α), titanit (TiK α), chromit (CrK α), vanadinit (ClK α), ŠcVO₄ (VK α), Ni₂SiO₄ (NiK α) a topaz (FK α). Získaná data byla korigována za použití software PAP (Pouchou, Pichoir 1985). Obsah výše uvedených prvků, které nejsou uvedeny v tabulce, byly pod detekčním limitem měření (cca 0.04 - 0.08 hm. % pro jednotlivé prvky).

Výsledky chemické analýzy (statistický průměr z osmi bodových analýz), pro srovnání doplněné literárními údaji o průměrných obsazích hlavních oxidů ve vltavínech a v australskoasijských, afrických a severoamerických tektitech, jsou uvedeny v tabulce 1. Obecně chemismus všech tektitů vykazuje značnou podobnost. Přesto lze najít poměrně spolehlivá kritéria k odlišení tektitů různých skupin. Takovým kritériem může být obsah K₂O, případně poměr K₂O/Na₂O. Vltavíny jsou v rámci všech tektitů charakteristické relativně vysokým obsahem K₂O a nízkým Na₂O. Zjištěný obsah K₂O v chlumském tektitu je v rozmezí 3.75 - 4.06 %. Tak vysoká hodnota nebyla dosud stanovena v žádném tektitu australskoasijského pole s výjimkou zřejmě nepřesných analýz z přelomu devatenáctého a dvacátého století (maximum 2.81 % - Chapman, Schreiber 1969). Obsahy u ivoritů, tedy afrických tektitů, jsou ještě nižší (např. Koeberl et al. 1997). Rovněž u severoamerických tektitů - bediasitů a georgianitů - se tak vysoké hodnoty nevyskytují. Objevily se pouze výjimečně u několika drobných tektitových fragmentů z vrtů DSDP 612 a ODP 904 v Atlantickém oceánu (Glass 1989; Glass et al. 1998). V grafu K₂O vs. Na₂O (obr. 2) je proto patrné, že pole hodnot patřících vltavínům je od polí ostatních tektitů zřetelně oddělené. Studovaný kus v tomto poli spadá mezi vcelku běžné vltavíny.

Celková podobnost chlumského tektitu s vltavíny a odlišnost od cizích tektitů je zřejmá i u FeO, TiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, jejichž obsahy jsou u cizích tektitů vyšší. V případě FeO a TiO₂ leží hodnoty chlumského vltavínu opět mimo interval hodnot Chapmana a Scheibera (1969) pro australskoasijské tektity, v případě Al₂O₃, CaO, MgO pak na jeho okraji (srovnej tab. 1). Chemismus tektitu z Chlumu nad Malší tak nepochybně ukazuje na jeho příslušnost k vltavínům.

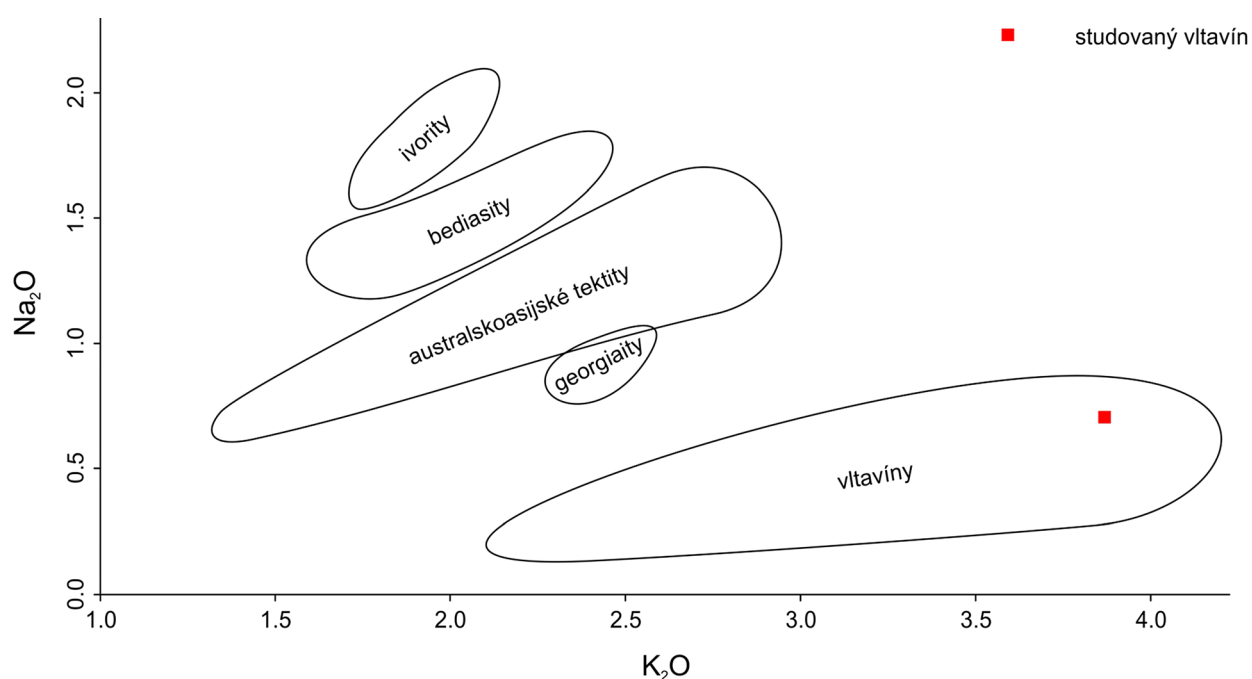


Obr. 1 a-e Vltavín z Chlumu nad Malší (inv. číslo P1T 13207). Foto D. Velebil

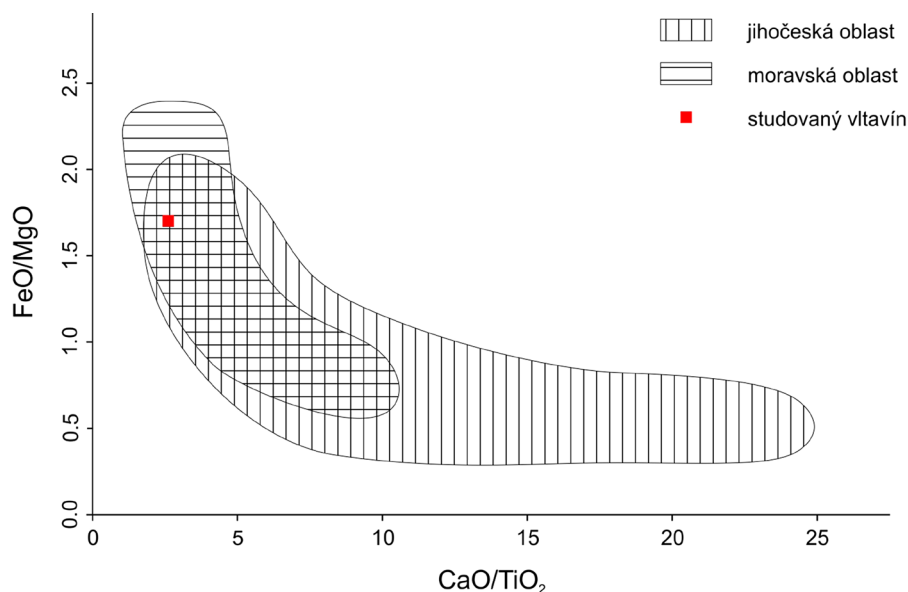
Tabulka 1 Chemické složení vltavínu z Chlumu nad Malší (průměr a rozptyl z osmi bodových analýz) a jeho porovnání s průměry a rozptyly hodnot pro jihočeské a moravské vltavíny (zdroj prvotních analýz Philpotts, Pinson 1966; Bouška et al. 1990, Hrabánek a Prchal 1992, Lange 1995, Engelhardt et al. 2005, Švardalová 2007, Švardalová et al. 2008, Skála et al. 2009), australskoasijské tektity (Chapman, Scheiber 1969), africké tektity (Koeberl et al. 1997) a severoamerické tektity (Chao 1963, Albin et al. 2000)

	vltavín, Chlum nad Malší		vltavíny, jižní Čechy n = 390		vltavíny, Morava n = 101	
	průměr	rozptyl	průměr	rozptyl	průměr	rozptyl
SiO ₂	78.28	77.73 - 78.82	79.42	70.80 - 85.59	79.35	74.91 - 83.10
TiO ₂	0.40	0.37 - 0.44	0.29	0.06 - 0.60	0.38	0.21 - 0.57
Al ₂ O ₃	11.31	10.96 - 11.61	9.86	6.90 - 13.24	10.99	8.97 - 13.80
FeO	2.23	2.09 - 2.41	1.63	0.83 - 3.08	2.13	1.32 - 3.50
MgO	1.35	1.27 - 1.42	2.08	0.84 - 3.73	1.40	0.88 - 2.38
CaO	1.02	0.95 - 1.09	2.74	0.79 - 5.80	1.50	0.61 - 3.17
Na ₂ O	0.75	0.68 - 0.80	0.42	0.13 - 2.43	0.55	0.27 - 1.08
K ₂ O	3.88	3.75 - 4.06	3.39	2.13 - 4.49	3.51	2.60 - 4.17

	australskoasijské tektity n = 51		africké tektity n = 11		severoamerické tektity (bediasity, georgiaity) n = 45	
	průměr	rozptyl	průměr	rozptyl	průměr	rozptyl
SiO ₂	71.59	64.76 - 82.40	67.58	66.17 - 68.48	79.29	71.89 - 83.40
TiO ₂	0.74	0.43 - 1.00	0.56	0.54 - 0.61	0.63	0.42 - 1.05
Al ₂ O ₃	12.71	8.20 - 17.70	16.74	16.28 - 17.72	12.40	10.30 - 17.56
FeO	5.00	3.09 - 8.63	6.16	5.84 - 6.45	3.26	1.85 - 5.50
MgO	2.67	1.13 - 7.95	3.46	2.98 - 4.39	0.62	0.37 - 0.95
CaO	3.44	0.73 - 9.77	1.38	1.21 - 1.52	0.54	0.40 - 0.96
Na ₂ O	1.21	0.62 - 1.70	1.90	1.53 - 2.08	1.22	0.78 - 1.84
K ₂ O	2.29	1.34 - 2.81	1.95	1.73 - 2.13	2.27	1.60 - 2.58



Obr. 2 Graf závislosti obsahů K₂O a Na₂O pro tektity různých pádových polí a ve vltavínu od Chlumu nad Malší. Analytická data převzata ze stejných zdrojů jako v tabulce 1.



Obr. 3 Graf závislosti FeO/MgO na CaO/TiO_2 pro jihočeské a moravské vltavíny se znázorněním pozice studovaného vltavínu z Chlumu nad Malší. Analytická data převzata ze stejných zdrojů jako v tabulce 1.

Zajímavé je srovnání chlumského kusu s vltavíny ze dvou hlavních oblastí jejich pádového pole. Jak je patrné z tabulky 1, jeho chemismus neodpovídá běžným jihočeským vltavínům, ale je blízký průměrným hodnotám pro moravské vltavíny. K odlišování jihočeských a moravských vltavínů byly v minulosti využívány grafy CaO/TiO_2 vs. FeO/MgO nebo FeO vs. Al_2O_3 (Delano, Lindsley 1982; Bouška, Cílek 1992 aj.), ve kterých byla pole obou regionálních skupin vltavínů oddělená. Novější analýzy vzhledově a barevně anomálních vltavínů a vltavínů z dalších lokalit však pole obou skupin značně rozšířily a vzájemně překryly, což je patrné z obrázku 3.

Pozice chlumského vltavínu v grafu FeO/MgO vs. CaO/TiO_2 spadá do polí obou oblastí výskytu (obr. 3). Nápadně je velmi blízká tmavým vltavínům typu Muong Nong (např. Trnka 2003; Švardalová 2007; Švardalová et al. 2008 aj.), které právě nejvíce přispěly k rozšíření jihočeského pole v grafu. Tyto vltavíny z různých jihočeských lokalit mají rovněž celkový chemismus odpovídající běžným vltavínům z Moravy. Vzhledem k faktu, že jde o poměrně vzácné kusy, statistické rozdíly v průměrném zastoupení hlavních oxidů zůstaly pro jihočeskou a moravskou oblast zachovány.

Teoretické možnosti, že by mohlo jít skutečně o moravský vltavín, nenasvědčuje ani existence nepatrně korodovaného, pnutím vyvolaného odlomu s dokonale zachovalou hranou po obvodu (obr. 1). Takto zachovalé únavové odlomy nejsou u moravských vltavínů vůbec známy, u jihočeských se však vyskytují běžně. Také zřetelné rýhování povrchu způsobené výraznější fluidální strukturou je charakteristické spíše pro jihočeskou oblast.

Tmavě hnědavě zbarvené vltavíny jsou v jižních Čechách zastoupeny jen sporadicky. Mají relativně vysoký obsah FeO (Bouška, Cílek 1992), a proto byly těmito autory označeny jako železnaté. Sytost zbarvení vltavínů způsobeného FeO je do značné míry zesilována či zeslabována jinými oxidy dalších prvků, které samy o sobě barvicí schopnosti nemají (Trnka, Houzar 1991). TiO_2 účinek FeO ve sklech zesiluje, CaO a MgO naopak zeslabují (Kocík et al. 1978). Obsah FeO v chlumském vltavínu je proti běžným jihočeským vltavínům evidentně zvýšený, není však nijak extrémní. Ve srovnání s průměrnými daty jsou však velmi nízké podíly CaO a MgO a naopak obsah

TiO_2 je mírně zvýšený. Kombinace všech těchto obsahů tak ve svém důsledku vedla k velmi tmavému zbarvení podezřelého chlumského vltavínu.

Závěr

Tmavý vltavín o hmotnosti 104.3 g z Chlumu nad Malší ve sbírce Národního muzea v Praze je díky své velikosti i barvě zvláštností, která vedla k pochybnostem o tom, zda se vůbec o vltavín jedná. Jeho celkový chemismus však ukazuje s vltavíny naprostou shodu. Od tektitů ostatních pádových polí se naopak zřetelně liší v řadě parametrů. Evidentní je to z vysokého obsahu K_2O a nízkých obsahů TiO_2 , FeO , MgO , CaO a Na_2O . Obsahy těchto oxidů leží buď zcela mimo oblast rozptýlů dat pro australskoasijské a další zahraniční tektity nebo při jejich hranici.

V rámci samotných vltavínů patří chlumský kus k vltavínům s nízkým obsahem CaO a MgO a vysokými podíly FeO , Al_2O_3 , TiO_2 , K_2O a Na_2O . Chemicky podobné vltavíny z jižních Čech jsou poměrně vzácné a někdy mají znaky typu Muong Nong. Odlišnosti v chemismu vltavínů jsou odrazem variability horninového zdroje v místě jejich vzniku. V kontextu s výsledky faktorové analýzy (Delano et al. 1988) byl zdrojový sediment tmavých vltavínů, tj. většiny moravských a malé části jihočeských, nepatrně bohatší jílovou složkou a chudší karbonátovou.

Podle hmotnosti je chlumský kus druhý největší jihočeský vltavín ve sbírce Národního muzea. Nálezy jihočeských stogramových kusů jsou velmi ojedinělé. Z oblasti chlumské pískovny bylo hrubým odhadem dosud vytěženo asi osm tun vltavínů a autorům je známo jen sedm kusů vltavínů s hmotností nad 100 g. Přestože ne všechny takové kusy musejí být podchyceny, jejich četnost je orientačně jeden kus na tunu vltavínů. Na některých jiných jihočeských lokalitách (Slavče u Trhových Svinů - Zatačka, Krásejovka) jsou však velké vltavíny i čtenější. Celkově je z jihočeské oblasti evidována zhruba čtyřicítka stogramových vltavínů a množství jakýmkoliv způsobem vysbíraných vltavínů lze odhadnout na více než 40 tun.

Velmi tmavě zbarvené vltavíny jsou v jižních Čechách poměrně vzácné a jejich četnost se na většině lokalit pohybuje kolem 1 %. Tak tomu je i v okolí Chlumu nad Malší a Ločenic. Jejich zřetelně vyšší obsah je znám v Třeboňské pánvi (Byňov, Horusice), částečně i u Třebanic, Ratišborovy Lhotky a dalších míst.

Poděkování

Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národnímu muzeu (DKRVO 2015/02, 00023272).

Literatura

- Albin E. F., Norman M. D., Roden M. F. (2000) Major and trace element compositions of georgiites: Clues to the source of North American tektites. *Meteoritics & Planetary Science* 35, 795-806.
- Bouška V., Cílek V. (1992) Ferrous moldavites. *Bull. Czech Geol. Survey* 67, 4, 225-234.
- Bouška V., Delano W. J., Řanda Z. (1990) Jedovatě zeleňé vltavíny. *Čas. Mineral. Geol.* 35, 171-184.
- Delano J. W., Lindsley D. H. (1982) Chemical systematics among the moldavite tektites. *Geochim. Cosmochim. Acta* 46, 2447-2452.
- Delano J. W., Bouška V., Řanda Z. (1988) Geochemical constraints on the source-materials of moldavite tektites. *2nd International Conference on Natural Glasses, Prague 1987* (Konta J. eds.), 221-230.
- Engelhardt W. von, Berthold C., Wenzel T., Dehner T. (2005) Chemistry, small-scale inhomogeneity, and formation of moldavites as condensates from sand vaporized by the Ries impact. *Geochim. Cosmochim. Acta* 69, 23, 5611-5626.
- Glass B. P. (1989): North American tektite debris and impact ejecta from DSDP site 612. *Meteoritics* 24, 209-218.
- Glass B. P., Koeberl C., Blum J. B., McHugh C. M. G. (1998) Upper eocene tektite and impact ejecta layer on the continental slope off New Jersey. *Meteoritics & Planetary Science* 33, 229-241.
- Hrabánek J., Prchal M. (1992) Měření mikrotvrdosti a indexů lomu na vltavínech z Čech a Moravy. *Přírod. Sbor. Západo-mor. Muz.* (6. konference o vltavínech) 18, 104-116.
- Chao E. C. T. (1963) The petrographic and chemical characteristics of tektites. In: O'Keefe J. A. (eds.): *Tektites*, University Chicago Press, 51-94.
- Chapman D. R., Scheiber L. C. (1969) Chemical investigation of Australasian tektites. *Journ. Geophys. Research* 74, 27, 6737-6776.
- Kocík J., Nebřenský J., Fanderlík M. (1978) Barvení skla. *SNTL*, 1-254.
- Koeberl C., Bottomley R., Glass B. P., Storzer D. (1997) Geochemistry and age of Ivory Coast tektites and microtektites. *Geochim. Cosmochim. Acta* 61, 8, 1745-1772.
- Lange J. M. (1995) Lausitzer Moldavite und ihre Fundschichten. *Schriftenreihe f. Geowissenschaften* 3, 1-134.
- Philpotts J. A., Pinson W. H. Jr. (1966) New data on the chemical composition and origin of moldavites. *Geochim. Cosmochim. Acta* 30, 253-266.
- Pouchou J. L., Pichoir F. (1985) "PAP" (φρZ) procedure for improved quantitative microanalysis. In: *Microbeam Analysis* (J. T. Armstrong, ed.). San Francisco Press, San Francisco, 104-106.
- Skála R., Strnad L., McCammon C., Čada M. (2009) Moldavites from the Cheb Basin, Czech Republic. *Geochim. Cosmochim. Acta* 73, 1145-1179.
- Švardalová L. (2007): Charakteristika vltavínů typu Muong Nong.- MS, Diplomová práce PřF MU. Brno
- Švardalová L., Skála R., Trnka M., Houzar S., Novák M. (2008): Extremely heterogeneous Muong Nong type moldavites.- *39th Lunar and Planetary Science Conference, 1962. Houston*
- Trnka M. (1980) Skulptace moravských vltavínů. *Přírod. Sbor. Západo-mor. Muz.* (4. konference o vltavínech) 11, 249-260.
- Trnka M., Houzar S. (1991) Moravské vltavíny. *Muzejní a vlastivědná spol.*, 1-115.
- Trnka M., Houzar S. (2002) Moldavites: a review. *Bull. Czech Geol. Survey* 77, 283-302.
- Trnka M. (2003) Atypické vltavíny ze Slavče u Trhových Svinů (jižní Čechy). *Přírodovědný sborník Západo-moravského muzea* (9. konference o vltavínech), 41, 31-44.