

VÝSLEDKY SROVNÁVACÍHO STUDIA DURBACHITICKÝCH PLUTONITŮ ČESKÉHO MASIVU, VOGÉZ A SCHWARZWALDU

Some results of comparative research of durbachitic plutonic rocks from the Bohemian Massif, the Vosges and the Black Forest (Schwarzwald)

FRANTIŠEK V. HOLUB

Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Albertov 6, 128 43 Praha 2



Key words: Bohemian Massif, Vosges, Black Forest (Schwarzwald), ultrapotassic rocks, durbachite, melagranite, geochemistry

Abstract: Durbachitic rocks are ultrapotassic plutonic rocks corresponding to amphibole-biotite melasyenite (durbachite), quartz melasyenite and melagranite (the Čertovo břemeno type in the Bohemian Massif and Granite des Cretes in the Vosges). This rock group is highly typical for some parts of the Hercynian orogenic belt of central to western Europe and is associated with exhumed lower-crustal metamorphic rocks of the former orogenic root. Our research comprising a new set of whole-rock analyses including more than 40 trace elements has demonstrated that durbachitic rocks from the Moldanubian part of the Bohemian Massif are petrographically and geochemically identical to those from the Vosges and from the classical locality at Durbach in the Black Forest (Schwarzwald). Therefore, any plausible petrogenetic model should be appropriate for all these rocks regardless the area of their occurrences. The data are compatible with the hypothesis that the „durbachite series“ can be derived from mafic ultrapotassic magma of mantle origin due to intense mixing (hybridization) with granite melts derived from the continental crustal rocks.

Durbachitické horniny jsou ultradraselné plutonity odpovídající amfibol-biotitovému melasyenitu (durbachitu), křemennému melasyenitu až melagranitu (tzv. typ Čertovo břemeno v Českém masivu nebo „Granite des Cretes“ ve Vogézách). Tato horninová skupina je typická pro některé části variského orogenního pásma střední a západní Evropy a je prostorově spjata s exhumovanými metamorfoványmi komplexy spodní kůry, které tvořily orogenní kořen. Chemické složení odpovídá definici ultradraselných hornin ($K_2O > 3\%$, $K_2O/Na_2O > 2$, $MgO > 3\%$, vše hmotnostně) podle FOLEYHO et al. (1987).

V Českém masívnu naprostá většina dosud analyzovaných durbachitických hornin vytváří velmi jednoduchý vývojový trend od durbachitu *sensu stricto* k melagranitu. V tomto trendu plynule rostou obsahy SiO_2 spolu s mírným nárůstem Na_2O , klesají obsahy MgO , oxidů Fe, TiO_2 , P_2O_5 , ze stopových prvků Cr, Ni, Co, Sr, Ba, Zr apod., zatímco obsahy Al_2O_3 , K_2O , Rb, a často také Th bývají značně vyrovnané. V případě thoria jsou však mezi mafickými varietami durbachitických hornin značné rozdíly a zatímco někdy jsou obsahy Th i v typických durbachitech na úrovni melagranitů, některé vzorky jsou nápadně chudší (nízko-thoriová varieta). Kromě pravidelných variací v základním jednoduchém trendu se podřízeně vyskytují durbachitické

horniny se zvýšeným Al_2O_3 , obvykle také mírně vyššími oxidy Fe, CaO a sníženým K_2O (HOLUB 1990, 1997).

Mezi publikovanými chemickými daty z durbachitických hornin Vogéz naprostoto převažují silikátové analýzy, zatímco stanovení stopových prvků je nedostatek. Plošné pokrytí je velmi nerovnoměrné; většina dat pochází z blízkého okolí Col de Grosse Pierre v masivu La Bresse (GAGNY 1968, BLANCHARD et al. 1978) a z okolí Sainte-Marie-aux-Mines (FLUCK 1980; s několika stopovými prvky, ale velká část silikátových analýz je bez P_2O_5). Analýz širšího spektra stopových prvků z obou dílčích oblastí je naprostot nedostatek (např. PAGEL 1982 publikoval obsahy osmi prvků skupiny vzácných zemin a Zr, Hf, Th a U v 5 vzorcích s makrochemismem bez P_2O_5 podle GAGNYHO 1968). Z jižních částí masivu La Bresse a z rozsáhlého témaře zakrytého masivu v j. okolí Plombières-les-Bains jakákoli chemická data dosud zcela chyběla. Ze Schwarzwaldu je k dispozici stará silikátová analýza klasického durbachitu *sensu stricto* podle SAUERA (1893).

Pro doplnění analytických dat byl z durbachitických hornin několika těles ve Vogézách a také z okolí Durbachu ve Schwarzwaldu v letech 2002–2004 odebrán větší počet vzorků na chemické analýzy. Ve Vogézách byly ovzorkovány zejména durbachity od Sainte Croix-aux-Mines, typické granite Crete včetně tmavých variet z masivu Sainte Marie-aux-Mines v okolí tohoto městečka, z několika lokalit v masivu La Bresse a také z výchozů v údolí řeky Augronne jz. od Plombières-les-Bains, kde rozsáhlý masiv granitů Crete lokálně vychází z podloží triasových sedimentů. Aby byla data plně srovnatelná se vzorky z Českého masivu, byly vzorky zadány do stejné laboratoře (Activation Laboratories Ltd., Ancaster, Ontario). Hlavní oxidy byly analyzovány pomocí ICP (spektrometrie s indukčně vázanou plazmou), více než 40 stopových prvků metodou ICP MS. Vybrané analytické výsledky ukazuje tabulka 1.

Analýzy ze všech tří hlavních těles granitů typu Crete (Sainte Marie-aux-Mines, La Bresse a Plombières) jsou si navzájem velmi podobné a nejrozšířenější variety s obsahy MgO kolem 4 % jsou shodné. Větší variace jsou mezi podobnými horninami širší asociace Crete.

Náš výzkum rovněž potvrdil, že durbachitické horniny z moldanubické části Českého masivu jsou petrograficky i geochemicky identické s obdobnými typy z Vogéz a Schwarzwaldu. Rozdílné je zastoupení různě mafických variet. Zatímco v Českém masivu jsou hojně zastoupeny všechny variety (durbachity *s.s.*, tmavá i světlá facie Čertova břemene) a běžně se vyskytují i v rámci jednoho tělesa, ve Vogézách naprostot dominují melagranity typu Crete, odpovídající světlé facii Čertova břemene s lokálními par-

Tabulka 1. Vybraná stanovení hlavních oxidů (hmot. %) a stopových prvků (ppm) v reprezentativních vzorcích durbachitických plutonitů z Českého masivu (ČM), Vogéz (V) a Schwarzwaldu (S)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
oblast	ČM	ČM	V	V	ČM	V	S	ČM	V	ČM	V	V	V	V
SiO ₂	53,59	51,80	51,09	52,35	58,67	58,03	58,91	59,65	61,55	64,11	64,72	62,94	63,24	63,96
TiO ₂	1,21	1,27	1,46	1,31	0,95	1,08	1,13	0,89	0,86	0,75	0,63	0,77	0,73	0,74
Al ₂ O ₃	12,58	13,34	13,24	12,43	13,52	13,04	12,93	13,86	12,78	13,34	12,80	13,16	13,06	13,20
Fe ₂ O ₃	7,04	7,43	8,11	7,18	5,68	6,12	6,26	5,33	4,82	4,31	3,75	4,52	4,26	4,16
MnO	0,104	0,109	0,116	0,097	0,085	0,076	0,105	0,080	0,092	0,073	0,073	0,080	0,069	0,069
MgO	8,77	8,89	8,78	7,60	6,13	6,55	5,93	5,32	5,04	4,43	3,71	4,60	4,29	4,00
CaO	4,65	4,83	4,48	4,84	3,88	2,36	3,65	3,19	3,14	3,04	2,16	2,78	2,73	2,35
Na ₂ O	1,54	1,78	1,44	1,05	1,97	1,85	1,84	1,97	1,99	2,49	2,37	2,42	2,29	2,37
K ₂ O	7,18	6,88	6,87	7,17	6,59	6,58	6,52	6,92	6,16	6,18	5,87	6,15	6,56	6,39
P ₂ O ₅	1,17	1,18	1,31	1,11	0,87	0,78	0,83	0,73	0,66	0,60	0,47	0,59	0,58	0,54
ztr. žlh.	1,84	1,63	1,82	3,78	1,1	2,54	1,23	1,10	1,63	0,82	2,11	1,14	1,40	1,14
suma	99,68	99,15	98,71	98,91	99,45	99,00	99,33	99,04	98,72	100,13	98,67	99,15	99,21	98,92
Cr	518	542	485	442	351	314	411	355	273	265	190	278	248	279
Ni	172	170	91	103	111	74	88	90	60	74	47	61	57	76
Rb	389	430	357	364	406	386	421	395	352	385	348	368	374	424
Cs	22,8	22,4	16,3	15,7	28,3	36,2	22,4	25,0	32,3	53,8	27,4	31,0	35,5	44,0
Sr	466	545	442	446	449	375	374	441	341	347	285	321	323	353
Ba	2280	2640	2500	2730	2080	1730	1570	1940	1430	1430	1130	1310	1320	1420
Zr	593	611	573	482	525	486	581	384	400	307	310	329	373	381
Th	41,8	44,8	11,7	14,4	51,9	43,1	47,3	32,3	44,5	46,7	39,3	40,3	44,2	41,5
U	17,9	16,8	10,0	11,3	21,7	13,3	13,2	14,6	16,4	22,4	22,1	20,6	20,1	27,3

1 – Květuš (milevský masiv, středočeský plutonický komplex); 2 – Chlumek (třebíčský pluton); 3 – Osières, s. od Sainte Croix-aux-Mines; 4 – z. u Sainte Croix-aux-Mines; 5 – Osové (třebíčský pluton); 6 – Liépvre (v. cíp masivu Sainte Marie); 7 – Hinterohlsbach, j. od Durbachu; 8 – Písek, těleso na v. okraji; 9 – Lac de Lispach (sv. cíp masivu La Bresse); 10 – Vepice (milevský masiv, středočeský plutonický komplex); 11 – Sainte Marie-aux-Mines, tunel; 12 – Col de Grosse Pierre (sv. část masivu La Bresse); 13 – les Gravières (jižní část masivu La Bresse); 14 – masiv Plombières-les-Bains, 5 km jz. od města

tiemi přechodného složení k facii tmavé. Durbachity *s.s.* a ekvivalenty tmavé facie Čertova břemene ve Vogézách obvykle vystupují ve formě samostatných relativně drobných těles v metamorfitech na periferii masivů granitu typu Cretes a to řadu starších autorů vedlo k představě jejich nezávislého vzniku. V širší asociaci rodiny granitů Cretes jsou navíc významně zastoupeny i granity světlejší, než je náš typ Čertovo břemeno, ale draselnější než je např. sedlčanský granit ze středočeského plutonického komplexu.

Podle nových analytických dat durbachitické horniny z Vogéz a Schwarzwaldu jeví tytéž základní variace jako mají tyto horniny v Českém masivu. Byly zjištěny také obě variety mafických členů s rozdílnou hladinou obsahů Th. Kromě toho jsou přítomny i zcela obdobné lokální odchylky od jednoduchého trendu směrem k vyšším obsahům Al₂O₃.

Převážná většina analýz z navzájem si petrograficky odpovídajících horninových typů bez ohledu na oblast výskytu v Českém masivu, ve Schwarzwaldu i ve Vogézách jeví překvapivou míru shody v hlavních i stopových prvcích, že lze sotva najít geochemicky stejně sevřenou skupinu plutonitů s tak rozsáhlým územím výskytu. Přijatelný petrogenetický model se proto musí týkat všech těchto hornin.

Všechna shromážděná data jsou v souladu s modelem vzniku hornin durbachitové série z mafického ultradraselného magmatu plášťového původu prostřednictvím intenzivní hybridizace granitovými taveninami z kontinentální kůry (HOLUB 1997).

Poděkování: Tento výzkum byl umožněn díky finanční podpoře Grantové agentury České republiky prostřednictvím grantu č. 205/02/0514 „Durbachitické plutonity variské Evropy: Jejich korelace, vznik a geodynamické implikace“.

Literatura

- BLANCHARD, J.-P. – GAGNY, C. – N'SIFA, E. (1978): Étude pétrographique et géochimique d'un litage magmatique (layering) dans le Granite des Cretes (Vosges Méridionales, France). Différenciation par gravité dans ce litage et dans l'ensemble du massif. – 103e Congrès national des sociétés savantes, Nancy, Sciences, Fasc. IV, 21 – 32.
 FLUCK, P. (1980): Métamorphisme et magmatisme dans les Vosges moyennes d'Alsace. Contribution à l'histoire de la chaîne varisque. – Sci. géol., Mém. (Strasbourg), 62, 248 pp.
 FOLEY, S. F. – VENTURELLI, G. – GREEN, D. H. – TOSCANI, L. (1987): The ultrapotassic rocks: characteristics, classification, and constraints for petrogenetic models. – Earth-Sci. Rev., 2, 81–134.