

Li izotopické zloženie granitov ZK ako odraz ich pôvodu a zdrojov

T. Magna^{1,2}, M. Kohút³, V. Janoušek² & V. Erban²

¹ Institut für Mineralogie, Universität Münster, D-48149 Münster, tomas.magna@uni-muenster.de

² Česká geologická služba, Geologická 6, CZ-152 00 Praha 5

³ Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, SK-817 04 Bratislava, milan.kohut@geology.sk

Lítium je vo fluidnej fáze mobilný stopový prvok zo skupiny alkalických kovov s malou nekompatibilitou. V prírodných podmienkach sa vyskytuje ako Li^+ . Lítium tvoria dva stabilné izotopy ${}^6\text{Li}$ (približne 7,5 %) a ${}^7\text{Li}$ (92,5 %). Dominantným nositeľom Li v kôrových magmatických horninách je biotit, avšak až 10 % celkového kôrového obsahu Li je viazané na plagioklasy. Lítium je dôležitý petrogénny prvok v zemskej kôre a jeho kvantitatívne zastúpenie vo felzických magmatitoch indikuje genetické procesy vzniku a vývoja (napr. zdroj, miešanie magmát, asimilácia & frakcionácia) granitických hornín.

Izotopické zloženie lítia ($\delta^7\text{Li}$) bolo stanovené v S-, I-, A-, S_s-typových granitických, ako aj v sprievodných (gabro, diorit) horninách Západných Karpát (ZK) za účelom:

i) testovať správnosť publikovaných rozdielov v Li izotopickom zložení tradičných S- a I-typových granitoidov zo známych svetových lokalít (Bryant et al., 2004; Teng et al., 2004); *ii*) priniesť nové dáta pre doteraz menej charakterizované A-typové granity (Teng et al., 2009); *iii*) potvrdiť, alebo vylúčiť Li izotopické zloženie ako účinný nástroj na stopovanie pôvodu a zdrojových hornín jednotlivých typov granitických hornín.

S-typové ortoruly a spodnokarbónske S-typové granitoidy tatridnej a veporidnej zóny ZK sú väčšinou charakterizované ako peraluminózne muskoviticko-biotitické granity až granodiority s menším zastúpením biotitických granodioritov až tonalitov. Ich chemické zloženie (hlavné, stopové prvky a REE) ako aj dostupné izotopické analýzy naznačujú na ich kôrový pôvod z nie veľmi diferencovaného zdroja.

I-typové granitické horniny vápenato-alkalickej charakteristiky sa často vyskytujú spolu s S-typovou suítou granitov ZK. Sú väčšinou metaluminózneho až subaluminózneho charakteru, dominujúcimi sú

biotitické tonality až granodiority lokálne aj s amfibolom. Muskoviticko-biotitické granodiority až granity sú menej zastúpené v tomto type. Majú nižšie obsahy SiO_2 , avšak zvýšené hodnoty Zr, Ba, Sr a LREE. Prítomnosť mafických dioritických enkláv indikuje ich interakciu s bázickejšou magmou. Izotopy O, S indikujú tavenie bázickejšieho spodnokôrového protolitu.

Permské stredno alkalické A-typové granity s typickým minerálnym a geochemickým zložením sa vyskytujú vo veporiku a na jeho styku s gemerikom. A-typová suita ZK je charakterizovaná peraluminóznym chemizmom, zvýšeným obsahom SiO_2 , ako aj vyššími obsahmi F, HFSE, REE a vyšším pomerom Ga/Al. Dostupné stabilné izotopy (O, S) indikujú spodnokôrový zdroj z metamorfovaných magmatitov.

Permské S_s-typové granity gemerika sú lokálne zrudnené (Sn, Mo, W) vo vrchnej greisenizovanej časti zonálneho plutónu. Ako typické výrazne peraluminózne granity majú zvýšené SiO_2 , Li, Rb, Cs, Be, B, F, Sn a Mo. Podobne vyššie iniciálne hodnoty ${}^{87}\text{Sr}/{}^{86}\text{Sr}$ spolu s menej radiogénymi $\epsilon\text{Nd}(i)$ ako aj vyššími $\delta^{18}\text{O}$ a $\delta^{34}\text{S}$ nasvedčujú na kôrový pôvod a tavenie zrelého metapelitického protolitu.

Li izotopové zloženie pre S-typové a I-typové granitické horniny Západných Karpát (Obr. 1) nenažnačuje výrazne odlišný zdrojový materiál pre oba typy granitoidov. Nové dáta však ukazujú opačnú systematiku $\delta^7\text{Li}$ hodnôt v porovnaní s publikovanými dátami (Teng et al., 2004; Bryant et al., 2004), pričom I-typové granitoidy ZK sa vyznačujú nižšími hodnotami $\delta^7\text{Li}$ než S-typové granity.

Väčšie variácie v hodnotách obsahu Li (ppm) spolu s menším rozsahom hodnôt $\delta^7\text{Li}$ v mineralizovaných S_s-typových gemeridných granitoch sa zhodujú s navrhovaným meta-pelitickým protolitom.

A-tytové granity ZK majú dominantne ťažké Li izotopické zloženie.

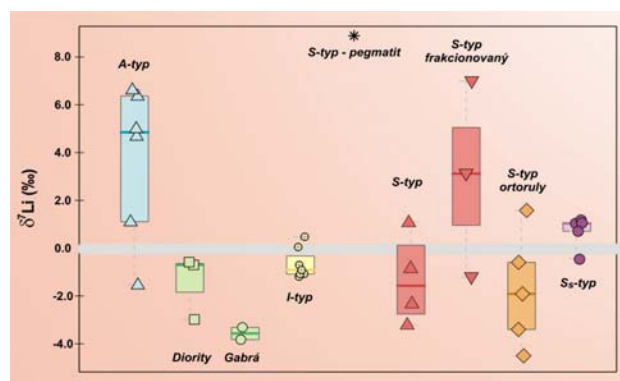
Bonin (2007) publikoval nasledujúci prehľad názorov na pôvod A-tytových granitov:

i) pretavenie granulitického rezidua po vytavení normálnych I-tytových granitických tavenín; *ii*) HT anatexia neresorbovanej kôry zloženej zo starých vápenato-alkalických magmatitov; *iii*) extenzívna, viacnásobná frakcionácia plášťovej magmy pri výstupe na povrch; *iv*) anatexia spodnej kôry metasomatizovanej plášťovými fluidami; *v*) tavenie zo zmiešaného zdroja OIB + kôra; *vi*) derivácia z ochudobneného vrchného plášťa modifikovaného impregnáciami zo subdukčných fluid.

Model: *i*) nemôže zosúladiť podobné obsahy Li a Rb v I- a A-tytových granitoch s výrazne odlišnými $\delta^7\text{Li}$, ktoré sa nemôžu tak výrazne zmeniť pri tavení; *ii*) sa podobne vylučuje, nakoľko dehydratačným tavením metabazitov vznikajú trondhjemitické až tonaliticko/dioritické a nie granitické taveniny. Existujúce Sr izotopické zloženie (UR) vyžaduje mladý zdroj s nízkymi Rb/Sr pomermi; *iii*) a *iv*) z pohľadu Li obsahov a zvýšených $\delta^7\text{Li}$ nezodpovedá skutočnosti, nakoľko vyžaduje prítomnosť ťažkých izotopických hmôt pod ZK v období tavenia; *v*) vyžaduje prítomnosť fluid uvoľnených z vystupujúceho astenosférického plášťa počas tavenia. Keďže existuje len málo indikácii (izotopických) o existencii OIB počas devónsko-karbónskej orogézy v priestore ZK, predbežne sa nestotožňujeme s týmto modelom; *vi*) tento model najlepšie zosúladzuje A-tytové charakteristiky (Y/Nb, Sc/Nb; Whalen et al., 1987) s Li izotopickým zložením našich A-tytov. Predpokladáme, že bol tavený zdroj pochádzajúci z ochudobneného plášťa modifikovaný

fluidami z vyznievajúcej subdukcie oceanickej kôry. Takéto fluidá môžu mať ťažší izotopický charakter (Magna et al., 2006). Myslíme si, že Li izotopové zloženie A-tytových granitov nevyžaduje výraznú heterogenitu zdrojových hornín ako navrhuje Teng et al. (2009).

Gabroidné a dioritické horniny ZK vykazujú porovnateľné nabohtenia Li obsahov s nízkymi $\delta^7\text{Li}$ hodnotami. Vyššie Li obsahy sú výsledkom magmatickej diferenciacie s prednostnou viazanosťou Li v amfibole a biotite (Teng et al., 2009), kým ľahké Li izotopické zloženie môže byť dôsledkom neúplného equilibria medzi granitmi a ich mafickými spoločníkmi (Teng et al., 2009), prípadne akumulácia ferromagneziálnych fáz, bohatých Li, z felzickejších I-tytových magiem.



Obr. č. 1: Li izotopické zloženie študovaných hornín ZK.

PodĎakovanie:

Predkladaný príspevok bol podporovaný z prostriedkov grantu GAČR grant No. 205/07/0992 a APVV na základe zmluvy č. APVV-0549-07.

Literatúra:

- Bonin, B. 2007: A-type granites and related rocks: evolution of a concept, problems and prospects. *Lithos* **97**, 1-29.
- Bryant, C.J., Chappell, B.W., Bennett, V.C. & McCulloch, M.T. 2004: Lithium isotopic compositions of the New England Batholith: correlations with inferred source rock compositions. *Trans. Royal Soc. of Edinburgh: Earth. Sci.* **95**, 199-214.
- Magna, T., Wiechert, U., Grove, T.L. & Halliday, A.N. 2006: Lithium isotope fractionation in the southern Cascadia subduction zone. *Earth and Planetary Science Letters* **250**, 428-443.
- Teng, F.Z., McDonough, W.F., Rudnick, R.L., Dalpé, C., Tomascak, P.B., Chappell, B.W. & Gao, S. 2004: Lithium isotopic composition and concentration of the upper continental crust. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **68**, 4167-4178.
- Teng, F.Z., Rudnick, R.L., McDonough, W.F. & Wu, F.Y. 2009: Lithium isotopic systematics of A-type granites and their mafic enclaves: further constraints on the Li isotopic composition of the continental crust. *Chem. Geol.* **262**, 370-379.
- Whalen, J. B., Currie, K. L. & Chappell, B. W. 1987: A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contrib. Mineral. Petrol.* **95**, 407-419.