

Petrogenéza miocénno-pliocénnych granitoidov A-typu južného Slovenska

Monika Huraiová¹, Vratislav Hurai² & Jean-Louis Paquette^{3,4,5}

¹Katedra mineralógie a petrológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava, huraiova@fns.uniba.sk

²Geologický ústav, Slovenská akadémia vied, Dúbravská cesta 9, 845 36 Bratislava

³Laboratoire Magmas et Volcans, Clermont Université, Université Blaise Pascal, BP 10448, 63000 Clermont-Ferrand, France

⁴CNRS, UMR6524, LMV, 63038 Clermont-Ferrand, France

⁵IRD, R 163, LMV, Clermont-Ferrand, France

AGEOS Petrogenesis of Miocene–Pliocene A-type granitoids of southern Slovakia

Abstract: Petrogenetic association of post-orogenic A1-type granitoids genetically related to continental rifting and mantle-derived mafic magmas was recognized for the first time in the northern part of the Pannonian Basin. The variegated rock suite comprises syenite, orthopyroxene-rich, charnockite-resembling granite (pincinite), and subalkalic granite strongly enriched in Nb, Y and REE. Absence of rock-forming OH-bearing silicates in all rock types indicates water-deficient, hypersolvus crystallization conditions and lacking overprint by deuterio hydrothermal alteration and/or subsequent metamorphic/metasomatic reactions. U-Pb-(Th) dating of monazite and zircon proved that all rocks crystallized within a narrow time interval between 5.2 and 5.8 Ma (Late Miocene – Early Pliocene boundary). The suite of A1-type granitoids is peraluminous, albeit individual rock types exhibit strongly fluctuating alkalis-to-calcium ratios: pincinite belongs to calcic rocks, granites are calc-alkalic and syenites are alkalic. Except for magnesian pincinites, other rock types are ferroan. Syenites bear most geochemical features diagnostic of the A-type granites *sensu stricto*. They represent flotation cumulates from strongly differentiated alkalic basalt uncontaminated by the crustal material, as is indicated by the strontium and oxygen isotope ratios close to those in prevalent depleted mantle, strong enrichment in REE and Zr+Hf, moderate enrichment in Nb+Ta, and fluctuating distribution pattern of other elements. In contrast, a smoothed distribution pattern of trace elements in pincinites, enrichment in Ca, Ti, V, LREE, moderate depletion in Ba, Sr, absence of halogenides and siderophile elements are interpreted as reflecting a high-degree dehydration melting of amphibole triggered by latent heat from alkali basalt underplating the lower crust. The position within the field of OIB-like magmatic rocks rules out a substantial amount of felsic magmatic or sedimentary component in the zone of crustal anatexis. Sub-alkalic granites are provisionally interpreted as highly evolved residual melt originated by differentiation of alkalic basalt/trachybasalt modified by assimilation of a Ca-rich contaminant, or as a low-degree partial melt from a mafic source similar to that in the case of pincinite. Position of the granites within the field for OIB-like magmatic rocks also excludes the substantial amount of felsic magmatic and/or sedimentary crustal component. In spite of the affinity to the A1-type subgroup, the sub-alkalic granites contain surprisingly high concentrations of HFS elements, particularly Nb (up to 207 ppm). The coherent A1-subtype suite of early anorogenic granitoids is different from the A2-subtype post-orogenic granitoids of the Western Carpathians formed dominantly by partial melting of thin crust along continental margins during incipient Permian-Triassic rifting.

Key words: A-type, granite, pincinite, syenite, xenolith, alkali basalt, Pannonian Basin

1. ÚVOD

V Lučeneckej kotline a Cerovej vrchovine sa vyskytujú početné vulkanické centrá neskoro miocénneho až pleistocénneho veku (Vass et al., 2007), v ktorých sa našli xenolity syenitov, granitov a mafických kumulátov. Pestré mineralogické zloženie xenolitov svedčí o existencii zložitého a diferencovaného magmatického rezervoáru, z ktorého boli xenolity vytrhnuté (Huraiová et al., 1996). Stopové prvky, izotopové pomery $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ako aj inklúzie tavenín jednoznačne preukázali, že syenit aj mafické horniny z maaru pri Pincinej (Lučenecká kotlina) vznikli frakcionáciou alkalického bazaltu a predstavujú kogenetické flotačné a gravitačné kumuláty (Hurai et al., 1998). Ortopyroxénový granit až tonalit – pincinit – je rýchlo utužená anatektická tavenina generovaná termálnym účinkom bazaltovej magmy na kôrové horniny rulového alebo granulitového zloženia (Huraiová et al., 2005). Variský vek kôrového protolitu (346 ± 16 Ma)

je indikovaný U-Pb-Th datovaním restitického monazitu v jednej vzorke pincinitu (Huraiová & Konečný, 2006). U-Pb datovanie novo vzniknutého zirkónu preukázalo identický vrchno-miocénny vek syenitu a pincinitu z maaru pri Pincinej (Hurai et al., 2010). V poslednom čase sa aj v oblasti Cerovej vrchoviny našli xenolity granitoidov neznámeho pôvodu a veku. Všetky typy týchto felzických hornín vykazujú geochemické črty aj chemickú variabilitu charakteristickú pre širšie definovanú skupinu post-orogénnych granitoidov A-typu. Mimoriadny význam xenolitov spočíva v tom, že predstavujú rýchlo utuženú asociáciu minerálov a skla, ktorá v dôsledku rýchleho transportu na povrch neprešla metamorfnou premenou a hydrotermálnou alteráciou a teda si zachovala pôvodné geochemické znaky.

Štúdium granitoidov všeobecne je dôležité z hľadiska určenia geotektonického prostredia vzniku magmatickej asociácie (Bonin, 2007). Na metalogenetický potenciál granitoidov A-typu poukázal Bowden et al. (1987) vo vzťahu k ložiskám cínu, nióbu

a ostatných HFS prvkov (Eby, 1992), ktoré sa viažu prednostne na peralkalické granity (Salvi & Williams-Jones, 2006). Niektoré Fe-Cu-Au-REE ložiská (typ IOCG – Iron Oxide Copper-Gold) sú taktiež priestorovo a časovo úzko späté s post-orogénnymi granitmi (Groves et al., 2010).

2. STRUČNÝ PREHLAD POZNATKOV O GRANITOIDOCH A-TYPU

Granitoidné horniny sa rozdeľujú na základe spôsobu vzniku a podľa geotektonickej pozície v čase kryštalizácie. Granity vznikajúce parciálnym tavením sedimentárneho (S-typ) alebo magmatického protolitu (I-typ) sú späté s kompresnou tektonikou orogénnych pásiem alebo subdukciou (Chappel & White, 1974). Granity A-typu, často označované ako post- a anorogénne, súvisia s výzdvihom alebo horizontálnymi posunmi stabilizovaných tektonických blokov kontinentálnej alebo oceánskej kôry (Whalen et al., 1987). V tomto vnútroplatinovom geotektonickom prostredí sa formujú predovšetkým frakčnou kryštalizáciou bazaltovej magmy, ale aj parciálnym tavením spodnej kontinentálnej kôry pod vplyvom latentného tepla bazaltových rezervoárov (Hurairová et al., 2005; Shao et al., 2015). V stenčenej kontinentálnej kôre vznikajú v extenznom režime krátko po odznení orogenézy (rádovo v desiatkach Ma) kremeňom presýtené peraluminózne granitoidy označované ako post-orogénne a rané anorogénne, zatiaľ čo v hrubých stabilizovaných kratónoch vznikajú neskoré anorogénne alkalické a peralkalické granity a syenity po dlhom čase, niekedy až 500 Ma od poslednej orogenézy (Bonin, 2007).

Všeobecne platí, že alkalické a peralkalické vnútroplatinové granity sú produktom frakčnej kryštalizácie a peraluminózne, kremeňom presýtené granity vznikajú parciálnym tavením spodnej kôry pri podlievaní (underplating) kontinentálnej kôry bazaltom (Shao et al., 2015). Existuje však množstvo výnimiek, ktoré odrážajú rozličné P–T podmienky, oxidačný stav, obsah vody v materskej tavenine a heterogenitu natavovaného kôrového materiálu (Dall’Agnol & Oliveira, 2007). Napríklad peraluminózne granitoidy vznikajú aj extrémnou diferenciáciou bazaltovej taveniny a diferenciácia tholeiitového bazaltu vedie k vzniku metaluminóznych granitoidov, ktoré sú alkalické, alkalicko-vápenaté až vápenaté v závislosti od tlaku. Všetky produkty frakčnej kryštalizácie bazaltu sú vysoko železnaté, čo je základným znakom vnútroplatinových granitoidov A-typu. Rýchlym pretavením kôry granitového a granulitového zloženia, ktorá bola intenzívne prehriata bazaltom vyliatym na rozhraní kôry a pláštá (underplating), však môžu vznikáť aj horečnaté, alkalicko-vápenaté a peraluminózne granitoidy (Bea et al., 2007). Parciálnym tavením tonalitovej alebo granodioritovej kôry vznikajú pri nižšom tlaku metaluminózne, alkalicko-vápenaté alebo vápenato-alkalické a pri vyššom tlaku aj peraluminózne felzické taveniny (Frost & Frost, 2011).

Granitoidy A-typu sú často diskutovanou skupinou magmatických hornín aj kvôli nejasej definícii. Názov prvýkrát použili Loiselle & Wones (1979) pre granitoidné magmy v post-kolíznom alebo vnútroplatinovom geotektonickom prostredí, vyznačujúce sa nízkym obsahom CaO (< 1,8 hmot. % pri 70 % obsahu SiO₂), vysokými pomermi FeO_{tot}/MgO (8–80 pri

70 % obsahu SiO₂) a K₂O/Na₂O, vysokým obsahom alkálií (7–11 hmot. % pri 70 % obsahu SiO₂), vzácnych zemín (okrem Eu), Zr, Nb, Ta, a naopak nízkym obsahom Sc, Cr, Co, Ni, Ba, Sr a Eu, t.j. prvkov, ktoré sa viažu v mafických silikátoch a živcoch (Eby, 1990). Pôvodná definícia granitov A-typu zahŕňala len bezvodé felzické horniny obohatené železom a draslíkom, ktoré vznikli frakciáciou alkalických bazaltov pri nízkej fugacite kyslíka, t.j. v redukčných podmienkach. Neskôr sa však termín rozšíril na všetky felzické magmy so zvýšeným obsahom HFS prvkov (Zr, Nb, Ta, Y), vrátane alkalicko-vápenatých a vysoko oxidovaných, ktoré sa vyskytujú aj v zaoblúkovom prostredí (Brown et al., 1984). Obohatenie o HFS prvky sa stalo najdôležitejším kritériom pre rozlíšenie granitoidov A-typu, keď Pearce et al. (1984) vo svojich klasifikačných diagramoch založených na stopových prvkoch vyčlenil pole pre vnútroplatinové (WPG) granity a následne Whalen et al. (1987) tieto granity odlíšili od ostatných typov aj na základe pomeru Ga/Al. Následne Eby (1990, 1992) definoval podskupinu A1 s pomerom Y/Nb < 1,2, ktorá zodpovedala granitoidom kontinentálnych riftov, zatiaľ čo podskupina A2 s pomerom Y/Nb > 1,2 zahŕňala granitoidy ostrovných oblúkov alebo kontinentálnych okrajov. V klasifikačnom diagrame Y-Nb-Ta (Eby, 1990) sa podskupina A1 premieta do poľa pre bazalty oceánskych ostrovov (OIB), ktoré nie sú ovplyvnené interakciou s kôrovým materiálom. Posun z poľa OIB smerom k poľu pre bazalty ostrovných oblúkov (IAB) je spôsobený kontamináciou kôrovým materiálom a opačný trend je dôsledkom postmagmatickej fluidnej alterácie.

Granity podskupiny A2 vznikli diferenciáciou kontinentálneho tholeiitového bazaltu, alebo reprezentujú anatektické taveniny spodnej kôry alebo subkontinentálnej litosféry, ktorá bola modifikovaná (fertilizovaná) metasomatickými fluidami unikajúcimi z pláštá počas extenzie. Tieto fluidy majú primárne pôvod v subdukovanej doske oceánskej kôry (Martin, 2006). Granitoidy tejto podskupiny majú spravidla vysoké obsahy halogenidov, špeciálne fluóru, a predstavujú vysoko diverzifikovanú suitu zahŕňajúcu metaluminózne, peraluminózne, peralkalické, alkalické aj alkalicko-vápenaté horniny. V klasifikačnom diagrame Y-Nb-Ta (Eby, 1990) sa podskupina A2 premieta medzi poľami pre bazalty oceánskych ostrovov (OIB) a ostrovných oblúkov (IAB), čo sa považuje za prejav silnej kontaminácie kôrovým materiálom. Diskriminačné diagramy založené na dodatočných indexoch Fe* (FeO/FeO+MgO), MALI (Na₂O+K₂O–CaO) definovali až osem možných podskupín granitoidov A-typu, z ktorých sa však v prírode vyskytuje iba šesť (Frost et al., 2001; Frost & Frost, 2008).

Zahrnutím anatektických magiem definícia granitoidov A-typu stratila pôvodný zmysel, keďže kombinácia rôznych petrogenetických procesov (diferenciácia, anatexia, asimilácia) môže vygenerovať lubovoľne širokú škálu felzických hornín. Frost & Frost (2011) a Bonin (2007) preto skonštatovali, že súčasná definícia granitoidov A-typu je zavádzajúca (Ambiguous), keďže nemá jednoznačnú interpretáciu (napr. Anhydrous – bezvodé, Alkaline – alkalické, Anorogenic – anorogénne) a nie je teda významovo ekvivalentná ostatným skupinám granitoidov (typy S, I, M). Frost & Frost (2011) preto navrhli viacstupňovú klasifikačnú schému, v ktorej skupina železnatých granitoidov definovaná pomocou pomeru FeO_{tot}/(FeO_{tot}+MgO) a obsahu

SiO₂ je zhruba synonymom pre súčasne chápaný A-typ v širokom zmysle (sensu lato). Skupina železnatých granitoidov tak zahŕňa horniny rozličnej genézy, pričom pojem A-typ by mal zostať vyhradený výlučne granitoidom odvodeným z diferencovaného bazaltu (sensu stricto).

3. GEOLOGICKÉ POMERY A LOKALIZÁCIA VZORIEK

Juhoslovenská kotlina zložená z Lučenskej kotliny a Cerovej vrchoviny predstavuje najsevernejší výbežok Panónskej kotliny, ktorá je vnútrokarpatským zaoblúkovým bazénom formujúcim sa na stenčenej kôre v extenznom režime po miocénnej subdukcii (Konečný et al. 2002). Alkalický bazaltový vulkanizmus v tejto oblasti reprezentuje typickú vnútroplatňovú asociáciu, ktorá vznikla v dôsledku dekompresného tavenia na rozhraní plášťa a vyklenutej astenosféry (Downes et al., 1995; Dobosi et al., 1995; Konečný et al., 1995). Lávové prúdy a maarové štruktúry často obsahujú fragmenty magmatických hornín neobvyklého zloženia (mafické kumuláty, syenity, granitoidy), ktoré nepoznáme z jadrových pohorí Západných Karpát (Hurajová et al., 1996; Huraj et al., 1998). Felzické magmatické xenolity opísané v tomto článku pochádzajú z bazaltového maaru pri Pincinej (Lučenská kotlina) a z lávového prúdu Belinskej hory, ktorý je odkrytý v lome južne od obce Čamovce v Cerovej vrchovine.

3.1. Pinciná

Geologická charakteristika a geologický profil maaru pri Pincinej je publikovaný v článkoch Hurajovej et al. (1996) a Huraja et al. (2010). Maar lokalizovaný 0,5 km na SV od obce Pinciná (48°21'52,47" N, 19°46'17,04" E) sa sformoval v riečno-jazernom prostredí poltárskej formácie, ktorou bol tesne po svojom vzniku aj prekrytý. V podloží maaru sa nachádzajú morské litorálne a šelfové sedimenty széczénskeho šlíru egerského veku. V centre maaru sa vytvorilo jazero, v ktorom sedimentovali na riasy bohaté alginity. Vek maaru stanovený pomocou kombinácie U-Pb a (U-Th)/He datovania monazitu a zirkónu je 5,15±0,35 Ma (Huraj et al., 2013). Xenolity sa nachádzajú ako ostrohranné bloky veľkosti až do 1 m, alebo jadrá bômb s priemerom do 30 cm v lapillových tufoch na južnom a juhozápadnom okraji tufového valu. Vek felzických magmatických xenolitov určený na základe U-Pb datovania zirkónu a U-Pb-Th datovania monazitu je 5,4–5,8 Ma (Huraj et al., 2010).

3.2. Čamovce

Lom južne od obce Čamovce (48°14'9,99" N, 19°51'43,18" E) v nadmorskej výške 436 m je situovaný v prednej časti lávového prúdu Belinskej hory, ktorý tiekol v paleoúdolí od kóty Monica (589 m) smerom na SZ. V podloží prúdu sa nachádzajú riečne fácie belinských vrstiev s predpokladaným vekom zodpovedajúcim rumanu. Xenolity sa nachádzajú ako zaoblené a ostrohranné fragmenty veľkosti od niekoľko cm až do 30 cm vo frontálnej časti lávového prúdu (Obr. 1). Vek bazaltového prúdu bol stanovený K/Ar metódou na 5,17±0,9 Ma (Konečný, 2007).



Obr. 1. Xenolit granitu v bazalte (lom Čamovce, vz. Ca-19).

Fig. 1. Xenolith of granite in basalt (Čamovce quarry, sample Ca-19).

4. METODIKA

Celohorninové analýzy hlavných a stopových prvkov boli urobené z 20 g materiálu v laboratóriách ACME, Vancouver, Kanada. Štandardná suita 43 prvkov zahrnujúcich hlavné oxidy, LIL, HFS, REE a aktinoidy bola stanovená metódou ICP-ES. Rozpráškovaná vzorka bola zatavená do tabliet fúziou s Li-pentaborátom a analyzovaná metódou ICP-ES (emisná spektroskopia s indukčne viazanou plazmou). Asi 0,5 g vzorky bolo rozpustené v horúcej lúčavke kráľovskej, suché rezíduum bolo opätovne rozpustené v zriedenej HNO₃, označované pomocou In (spike) a roztok bol analyzovaný metódou ICP-MS (hmotnostná spektroskopia s indukčne viazanou plazmou). Touto metódou boli stanovené obsahy prvkov Mo, Cu, Pb, Zn, Ni, As, Cd, Sb, Bi, Ag, Au, Hg, Tl a Se. Certifikované externé štandardy DS10 a OREAS45EA boli použité pre metódu ICP-ES a štandard SO18 pre metódu ICP-MS.

5. MINERALOGICKÁ, PETROGRAFICKÁ A GEOCHEMICKÁ CHARAKTERISTIKA

5.1. Pincinit

Pincinit je jemnozrnná, rovnomerne zrnitá magmatická hornina zložená z kremeňa, kyslého až intermediárneho plagioklasu (Ab₄₃₋₇₂), draselného živca, ilmenitu, ortopyroxénu a intersticiálneho skla. Pomer skla a minerálov je približne 1:1. Hlavné akcesórie sú reprezentované zirkónom, monazitom, granátom a apatitom. Hornina neobsahuje žiadne silikáty s OH skupinou (Tab. 1).

Na základe pomeru Fe³⁺/Fe²⁺ v skle boli odlišené 2 podtypy. Pincinit s nižším pomerom Fe³⁺/Fe²⁺ neobsahuje K-živec,

Tab. 1. Minerálne zloženie miocénno-pliocénnych granitoidov južného Slovenska.

Tab. 1. Mineral composition of Miocene-Pliocene granitoids of southern Slovakia.

	Pincinit oxidovaný (Pincinite oxidised)	Pincinit redukovaný (Pincinite reduced)	Granit (Granite)	Syenit (Syenite)
Kremeň (Quartz)	+	+	+	–
K-živec (K-spar)	+	–	–	–
Plagioklas (Plagioclase)				
NaAlSi ₃ O ₈ (mol. %)	43–72	52–70	50–80	68–83
KAlSi ₃ O ₈ (mol. %)	2–8	2–8	13–50	10–39
CaAl ₂ Si ₂ O ₆ (mol. %)	20–55	23–45	0–17	2–11
Ilmenit (Ilmenite)				
FeTiO ₃ (mol. %)	58–69	76–79	66–92	–
Fe ₂ O ₃ (mol. %)	17–20	8–10	<8	–
MgTiO ₃ (mol. %)	12–25	9–14	<2	–
MnTiO ₃ (mol. %)	~1	1–2	8–25	–
Spinel				
FeFe ₂ O ₄ (mol. %)	–	–	71–77	11–91
FeAl ₂ O ₄ (mol. %)	–	–	–	3–27
MgAl ₂ O ₄ (mol. %)	–	–	–	1–59
Fe ₂ TiO ₄ (mol. %)	–	–	11–12	1–43
MnFe ₂ O ₄ (mol. %)	–	–	8–14	–
MnAl ₂ O ₄ (mol. %)	–	–	1–2	<3
Pyroxén (Pyroxene)				
FeSiO ₃ (mol. %)	38–43	55–71	+	–
MgSiO ₃ (mol. %)	54–61	26–44	+	–
Sklo/Glass (obj. %)	50	50	0–10	0–20
Ostatné akcesorické minerály (Other accessory mine- rals)	zirkón/zircon, monazit/e, apatit/e	zirkón/zircon, monazit/e, apatit/e, granát/garnet	zirkón/zircon, thorit/e, rutil/e, ilmenorutil/e, pyrochlór/pyro- chlore, betafit/e, fergusonit/e-Y, columbit/e-Mn, fersmit/e, orto- pyroxén/orthopyroxene	zirkón/zircon, thorit/e, apatit/e, titanit/e, korund/corundum, monazit/e, čevkinit/chev- kinit, uraninit/e, yttrialit/e?, fergusonit/e?

ortopyroxén má prevahu ferosilitovej zložky a intersticiálne sklo dacitového zloženia je peraluminózne. Oxidovanejší pincinit s vyšším pomerom Fe³⁺/Fe²⁺ obsahuje draselný živec, v ortopyroxéne dominuje enstatitová zložka a sklo je mierne metaluminózne, pričom jeho zloženie varíruje od ryolitu cez dacit po trachyt (Huraiová et al., 2005).

Celohorninové analýzy oboch typov pincinitu (Tab. 2) sú veľmi podobné. V TAS diagrame sa premietajú do poľa sodných sub-alkalických ryolitov a v klasifikácii Frost & Frost (2011) do poľa horečnatých a vápenatých hornín (Obr. 2).

Obidva typy pincinitu sa vyznačujú plochou distribúciou stopových prvkov, ktorá je charakteristická skôr pre slabo diferencované mafické horniny. Typická je mierna negatívna Ba a Ti anomália, mierny deficit Nb a Ta a naopak mierne zvýšené obsahy Zr, Hf a LREE (Obr. 3). Celohorninové analýzy nevykazujú európiovú anomáliu (Obr. 6), avšak separované plagioklasy sú obohatené a koexistujúce sklo je ochudobnené o Eu (Huraiová et al., 2005). Prekvapivý je zvýšený obsah Au a Ag v metaluminóznom pincinite. V geotektonických diskriminačných diagramech

sa pincinity zobrazili v poli pre granity vulkanických oblúkov (Obr. 4) a pre I, S, M-typy (Obr. 5).

5.2. Syenit

Syenit je stredno- až hrubozrnná, rovnomerne zrnitá hornina zložená z ternárneho alkalického živca – anortoklasu (Ab_{68–83}, Or_{10–39}, An_{2–11}), intersticiálneho skla a voľným okom viditeľných červených kryštálov zirkónu s maximálnou veľkosťou až niekoľko milimetrov. Objem minerálov (80–95 %) vysoko prevažuje nad sklom. Škála akcesorických minerálov je podstatne širšia ako u pincinitu. Okrem hojného zirkónu sme pozorovali Mg-magnetit, ulvospinel, korund, apatit, titanit, monazit, čevkinit-(Ce) (Huraiová et al., 1996; Huraiová et al., 2007), uranothorit a presnejšie neurčené dcérske minerály inkludované v zirkóne: Y, Ca silikát (yttrialit ?), U-Th oxid (uraninit), U-Th, Y, Nb oxid (fergusonit ?) a flogopit (Hurai et al., 2010). Intersticiálne sklo zodpovedá peraluminóznemu trachytu (Tab. 1).

Tab. 2. Chemické zloženie miocénno-pliocénnych granitoidov južného Slovenska.

Tab. 2. Chemical composition of Miocene-Pliocene granitoids of southern Slovakia.

		HP-2 Pincinit (Pincinite)	KP-30 Pincinit (Pincinite)	PI-14 Syenit (Syenite)	KP-9 Syenit (Syenite)	PI-12 Syenit (Syenite)	HP-3 Syenit (Syenite)	CA-3 Granit (Granite)	CA-19 Granit (Granite)
P ₂ O ₅	hmot./wt. %	0,07	0,17	0,03	0,03	0,02	0,05	<0,01	<0,01
SiO ₂	hmot./wt. %	70,87	71,37	64,43	64,1	64,65	63,51	74,54	73,82
Al ₂ O ₃	hmot./wt. %	15,28	15,5	19,53	19,88	19,63	18,33	14,07	13,99
Fe ₂ O ₃	hmot./wt. %	1,86	1,07	0,99	1,15	0,97	2,5	0,77	1,25
Cr ₂ O ₃	hmot./wt. %	<0,002	<0,002	0,002	0,003	0,003	0,006	0,008	0,007
MgO	hmot./wt. %	0,45	0,37	0,09	0,18	0,06	0,15	0,03	0,12
CaO	hmot./wt. %	3,12	3,27	1,17	1,64	1,29	1,3	0,78	0,81
Na ₂ O	hmot./wt. %	4,64	4,32	6,52	7,53	7,08	6,4	4,64	4,14
K ₂ O	hmot./wt. %	1,43	1,66	4,37	3,32	4,49	4,87	3,44	4,24
TiO ₂	hmot./wt. %	0,25	0,33	0,11	0,19	0,13	0,28	0,04	0,05
MnO	hmot./wt. %	0,04	0,02	0,03	0,02	0,04	0,08	0,03	<0,01
LOI	hmot./wt. %	1,9	1,8	2,5	1,8	1,5	2,4	1,6	1,5
Suma/Total	hmot./wt. %	99,87	99,84	99,74	99,85	99,84	99,88	99,93	99,93
Ba	ppm	418	404	372	248	190	388	32	215
Be	ppm	2	<1	2	2	2	1	5	3
Co	ppm	3,8	7,3	8,7	3,5	10,4	9,2	1,7	2,8
Cs	ppm	1	0,8	0,5	0,2	0,5	0,1	1,5	0,2
Ga	ppm	13,7	15,3	20,6	19,8	20,1	17,5	23,3	15,2
Hf	ppm	3,6	6,2	21,2	11,5	11,4	4,4	4,9	6,1
Nb	ppm	13	16,7	37	21,9	61	13,6	207,1	20,4
Ni	ppm	<20	28	54	<20	58	62	<20	<20
Rb	ppm	64	71	66	41	94	55	121	104
Sn	ppm	2	3	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Sc	ppm	2	3	1	1	<1	3	<1	<1
Sr	ppm	295	382	186	146	67	114	25	72
Ta	ppm	0,7	1,1	3,7	1,1	5,4	1,2	16,1	3,1
Th	ppm	10,1	11,8	29,5	4,0	14,6	4,1	33,8	18,4
U	ppm	1,3	1,3	10,3	2,1	4,5	0,8	25,1	9,4
V	ppm	17	15	<8	11	<8	18	<8	<8
W	ppm	<0,5	<0,5	1,1	<0,5	1,6	<0,5	1,2	0,6
Zr	ppm	162	274	1220	674	668	285	90	190
Y	ppm	8,1	10,7	21,1	7,4	13,3	9,2	53,6	8,1
La	ppm	29,7	47,0	47,2	30,4	72,1	57,8	2,2	7,2
Ce	ppm	53,1	76,4	75,7	42,4	106,4	86,2	5,8	13,5
Pr	ppm	5,01	7,46	6,42	3,47	8,55	7,63	0,83	1,61
Nd	ppm	16,8	24,5	20,7	10,3	24,7	23,4	4,0	5,8
Sm	ppm	2,54	3,48	2,69	1,32	2,63	2,93	2,73	1,46
Eu	ppm	0,83	0,90	1,30	1,26	1,40	1,22	0,23	0,33
Gd	ppm	2,05	2,61	2,86	1,11	2,09	2,38	4,93	1,4
Tb	ppm	0,28	0,35	0,46	0,17	0,31	0,33	1,15	0,22
Dy	ppm	1,39	1,8	3,09	1,07	1,87	1,69	7,95	1,22
Ho	ppm	0,28	0,35	0,76	0,22	0,42	0,34	1,73	0,25
Er	ppm	0,74	1,06	2,61	0,87	1,41	0,96	5,56	0,84
Tm	ppm	0,12	0,16	0,46	0,15	0,27	0,18	0,88	0,16
Yb	ppm	0,86	1,11	3,27	1,21	1,93	1,35	5,56	1,26

Tab. 2. Chemické zloženie miocénno-pliocénnych granitoidov južného Slovenska (pokračovanie).

Tab. 2. Chemical composition of Miocene-Pliocene granitoids of southern Slovakia (continued).

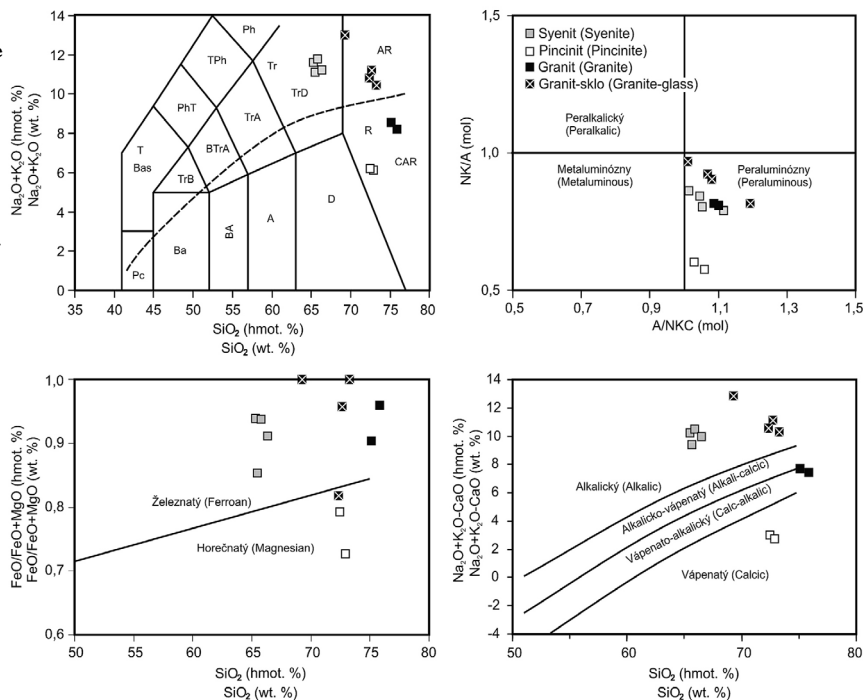
		HP-2 Pincinit (Pincinite)	KP-30 Pincinit (Pincinite)	PI-14 Syenit (Syenite)	KP-9 Syenit (Syenite)	PI-12 Syenit (Syenite)	HP-3 Syenit (Syenite)	CA-3 Granit (Granite)	CA-19 Granit (Granite)
Lu	ppm	0,15	0,19	0,56	0,23	0,33	0,25	0,8	0,21
Mo	ppm	<0,1	<0,1	1,5	1,3	1,8	0,7	<0,1	0,1
Cu	ppm	6,3	51,2	42,5	3,8	16,7	9,8	6,1	16,5
Pb	ppm	1,7	1,5	1,1	0,6	1,0	1,3	1,5	2,1
Zn	ppm	8	14	19	9	48	26	18	7
Ni	ppm	9,7	32,1	53,1	14,2	62,7	63,1	3,0	14,1
As	ppm	<0,5	0,8	13,5	<0,5	2,9	0,8	0,5	<0,5
Sb	ppm	0,4	0,2	0,4	<0,1	0,8	0,6	0,9	2,1
Ag	ppm	<0,1	0,8	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Au	ppb	<0,5	478	<0,5	<0,5	7	<0,5	<0,5	<0,5
Hg	ppm	0,01	0,19	0,12	0,06	0,07	<0,01	0,03	0,05

Pod detekčným limitom (below detection limits): Cd, Bi, Tl (< 0,1 ppm), Se (< 0,5 ppm).

Obr. 2. Klasifikačné diagramy magmatických hornín založené na hlavných prvkoch (Le Maitre et al., 2002; Frost & Frost 2011) s projekčnými bodmi miocénno-pliocénnych granitoidov.

Skratky: Pc – pikrit, T – tefrit, Bas – bazanit, Ba – bazalt, TrB – trachybazalt, PhT – fonotefrit, TPh – tefritický fonolit, Ph – fonolit, BTrA – bazaltický trachyandezit, TrA – trachyandezit, Tr – trachyt, TrD – trachydacit, AR – alkalický ryolit, R – ryolit, CAR – alkalicko-vápenatý ryolit, D – dacit, A – andezit, BA – bazaltický andezit.

Fig. 2. Classification diagrams of magmatic rocks based on major elements (Le Maitre et al., 2002; Frost & Frost, 2011) with projection points of the Miocene-Pleistocene granitoids. Abbreviations: Pc – picrite, T – tephrite, Bas – basanite, Ba – basalt, TrB – trachybasalt, PhT – phonotephrite, TPh – tephritic phonolite, Ph – phonolite, BTrA – basaltic trachyandesite, TrA – trachyandesite, Tr – trachyte, TrD – trachydacite, AR – alkalic rhyolite, R – rhyolite, CAR – calc-alkali rhyolite, D – dacite, A – andesite, BA – basaltic andesite.



Celohorninové analýzy (Tab. 2) sa v TAS diagrame premietajú do poľa sodného, zriedkavo draselného trachytu a v klasifikácii Frost & Frost (2011) do poľa železnatých a alkalických hornín (Obr. 2).

Na rozdiel od pincinitu sa syenit vyznačuje rozkolísaným priebehom distribúcie stopových prvkov, ktorý je charakteristický pre silno frakcionované taveniny. Typické sú výrazné negatívne Ba, Sr, Ti anomálie komplementárne s pozitívnymi anomáliami týchto prvkov v mafických kumulátoch z rovnakej lokality (Obr. 3). Celohorninové analýzy majú výraznú pozitívnu Eu anomáliu (Obr. 6). V geotektonických diskriminačných diagramoch sa syenity zobrazujú v poliach pre granitoidy

vulkanických oblúkov aj vnútroplatinové granitoidy (Obr. 4) a takisto vykazujú aj zmiešanú I, S, M- aj A-typovú charakteristiku (Obr. 5).

5.3. Granit

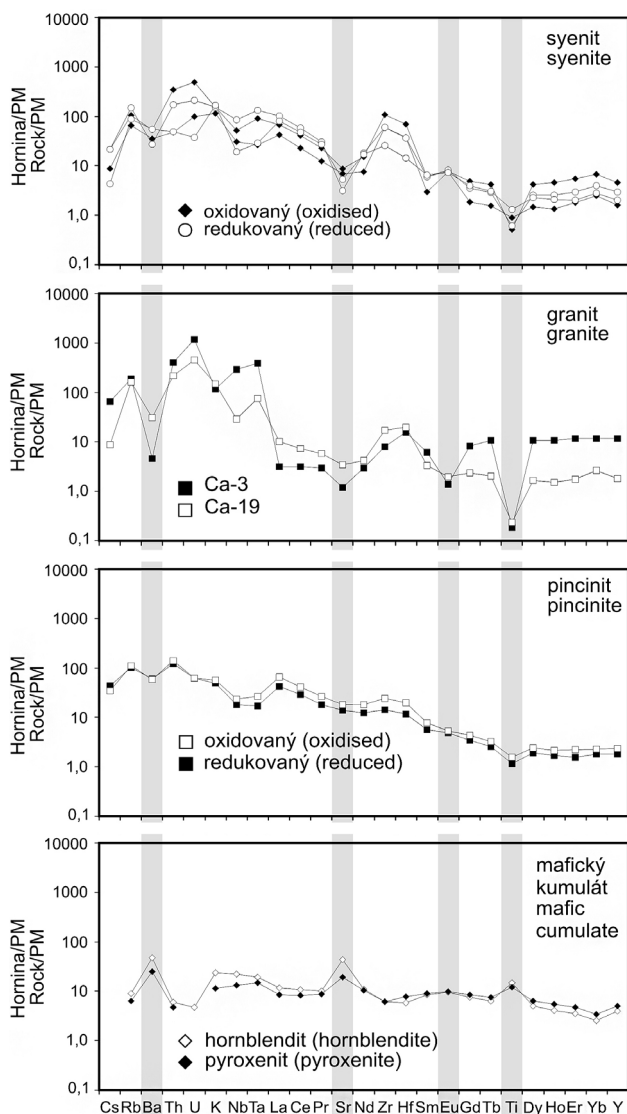
Granity sú jemnozrnné, rovnomerne zrnité horniny zložené z kremeňa, alkalického živca a intersticiálneho skla (< 2 obj. %) s výrastlicami magnetitu so zvýšeným obsahom MnO (3–4,6 hmot. %). Horniny neobsahujú silikáty s OH skupinou a ani bezvodé Fe-Mg silikáty. Alkalické živce (anortoklas až albit) sa vyznačujú variabilným zložením, od Ab₅₀Or₅₀ cez

Ab₆₈Or₁₅An₁₇ až po Ab₈₀Or₁₃An₇. Akcesorické minerály sú reprezentované zirkónom, uranotohoritom, columbitom, pyrochlórom, fergusonitom, betafitom, fersmitom, ilmenitom a Nb-rutilom. Ilmenit má zvýšený obsah Nb+Ta (max. 3,9 hmot. % oxidov) a Mn (max. 11,5 hmot. % MnO). Intersticiálne sklo zodpovedá peraluminóznemu draselnému alkalickému ryolitu (Tab. 1).

Celohorninové analýzy (Tab. 2) sa v TAS diagrame premietajú do poľa sub-alkalického ryolitu a v klasifikácii Frost & Frost (2011) do poľa železnatých vápenato-alkalických hornín (Obr. 2). U-Pb vek zirkónu zo vzorky Ca-3 bol stanovený metódou LA-ICP-MS na 5,22±0,04 Ma (J.-L. Paquette, nepublikované údaje).

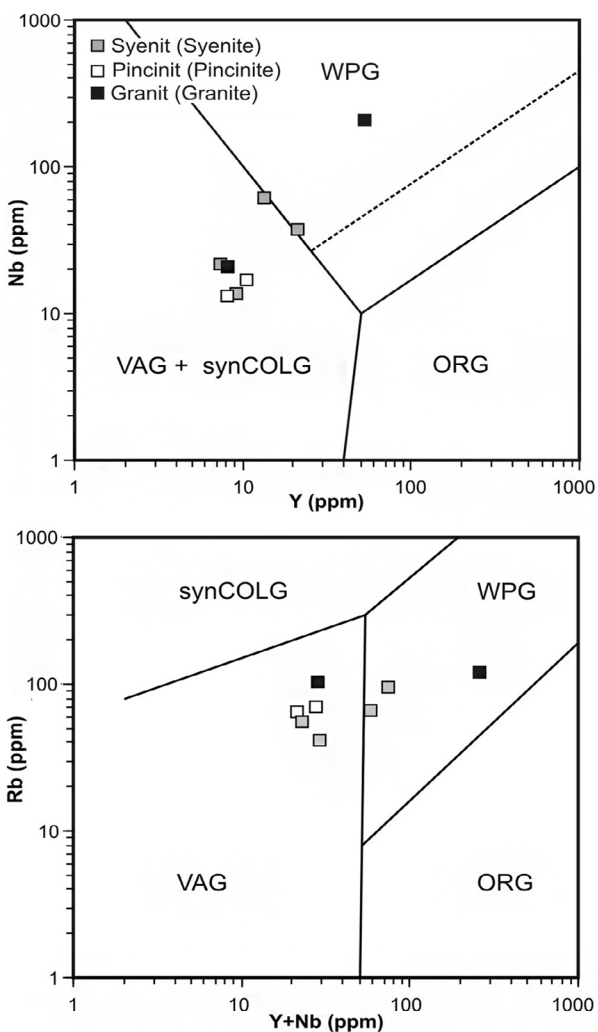
Dve študované vzorky granitových xenolitov sa vyznačujú podobným minerálnym zložením, avšak značne rozdielnym

obsahom akcesorických minerálov. Typická je silná rozkolísanosť distribučného diagramu so silne negatívnymi Ba, Ti, Sr a Eu, a pozitívnymi Nb+Ta, U+Th, Zr+Hf anomáliami (Obr. 3 a 6) indikujúcimi veľmi diferencovanú magmatickú horninu. Na rozdiel od predošlých horninových typov, aj distribúcia REE je značne rozdielna. Vzorka s vyšším obsahom Nb+Ta a U+Th je obohatená o HREE a ochudobnená o LREE, pričom má výraznejšiu negatívnu Eu anomáliu ako vzorka s celkovo nižším obsahom HFSE. Priebeh distribučných kriviek REE je kontrolovaný obsahom fergusonitu a pyrochlóru, ktoré prednostne akumulujú ťažké vzácne zeminy. Obidva typy granitov sú draselné a premietajú sa podobne ako syenity do poľa granitov ostrovných oblúkov a vnútroplatinových granitov s nejednoznačnou I, S, M- aj A-typovou charakteristikou (Obr. 4 a 5).



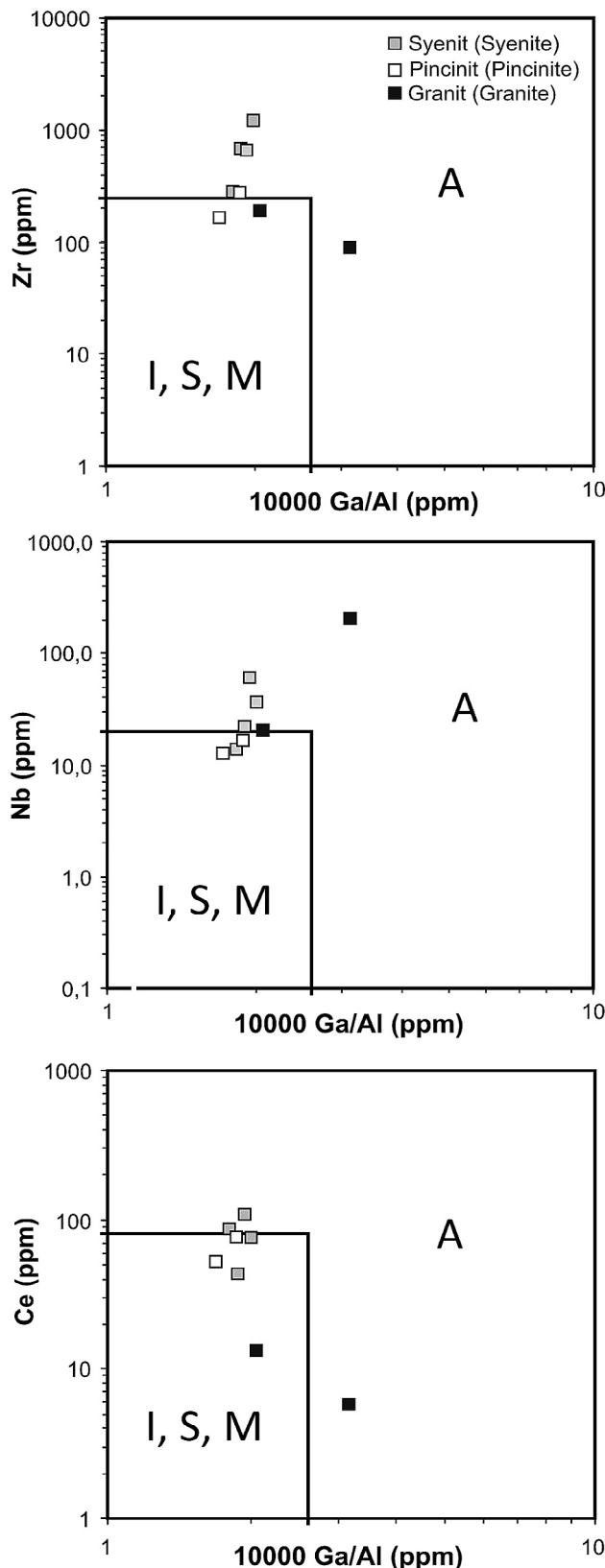
Obr. 3. Distribúcia stopových prvkov v miocénno-pliocénnych granitoidoch južného Slovenska normalizovaná na primitívny plášť – PM (Sun & McDonough, 1989).

Fig. 3. Distribution patterns of trace elements in Miocene-Pliocene granitoids of southern Slovakia normalized to primitive mantle – PM (Sun & McDonough, 1989).



Obr. 4. Diskriminačné diagramy pre granitoidné horniny (Pearce et al., 1984) s projekčnými bodmi celohorninových analýz syenitu, pincinitu a granitu z južného Slovenska. Skratky: WPG – vnútroplatinový granit, VAG – granit vulkanických oblúkov, synCOLG – synkolízny granit, ORG – granit oceánskych chrbtov.

Fig. 4. Discrimination diagrams for granitoid rocks (Pearce et al., 1984) with whole rock analytical data from syenite, pincinite and granite of southern Slovakia. Abbreviations: WPG – within-plate granite, VAG – volcanic-arc granite, synCOLG – syn-collisional granite, ORG – oceanic ridge granite.



Obr. 5. Diskriminačné diagramy pre granitoidné horniny (Whalen et al., 1987) s projekčnými bodmi celohorninových analýz miocénno-pliocénnych granitoidov z južného Slovenska.

Fig. 5. Discrimination diagrams for granitoid rocks (Whalen et al., 1987) with whole rock analytical data from Miocene-Pliocene granitoids of southern Slovakia.

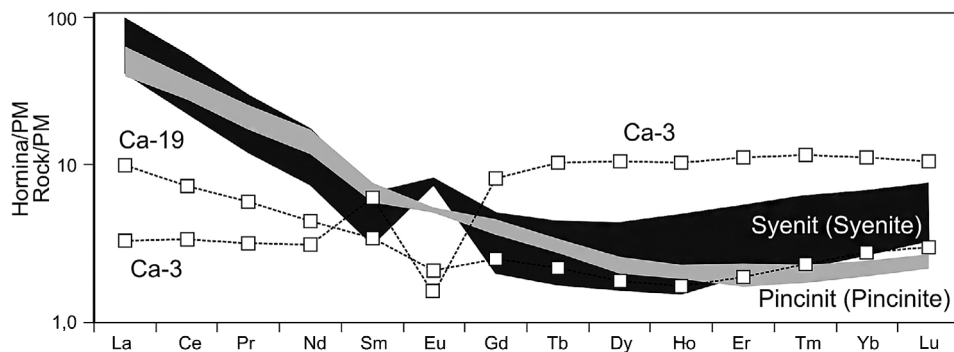
6. DISKUSIA

V podloží Juhoslovenskej kotliny sa nachádza petrogenetická asociácia post-orogénnych granitoidov pestrého zloženia, ktoré zodpovedá intermediárnemu syenitu, kyslému ortopyroxénovému granitu – pincinitu a kyslému subalkalickému granitu. Vrchnomiocénny až pliocénny vek syenitu, pincinitu a subalkalického granitu a teda príslušnosť k rovnakej geotektonickej asociácii bol preukázaný U-Pb datovaním zirkónu.

Z genetického hľadiska sú syenity najmenej kontroverznou horninou. Ich vznik diferenciáciou alkalického bazaltu odvodeného z ochudobneného plášťa a nekontaminovaného kôrovým materiálom bol preukázaný izotopovým zložením kyslíka, stroncia, a stopovými prvkami (Hurái et al., 1998). Negatívne Ba, Sr a Ti anomálie, ktoré sú komplementárne s pozitívnymi anomáliami týchto prvkov v mafických kumulátoch z rovnakej lokality (Obr. 3) sú jedným z dôkazov, že obidva typy mafických aj felzických hornín vznikli z rovnakej alkalického bazaltovej taveniny. Pozitívna európiová anomália indikuje, že syenity sú flotačné kumuláty, v ktorých prevažujú kryštály živcov obohatené o Eu^{2+} nad menším objemom reziduálnej taveniny s komplementárnou negatívnou Eu anomáliou (Hurái et al., 1998). Kumulátový charakter syenitu spôsobuje pozíciu niektorých syenitov v poli granitu vulkanických oblúkov (Obr. 4). Tento posun sa prejavuje iba v diskriminačných diagramoch s absolútnymi koncentraciami prvkov a je dôsledkom rozriedenia obsahu HFS, ktoré nevstupujú do štruktúry ternárnych živcov. Výsledkom toho je aj nejasná pozícia syenitov v ostatných diskriminačných diagramoch, kde sa premietajú do polí granitoidov I, S, M- aj A-typu. Neznáme geotektonické prostredie môže takto viesť k chybnému genetickému interpretácii kumulátových hornín (Pearce et al., 1984). Pre genetickú klasifikáciu sú preto vhodnejšie pomerové diagramy, kde sa syenity jednoznačne premietajú do poľa vnútrokontinentálnych granitoidov podtypu A1, ako aj do poľa magmatických hornín odvodených z mafickej magmy typu OIB nekontaminovanej kôrovým materiálom (Obr. 7).

Syenity najviac zodpovedajú charakteristike granitoidov A-typu sensu stricto (Tab. 3): sú železnaté, premietajú sa do polí A1 aj OIB, sú silne obohatené o HFS a aktinoidy a naopak, ochudobnené o Ba, Sr, Eu a Ti. Na rozdiel od granitov A-typu s.s. však majú peraluminózný charakter, obsahujú menej draslíka a naopak majú zvýšené koncentrácie Ni, Co, Cr. Miestami netypicky vysoké obsahy týchto prvkov sú dôsledkom variabilného, miestami vysokého obsahu globúl nemiešateľnej železo-oxidickej taveniny, ktorá prednostne viaže ťažké vzácne zeminy, prechodné prvky a polymetaly, hlavne Zn, Cu a Mo (Hurái et al., 1998).

Genetická väzba pincinitu na extenzné kontinentálne geotektonické prostredie je preukázaná datovaním zirkónu a monazitu (Hurái et al., 2010), avšak zloženie hlavných a stopových prvkov vykazuje najmenej geochemických znakov typických pre granity A-typu s.s. (Tab. 3). Hurái et al. (1998) a Huráiová et al. (2005) podľa izotopového zloženia kyslíka a stroncia predpokladali, že pincinit je parciálna tavenina z ortorulovej kôry obkolesujúcej bazaltový magmatický rezervoár. Termodynamické podmienky vzniku vypočítané pomocou rovnováhy medzi ilmenitom, ortopyroxénom a taveninou definovali oxidovaný pincinit s nižším



Obr. 6. Distribúcia prvkov vzácnych zemín v miocénno-pliocénnych granitoidech južného Slovenska normalizované na primitívny plášť – PM (Sun & McDonough, 1989).

Fig. 6. Distribution patterns of rare earth elements in Miocene-Pliocene granitoids of southern Slovakia normalized to primitive mantle – PM (Sun & McDonough, 1989).

obsahom hliníka ako relatívne nízkoteplotný dvojživcový granit bohatší na vodu a redukovaný pincinit s vyšším obsahom hliníka ako bezvodý vysokoteplotný hypersolvusový jednoživcový (plagio-) granit. Vzhľadom na predpokladaný kôrový anatektický pôvod sa však obidva typy pincinitu prekvapivo a paradoxne premietajú do poľa granitov podtypu A1 ako aj do poľa magmatických hornín odvodených z bazaltov oceánskych ostrovov

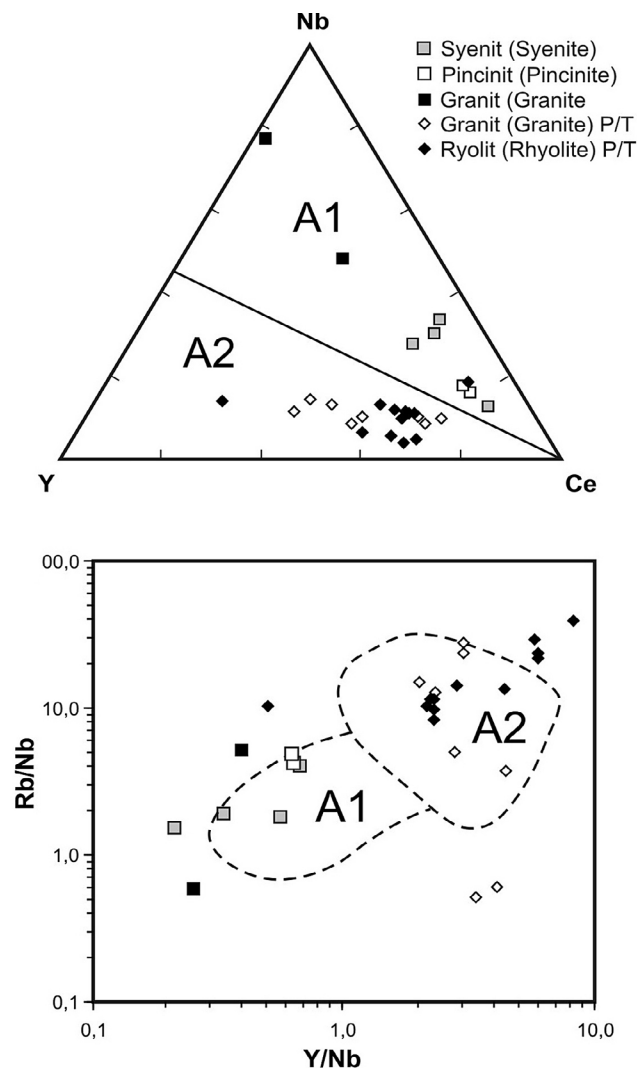
nekontaminovaných kôrovým materiálom (Obr. 4 a 5). Zdrojom pincinitu teda nemôže byť pretavený materiál felzickej kontinentálnej kôry.

Vznik pincinitu frakcionáciou bazaltu možno celkom vylúčiť, pretože diferenciaciou kontinentálneho alkalického bazaltu vznikajú alkalické granity (Shao et al., 2015). V rozpore s frakcionáčnym modelom je aj slabá diferencovaná distribučná

Tab. 3. Porovnanie vlastností a klasifikačných parametrov miocénno-pliocénnych granitoidov južného Slovenska s granitmi A-typu sensu stricto.
Tab. 3. Comparison of properties and classification parameters of Miocene-Pliocene granitoids of southern Slovakia with typical A-type granitoids sensu stricto.

	A-typ (type) s.s.*	Syenit (Syenite)	Pincinit (Pincinite)	Granit (Granite)
Proces (Process)	Diferenciácia (Differentiation)	Diferenciácia (Differentiation)	Parc. tavenie (Partial melting)	Diferenciácia + anatexia? (Differentiation + anatexis?)
Zdrojová magma/hornina (Source magma/rock)	Alk. bazalt (Alk. basalt)	Alk. bazalt (Alk. basalt)	Rula/metabasalt (Gneiss/metabasalt)	Váp.-alk. bazalt (Calc-alk. basalt)
CaO/alkálie (CaO/alkalis)	Alkalický/peralk. (Alkalic/peralkalic)	Alkalický (Alkalic)	Vápenatý (Calcic)	Vápenato-alk. (Calc-alkaline)
Al₂O₃	Metaluminózný (Metaluminous)	Peraluminózný (Peraluminous)	Peraluminózný (Peraluminous)	Peraluminózný (Peraluminous)
FeO/(FeO+MgO)	Železnatý (Ferroan)	Železnatý (Ferroan)	Horečnatý (Magnesian)	Železnatý (Ferroan)
K₂O/(K₂O+Na₂O)	Draselný (Potassic)	Sodný/draselný (Sodic/potassic)	Sodný (Sodic)	Draselný (Potassic)
Y/Nb	<1,2	0,2-0,7	0,6	0,3-0,4
Eu anomália (anomaly)	Negatívna (Negative)	Pozitívna (Positive)	Žiadna (None)	Negatívna (Negative)
SREE+Y (ppm)	+	102-238	122-178	44-98
Nb+Ta (ppm)	+	14-66	14-18	24-223
Zr+Hf (ppm)	+	289-1241	166-280	95-197
U+Th (ppm)	+	5-40	11-13	28-59
Ti (ppm)	-	660-1680	1500-1980	240-300
Ba, Sr	-	-	-	-
Cr, Ni, Co	-	+	-	-
Pearce et al. (1984)	WPG	WPG + VAG	VAG	WPG + VAG
Whalen et al. (1987)	A	A+(I,S,M)	I,S,M	A+(I,S,M)
Eby (1990, 1992)	A1, OIB	A1, OIB	A1, OIB	A1, OIB

* kompilované podľa (compiled after) Loiselle & Wones (1979), Whalen et al. (1987), Eby (1990, 1992).



Obr. 7. Diskriminačné diagramy pre granitoidy typu A1 (vnútroplatňové) a A2 (kontinentálne okraje), a pre magmatické horniny odvodené z bazaltov oceánskych ostrovov – OIB a ostrovných oblúkov – IAB (Eby, 1992) s projekčnými bodmi celohorninových analýz miocénno-pliocénnych a permotriasových (P/T) granitoidov južného Slovenska (táto práca) a ryolitov centrálnych Západných Karpát (Broska & Uher 2001; Broska et al., 2004; Ondrejka, 2004, 2007; Uher et al., 2009).

Fig. 7. Discrimination diagrams for A1- (intra-plate) and A2-type granitoids (continental margins), and for magmatic rocks derived from ocean-island basalts (OIB) and island-arc basalts – OIB (Eby, 1992), with projection points of whole rock analyses of Miocene-Pliocene granitoids of southern Slovakia (this work) and those of Permian-Triassic granites and rhyolites of the central and southern Western Carpathians (Broska & Uher, 2001; Broska et al., 2004; Ondrejka, 2004, 2007; Uher et al., 2009).

krivka stopových prvkov (Obr. 3) a nevýrazné negatívne Ti, Ba a Sr anomálie v porovnaní s intermediárnymi syenitmi, ktoré zodpovedajú nižšiemu stupňu diferenciácie na pomyselných frakcionačnej krivke (liquid line of descent). Na druhej strane, vysoké obsahy Ca, Ti, V (Tab. 1) by mohli poukazovať na dehydratačné tavenie amfibolu v mafickom (metabazaltovom alebo kumulátovom) protolite, alebo metasomaticky obohatenom vrchnom plášti. Silno vápenatý a horečnatý charakter pincinitu túto hypotézu podporuje, pričom plochý priebeh distribúcie stopových prvkov indikuje vysokú teplotu tavenia (rádovo 900–1000 °C) a teda aj vysoký podiel taveniny, ktorá sa tak mohla oddeliť od svojho rezídua napriek vysokej viskozite. Túto predstavu podporujú aj nízke obsahy Cr, Co a Ni v pincinite, ktoré mohli zostať viazané v štruktúre restitického pyroxénu a olivínu. Nízke obsahy halogenidov v intersticiálnom skle, max. niekoľko desiatín hmot. % (Huraiová et al., 2005), však vylučujú dehydratačné tavenie biotitu alebo metasomaticky obohateného plášťa, ak keď izotopové pomery stroncia v plagioklase (0,70526–0,70604) aj intersticiálnom skle (0,70487–0,70538) sú blízke hodnotám v obohatenom plášťovom zdroji EM I (Zindler & Hart, 1986). Namerané izotopové pomery stroncia v pincinite treba skôr považovať za zmes dominantného mafického zdroja

derivovaného z PREMA – prevládajúceho zloženia ochudobneného plášťa s hodnotou $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,7033$ (Zindler & Hart, 1986) a malého množstva varíského kôrového magmatického materiálu felzického a/alebo intermediárneho zloženia s nízkym pomerom $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, ktorého prítomnosť dokazuje restitický monazit (Huraiová & Konečný, 2006). Na nízky podiel kôrovej zložky v zóne anatexie poukazujú stopové prvky, ktoré sa premietajú do poľa bazaltov oceánskych ostrovov nekontaminovaných kôrou (Obr. 7).

Z hľadiska spôsobu vzniku a modálneho zloženia sa pincinit podobá na granity a tonality C-typu charnockitového charakteru (Kilpatrick & Ellis, 1992), ktoré sú produktom parciálneho tavenia (mafických?) granulitov. Charnockity sú podobne ako pincinit obohatené o LIL a HFS, čoho predpokladom je sub-solidová dehydratácia amfibolu, po ktorej zostane obohatený (fertile) granulit, ktorý sa neskôr taví pri veľmi vysokej teplote pri podlievaní spodnej granulitovej kôry bazaltom pri nedostatku vody (fluid-absent melting).

Granit predstavuje nový horninový typ identifikovaný nielen v xenolitoch alkalických bazaltov južného Slovenska, ale v celých Západných Karpatoch. Pri absencii izotopových údajov možno jeho genezu dešifrovať len na základe mineralogických

a geochemických údajov. Z hľadiska obsahu železa a draslíka granitové xenolity zodpovedajú granitom A-typu s.s., avšak presýtenie kremíkom a hliníkom ako aj vápenato-alkalický charakter (Tab. 3) sú atypické pre granity vnútrokontinentálnych riftov. Výrazne negatívne Eu, Ba a Sr anomálie (Obr. 3 a 6) napovedajú, že granit na rozdiel od syenitu nepredstavuje flotačný kumulát, ale vysoko diferencovanú reziduálnu taveninu z ktorej frakcionovali plagioklasy (prípadne foidy). Stupeň diferenciácie granitu je vyšší v porovnaní so syenitom a obsahy HFS s výnimkou Zr a Hf rádozo prevyšujú obsahy týchto prvkov nielen v syenite ale aj vo všetkých granitoch a ryolitoch A-typu doteraz opísaných v Západných Karpatoch (Broska a Uher, 2001; Broska et al., 2004; Ondrejka, 2004; Uher et al., 2009). Granity sa podobne ako syenity a pincinity premietajú do poľa granitov subtýpu A1 ako aj do poľa magmatických hornín oceánskych ostrovov nekontaminovaných kôrovým materiálom (Obr. 7).

Ak granity vznikli pokročilou diferenciáciou z bazaltovej magmy, ich materskou taveninou musel byť vápenato-alkalický bazalt, alebo alkalická bazaltová tavenina kontaminovaná karbonatitovou taveninou odvodenou z plášta. Kontamináciu kôrovým sedimentárnym materiálom (napr. sedimentárnymi karbonátmi alebo vápenato-silikátovými horninami) možno celkom vylúčiť s ohľadom na pozíciu granitov v poli OIB (Obr. 7), aj keď Ca-Al-silikátové xenolity neznámej genézy sa v lávovom prúde pri Čamovciach nachádzajú. Tholeiit ako zdrojová magma je celkom nepravdepodobný, keďže sa nevyskytuje ako výlevný horninový typ medzi intrakontinentálnymi bazaltami Panónskej panvy. Mohol by sa však vyskytovať v podloží ako stará oceánska kôra zložená z metamorfovaných bazaltov stredoocéánskych chrbtov (MORB), z ktorej by granity mohli byť generované rovnako ako v prípade pincinitu pri nižšom stupni dehydratačného tavenia v počiatočnej fáze podlievania kôry bazaltom počas pliocénnej extenzie. Experimenty však ukázali, že dehydratačné tavenie amfibolu v mafickom protolite pri nízkych tlakoch relevantných pre tenkú kôru v severnej časti Panónskeho bazénu (26–28 km, Déerová et al., 2006; Tašárová et al., 2009) produkuje vysoko draselné a metaluminózne granitové taveniny pri nízkom stupni parciálneho tavenia a intermediárne tonalitové až dioritové magmy pri vyššom stupni parciálneho tavenia (Rapp & Watson, 1995).

Dalšou alternatívou pre vznik granitu je vznik diferenciáciou zo silno alkalickej, možno peralkalickej taveniny, z ktorej okrem plagioklasu frakcionoval aj nefelín a foidy s obsahom halogénov (sodalit), takže reziduálna tavenina sa presýtila kremeňom a vápnikom, ochudobnila chlóróm a nadobudla charakter vápenato-alkalického granitu. Otázka genézy granitov však bez izotopových údajov zostáva iba v špekulatívnej rovine.

Malé izolované intrúzie metaluminózných a peraluminózných granitov A-typu permského až triasového veku sa vyskytujú v tektonickej jednotke veporika (granit typu Hrončok), gemerika (granit typu Turčok), v transdanubickej jednotke v strednom Maďarsku (pohorie Velence) a takisto ako obliaky v kriedových flyšových konglomerátoch pieninského bradlového pásma (Uher & Puškarev, 1994; Broska & Uher, 2001; Broska et al., 2004; Uher et al., 2009). Ich výlevné ekvivalenty – ryolity – boli identifikované v príkrove Drienku a Muránskom príkrove

silicika (Ondrejka, 2004). Všetky tieto výskyty patria do A2-podskupiny post-orogénnych granitov formovaných anatexiou na kontinentálnych okrajoch a zreteľne sa tak odlišujú od suity granitoidných hornín A1-podskupiny v xenolitoch z pliocénnych alkalických bazaltov (Obr. 7). Protolitom granitov a ryolitov podtypu A2 mohli byť kôrové vápenato-alkalické magmatické horniny felzického až intermediárneho charakteru (Petřík, 2000), alebo plášťový klin metasomaticky modifikovaný fluidami a taveninami zo subdukčnej zóny. Prvú možnosť vylučujú izotopové pomery lítia (Magna et al., 2010) a druhú zase pozícia granitov a ryolitov blízko poľa pre kôrou kontaminované bazalty ostrovných oblúkov.

Ako bolo spomenuté v prehľade poznatkov, akronym A je mnohovýznamový. V našom prípade je ekvivalentom pre „raný anorogénny“ (Bonin, 2007), keďže sa vzťahuje na vulkanizmus geneticky spojený s riftingom kontinentálnej kôry hrubej 26–28 km (Déerová et al., 2006; Tašárová et al., 2009), ku ktorému došlo v krátkom časovom intervale (< 10 Ma) po bádanskej subdukcii ukončenej odtrhnutím subdukujúcej dosky (Nemcok et al., 1998; Konečný et al., 2002). Akronym A je v našom prípade takisto ekvivalentom pre bezvodý (anhydrous), keďže v žiadnej z opísaných hornín sa nenachádzajú silikáty s OH skupinou. Materská magma však nebola úplne suchá, čo dokazuje flogopit v inklúziách tavenín v zirkóne v syenite (Hurái et al., 2010), prítomnosť vody vo fluidných inklúziách v oxidovanom pincinite (Huráiová et al., 1996, 2005), v železo-oxidickej tavenine v syenite (Hurái et al., 1998) a vo vezikulách v intersticiálnom skle v pincinite (Huráiová et al., 2005). Obsah vody stanovený Ramanovou spektroskopiou v intersticiálnom skle v obidvoch typoch pincinitu je približne rovnaký. Pohybuje sa na úrovni 2 hmot. % (nepublikované údaje) a v prepočte na celú horninu je približne polovičný. Tento obsah je na spodnej hranici najsuchších redukovaných granitov A-typu s.s., kde sa pohybuje medzi 2–5 hmot. % (Clemens et al., 1986; Klimm et al., 2003). Namerané obsahy vody dokumentujú extrémne suchú granitovú a tonalitovú taveninu podobnú charnockitom, avšak musíme zohľadniť, že xenolity prešli dekompresným odplynením v hypersolidovom stave pri výstupe na povrch a stanovené koncentrácie vody reprezentujú skôr najnižšiu možnú hranicu.

7. ZÁVER

Prvýkrát v Západných Karpatoch definujeme situáciu granitoidných hornín podtypu A1 geneticky spojenú s vnútroplatňovými kontinentálnymi bazaltmi miocénno-pliocénneho veku. Podľa chemickej klasifikácie pincinitu patria do skupiny vápenatých hornín, granity zodpovedajú vápenato-alkalickým horninám a syenity sú alkalické. Najviac geochemických znakov typických pre granitoidy A-typu majú syenity. Naopak, najmenej geochemických znakov granitoidov A-typu sa vyskytlo u pincinitov. Prvýkrát v celosvetovom meradle opisujeme granit A-typu patriaci do skupiny horečnatých a vápenatých hornín (pincinit). Široká chemická variabilita je dôsledkom viacerých procesov (dehydratačné tavenie, magmatická diferenciácia), prebiehajúcich v rôznej intenzite pri rôznych oxidačno-redukčných podmienkach a teplotách.

Granitoidné horniny z oblasti južného Slovenska rozširujú paletu vnútroplatinových kontinentálnych granitoidov opísaných vo svete, čím sa podtyp A1 priblížil svojou variabilitou podtypu A2 z kontinentálnych okrajov. Niektoré typy granitov z južného Slovenska vykazujú extrémny stupeň diferenciácie a sú potenciálnym zdrojom kritických prvkov, najmä Nb, Ta, Y a REE.

Podakovanie: Práca bola podporená grantovým projektom agentúry VEGA 2/0069/13 a KEGA 014UK-4/2013. Ďakujeme K. Breiterovi a M. Kohútovi za podnetné recenzné pripomienky a M. Sýkorovi za poskytnutie vzorky granitu Ca-3 z lokality Čamovce.

Literatúra

- Bea F., Montero P., Gonzales-Lodeiro F. & Talavera G., 2007: Zircon inheritance reveals exceptionally fast crustal magma generation processes in central Iberia during the Cambro-Ordovician. *Journal of Petrology*, 48, 12, 2327–2339.
- Bonin B., 2007: A-type granites and related rocks: Evolution of a concept, problems and prospects. *Lithos*, 97, 1–2, 1–29.
- Bowden P., Black R., Martin R.F., Ike E.C., Kinnaird J.A. & Batchelor R.A., 1987: Niger-Nigerian alkaline ring-complexes: a classic example of African Phanerozoic mid-plate magmatism. In: Fitton J.G. & Upton B.J.G. (Eds.): *Alkaline Igneous Rocks. Geological Society of London, Special Publication*, 30, pp. 357–379.
- Broska I. & Uher P., 2001: Whole-rock chemistry and genetic typology of the West-Carpathian Variscan granites. *Geologica Carpathica*, 52, 2, 79–90.
- Broska I., Williams C.T., Uher P., Konečný P. & Leichmann J., 2004: The geochemistry of phosphorus in different granite suites of the Western Carpathians, Slovakia: the role of apatite and P-bearing feldspar. *Chemical Geology*, 205, 1–2, 1–15.
- Brown G.C., Thorpe R.S. & Webb P.C., 1984: The geochemical characteristics of granitoids in contrasting arcs and comments on magma sources. *Journal of the Geological Society*, 141, 3, 413–426.
- Clemens J.D., Holloway J.R. & White A.J.R., 1986: Origin of an A-type granite: Experimental constraints. *American Mineralogist*, 71, 3–4, 317–324.
- Dall'Agnol R. & de Oliveira D.C., 2007: Oxidized, magnetite-series, rapakivi-type granites of Carajás, Brazil: Implications for classification and petrogenesis of A-type granites. *Lithos*, 93, 3–4, 215–233.
- Dérorová J., Zeyen H., Bielik M. & Salman K., 2006: Application of integrated geophysical modeling for determination of the continental lithospheric thermal structure in the eastern Carpathians. *Tectonics*, 25, 10.1029/2005TC001883.
- Dobosi G., Fodor R.V. & Goldberg S.A., 1995: Late-Cenozoic alkali basalt magmatism in Northern Hungary and Slovakia: petrology, source compositions and relationships to tectonics. *Acta Volcanologica*, 7, 189–198.
- Downes H., Pantó Gy., Póka T., Matthey D.P. & Greenwood P.B., 1995: Calc-alkaline volcanics of the Inner Carpathian arc, Northern Hungary: new geochemical and oxygen isotopic results. *Acta Volcanologica*, 7, 29–41.
- Eby G.N., 1990: The A-type granitoids: A review of their occurrence and chemical characteristics and speculations on their petrogenesis. *Lithos*, 26, 1–2, 115–134.
- Eby G.N., 1992: Chemical subdivision of the A-type granitoids: Petrogenetic and tectonic implications. *Geology*, 20, 7, 641–644.
- Frost B.R. & Frost C.D., 2008: A geochemical classification for feldspathic igneous rocks. *Journal of Petrology*, 49, 11, 1955–1969.
- Frost C.D. & Frost B.R., 2011: On ferroan (A-type) granitoids: their compositional variability and modes of origin. *Journal of Petrology*, 52, 1, 39–53.
- Frost B.R., Barnes C.G., Collins W.J., Arculus R.J., Ellis, D.J. & Frost, C.D., 2001: A geochemical classification of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 42, 11, 2033–2048.
- Groves D.I., Bierlein F.P., Meinert L.D. & Hitzman M.W., 2010: Iron Oxide Copper-Gold (IOCG) deposits through Earth history: implications for origin of lithospheric setting, and distinction from other epigenetic iron oxide deposits. *Economic Geology*, 105, 3, 641–654.
- Hurai V., Simon K., Wiechert U., Hoefs J., Konečný P., Huraiová M., Pironon J. & Lipka J., 1998: Immiscible separation of metalliferous Fe/Ti-oxide melts from fractionating alkali basalt: P-T-f_{O2} conditions and two-liquid elemental partitioning. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 133, 1–2, 12–29.
- Hurai V., Paquette J.-L., Huraiová M. & Konečný P., 2010: U-Th-Pb geochronology of zircon and monazite from syenite and pincinite xenoliths in Pliocene alkali basalts of intra-Carpathian back-arc basin. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 198, 3–4, 275–287.
- Hurai V., Danišík M., Huraiová M., Paquette J.-L. & Ádám A., 2013: Combined U/Pb and (U-Th)/He geochronometry of basalt maars in Western Carpathians: implications for age of intraplate volcanism and origin of zircon metasomatism. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 166, 4, 1235–1251.
- Huraiová M. & Konečný P., 2006: U-Pb-Th datovanie a chemické zloženie monazitu v xenolitoch syenitu a pincinitu z vrchnomiocénneho maaru pri obci Pinciná (Lučenská kotlina). *Mineralia Slovaca*, 38, 2, 141–150.
- Huraiová M., Konečný P., Konečný V., Simon K. & Hurai V., 1996: Mafic and felsic igneous xenoliths in late Tertiary alkaline basalts: fluid inclusion and mineralogical evidence for a deep-crustal magmatic reservoir in the Western Carpathians. *European Journal of Mineralogy*, 8, 5, 901–916.
- Huraiová M., Konečný P. & Hurai V., 2007: Čevkinit-(Ce) – REE-Ti silikát zo syenitových xenolitov bazaltového maaru v Pincinej pri Lučenci (južné Slovensko). *Mineralia Slovaca*, 39, 4, 255–268.
- Huraiová M., Dubessy J., Konečný P., Simon K., Král J., Zielinski G., Lipka J. & Hurai V., 2005: Glassy orthopyroxene granodiorites of the Pannonian Basin: tracers of ultra-high-temperature deep-crustal anatexis triggered by Tertiary basaltic volcanism. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 148, 5, 615–633.
- Chappel B.W. & White A.J.R., 1974: Two contrasting granite types. *Pacific Geology*, 8, 173–174.
- Kilpatrick J.A. & Ellis D.J., 1992: C-type magmas: igneous charnockites and their extrusive equivalents. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, 83, 1–2, 155–164.
- Klimm K., Holtz F., Johannes W. & King P.L., 2003: Fractionation of meta-luminous A-type granites: an experimental study of the Wangrah Suite, Lachlan Fold Belt, Australia. *Precambrian Research*, 124, 2–4, 327–341.
- Konečný V., 2007: Paleogeografická rekonštrukcia, vulkanológia a časová evolúcia cerovej bazaltovej formácie. In: Vass D., Elečko M. & Konečný V. (Eds.): *Geológia Lučenskej kotliny a Cerovej vrchoviny. Štátny Geologický ústav D. Štúra, Bratislava*, pp. 196–202.
- Konečný V., Lexa J., Balogh K. & Konečný P., 1995: Alkali basalt volcanism in Southern Slovakia: volcanic forms and time evolution. *Acta Volcanologica*, 7, 167–172.
- Konečný V., Kováč M., Lexa J. & Šefara J., 2002: Neogene evolution of the Carpatho-Pannonian region: an interplay of subduction and back-arc diapiric uprise in the mantle. EGU Stephan Mueller Special Publication Series, 1, 105–123.

- Le Maitre, R.W., Streckeisen, A., Zanettin, B., Le Bas M.J., Bonin, B., Bateman, P., Bellieni, G., Dudek, A., Efremova, S., Keller, J., Lameyre, J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H. & Wooley, A.R., 2002: *Igneous rocks: a classification and glossary of terms*. 2nd Edition. Cambridge University Press, Cambridge, 236 p.
- Loiselle M. C. & Wones D. R., 1979: Characteristics and origin of anorogenic granites. *Geological Society of America Abstracts with Programs*, II, 468.
- Magna T., Janoušek V., Kohút M., Oberli F. & Wiechert U., 2010: Fingerprinting sources of orogenic plutonic rocks from Variscan belt with lithium isotopes and possible link to subduction-related origin of some A-type granites. *Chemical Geology*, 274, 1–2, 94–107.
- Martin R.F., 2006: A-type granites of crustal origin ultimately result from open-system fenitization-type reactions in an extensional environment. *Lithos*, 91, 1–4, 125–136.
- Nemcok M., Pospisil L., Lexa J. & Donelick R.A., 1998: Tertiary subduction and slab break-off model of the Carpathian-Pannonian region. *Tectonophysics*, 295, 3–4, 307–340.
- Ondrejka, M., 2004: Rhyolity A-typu silicika v prostredí permskotriasového kontinentálneho riftingu v Západných Karpatoch: geochémia, mineralógia, petrológia. Dizertačná práca, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Bratislava, 129 p.
- Ondrejka M., Uher P., Pršek J. & Ozdín D., 2007: Arsenian monazite-(Ce) and xenotime-(Y), REE arsenates and carbonates from the Tisovec-Rejkovo rhyolite, Western Carpathians, Slovakia: Composition and substitutions in the (REE,Y)XO₄ system (X = P, As, Si, Nb, S). *Lithos*, 95, 1–2, 116–129.
- Pearce J.A., Harris N.B.W. & Tindle A.G., 1984: Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 25, 4, 956–983.
- Petrík, I., 2000: Multiple sources of the West-Carpathian Variscan granitoids: a review of Rb/Sr and Sm/Nd data. *Geologica Carpathica*, 51, 3, 145–158.
- Rapp R.P. & Watson E.B., 1995: Dehydration melting of metabasalt at 8–32 kbar: Implications for continental growth and crust-mantle recycling. *Journal of Petrology*, 36, 4, 891–931.
- Salvi S. & Williams-Jones A.E., 2006: Alteration, HFSE mineralisation and hydrocarbon formation in peralkaline igneous systems: Insights from the Strange Lake Pluton, Canada. *Lithos*, 91, 1–4, 19–34.
- Shao F., Niu Y., Regelous M. & Zhu D.-Ch., 2015: Petrogenesis of peralkaline rhyolites in an intra-plate setting: Glass House Mountains, southeast Queensland, Australia. *Lithos*, 216–217, 196–210.
- Sun S.S. & McDonough W.F., 1989: Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts; implications for mantle composition and processes. In: Saunders A.D. & Norry M.J. (Eds.): *Magmatism in the Ocean Basins. Geological Society Special Publication*, 42, pp. 313–345.
- Tašárová A., Afonso J.C., Bielik M., Götze H.-J. & Hók J., 2009: The lithospheric structure of the Western Carpathian–Pannonian Basin region based on the CELEBRATION 2000 seismic experiment and gravity modeling. *Tectonophysics*, 475, 3–4, 454–469.
- Uher P. & Puškarev Yu., 1994: Granitic pebbles of the Cretaceous flysch of the Pieniny Klippen Belt, Western Carpathians: U/Pb zircon ages. *Geologica Carpathica*, 45, 6, 375–378.
- Uher P., Ondrejka M. & Konečný P., 2009: Magmatic and post-magmatic Y-REE-Th phosphate, silicate and Nb-Ta-Y-REE oxide minerals in A-type metagranite: an example from the Turčok massif, the Western Carpathians, Slovakia. *Mineralogical Magazine*, 73, 6, 1009–1025.
- Vass D., Elečko D. & Konečný V., 2007: Geológia Lučenskej kotliny a Cerovej vrchoviny. Štátny Geologický Ústav D. Štúra, Bratislava, 284 p.
- Whalen J.B., Currie K.L. & Chappell B.W., 1987: A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 95, 4, 407–419.
- Zindler A. & Hart S., 1986: Chemical geodynamics. *Annual Reviews in Earth and Planetary Sciences*, 14, 493–571.

Summary: Here we summarize mineralogical (Tab. 1) and chemical (Tab. 2) data on granitoid xenoliths (syenite, pincinite, granite) collected from a 5.17±0.9 Ma old (Konečný, 2007) lava flow near Čamovce (Fig. 1) in the Cerová Highlands, and 5.15±0.35 Ma old (Hurai et al., 2013) basaltic maar near Pinciná in the Lučenec basin. Syenite represents flotation cumulate (Hurai et al., 1998). Pincinite – orthopyroxene granite – is rapidly quenched anatectic melt generated by thermal effect of the basaltic reservoir on the surrounding crustal rocks (Huraiová et al., 2005). The Variscan age of the protolith in the zone of anatexis (346±16 Ma) was determined by the U-Pb-Th chemical dating of restitic monazite (Huraiová & Konečný, 2006). U-Pb laser ablation ICP-MS analyses of newly-formed zircons proved identical Upper Miocene-Early Pliocene age of all xenolith types and their affiliation with the intracontinental back-arc volcanism (Hurai et al., 2010).

Syenite is medium-to-coarse-grained rock composed of ternary feldspar – anorthoclase (Ab_{68–83}, Or_{10–39}, An_{2–11}), interstitial glass of trachyte composition, and large zircon crystals, up to several mm in size, discernible by naked eyes. A plethora of accessory phases include Mg-magnetite, ulvospinel, amphibole, corundum, apatite, titanite, monazite, chevkinite-Ce, uranothorite, Y,Ca-silicate (yttrialite?), uraninite, Y,Nb-oxide (fergusonite?) and phlogopite (Hurai et al., 2010). Bulk rock analyses project in the field of sodic or potassic trachyte, and ferroan and alkalic rocks (Fig. 2). Trace element distribution pattern is strongly differentiated, showing negative Ba, Sr, and Ti anomalies complementary with positive anomalies of these elements in associated mafic cumulates (Fig. 3). Strong negative Eu anomaly corroborates a flotation cumulate nature of the syenites supported further by the position of some samples in the field of volcanic-arc granites (Figs. 4 and 5). This is usually caused by the depletion of critical elements (Nb, Y) in plagioclases. Most geochemical features of syenites are consistent with A-type granitoids *sensu stricto* (Tab. 3). Minimal or none crustal contamination is indicated by their position in the fields of A1-subtype granitoids and affinity to the OIB-related magmas (Fig. 3). Intimate genetic relationship with the alkali basalt and the PREMA mantle source is corroborated by oxygen and strontium isotopes (Hurai et al., 1998).

Pincinite is fine-grained rock composed of quartz, Ab_{43–72} plagioclase, subordinate K-feldspar, ilmenite, orthopyroxene and about 50 vol. % of interstitial glass of rhyolite-dacite-trachyte composition. Major element composition projects in sub-alkalic, magnesian and calcic granite/rhyolite (Fig. 2). Trace element contents fall within the fields of volcanic-arc granitoids (Fig. 4), I, S, M-types (Fig. 5), A1-subtype granites as well as the magmas derived from the OIB-like source (Fig. 7). Bulk analyses do not display the europium anomaly (Fig. 6), but separated grains of plagioclase are depleted, and the interstitial glass is enriched in Eu (Huraiová et al., 2005). Strong enrichment in Ti, V and Ca together with flat distribution pattern of trace elements (Fig. 3) is interpreted as reflecting the dehydration melting of amphibole in mafic protolith at high temperatures, producing a larger volume fraction of the anatectic pincinite melt.

Sub-alkalic granite strongly enriched in HFSE and actinides is newly discovered rock-type in Western Carpathians. Granites are fine-grained rocks with quartz, plagioclases ranging in composition from $Ab_{50}Or_{50}$ through $Ab_{68}Or_{15}An_{17}$ to $Ab_{80}Or_{13}An_7$, magnetite phenocrysts with increased Mn contents, and a large amount of accessory minerals: zircon, uranorthorite, Mn-columbite, pyrochlore, betafite, fergusonite, fersmite, Mn, Nb-ilmenite and Nb-rutile. Interstitial glass corresponds to peraluminous potassic alkalic rhyolite, but bulk rock analyses project in the field of sub-alkalic, ferroan, calc-alkaline rhyolite/granite (Fig. 2). Two investigated xenoliths exhibit similar mineral composition, but strongly different trace element distribution patterns. Typical are strongly negative Ba, Ti, Sr and Eu anomalies (Figs. 3 and 6). Variable REE patterns are due to different contents of REE-bearing minerals concentrating HREE – fergusonite and pyrochlore. Both investigated samples project within the A1 and OIB fields (Fig. 7). However, they differ from typical A-type granitoids s.s. (Tab. 3) by calc-alkaline character, which could be

explained by fractionation from a tholeiitic basalt, or contamination of the parental alkali basalt with mantle-derived carbonatite, or fractionation of nepheline and sodalite from peralkaline parental magma. Alternatively, the granites could represent a low-degree partial melt from the same mafic source as in the case of pincinite (fertile mafic granulite?). With the absence of radiogenic and stable isotope data, however, the genetic models for granites are purely speculative.

The A1-subtype suite of magmatic rocks from xenoliths in Pliocene alkali basalts is described for the first time in Western Carpathians. The A1-subtype, continental rift-related magmatism is clearly distinguished from the Permian-Triassic A2-subtype, continental margin-related granites occurring as isolated massifs in the Variscan basement, rhyolite bodies in nappe units and pebbles in Cretaceous flysch sediments. The highly differentiated A1-subtype granites contain the highest concentrations of Y, Nb, and Ta among all A-type granitoids and rhyolites described so far in Western Carpathians.