

Geol. vjesnik	Vol. 36	str. 183—188	Zagreb 1983.
---------------	---------	--------------	--------------

UDK 552.11:552.3.25.5(497.1)

Izvorni znanstveni rad

Mogućnosti novog tumačenja geneze K-bogatih lamprofira i bazalta u Jugoslaviji

Vladimir MAJER¹ i Stevan KARAMATA²

¹ Institut za geologiju i mineralne sirovine, Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6, YU - 41000 Zagreb

² Rudarsko-geološki fakultet Beograd Đušina 7, YU - 11000 Beograd

Na temelju poznatih podataka o minetama i K-bazaltima u Jugoslaviji, kao i na temelju eksperimentalnih istraživanja, autori daju novo tumačenje geneze ovih kalijskih mafitskih i mezokratnih stijena, sa ili bez primarnog kalcita, i to kao rezultat parcijalnog taljenja peridotitskog supstrata uz prisutnost H₂O i CO₂.

Lamprofiri općenito, su rijetke stijene. Među njima posebno su zanimljive minete, kalijem bogati lamprofiri, kako svojim kemizmom, tako i strukturom i neobičnim mineralnim sastavom. Te se stijene rjeđe javljaju zasebno, najčešće pak udružene s drugim magmatskim stijenama, intruzivnim ili efuzivnim, ponekad i s kimberlitima i karbonatskim magmatskim stijenama, Otuda one uvijek privlače poseban interes za istraživanja.

Osobito zanimljive pojave lamprofira (minete) iz okolice Žedilova kod Krive Palanke u Makedoniji detaljno je istražio V. Majer (1965). Pored ovih pojava, u Makedoniji su poznate, ali neistražene, i pojave kod Štipa na mjestu Čitaklija, i drugdje. Minete su poznate i na Rudniku (Knežević, 1956), kod Zvornika i u Boranji (Karamata, 1953 i 1955), kod Brzeća (Wilson, 1933) i kod Srebrenice (Trubelja i Paškvalin, 1962). Te zanimljive i rijetke stijene u nas su vezane na kenotipne vulkanite, neutralne do kisele, i to kalcijsko-alkalijske serije.

Geneza lamprofira, a posebno K-bogatih mineta, tumačila se je veoma različito, i danas još uvijek je neriješen problem petrogeneze. Obično se tumače ili specifičnim procesima kristalizacije diferencijacije uz izuzetnu akumulaciju volatilnih komponenata, zatim kontaminacijom ili asimilacijom, likvidnom frakcionacijom odnosno nemiješanjem, pa alkalnom metasomatozom, itd. U slučaju mineta Krive Palanke njihova je geneza tumačena specifičnom kristalizacijskom diferencijacijom i to tako da su prve feromagnezijske kristalizacijske faze gravitativno izdvojene i akumulirane zajedno s volatilima, a zatim ponovno taljene stvarajući visokoalkalnu mafitnu magmu, odnosno taljevinu koja se nije više miješala s drugim dijelom taljevine, i zatim efuzijom te separatne taljevine, dajući stijene specifičnog kemizma i mineralnog sastava.

Većina mineta pokazuje velike sličnosti u kemizmu i mineralnom sastavu. Najčešći glavni sastojci su diopsid (vrlo siromašan željezom), zatim flogopit, alkalni feldspat (sanidin), a u nekima i olivin, biotit, plagioklasi, analcim, Ti-oksidi, amfibol, apatit, svi u manjim ili malim količinama. Mnogi sadrže, a to je i slučaj kod lamprofira Krive Palanke, primarni kalcit, a i mineta Brzeća ima osnovu »zasićenu kalcitom«.

Za minete su neobično upadljive i važne dvije karakteristike. Prvo, veoma često mineralni sastojci imaju nepotpune ili skeletne forme, što upućuje na naglu kristalizaciju. I drugo, u čemu se svi istraživači slažu, one su nastajale iz taljevina bogatim s H_2O i CO_2 , čemu se pripisuje, pored ostalog, i pojavljivanje primarnog kalcita također sa tipičnim sferoidalnim ili skeletnim formama. Ta pojava kalcita, koji nije produkt sekundarnih procesa već primarni mineral, kao i činjenica da su minete K-bogate stijene koje se svojim visokim i naglašenim K-karakterom oštro odvajaju od ostalih stijena s kojima eventualno dolaze, dovodio je u zabunu ili onemogućavao »logičko« objašnjenje geneze na tada uvriježenim postulatima geneze stijena klasičnom kristalizacijskom diferencijacijom.

Novija istraživanja ovih stijena, osobito ona povezana s genezom kimberlita, kao i eksperimentalna istraživanja, dovela su do toga, da postoji mogućnost drugačijeg tumačenja geneza mineta, odnosno mafitnih K-bogatih magma, zajedno s kimberlitima i karbonatitima, i to parcijalnim taljenjem odgovarajućeg materijala omotača uz specifične uvjete. O tome postoje brojna literatura, a dio te naveden je u popisu bibliografije.

Jedno od zadnjih istraživanja izveli su Wendlandt i Egger (1980). Oni su eksperimentalno dokazali i dobili K-bogate taljevine uz visoki pritisak i visoku temperaturu i to parcijalnim taljenjem iz peridotit-skog supstrata uz prisutnost H_2O i CO_2 . Takve taljevine nastaju vrlo malim iznosom parcijalnog taljenja. Analizirajući univarijantne reakcije pri tim eksperimentima dolaze do zaključka da izvor K-magmi može biti i parcijalno taljenje peridotita s flogopitom, odnosno da glavnu ulogu pri genezi K-bogatih bazanita, karbonatita i kimberlita ima flogopit. Ehnberg (1977) je istraživao minete iz Navajo vulkanskog područja, koje sadrže kao fenokristale i flogopit, diopsid, olivin u matriksu od biotita, monoklinskog piroksena, sanidina, analcima i klorita, a sadrži i ksenofite spinelskog leucolita, granatnog peridotita i vebsterita. On zaključuje da su minete i njihovi ekstruzivni ekvivalenti (trahibazalti) nastali iz taljevina koje su se formirale na dubinama od najmanje 150 km, i da su genetski vezane za kimberlitske diatreme. Roden (1977) je u Arizoni našao minete koje nose ksenolite kimberlita, a i tijela mineta presječena od kimberlita. I tu su minete s glavnim sastojcima flogopitom, diopsidom i sanidinom (odn. alkalijskim feldspatom) te nizom sporednih i akcesornih minerala. Scott (1977) je na Grenlandu našao K-lamprofire udružene s kimberlitima, pa ih genetski veže uz kimberlite. Grendlandski K-lamprofiri (minete) sadrže makrokristale flogopita, diopsida, pseudoleucita i olivina u difuznoj osnovi od flogopita, diopsida, K-rihterita, K-feldspata, primarnog kalcita i serpentina.

Dalekozna identitet u kemizmu i sastavu K-lamprofira širom brojnih nalazišta u svijetu, očito ide u prilog, a to potvrđuju i eksperimenti, da njihovu genezu tumačimo formiranjem specifičnih separatnih taljevina u gornjem omotaču na velikim dubinama, i to parcijalnim taljenjem peri-

dotitskog supstrata odgovarajućeg sastava i uz prisutnost H_2O i CO_2 . Viša koncentracija tih volatilnih komponenta omogućuje stvaranje većih količina minerala s konstitucijskom vodom (flogopit) i primarnih karbonata, niži viskozitet minetske taljevine, i njihovu naglu kristalizaciju odn. očvršćavanje izlaskom tih volatila pri nižim pritiscima u gornjim dijelovima kore ili blizu površine. To dovodi do formiranja kristala skeletnog habitusa, difuznih granica, proraštavanja i međuuklapanja, što je sve potvrđeno na go tovo svim nalazištima mineta.

Očito, slična je i geneza kimberlita, a i karbonatima bogatih magmat-skih stijena odn. karbonatita.

Ova razmišljanja, odnosno nove mogućnosti tumačenja geneze K-lamprofira odn. mineta, utiču da se postavi i pitanje geneze alkalijskih (kalijskih) bazalta u nas, odnosno općenito K-bogatih efuziva. Alkalni bazalti — kajaniti — poznati su kod nas kod Kurešničke Kraste nedaleko Demir Kapije (Tućan, 1931), između Bregalnice i Vardara (t. j. Nagoričane, Štip i dr.) (Tomić, 1929), kod Han Trebinja u Staroj Raškoj kod Sjenice (Marić, 1935), na Rudniku (Ristić i Nikolić, 1959). Sve su to stijene s leucitom, koje pored ostalih minerala sadrže i flogopit ili biotit, dijelom i češljastog skeletnog habitusa. Tomić čak spominje da stijene koje je on istraživao imaju »lamprofirski karakter«. Pored ovih leucitnih bazalta ili kajanita, ima i drugih alkalijskih (kalijskih) stijena, na pr. leucitske stijene kod Gnjlana (Ristić, 1963), a poznate su i druge alkalne bazične stijene u Srbiji (Krnja Jela, Bogovina, Gledičke planine, itd).

Eksperimentalna istraživanja na prirodnim i umjetnim sistemima pokazala su i dokazala mogućnost stvaranja različitih alkalnih taljevina, čiji sastav odgovara različitim alkalnim stijenama, bilo kalijskim bilo natrijskim. Moguće je, dakle, tumačiti genezu i ovih naših kalijskih efuziva parcijalnim taljenjem u gornjem omotaču, i tako ih genetski odvojiti od kenotipnog magmatizma kalcijsko-alkalnog niza ili prelaznog alkalijskog ili subalkalijskog karaktera s nastankom magmi u znatno plićim nivoima.

Izvjese nagovještaje za ovakovo porijeklo i genezu K-efuziva nalazimo i u jednom nezapaženom podatku. Tućan je, opisujući leucitski bazalt Kurešničke Kraste, naveo da u njemu ima i pikotita odnosno Cr-spinela. Kromni spinel, odnosno pikotit, nije normalni, obični ili redovni mineralni sastojak bazalta. Logička je misao, uz pretpostavku ili dokaz da su K-bogate magme nastale u dubljim nivoima gornjeg omotača, da su te taljevine prilikom svojeg izdvajanja uklapale u sebe i razdvojene mineralne faze peridotitskog supstrata omotača, t. j. olivin i kromni spinel. Česte su pojave da alkalni bazalti, a među njima i kalijski bazalti i lamprofiri, uklapaju, ksenolite peridotita i pratećih stijena iz gornjeg omotača ili njihovih pojedinih mineralnih faza. Bilo bi stoga nužno, da se navedene pojave alkalnih efuziva u nas ponovno pažljivo pregledaju i detaljnije istraže, uključivši u to i analize minerala u njima i elemenata u tragovima i izotopa, osobito karakterističnih mikroelemenata.

Chayes (1977) je izvršio sistematsku i statističku analizu serije alkalnih stijena, kakove su u okviru alkalne bazalt-trahit serije. Analize pokazuju da je opća pojava da je u tim serijama zastupljeno malo intermedijernih članova između bazalta i trahitoidnih stijena, što se teško daje tumačiti kristalizacijskom diferencijacijom, ali se lako može interpretirati frakcioniranim parcijalnim taljenjem materijala iz gornjeg omotača.

ZAKLJUČAK

Genezu kalijem bogatih lamprofira (minete) u Jugoslaviji, osobito onih koji sadrže primarni kalcit, kao i kalijevskih bazalta (kajanita), nužno je tumačiti na drugi način nego do sada, a to je bilo normalnom ili djelomice specifičnom kristalizacijskom diferencijacijom. Magme takovog sastava formirale su se parcijalnim, i to veoma ograničenim, taljenjem peridotit-skog supstrata u znatnim dubinama (i do oko 150 km) t. j. uz visoki pritisak, u gornjem omotaču, uz prisustvo H_2O i CO_2 , na što upućuju i mineralni sastav, i fiziografske karakteristike mineralne parageneze. Ove su magme kao separatne taljevine utiskivane naglo u plitke dijelove kore. Polazeći od njihovog specifičnog kemizma, one se ne mogu vezati na kenotipni magmatizam odnosno efuzivne komplekse kalcijsko-alkalijskog do subalkalijskog karaktera s natrijumom kao dominantnim alkalnim elementom, kakav nalazimo u velikim masama u istočnim i južnim dijelovima Jugoslavije.

Osim autora citiranih u tekstu smatrali smo korisnim dati opširniju bibliografiju novijeg datuma u kojoj se razmatra problematika K-bogatih lamprofira i bazalta.

Primljeno 17. 11. 1982.

LITERATURA

- Boettcher, A. L., Mysen, B. O. and Modreski, P. J. (1975): Melting in the mantle: Phase relationships in natural and synthetic peridotite- H_2O and peridotite - H_2O - CO_2 systems at high pressures. — *Physics Chemistry Earth*, 9, 855-867.
- Chayes, F., (1977): The oceanic basalt-trachyte relation in general and in the Canary Islands. — *Am. min.*, 62, 666-671.
- Dawson, J. B., (1971): Advances in kimberlite geology. — *Earth Sci. Rev.*, 7, 187-214.
- Eggler, D. H., (1974): Effect of CO_2 on the melting of peridotite. — *Carnegie Inst. Washington Year Book*, 73, 215-224.
- Eggler, D. H., (1975): CO_2 as a volatile component of the mantle: the system Mg_2SiO_4 - SiO_2 - H_2O - CO_2 . — *Phys. Chem. Earth*, 9, 869-881.
- Eggler, D. H., (1976): Composition of the partial melt of carbonated peridotite in the system CaO - MgO - SiO_2 - CO_2 . Carnegie Inst. *Washington Year Book*, 75, 623-626.
- Eggler, D. H., (1978): The effect of CO_2 upon partial melting of peridotite in the system Na_2O - CaO - Al_2O_3 - MgO - SiO_2 - CO_2 to 35 kb, with an analysis of melting in a peridotite H_2O - CO_2 system. — *Am. J. Sci.*, 278, 305-343.
- Ehrenberg, S. N., (1977): The Washington Pass volcanic center: Evolution and eruption of minette magmas of the Navajo volcanic field. — 2nd Internat. kimberlite conf., Extended Abstracts.
- Green, D. H., and Ringwood, A. E., (1967): The genesis of basaltic magmas. — *Contrib. Min. Petr.*, 15, 103-190.
- Hansen, K. (1980): Lamprophyres and carbonatitic lamprophyres related to rifting in the Labrador Sea. — *Lithos*, 13/2, 145-152.
- Karamata, S. (1953): Magmatske i metamorfne stene okoline Zvornika u Srbiji. — *Vesnik Zavoda geol. istr. SRS*, 10, 93-123.
- Karamata, S. (1955): Petrološka studija magmatskih i kontaktno-metamorfnihi stena Boranje. — *Glasnik prir. muzeja srp. zem. A*, 6, sv. 1, 1-130.
- Kay, R. W., and Gast, P. W. (1973): The rare earth content and origin of the alkali-rich basalts. — *Journ. Geology*, 81, 653-862.
- Knežević, V. (1956): O pojavama mineta na planini Rudniku (Šumadija). — *Vesnik Zavoda za geol. istr.*, XII, 195-199.

- Kostić, A. i Simić, V. (1965) Olivin tefrit u selu Ostrovici kod Niša. — *Glasnik Prir. muzeja*, A, 19—20, 31—41.
- Kostić, A., Simić, V. i Antić, R. (1971): Leucit-tefritske lavobreće i šonkit u selu Klinovcu južno od Vranja. — *Glasnik Prir. muzeja*, A, 25, 109—127.
- Kostić, A., Simić, V. i Milojković, R. (1961): Alkalne bazaltoidne stene Žegilova severno od Kumanova. — *Glasnik Prir. muzeja*, A, 14—15.
- Kushiro, I., (1968): Composition of magnas formed by partial zone melting of the Earth's upper mantle. — *Journ. Geophys Res.*, 73, 619—634.
- Kushiro, I., Syono, Y., and Akimoto, S., (1967): Stability of phlogopite at high pressures and possible presence of phlogopite in the Earth's upper mantle. — *Earth Planet. Sci. Lett.*, 28, 197—203.
- Luth, W. C., (1967): Studies in the system $KAlSiO_4$ — Mg_2SiO_4 — SiO_2 — H_2O : I. Inferred phase relations and petrologic applications. — *Journ. Petrol.*, 8, 372—416.
- MacGregor, I. D., (1970): An hypothesis for the origin of kimberlite. — *Min. Soc. Am. Spec. Pap.* 3, 51—62.
- Majer, V., (1965): Efuzivne stijene iz okoline Krive Palanke, II. Lamprofiri (minete) i njihov odnos prema kenotipnim efuzivima u istočnoj Makedoniji. — *Acta geologica JAZU*, IV, 225—250.
- Marić, L., Leucitski bazalt od Han Trebinja u Staroj Ra.koj. — *Vesnik Geol. inst. Kr. Jug.*, god. 1934, knj. IV, sv. 1, 44—50.
- McIner, J. R., (1977): Kimberlitic, melilitic, trachytic and carbonatitic eruptives at Saltpetre Cop. Sutherland, South Africa. — 2nd Int. kimberlite conf., Extended Abstracts.
- Ninkovich, D., and Hays, J. D. (1972): Mediterranean island arcs and origin of high potash volcanoes. — *Earth Planet. Sci. Lett.*, 16, 331—345.
- Nemec, D., (1977): Differentiation of lamprophyre magma. — *Krystalinikum*, 13, 73—87.
- O'Hara, M. J., and Yoder, H. S., Jr., (1967): Formation and fractionation of basic magmas at high pressures. — *Scott. Journ. Geology*, 3, 67—117.
- Ristić, P., (1963): Vulkanske alkalne (leucitne) stene oblasti jugozapadno od Gnjilana. — *Arhiv za tehnologiju Tuzla*, 3, 3—87.
- Ristić, P., i Nikolić, V., (1959): Kajaniti Rudnika. — *Geol. anali Balk. pol.*, 219—228.
- Roden, M. P., (1977): Field geology and petrology of the minette diatreme at Buell Park, Apache County, Arizona. — 2nd Internat. kimberlite confer., Extended Abstracts.
- Scott, B. H., (1977): Petrogenesis of kimberlites and associated potassic lamprophyres from West Greenland. — 2nd Internat. kimberlite confer., Extended Abstracts.
- Terzić, M. i Popović, A., (1972): Leucitske stene Trijebine i Koritnika. — *Geol. anali Balk. pol.* 37/2, 179—198.
- Terzić, M. i Protić, M., (1976): Alkalne bazaltoidne stene jugoslovenskog dela Karpato—Balkanida. — 8. jug. geol. kongres, 1, 273—290.
- Thompson, R. N., (1977): Primary basalts and magma genesis. III. Alban Hills, Roman comagmatic province, Central Italy. — *Contrib. Min. Petrol*, 60, 91—108.
- Tomić, J. S., (1929): Litološka serija trahit-kajanita iz oblasti između Bregalnice i Vardara u Južnoj Srbiji. — *Glas Srp. Kralj. Akad.*, 137, 3—92.
- Trubelja, F. i Paškvalin, Lj., (1962): Lamprofirska žica iz okolice Sase kod Srebrenice u Bosni. — *Geol. glasnik*, 6, 61—64.
- Tučan, F., (1931): Leucitska stijena Kurešničke Kraste kod Demirkapije. — *Glasnik Skop. nauč. dr.*, knj. 9, pr. n. 3, 79—87.
- Wendlandt, R. F., and Egglar, D. S., (1980): The origin of potassic magmas: Melting relations in the systems $KAlSiO_4$ — Mg_2SiO_4 — SiO_2 and $KAlSiO_4$ — MgO — SiO_2 — CO_2 to 30 kilobars. — *Am. J. Sci.*, 280, 385—420.
- Wendlandt, R. F., and Egglar, D. H., (1980): The origin of potassic magmas. 2. Stability of phlogopite in natural spinel lherzolite and the system $KAlSiO_4$ — MgO — SiO_2 — CO_2 at high pressures and high temperatures. — *Am. J. Sci.*, 280, 421—458.
- Wilson, G. (1933): The geology, petrology and structure of the Brzeće area, Kopaonik Mts., Yugoslavia. *Geol. anali Balk. pol.*, X/2, 1—53.
- Wyllie, P. J., (1977): Mantle fluid compositions buffered by carbonates in peridotite— CO_2 — H_2O . — *Journ. Geology*, 85, 187—207.

- Yoder, H. S. Jr., and Tilley, C. E. (1962): Origin of basaltic magmas: an experimental study of natural and synthetic rock systems. — *Journ. Petrology*, 3, 342—532.
- Yoder, H. O., Jr. (1976): Generation of basaltic magmas. — *Nat. Acad. Sci, Washington*.

Possibility of new interpretation of genesis K-rich lamprophyres and basalts in Yugoslavia

V. Majer and S. Karamata

Based on the published data about minettes and potassium basalts (kajanites) in Yugoslavia, as on the experimental investigations, the authors give new explanations for genesis of these potassium rich mesocratic effusives, with or without primary calcite, as partial melting products of the peridotite substrate under high pressure and presence of H_2O and CO_2 . They could not be connected with well extended calc-alkaline Caenozoic magmatism in the eastern and southern parts of Yugoslavia.