

# **A Bakony–Balaton-felvidék és a Kemenesalja monogenetikus vulkáni területeit tápláló bazaltos magmák petrogenézise**

**DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI**

**Jankovics Mária Éva**

Témavezető: Dr. Harangi Szabolcs, DSc, tanszékvezető egyetemi tanár

FÖLDTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

Vezetője: Dr. Nemes-Nagy József

FÖLDTAN-GEOFIZIKA DOKTORI PROGRAM

Vezetője: Dr. Mindszenty Andrea



**ELTE TTK Közéttan-Geokémiai Tanszék**

**Budapest, 2014**

## I. Bevezetés, célkitűzés

A monogenetikus vulkanizmus a vulkáni működésnek egy különleges formáját képviseli, amikor nem egy adott, nagyméretű tűzhányó épül fel (mint pl. a szubdukciós zónák mentén jellemző összetett tűzhányók), hanem egy vulkáni terület, amely sok - több száz vagy akár ezer – önálló, kis térfogatú (<1 km<sup>3</sup>) vulkánból áll (pl. Walker, 1993). Ezek a kis vulkáni központok uralkodóan bazaltos összetételűek (salakkúpok, maarok, tufakúpok, tufagyűrűk, kis pajzsvulkánok), és a területen belül elszórtan vagy csoportosulva, vagy tektonikai vonalak mentén sorakozva helyezkednek el. Az egyes vulkáni centrumok rövid életűek (néhány nap – évtized), viszont a teljes vulkáni terület több millió éven keresztül működik (pl. Valentine és Perry, 2007). A vulkáni mezőkön belül a kitörések periodikusan ismétlődő aktív fázisokban zajlanak, amelyeket hosszú nyugalmi időszakok választanak el egymástól. E monogenetikus vulkáni területekre sok esetben sűrűn lakott települések épültek, ezért vizsgálatuk a vulkáni veszély-előrejelzés szempontjából kiemelt fontosságú. Mivel a vulkáni kitörések kimenetelét nagyban befolyásolják a mélyben zajló magmás folyamatok, alapvető fontosságú a bazaltos magmáknak a kitörést megelőző előéletét vizsgálni.

A korábbi felfogás szerint a monogenetikus vulkáni központok csak egyszer működnek rövid ideig, és később már nem újul fel rajtuk a vulkáni működés, valamint egy adott kitörési központ létrejötte általában egy magmacsomag feltöréséhez kapcsolható (pl. Connor és Conway, 2000). Ezzel szemben az újabb és egyre részletesebb kutatások eredményei sorra azt bizonyítják, hogy ezek az egyszerűnek gondolt, kis térfogatú tűzhányók sok esetben jóval bonyolultabb fejlődéstörténettel jellemezhetők. Napjainkban a monogenetikus vulkáni területek a nemzetközi vulkanológiai kutatások egyik frontvonalát képviselik, amelyek újszerű vizsgálata az elmúlt évtizedben kezdődött. Ma már több példát ismerünk arra, hogy egy adott vulkáni centrum több különböző kitörési egységből áll, amelyek külön magmacsomagokat képviselnek (pl. Brenna és mtsi., 2010), sőt a különböző típusú kitörések között akár jelentősebb szünet is kimutatható (Shane és mtsi., 2013). Adott vulkáni központ nagy felbontású vizsgálatával számos esetben jelentős kémiai változékonyságot tapasztaltak a rétegsoron keresztül, amelyet különböző mélységben és eltérő mértékű részleges olvadással képződött, illetve eltérő jellegű forrásrégióból származó, különböző összetételű magmacsomagok feltörésével magyaráztak (pl. McGee és mtsi., 2012). Ezek az esettanulmányok mind teljes kőzet fő- és nyomelem, illetve izotóp geokémiai vizsgálatokon alapulnak, viszont nem fordítottak figyelmet a bazaltokban található kőzetalkotó ásványfázisok szövetének, zónásságának és kémiai összetételének elemzésére,

amely egyedülálló betekintést nyújt a magmafejlődés részleteibe, a magmás rendszerekben zajlott folyamatokba (pl. Roeder és mtsi., 2003; Longpré és mtsi., 2014).

A Kárpát-Pannon térség számos monogenetikus vulkáni területet foglal magába, amelyek a Pannon-medence poszt-rift termális süllyedésének időszakában zajlott késő-miocén – kvarter alkáli bazaltos vulkanizmus során képződtek (pl. Harangi és Lenkey, 2007). Az elmúlt évszázadban e vulkáni területek képződményei kiterjedt kutatás tárgyát képezték, amelyek során egyrészt a kitörési központok fizikai vulkanológiai jellemzőit vizsgálták (pl. Martin és Németh, 2004), másrészt alaposan elemezték az alkáli bazaltok petrográfiai bélyegeit és teljes kőzet geokémiai összetételét (pl. Embey-Isztin és mtsi., 1993). Utóbbiak, a bazaltokban található peridotit xenolitok vizsgálati eredményeivel együtt (pl. Szabó és Taylor, 1994; Embey-Isztin és mtsi., 2001) megalapozták mai ismereteinket a térség alatti felső köpeny jellemzőiről, az alkáli bazaltos magmák forrásrégiójának jellegéről és a részleges olvadási folyamatokról. Mindemellett azonban kevesebb olyan vizsgálat történt, amelyek a bazaltokban található kőzetalkotó ásványfázisok szövetének, zónásságának és kémiai összetételének együttes elemzésére irányultak (pl. Dobosi, 1989; Dobosi és Fodor, 1992), így a bazaltos magmák felemelkedése közben zajlott folyamatokra az előzőekhez képest kevesebb figyelem fordítódott. Ezentúl a Pannon-medencében korábban még nem történtek olyan vizsgálatok, amelyek az egyes monogenetikus vulkáni centrumok rétegsorán keresztül a különböző kitörési egységek részletes kőzettani és geokémiai, azon belül is integrált ásványszöveti és -kémiai, illetve teljes kőzet geokémiai elemzésével foglalkoztak volna.

Kutatásom célja a Kárpát-Pannon térség alkáli bazaltos kőzeteinek új szemléletű vizsgálata volt, amelynek során három különböző vulkáni központ képződményeit dolgoztam fel a Bakony–Balaton-felvidéki és Kemenesaljai monogenetikus vulkáni területeken. Az alkalmazott új szemlélet két részből tevődik össze: egyrészt figyelembe veszi mindazt, amit a monogenetikus vulkáni működés jellemzőiről a szakirodalom révén ismerünk, másrészt elsősorban a bazaltok részletes ásványszintű elemzésén alapul. A monogenetikus kitörési központok esetében újdonságnak számít az alkáli bazaltos kőzetek likvidusz fázisait képviselő olivinek és spinell zárványaik nagy felbontású szöveti, zónássági és kémiai elemzése hazai és nemzetközi viszonylatban egyaránt. A kitörési központokon végzett sztratigráfiailag kontrollált mintavételezéssel, majd az egyes kitörési egységeket képviselő kőzetek petrogenetikai vizsgálatával célom az volt, hogy megismerjem az egymást követően felszínre tört magmacsomagok jellemzőit és fejlődéstörténetét, az egykori kitöréseket tápláló mélybeli magmás rendszer működését és az abban lejátszódott folyamatokat.

## II. Alkalmazott vizsgálati módszerek

A petrogenetikai vizsgálatokhoz részletesen elemeztem az alkáli bazaltok kőzetszövetét, és a bennük található kőzetalkotó ásványfázisok szöveti és kémiai jellemzőit. A kőzetek szövetét, illetve az ásványok szövetét és zónásságát Nikon YS2-T polarizációs mikroszkóppal és AMRAY 1830 I/T6 pásztázó elektronmikroszkóppal (20 kV gyorsítófeszültségen) vizsgáltam az ELTE Kőzettan-Geokémiai Tanszékén. A kisméretű ásványfázisok meghatározásához kémiai elemzést is végeztem a készülékre szerelt EDAX PV9800 típusú energiadiszperzív spektrométerrel. Az ásványok és a kőzetüvegek kémiai összetételét *in situ* elemzésekkel (pont- és vonalmérések) határoztam meg a Bécsi Egyetem Litoszférakutató Tanszékének (Universität Wien, Department für Lithosphärenforschung) CAMECA SX100 típusú elektronmikroszondájával (négy WDS-sel és egy EDS-sel felszerelt műszer). A gyorsítófeszültség 15 kV, a mintaáram 20 nA volt. A Bondoró-hegyi lávakőzetek ásványfázisainak kémiai elemzését Dr. Dobosi Gábor végezte hullámhosszdiszperzív spektrométerekkel felszerelt JEOL Superprobe 733 típusú elektronmikroszondával az MTA Geokémiai Kutatóintézetben (MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földtani és Geokémiai Intézet). A gyorsítófeszültség 20 kV, a mintaáram 35 nA volt.

A teljes kőzet geokémiai vizsgálatok az AcmeLabs Ltd. (<http://acmelab.com/>) akkreditált vancouveri (Kanada) laboratóriumában készültek. A fő- és nyomelemek koncentrációjának meghatározása ICP-emissziós spektrometria módszerrel és ICP-tömegspektrométerrel történt.

## III. Új tudományos eredmények (tézisek)

1.) A Balaton-felvidéki Bondoró-hegy és Füzes-tó salakkúp alkáli bazaltos kőzetei a Kárpát-Pannon térség alkáli bazaltjai között egyedülálló módon rendkívül gazdagok különböző eredetű kristályokban és xenolitokban. E sajátosságukat felhasználva feltártam az alkáli bazaltos magmák feláramlási történetét. A kőzetalkotó ásványfázisok részletes szöveti és kémiai vizsgálatával meghatároztam a különböző kristályok eredetét: nagy részük nem a hordozó magmából kristályosodott, hanem xenokristályok és megakristályok, amelyek a litoszféraköpeny különböző mélységeiből és az alsó kéregből származnak. E rendkívül nagy mennyiségű fragmentum és kristály megjelenése alapján hatékony magma – falkőzet kölcsönhatás feltételezhető e mélységekben. Ezzel szemben a középső és felső kéregből nem szakítottak fel fragmentumokat a feltörő bazaltos magmák, amely arra utal, hogy változás történt a magmafeláramlás stílusában és esetleg sebességében is. A

litoszféraköpenyben és az alsó kéregben feltételezett hatékony magma – falkőzet kölcsönhatás összevethető a kimberlites magmák esetében ismert feláramlási stílussal. E hatékony kölcsönhatás okának (pl. e magmák sajátossága - mint pl. eltérő illótartalom - és/vagy a litoszféra fizikai állapota) felderítése további vizsgálatokat igényel.

- 2.) A kemenesaljai Kissomlyó vulkáni centrumon végzett rétegtanilag kontrollált, ásványszintű és teljes kőzet geokémiai vizsgálataim alátámasztották a kitörési egységeket képviselő magmacsomagok kémiai hasonlóságát, amelyet már korábban is tapasztaltak (Harangi és mtsi., 1995). Azonban részletes ásványszöveti-zónássági-kémiai elemzéseim rámutattak arra, hogy ez a rétegsoron keresztül észlelt kismértékű geokémiai változékonyság nyílt rendszerű petrogenetikai folyamatoknak (magmatározó újratöltődése, magmakeveredés) köszönhető, és valójában a mélybeli magmás rendszer kémiai diverzitása jóval nagyobb volt, mint amit a teljes kőzet összetételek jeleznek. A Kissomlyó alatt egy stabil magmaképződési zóna valószínűsíthető, amely hasonló összetételű elsődleges magmákat szolgáltatott, továbbá az egyes kitörési fázisokban felszínre került magmacsomagok hasonló differenciációs folyamatokon mentek keresztül.
- 3.) A korábban közzétanti és geokémiai szempontból kevésbé ismert Balaton-felvidéki Fekete-hegy vulkáni komplexum kőzeteiből elsőként végeztem részletes petrográfiai és geokémiai vizsgálatokat. A különböző kitörési termékek kőzeteinek és a bennük található ásványfázisoknak a nagy felbontású elemzése egyazon centrumon belül a Balaton-felvidéken újdonságnak tekinthető. Ezen az összetett monogenetikus rendszeren belül vizsgálva a különböző helyen és időben felszínre tört bazaltos magmák jellemzőit arra a következtetésre jutottam, hogy a különböző kitöréseket eltérő magmák táplálták. A freatomagmás kitöréseket tápláló magmás rendszer fejlődésében meghatározó szerepet játszottak a nyílt rendszerű petrogenetikai folyamatok: a magmafelhalmozódás következtében kialakult magmatározóba különböző összetételű primitívebb magmák érkeztek (újratöltődések), amelyek keveredtek a tározóban lévő frakcionáltabb magmával. Ezzel szemben a későbbi magmás robbanásos – effuzív vulkáni működést tápláló magmás rendszer fejlődése során nem voltak jellemzők a nyílt rendszerű folyamatok, hanem csak zárt rendszerű frakcionációs kristályosodás zajlott egy magmafelhalmozódási zónában.
- 4.) Vizsgálati eredményeim rávilágítottak, hogy a korábbi általános felfogással ellentétben a Bakony–Balaton-felvidéki és a Kemenesaljai monogenetikus bazalt vulkáni területeken a bonyolultabb fejlődésű poligenetikus tűzhányók esetében ismertekhez hasonló, változatos nyílt rendszerű petrogenetikai folyamatok zajlottak (magmafelhalmozódás és -raktározódás, magmakeveredés, hatékony magma – falkőzet kölcsönhatás) egyes vulkáni

centrumok alatt. Továbbá adott vulkáni központ különböző kitörési fázisait sok esetben különböző magmacsomagok táplálták. Az egyes kitörési központokat létrehozó magmák fejlődéstörténete között különbségek mutathatók ki, akár egy adott centrumon belül is. Nagy felbontású ásványszintű elemzéseimen keresztül és a korábbi, elsősorban teljes kőzet geokémiai szemléletű kutatások során többnyire figyelmen kívül hagyott freatomagmás kitörési termékek bevonásával olyan mélybeli folyamatokat sikerült feltárnom, amelyeket korábban nem mutattak ki e két vulkáni terület alkáli bazaltos kőzeteiben.

- 5.) A bemutatott vizsgálati eredmények alapján a Bakony–Balaton-felvidéki és a Kemenesaljai vulkáni területek egyes kitörési központjait (Kissomlyó, Fekete-hegy) tápláló mélybeli magmás rendszerek fejlődése során magmafelhalmozódás, illetve magmaraktározódás zajlott, vagyis az alkáli bazaltos magmák sok esetben nem közvetlenül törtek a felszínre, hanem elakadtak és differenciálódtak a litoszférában (a kéreg-köpeny határ környékén vagy egyéb sűrűség- és/vagy reológiai határokon). A területen először végeztem klinopiroxén-olvadék egyensúlyon alapuló termobarometriai számolásokat, amelyek alapján a Kissomlyó alatti magmafelhalmozódás a Moho környékén történhetett. Következésképpen a Kissomlyó és a Kemenesalja egyéb vulkáni központjai alatt ismert, geofizikai módszerekkel jelzett réteges Moho egykori magmafelhalmozódási zónákra utalhat. Ezzel szemben más vulkáni centrumok (Bondoró-hegy, Füzes-tó salakkúp) esetében viszont alátámasztható, hogy a bazaltos magmák egy ütemben érhatték el a felszínre, vagyis folyamatos feláramlásuk közben valószínűleg nem álltak meg a litoszférában.
- 6.) Kutatási eredményeim alapján az olivin kristályok és a bennük található spinell zárványok kiváló szemtanúknak bizonyultak a monogenetikus vulkáni centrumokat tápláló magmák fejlődéstörténetének rögzítésében. E két ásványfázis felhasználásának előnye, hogy nagy mennyiségben vannak jelen az alkáli bazaltokban (mivel az olivin képviseli az uralkodó fenokristály fázist), és a magmafejlődés legkorábbi szakaszáról nyújtanak információt, mivel általában ezek képviselik a likvidusz fázisokat az alkáli bazaltos magmákban. Az olivinek nagy felbontású szöveti-zónássági-kémiai elemzésével, vagyis kémiai sztratifráfiájuk feltérképezésével és a bennük előforduló spinellek összetételének meghatározásával (figyelembe véve, hogy az adott spinell zárvány milyen szöveti megjelenésű és zónássági típusú olivinben, és azon belül is annak melyik részében, melyik zónájában található) juthatunk el a bazalt vulkáni kitöréseket tápláló magmás rendszerek megismeréséhez és a mélyben zajlott zárt és/vagy nyílt rendszerű folyamatok, illetve az

azokban részt vett magmák jellemzőinek feltárásához. A Nógrád-Gömöri Vulkáni Területen ismertekkel szemben, a Bakony–Balaton-felvidéki és a Kemenesaljai vulkáni területeken található kitörési centrumok esetében a nyílt rendszerű folyamatok kriptikusabbak, és jellemzően a magmafejlődés korai szakaszában zajlódhattak, így csak az olivinek és spinellek részletes pásztázó elektronmikroszkópos és elektronmikroszondás vizsgálatával tárhatók fel. E vizsgálati módszer alkalmazása úttörőnek számít a monogenetikus bazalt vulkáni területek mind hazai, mind nemzetközi kutatásában.

- 7.) Számolásokat végeztem a monogenetikus területeket érintő vulkáni veszély-előrejelzés egyik legfontosabb paramétere, a magmafeláramlási sebesség meghatározása érdekében, amelyre vonatkozóan kevés példa van a hazai bazaltok esetében. Több különféle, egymástól független módszert használtam, amelyek alkalmazásához kiváló lehetőséget nyújtottak a Bondoró-hegyi és füzes-tói kristálygazdag alkáli bazaltok. A különböző becslési módszerekkel eltérő eredményeket kaptam, amelyek összehasonlítása és együttes értékelése nagy körültekintést igényel. Ezzel igyekeztem minél több szempontot figyelembe véve egy összehasonlító munkát végezni, amely nemcsak hazai, de nemzetközi viszonylatban is újdonságnak számít. A kapott értékek alapján a vizsgált alkáli bazaltos magmák napokon belül átszelhették a litoszférát. Összehasonlítva a Pannon-medence egyéb alkáli bazaltjaiból rendelkezésre álló magmafeláramlási sebességértékekkel, nem tapasztalható számottevő eltérés a xenolitokban szegényebb bazaltok és e rendkívül xenolit- és xenokristály-gazdag bazaltok felemelkedési sebessége között. Ez arra utal, hogy utóbbiak esetében a rendkívül nagy mennyiségű xenolit és xenokristály jelenlétének oka valószínűleg nem e magmák eltérő (nagyobb) feláramlási sebességével, hanem a hatékony magma – falközet kölcsönhatással magyarázható.

#### **IV. Következtetések**

Kutatásom során új szemléletben vizsgáltam a Bakony–Balaton-felvidéki és Kemenesaljai monogenetikus vulkáni területek alkáli bazaltos kőzeteit, amelyhez három különböző vulkáni központ képződményeit használtam fel. Az elsősorban részletes ásványszöveti, -zónássági és -kémiai elemzéseken alapuló vizsgálati eredményeim arra utalnak, hogy e vulkáni mezők kitörési központjait létrehozó bazaltos magmák változatos mélybeli folyamatokon mentek keresztül, illetve fejlődéstörténetük között különbségek mutathatók ki, akár egy adott vulkáni centrumon belül is. A kitöréseket tápláló magmás rendszerek fejlődésében meghatározó szerepet játszhattak a nyílt rendszerű folyamatok

(magmafelhalmozódás és -raktározódás, magmakeveredés, hatékony magma – falkőzet kölcsönhatás), és a különböző kitörési fázisokban sok esetben különböző magmacsomagok törtek felszínre. A likvidusz fázisokat képviselő olivin és spinell zárványaik nagy felbontású szöveti, zónássági és kémiai vizsgálatán keresztül feltárható mélybeli folyamatok fontos adalékot nyújtanak a monogenetikus vulkáni központokat tápláló magmás rendszerek jobb megértéséhez. Vizsgálati eredményeim révén a hazai alkáli bazaltos vulkáni mezők bekapcsolódhatnak a napjainkban zajló, a monogenetikus vulkáni működés újszerű vizsgálatával foglalkozó nemzetközi kutatásokba.

### V. Hivatkozott irodalmak jegyzéke

- BRENNAN, M., CRONIN, S. J., SMITH, I. E. M., SOHN, Y. K. & NÉMETH, K. 2010: Mechanisms driving polymagmatic activity at a monogenetic volcano, Udo, Jeju Island, South Korea. - *Contributions to Mineralogy and Petrology* 160/6, 931-950.
- CONNOR, C. B. & CONWAY, F. M. 2000: Basaltic Volcanic Fields. - In: SIGURDSSON, H. (eds): *Encyclopedia of Volcanoes*. San Diego, 331-343.
- DOBOSI, G. 1989: Clinopyroxene zoning patterns in the young alkali basalts of Hungary and their petrogenetic significance. - *Contributions to Mineralogy and Petrology* 101, 112-121.
- DOBOSI, G. & FODOR, R. V. 1992: Magma fractionation, replenishment, and mixing as inferred from green-core clinopyroxenes in Pliocene basanite, southern Slovakia. - *Lithos* 28/2, 133-150.
- EMBEY-ISZTIN, A., DOBOSI, G., ALTHERR, R. & MEYER, H.-P. 2001: Thermal evolution of the lithosphere beneath the western Pannonian Basin: evidence from deep-seated xenoliths. - *Tectonophysics* 331/3, 285-306.
- EMBEY-ISZTIN, A., DOWNES, H., JAMES, D. E., UPTON, B. G. J., DOBOSI, G., INGRAM, G. A., HARMON, R. S. & SCHARBERT, H. G. 1993: The petrogenesis of Pliocene alkaline volcanic rocks from the Pannonian Basin, Eastern Central Europe. - *Journal of Petrology* 34, 317-343.
- HARANGI, S. & LENKEY, L. 2007: Genesis of the Neogene to Quaternary volcanism in the Carpathian-Pannonian region: Role of subduction, extension, and mantle plume. - In: BECCALUVA, L., BIANCHINI, G. & WILSON, M. (eds): *Cenozoic Volcanism in the Mediterranean Area*. 418, 67-92.



- HARANGI, S., VASELLI, O., TONARINI, S., SZABÓ, C., HARANGI, R. & CORADOSSI, N. 1995: Petrogenesis of Neogene extension-related alkaline volcanic rocks of the Little Hungarian Plain Volcanic Field (Western Hungary). - *Acta Vulcanologica* 7/2, 173–187.
- LONGPRÉ, M.-A., KLÜGEL, A., DIEHL, A. & STIX, J. 2014: Mixing in mantle magma reservoirs prior to and during the 2011-2012 eruption at El Hierro, Canary Islands. - *Geology* 42, 315-318.
- MARTIN, U. & NÉMETH, K. 2004: Mio/Pliocene Phreatomagmatic Volcanism in the Western Pannonian Basin. - Budapest, Geological Institute of Hungary.
- MCGEE, L. E., MILLET, M.-A., SMITH, I. E. M., NÉMETH, K. & LINDSAY, J. M. 2012: The inception and progression of melting in a monogenetic eruption: Motukorea Volcano, the Auckland Volcanic Field, New Zealand. - *Lithos* 155/0, 360-374.
- ROEDER, P. L., THORNER, C., POUSTOVETOV, A. & GRANT, A. 2003: Morphology and composition of spinel in Pu'u 'O'o lava (1996-1998), Kilauea volcano, Hawaii. - *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 123/3-4, 245-265.
- SHANE, P., GEHRELS, M., ZAWALNA-GEER, A., AUGUSTINUS, P., LINDSAY, J. & CHAILLOU, I. 2013: Longevity of a small shield volcano revealed by crypto-tephra studies (Rangitoto volcano, New Zealand): Change in eruptive behavior of a basaltic field. - *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 257/0, 174-183.
- SZABÓ, C. & TAYLOR, L. A. 1994: Mantle petrology and geochemistry beneath the Nógrád-Gömör Volcanic Field, Carpathian-Pannonian Region. - *International Geology Review* 36, 328-358.
- VALENTINE, G. A. & PERRY, F. V. 2007: Tectonically controlled, time-predictable basaltic volcanism from a lithospheric mantle source (central Basin and Range Province, USA). - *Earth and Planetary Science Letters* 261, 201-216.
- WALKER, G. P. L. 1993: Basaltic-volcano systems. - Geological Society, London, Special Publications 76/1, 3-38.

## VI. A kutatási témában megjelent közlemények

### Referált tudományos folyóiratban megjelent közlemények:

- **Jankovics, É.**, Harangi, Sz. & Ntaflos, T. (2009): A mineral-scale investigation of the origin of the 2.6 Ma Füzes-tó basalt, Bakony-Balaton Highland Volcanic Field (Pannonian Basin, Hungary). – *Central European Geology* 52/2, pp. 97-124.
- **Jankovics, M. É.**, Harangi, Sz., Kiss, B. & Ntaflos, T. (2012): Open-system evolution of the Füzes-tó alkaline basaltic magma, western Pannonian Basin: Constraints from mineral textures and compositions. – *Lithos* 140-141, pp. 25-37.

- **Jankovics, M. É.**, Dobosi, G., Embey-Isztin, A., Kiss, B., Sági, T., Harangi, Sz. & Ntaflos, T. (2013): Origin and ascent history of unusually crystal-rich alkaline basaltic magmas from the western Pannonian Basin. – *Bulletin of Volcanology* 75/9, pp. 1-23.

- Harangi, Sz., **Jankovics, M. É.**, Sági, T., Kiss, B., Lukács, R., Soós, I. (2014): Origin and geodynamic relationships of the Late Miocene to Quaternary alkaline basalt volcanism in the Pannonian basin, eastern–central Europe. – *International Journal of Earth Sciences*, DOI 10.1007/s00531-014-1105-7.

Válogatott konferenciakivonatok:

- **Jankovics, M. É.**, Harangi, Sz., Ntaflos, T. (2011): Monogenetikus bazalt tűzhányók: egyszerű vagy bonyolult fejlődéstörténet? – *II. Közöttani és Geokémiai Vándorgyűlés: Konferenciakötet*, p. 26-27.

- **Jankovics, M. É.**, Harangi, Sz., Kiss, B., Ntaflos, T. (2012): Implications for the petrogenesis of the basaltic rocks erupted from the monogenetic Kissomlyó volcanic centre, Western Pannonian Basin, Hungary – *Acta Mineralogica-Petrographica Abstract Series* 7, p. 66.

- **Jankovics, M. É.**, Harangi, Sz., Kiss, B., Ntaflos, T. (2012): A Kissomlyó monogenetikus kitörési központ (Kisalföldi Vulkáni Terület) bazaltos kőzeteinek petrogenézise – *III. Közöttani és Geokémiai Vándorgyűlés: Absztrakt kötet*, p. 15.

- **Jankovics, M. É.**, Dobosi, G., Embey-Isztin, A., Kiss, B., Sági, T., Harangi, Sz., Ntaflos, T. (2013): Origin and ascent history of unusually crystal-rich alkaline basaltic magmas from the western Pannonian Basin – *Basalt 2013 - Cenozoic Magmatism in Central Europe: Abstracts & Excursion Guides*, p. 110.

- Harangi, Sz., **Jankovics, M. É.**, Sági, T., Kiss, B. (2013): Origin and geodynamic relationships of the Late Miocene-Quaternary alkaline basalt volcanism in the Pannonian Basin, eastern-central Europe – *Basalt 2013 - Cenozoic Magmatism in Central Europe: Abstracts & Excursion Guides*, p. 74-75.

- **Jankovics, M. É.**, Dobosi, G., Embey-Isztin, A., Kiss, B., Sági, T., Harangi, Sz., Ntaflos, T. (2013): Kristálygazdag alkáli bazaltok jelentősége a monogenetikus vulkáni területeket tápláló magmák feláramlási történetének és sebességének megismerésében – *IV. Közöttani és Geokémiai Vándorgyűlés: Absztrakt kötet*, p. 47-48.

- **Jankovics, M. É.**, Dobosi, G., Embey-Isztin, A., Kiss, B., Sági, T., Harangi, Sz., Ntaflos, T. (2014): Origin and ascent history of unusually crystal-rich alkaline basaltic magmas from the western Pannonian Basin – *EGU General Assembly: Geophysical Research Abstracts* Vol. 16, EGU2014-962.

- **Jankovics, M. É.**, Harangi, Sz., Ntaflos, T. (2014): Olivin kristályok diffúziós modellezése a Kissomlyó vulkáni központ (Kemenesaljai Vulkáni Terület) példáján – In: Pál-Molnár, E., Harangi, Sz. (szerk.): *Közöttani folyamatok a földköpenytől a felszínig: 5. Közöttani és Geokémiai Vándorgyűlés*, p. 45-48.

Ismeretterjesztő cikkek:

**Jankovics, M. É.** (2014): Magmafeláramlás lépésről lépésre. – *Természet Világa* 145/1, p. 25-28.