

# A SZINYÁK-HEGYSÉG (KÁRPÁTALJA) MAGMÁS KOMPLEXUMÁNAK GEOKÉMIAI VÁZLATA<sup>1</sup>

GÖNCZY SÁNDOR\* – PAPP ISTVÁN\*\* – DOBOSI GÁBOR\*\*\*

\*II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Ukrajna, Beregszász. gonczy.sanyi@gmail.com

\*\*Debreceni Egyetem, Ásvány- és Földtani Tanszék

\*\*\*MTA – ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport és MTA Földtani és Geokémiai Intézet

*Az elmúlt években terepbejárásokat, valamint ehhez kapcsolódóan mintagyűjtést, szelvényezést végeztünk a Szinyák-hegység területén. A kutatás során gyűjtött 64 db kőzetmintából a Debreceni Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékének geokémiai kutatólaboratóriumában főelem geokémiai elemzéseket végeztünk. Ezenkívül öt mintát elküldtünk a MÁFI laboratóriumában, ahol fő- és nyomelemvizsgálatok készültek. Ezekhez az adatsorokhoz szakirodalmi forrásokból mintegy 56 db főelemgeokémiai és 6 db nyomelem és ritkaföld adatsort sikerült hozzátenni. A kialakított adatbázis alapján vizsgáltuk a hegység geokémiai karakterét. Tárgyszavak: Kárpátalja, Szinyák, geokémia, andezit, bazaltos andezit, dácit.*

## ABSTRACT

*Протягом минулих років авторами проводилися систематичні польові дослідження, націлені на збирання зразків та описування відслонень гірських порід на території гірського масиву Синяк. У зібраних 64 зразках в геохімічній лабораторії кафедри мінералогії та геології Дібреценського університету визначено вміст петрогенних елементів, а також виконано 5 контрольних вимірів в лабораторії Угорського державного геологічного інституту. В літературних джерелах додатково виявлено ще 56 результатів геохімічних аналізів гірських порід масиву щодо петрогенних елементів та 6 щодо мікроелементів і рідкісноземельних елементів. Спираючись на отриману базу даних, проаналізовано геохімічний характер магматичних утворень масиву Синяк.*

*Ключові фрази: Закарпаття, масив Синяк, геохімія, андезити, андезито-базальти, дацити.*

## BEVEZETÉS, TERÜLETLEHATÁROLÁS

Kárpátalja 12 800 km<sup>2</sup>-nyi területének mintegy 13%-a, 1700 km<sup>2</sup> magmás eredetű képződmény. A különböző szakirodalmak külső és belső vulkáni vonulatot különböztetnek meg. A külső vonulathoz morfológiailag a Vihorlát–Popricsnij, a Makovica, a Szinyák-, a Borló- és a Nagyszőlősi-hegység tartozik. E vulkáni egységeket főleg szarmata–alsó-pannóniai korú, elsősorban bázisos és intermedier komplexumok alkotják. A belső vonulat felszíni vetülete a Beregszászi-dombság és az Avas-hegység, melyeket elsősor-

ban a kárpáti–bádeni és szarmata korszakokban képződött savanyú magmatitok és vulkanitok alakították ki.

A vulkánmorfológiai lehatárolások messze nem egységesek, hiszen szinte ahány szakirodalmat, illetve térképi ábrázolást vizsgálunk meg – akár az ukrán, akár a magyar bibliográfiát nézzük –, annyi féle határt látunk (GÖNCZY 2006). Jelen munkában a Szinyák-hegység elnevezést a Viznyica-patak és a Latorca közére eső morfológiai egységre értjük (VOLGINA et al. 1987; SABLIIJ 1991).

<sup>1</sup> A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.



### 1. ábra. Kárpátalja vulkánmorfológiai egységei

I – Vihorlát–Popricsnij, II – Makovica, III – Szinyák, IV – Borló–Gyil, V – Nagyszőlősi-hegység, VI – Avas, VII – Beregszászi-dombság, VIII – Derceni-hegy, IX – Salánki-hegy, X – Fekete-hegy

### FÖLDTANI VISZONYOK

A Szinyák-hegység területe mintegy 280 km<sup>2</sup>, melynek majd 70%-a magmás eredetű, a fennmaradó 30%-ot a Szuha-takaró kréta-paleogén korú flis anyagú képződményei foglalják el (TYITOV 1979). A földtani térképeken (SAKIN 1976; TYITOV 1979; GLUSKO – KRUGLOV 1986) a fő felszínalkotókat levantei vulkanitokként tüntetik fel. Ez annak köszönhető, hogy a miocén-pliocén határt 9 millió évnél húzzák meg (AFANASZJEV–ZIKOV 1975). A rendelkezésre álló K/Ar radiometrikus koradatok alapján (BAGDASZARJAN–DANYILOVICS 1968; TOLSZTOJ 1976; SEGHEDI et al. 2001; GÖNCZY 2014) elsősorban alsó-pannoniai andezitek és bazaltos andezitek, illetve ezek tufái a hegység fő alkotói. A terület nyugati részén található egy dácitos kitérés központot, melyből két kisebb lávafolyás táplálkozik. E csúcs környezetében még néhány kisebb savanyú tufafeltárást is lehet találni. A Szinyák dácitos összetételű kőzeteinek felszíni

A szovjet időkben publikált adatsorokhoz kapcsolódóan több problémával is szembesültünk. Az egyik, hogy nem lehetett pontosan meghatározni a mintavételezés helyét, ugyanis olyan település-, bánya- és dűlőneveket használtak, amelyek már nem közismertek. Az azonosításokat a III. Katonai Felmérés térképlapjai (<http://lazarus.elte.hu/hun/digkonyv/topo/3felmeres.htm>), illetve a Beregszászi Geológiai Expedíció munkatársai segítségével végeztük. A minták nagy részét lokalizáltuk, néhány származási helyét azonban csak kb. 1 km<sup>2</sup>-nyi területre tudtuk szűkíteni. Mivel ebben a munkában az általános trendeket akarjuk bemutatni, így ezeket is benne hagytuk az adatbázisba.

A másik komoly probléma az volt, hogy nem mindig lehetett tudni az elemzés módszerét.

A felhasznált publikációk közül csak egy, a TOLSZTOJ (szerk. 1976) által szerkesztett munka közöl módszereket, bár megjegyzi, hogy nincs egységesen kidolgozott és általánosan használt, a geokémiai analízisre kidolgozott eljárás. Valószínű azonban, hogy az elemzések túlnyomó többsége a Magyarországon és a volt szocialista országokban elvileg egységesen használt nedveskémiai módszerekkel készültek.

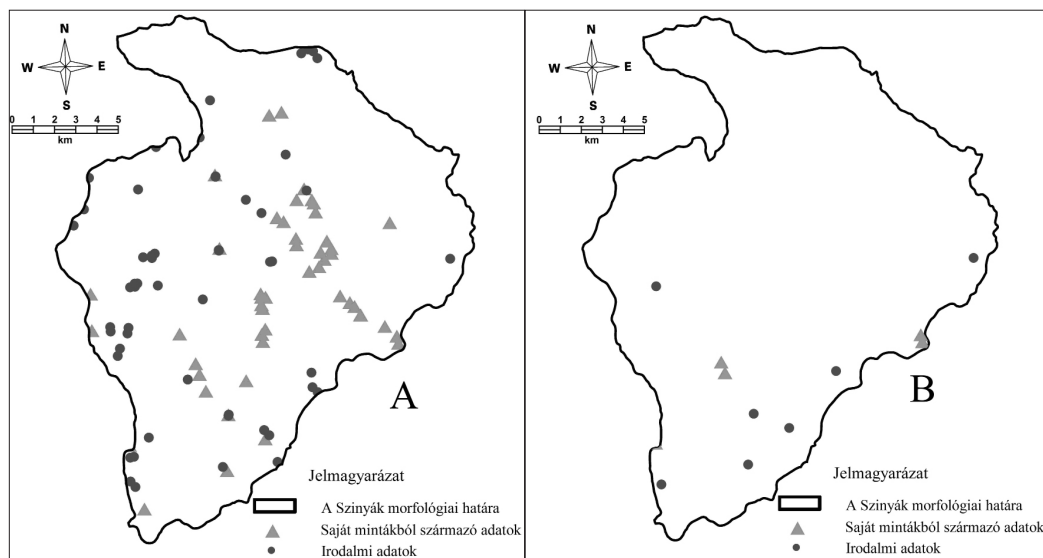
A fentebb említett szakirodalmakból 56 db főelemgeokémiai adatsort gyűjtöttünk ki. Ezek mellé, a korábbi szerzők által kevésbé vagy egyáltalán nem kutatott területekről begyűjtött mintákból 64 db főelemsort készítettünk a DE Ásvány- és Földtani Tanszékének laboratóriumában, így a továbbiakban 120 db adatsorral dolgozhattunk (GÖNCZY 2014, 2. melléklet, 3. táblázat).

A nyomelemek és ritkaföldek tekintetében elsősorban a SEGHEDI (et al. 2001) által publikált 6 adatsorra támaszkodtunk, ehhez 5 elemzést készítettünk a MÁFI laboratóriumában, így 11 adatsort elemezhettünk a továbbiakban (2. ábra).

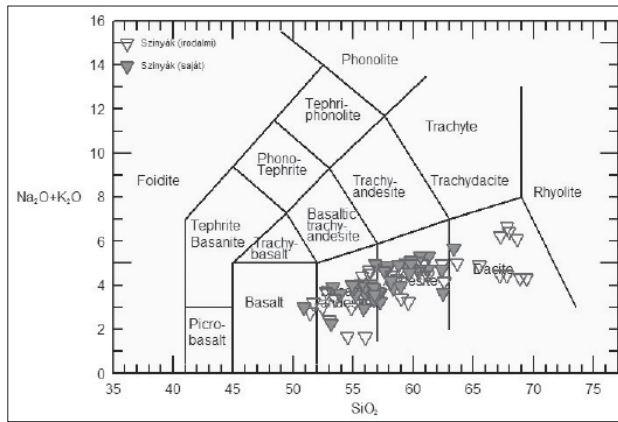
A kőzetminták főelemtartalmából a Na-ot és Mg-ot lángfotometrián, a többit Rigaku 3063 P típusú hullámhosszdiszperzív röntgenspektrométerrel határoztuk meg a Debreceni Egyetem Ásvány- és Földtani tanszékének geokémiai laboratóriumában. A MÁFI-ban külső kontrollként készített minták esetében Perkin-Elmer Optima 3300 DV típusú ICP-OES spektrométerrel történt az elemhatározás, s ennek alapján az eredményeink az elfogadható hibahatáron belüli értéket mutattak.

### EREDMÉNYEK

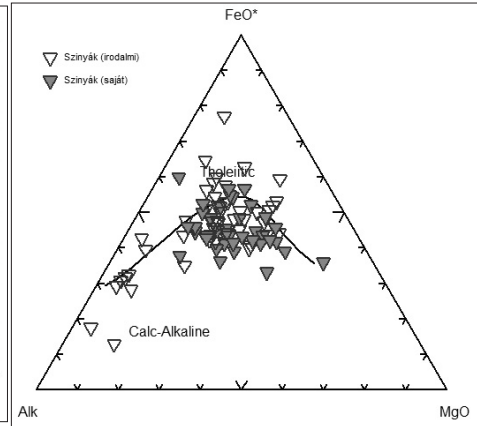
A saját mintákból kapott és irodalomból összeszedett adatok alapján elmondható, hogy a Szinyák kőzettípusai a bazaltos andezit és andezit mezőben mozognak, néhány minta átnyúlik a dácit mezőbe is, azonban ezek aránya nem jelentős (3. ábra). A típusos mészkalkáli kőzetek (4. ábra) közepes és magas káliumtartalmú sorozatai közé tartoznak (5. ábra).



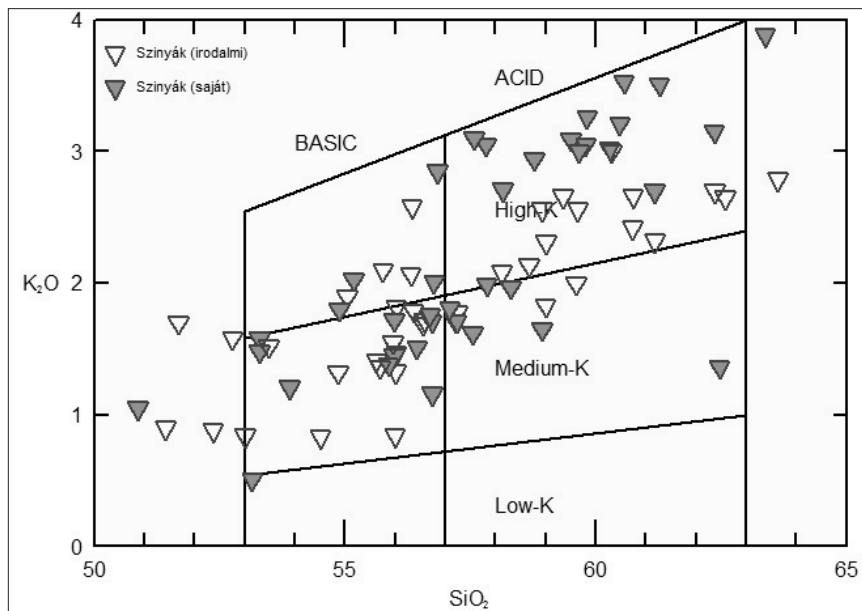
2. ábra. A Szinyák-hegység fő- (A) és nyomelemeinek (B) földrajzi eloszlása



3. ábra. A Szinyák-hegység kőzetmintáinak helyzete a TAS-diagramban (Le Bas et al. 1986) (az üres háromszögek az irodalmi, a tele a saját mintákból származó adatokat jelzi)



4. ábra. A Szinyák-hegység kőzetmintáinak helyzete az AMF-diagramban (Irvin-Baragar 1971)

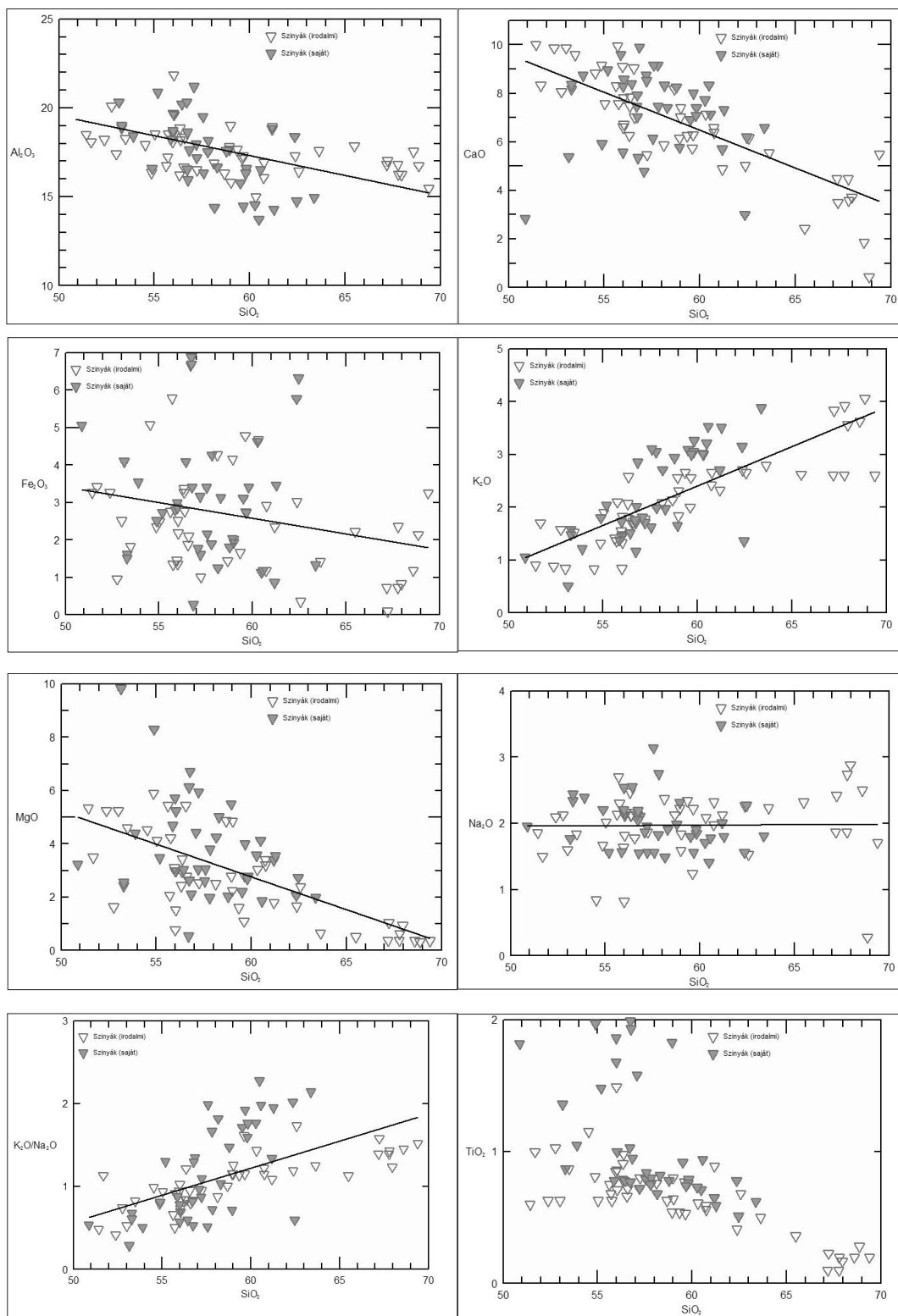


5. ábra. A Szinyák-hegység andezitjeinek megoszlása a káliumtartalom alapján (Gill 1981)

A Harker féle variációs diagramban a  $K_2O$  és a  $K_2O/Na_2O$  kivételével az  $SiO_2$  függvényében csökkenő tendenciák érvényesülnek a differenciációs folyamat előrehaladásának megfelelően (6. ábra).

A Ti-, a Fe- és Mg-koncentrációk az olvadék savanyodásának növekedésével folyamatosan csökkennek a piroxének kiválásával.

Az elsősorban bázisos plagioklászok jelenlétének köszönhetően a Ca mutat csökkenő tendenciát. A Na viszonylag konstans, a földpátok nagy arányának és a kevésbé savanyú tagok jelenléte miatt. A K növekedése egyértelmű, mivel a bázisos rendszerben erősen inkompatibilis. Összességében bázisos plagioklász, olivin(?), piroxén, magneiti és ilmenit frakcionáció jellemző.

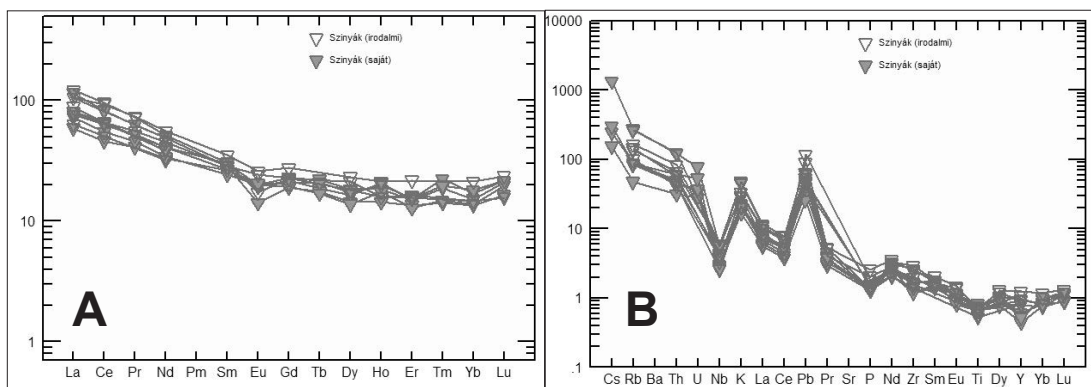


6. ábra. A Szinyák-hegység kőzetmintáinak helyzete a Harker-diagramban

A nyomelemek vizsgálatakor kondritra és óceánközépi hátságra normalva, sokelemes diagrammon lehet jó áttekintést kapni az adott területről (SUN-McDONOUGH 1989). A Szinyák esetében a könnyű ritkaföldek a differenciáció mentén dúsultak a nehézritkaföldekhez képest ( $La_N/Yb_N$  3,2-4,9 egy mintánál 7,7). A trenden egy viszonylag jelentős változás látszik, az Eu negatív anomáliája (7/A ábra), ami a földpátok frakcionációjának a következménye. Ennek mértéke  $Eu/Eu^* 0,94 - 0,66$ .

(7/B. ábra). Ezek az eltérések azt mutatják, hogy a magma forrása heterogén, magmakeveredés, vagy kontamináció eredménye. Az erős Nb-veszteség a kontinentális kéreg jellegzetessége, akár a kéreganyag bekerülésének a mutatója is lehet (ROLLINSON 1993; SEGHEDI ET AL. 2001).

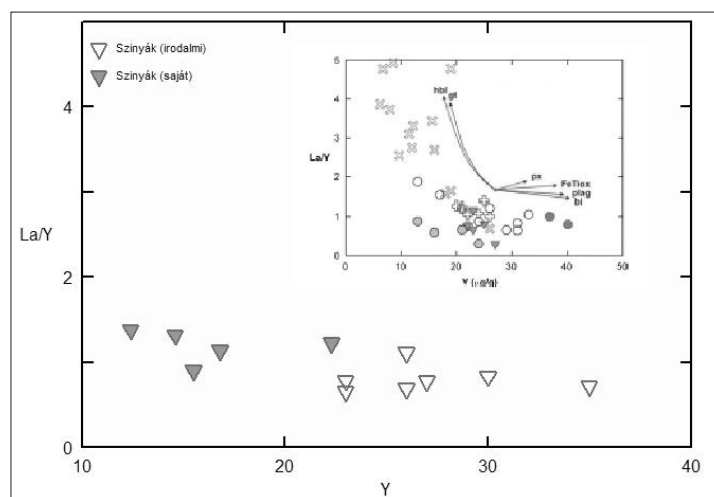
Nagy valószínűséggel amfibol frakcionáció nem történt, amit alátámaszt a La/Y vs Y diagram, ahol az érték 1,5 alatt marad,



7. ábra. A Szinyák-hegység kőzetmintáinak ábrázolása kondrithez (A) és óceánközépi hátsághoz viszonyítva (B)

A vizsgált mintákon erős Nb, illetve enyhe Y és P veszteséget mutat. Ezenkívül nagymértékű K- és Pb-többletet, illetve kismértékű Sr, Nd, Dy, Yb, Lu növekedés figyelhető meg

összehasonlítva a Nyugati- vagy a Keleti-Kárpátok mintáival (GMÉLING 2009), ahol az amfibol (gránát) frakcionáció értéke 2–5 közötti (8. ábra).



8. ábra. Az ásványi komponensek a La/Y- vs Y-diagrammon (az ábrában lévő kép GMÉLING (2009) dolgozatából származik)

## IRODALOMJEGYZÉK

- AFANASZJEV G. D. – ZIKOV SZ. I. (АФАНАСЬЕВ Г. Д. – ЗЫКОВ С. И.) 1975: Геохронологическая шкала фанерозоя в свете новых значений постоянных распада / A fanerozoikum geokronológiai beosztása az új bomlási állandók tükrében. – Наука, Москва.
- BAGDASZARJAN G. P. – DANYILOVICS L. G. (БАГДАСАРЯН, Г. П. – ДАНИЛОВИЧ, Л. Г.) 1968: Новые данные об абсолютном возрасте вулканических образований Закарпатья / Újabb adatok Kárpátalja vulkáni képződményeinek abszolút koráról. – Академии Наук СССР. Серия геологическая. Москва.
- GILL J. B. 1981: Orogenic andesites and plate tectonics. Berlin: Springer - Verlag. in GILL R. 2010: Igneous Rocks and Process. A Practical Guide. – A John Wiley & Sons Ltd. ISBN 9781444330656.
- GLUSKO V. V. – KRUGLOV SZ. SZ. ed. (ГЛУШКО В. В. – КРУГЛОВ С. С. ред.) 1986: Тектоника Украинских Карпат М 1 : 200 000 / Az Ukrán Kárpátok tektonikai térképe. – Министерство геологии Украинской ССР, Украинский научно-исследовательский геологоразведочный институт. Киев.
- GMÉLING K. 2010: A Kárpát-Pannon térség miocén-kvarter mészkáli vulkáni közetekének bór geokémiai összetétele és kapcsolata a szubdukciós folyamatokkal: prompt-gamma aktivációs analitikai vizsgálatok. Doktori (PhD) értekezés. ELTE, Budapest. 161p.
- GÖNCZY S. 2006: Kárpátalja tektono-vulkanológiája a kutatási statisztikák tükrében. – Acta Geographica ac Geologica et Meteorologica Debrecina. 85-99.
- GÖNCZY S. – KOZÁK M. 2007: Petrogenetic observations in the valley of the Viznyica stream. Acta Geographica ac Geologica et Meteorologica Debrecina. Geology, Geomorphology, Physical Geography Series. Debrecen Vol. 2, 133–141.
- GÖNCZY S. – MCINTOSH R. W. 2010: Petrology of the andesite outcrop in Bányafalu (Transcarpathia, Ukraine). Acta Geographica ac Geologica et Meteorologica Debrecina. Geology, Geomorphology, Physical Geography Series. Debrecen. pp. 31-41.
- GÖNCZY S. – KOZÁK M. – IZSÁK T. 2012: Genetic, petrographic and geochemical evaluation of rocks from the quarry at Obava (Transcarpathia). Acta Geographica ac Geologica et Meteorologica Debrecina. Geology, Geomorphology, Physical Geography Series. Debrecen. in press.
- GÖNCZY S. – PAPP I. 2014: A Petrographic and Morphogenetic Study of a Double Andesite Body in the Valley of River Latorytsia (Chynadiyovo, Transcarpathia). Acta Geographica ac Geologica et Meteorologica Debrecina. Geology, Geomorphology, Physical Geography Series. Debrecen. in press.
- GÖNCZY S. 2014: A Szinyák-hegység (Kárpátalja) miocén vulkanizmusa, földtani és vulkanológiai környezete. Egyetemi doktori (PhD) értekezés. Debreceni Egyetem Adattára.
- IRVINE T. M. – BARAGAR W. R. A. 1971: A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. – Canadian Journal of Earth Sci., 8, 523-548.
- KORONOVSKIJ N. B. – SZOLODKOVA N. A. (КОРОНОВСКИЙ Н. Б. – СОЛОДКОВА Н. А.) 1964: Стрoение и история формирования вулкана Синяк (Закарпатье) / A Szinyák vulkán (Kárpátalja) felépítése és fejlődéstörténete. Казахский институт минерального сырья. – Труды лаборатории палеовулканологии, вып. 3. Алма-Ата.
- KUZOVENKO V. V. ed. (КУЗОВЕНКО В. В. ред.) 2001: Геологічна карта дочетвертинних утворень / A prekvarter képződmények földtani térképe. Карпатська серія. М-34-XXXV (Ужгород), L-34-V (Сату Маре). М 1:200 000. – Західукргеологія.
- LAZARENKO (ЛАЗАРЕНКО Е. О.) (1960): Метасоматичні утворення у вулканічних породах Закарпаття / Metaszomatikus képződmények Kárpátalja vulkáni közeteiben. Видавництво Львівського Університету. с.140.
- LAZARENKO E. K. – LAZARENKO E. A. – BARISNYIKOV E. K. – MALIGINA O. A. (ЛАЗАРЕНКО Е. К. – ЛАЗАРЕНКО Э. А. – БАРЫШНИКОВ – МАЛЫГИНА О. А.) 1963: Минералогия Закарпатья / Kárpátalja mineralógiája. – Издательство Львовского Університета. 614с.
- LE BAS M. J. – LE MAITRE R. W. – STRECKEISEN A. – ZANETTIN B. 1986: A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali – silica diagram. – Journal of Petrology. Oxford. Vol.27, 745–750p.
- MALEJEV E. F. (МАЛЕЕВ Е. Ф.) 1964: Неогеновый вулканизм Закарпатья / Kárpátalja neogén vulkanizmusa. – Наука, Москва. 251с.
- ROLLINSON H. R. 1993: Using geochemical data: Evaluation, Presentation, Interpretation. Longman Group UK Limited. ISBN 0 582 06701 4. 352p.
- RÓZSA P. 1993: Kárpátaljai andezitek közzetani és közzetfizikai vizsgálata. – Építőanyag. 45, 6, 204-209.
- SABLJ (ШАБЛИЙ О. I.) 1991: Закарпатська область / Kárpátalja. Атлас. – Комітет геодезії і картографії СРСР. Москва.

- SAKIN V. A. szerk. (ШАКИН В. А. ред.) 1976: Геологическая карта Украинских Карпат М 1 : 200 000 / Az Ukrán Kárpátok földtani térképe. – УКРНТРА.
- SEGHEDI I. – DOWNES H. – PÉCSKAY Z. – THIRWALL F. M. – SZAKÁCS A. – PRYCHODKO M. – MATTEY D. 2001: Magmagenesis in a subduction-related post-collisional volcanic arc segment: the Ukrainian Carpathians. – *Lithos* 57. 237-262.
- 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, 313-345.
- SZTYERANOV V. A. (СТЕПАНОВ В. А.) 1989: Эволюция и рудоносность тектоно-магматического центра Синяк (Закарпатье) / A Szinyák tektono-magmás centrum evolúciója és ércesedése. – Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Академии Наук УССР, Институт геохимии и физики минералов. Киев. 226с.
- TOLSZTOJ M. I. ED. – GASZANOV J. L. – MOLJAVKO V. G. – OSZTAFICSUK I. M. – PRODAJVODA G. T. – SZERGA A. J. – SZUHORADA A. V. – TOLSZTOJ M. I. (Толстой М. И. ред. Гасанов Ю. Л. – Молявко В. Г. – Остафийчук И. М. – Продайвода Г. Т. – Серга А. Ю. – Сухорада А. В. – Толстой М. И.) 1976: Геохимия, петрофизика и вопросы генезиса новейших вулканитов Советских Карпат / A Szovjet Kárpátok fiatal vulkanitjainak geokémiája, petrofizikája és képződésének kérdései. – Издательское Объединение «Вища Школа». Издательство при Киевском Университете. Киев. 188с.
- Топографіаі térkép, Kijevi Katonai Térképészeti Hivatal (Киевская военно-картографическая фабрика) (2000): Топографическая карта масштаба 1 : 100 000 на районы Украины. № 163, 164. Киев.
- ТИТОВ Е. М. – МАЦКІВ В. В. – ТИТОВА В. І. – БЕЛІК Т. І. (Титов Э. М. – Мацкив Б. В. – Титова В. И. – Белик Т. И.) 1979: Геологическая карта Закарпатья, М 1:200 000 / Kárpátalja földtani térképe. – СЕВУКРГЕОЛОГИЯ, Закарпатская Геологическая Экспедиция.
- VOLGINA N. I. – RUDENKO I. Sz. – SZOSSZA R. I. (Волгина Н. И. – Руденко И. С. – Сосса Р. И.) 1987: Украинские Карпаты. Атлас туриста / A Ukrán Kárpátok turistatérképe. – Главное управление геодезии и картографии при совете министров СССР. Москва.