

## Cirkon egykristály U-Pb korok a danitzpusztai pannóniai homokból: közvetett bizonyítékok az aljzatot alkotó metamorfitek kevert prevariszkuszi protolitjaira

VARGA Andrea<sup>1</sup>, ÚJVÁRI Gábor<sup>2</sup>, KOVÁCS János<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pécsi Tudományegyetem Földrajzi Intézet, Földtani Tanszék, 7624 Pécs, Ifjúság útja 6., e-mail: andrea.varga.geol@gmail.com

<sup>2</sup>MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Geodéziai és Geofizikai Intézet, 9400 Sopron, Csatkai E. u. 6–8.

### Összefoglalás

A danitzpusztai pannon folyóvízi homokból származó cirkonok vizsgálata 63 konkordáns U-Pb kort eredményezett. A spektrum legjelentősebb csúcsa késő-ordoviciumi (454 millió év). A további korok két nagyobb maximumot mutatnak a gyakorisági hisztogramon: 321 és 547 millió évnél, valamint három kisebb csúcs különíthető el ~270, ~600 és 672 millió évnél. A lehordási terület alapján valószínűsíthető, hogy a danitzpusztai homok kora-paleozoos, illetve idősebb törmelékes cirkonkristályai a Tisia-terrénum aljzatának magmás (pl. Mórággyi Gránit) és metamorf kőzeteit képviselik. Eredményünk így közvetett bizonyítékot szolgáltat a dél-dunántúli aljzatot alkotó metamorfitek kevert prevariszkuszi protolitjaira.

*Tárgyszavak:* cirkon U-Pb kor, lehordási terület, kristályos aljzat, Mecsek

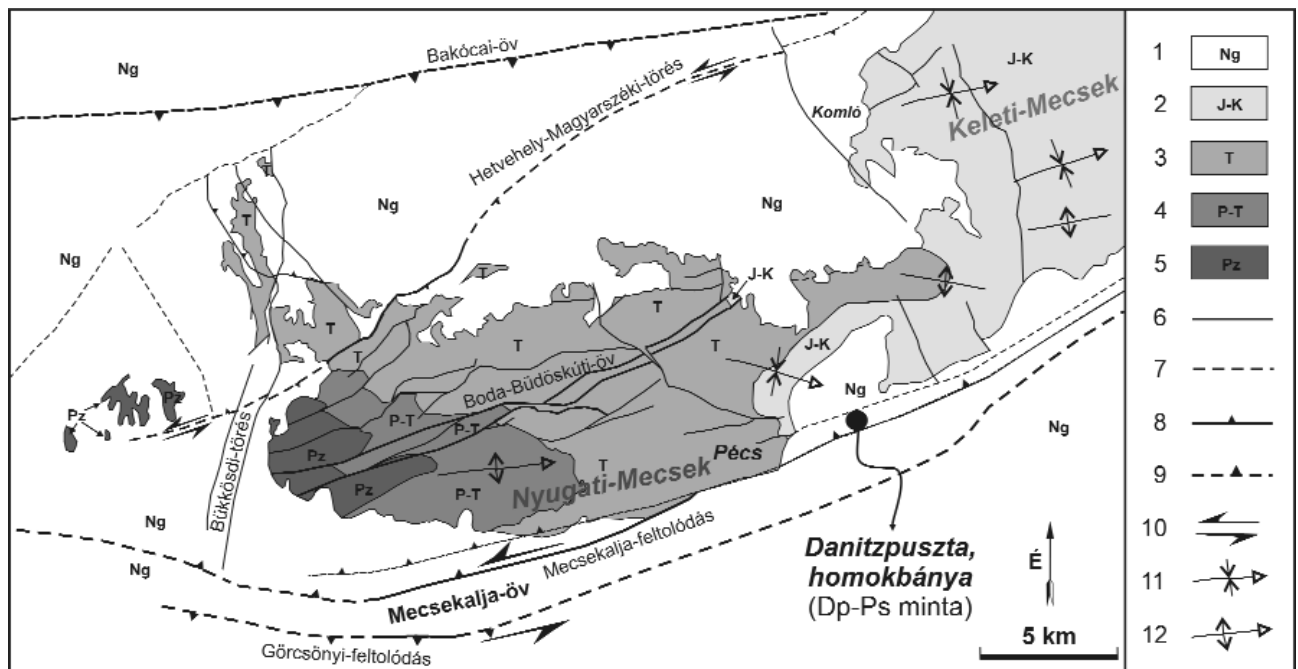
### Bevezetés

A kárpát-medencei löszök kialakulásának bizonyos mozzanatai és származása jó ideje vitatott, gyakorlatilag máig lezáratlan kérdés. Korábbi munkák alapvetően három lehetséges származási területet jelöltek meg: (1) a skandináv jégtakaró, illetve (2) az alpi gleccserek mozgása során kialakult kőzetliszt szemcseméretű anyagot, továbbá (3) a Kárpátok flis üledékeinek mállástermékeit. Eolikus abráziós kísérletek eredményei alapján felmerült, hogy a lösz lokális forrásul pannóniai homokok szintén szolgálhattak (SMITH et al. 1991). Az Afrika északi részéről származó finom por löszképződés során történt kis mértékű hozzákeveredése szintén felvetődött az adott régióban. A lehordási terület azonosítása érdekében került sor a Kárpát-medence jelentősebb löszfeltárásaiból, illetve pannóniai üledékekből származó minták izotópgeokémiai vizsgálatára (ÚJVÁRI et al. in press), illetve ennek részeként a danitzpusztai homokbányából származó pannóniai homokminta (Dp-Ps) cirkon-szemcséin (105 szemcse) egykristály U-Pb kormeghatározásra lézer-ablációs ICP-MS technikával (ThermoFinnigan Element2, New Wave Research UP-213 lézer-ablációs rendszer; GeoAnalytical Lab, Washington State University, Pullman, WA, USA).

A danitzpusztai pannóniai feltárás a Pannon-tó partszegélyi kifejlődését képviseli (1. ábra), ami a Nyugati-Mecsek előterétől a Zengő-vonulat és a Mórággyi-rög peremén át a Mecsek északi részéig követhető (KAZÁR et al. 2007; KONRÁD & SEBE 2010). A rétegsor erősen limonitos, sárgásbarna és szürke, közép- és durvaszemcsés homokból áll, amelyben helyenként darakavicsos és aprókavicsos betelepülések vannak. A rövidtávú folyóvízi szállítást követően felhalmozódott üledékszemcséi a Mórággyi Gránit, a metamorf kőzetekből álló kristályos aljzat, továbbá mezozoos (jura mészkő és homokkő) és miocén tengeri üledékek erőforrásából származhattak (KAZÁR et al. 2007). Ez alapján feltételezhető, hogy a danitzpusztai homokból szeparált törmelékes cirkonszemcsék uralkodóan a gránitból és metamorf kőzetekből felépülő helyi kristályos aljzat koráról szolgáltatnak információkat.

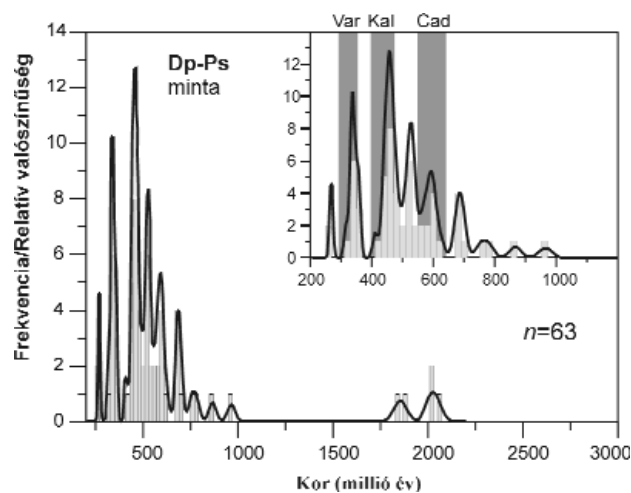
### Konkordáns cirkon egykristály U-Pb korok és értelmezésük

A danitzpusztai pannóniai folyóvízi homokból származó cirkonok vizsgálata 63 konkordáns U-Pb kort eredményezett (2. ábra). A spektrum legjelentősebb csúcsa késő-



1. ábra. A Nyugati-Mecsek és környezetének szerkezetföldtani térképe KONRAD & SEBE (2010) alapján a danitzpusztai homokbánya feltüntetésével

1 – neogén képződmények; 2 – jura–kréta képződmények; 3 – triász képződmények; 4 – felső-perm–alsó-triász képződmények; 5 – paleozoos képződmények általában; 6 – észlelt szerkezeti elem; 7 – szerkesztett szerkezeti elem; 8 – észlelt feltolódás; 9 – szerkesztett feltolódás; 10 – eltolódás; 11 – szinklinális; 12 – antiklinális



2. ábra. A danitzpusztai homokbányából származó pannóniai homokminta (Dp-Ps) kombinált valószínűségi sűrűségeloszlás- és hisztogram-diagramja az egykristály cirkon U-Pb korok alapján (a hisztogram oszlopszélessége 20 millió év). A hisztogram és a valószínűségi sűrűségfüggvény az Isoplot 3.7 (LUDWIG 2008) program segítségével készült

$n$  = a gyakorisági hisztogram és a valószínűségi sűrűségfüggvény számításához és szerkesztéséhez felhasznált konkordáns vagy közel konkordáns korok száma (90–110%); Var = variszkuszi orogenezis; Kal = kaledóniai orogenezis; Cad = cadomi orogenezis; a függőleges szürke sávok az adott orogén fázis közelítő időintervallumát jelzik

ordovíciumi (454 millió év; a korok 28%-a az összes mintára, illetve 31 %-a a 200–1000 millió év közötti időablakra vonatkozóan; *I. táblázat*). A további cirkonkorok két jelentősebb maximumot mutatnak a gyakorisági hisztogramon: 321 és 547 millió évnél (a korok 21, illetve 31%-a a 200–1000 millió év időablakra vonatkozóan; *I. táblázat*), valamint három kisebb csúcs különíthető el ~270, ~600 és 672 millió évnél (*2. ábra*). Figyelemre méltó a ~2 milliárd éves cirkonok megjelenése is.

A vizsgált homokminta domináns cirkonpopulációja kora-paleozoos (kaledóniai), a valószínűségi sűrűség eloszlás alapján a késő-paleozoos korcsoport jelentősége valamivel kisebb, ezen belül azonban az idősebb variszkuszi cirkonkorok szerepe a meghatározó. A feltételezett forrásterület közei közül a Mórógyi Gránit magmás kristályosodásának kora 330–360 millió évvel ezelőtre tehető (KLÖTZLI et al. 2001, KOROKNAI et al. 2010), ami kitűnő egyezésben van a danitzpusztai homokból származó, variszkuszi kort tükröző törmelékes cirkonok csoportjával (337 és 353 millió év; *II. táblázat*). KLÖTZLI et al. (1999) eredményei alapján a mórógyi granitoidok cirkonkristályai ~600 millió éves átöröklött magokat tartalmazhatnak. KOROKNAI et al. (2010) szerint azonban a Mórógyi Gránit cirkonjaiban nem őrződtek meg relik, idős magok, ami — a fő magmás esemény következtében — az U-Pb izotóprendszer teljes újra-indulását jelzi. Így annak ellenére, hogy vizsgálataink során a cirkonkristályok belső szerkezetét részletesen nem tanulmányoztuk, valószínűsíthető, hogy a danitzpusztai homok kora-paleozoos, illetve idősebb törmelékes cirkonkristályai elsősorban a Tisia-terrénum kristályos aljzatának metamorf közeit képviselik, közvetett bizonyítékokat szolgáltatva azok prevariszkuszi protolitjairól.

A proximális, helyi forrásból származó törmelékből álló pannóniai homok (KAZÁR et al. 2007) cirkonszemcséi alapján a kaledóniai és cadomi (bajkáli) események kimutatása azért jelentős, mert a Tisia-terrénum magyarországi részének metamorf aljzatából napjainkig sem állnak rendelkezésre megbízható, variszkuszinál (~307–312 millió év) idősebb izotópkor adatok (LELKES-FELVÁRI & FRANK 2006). Bizonytalan kaledóniai Rb-Sr korokat (400–440 millió év)

I. táblázat. A danitzpusztai pannóniai homok U-Pb korszpektrumának dekonvolúciós eredményei a 200–1000 millió év időablakra vonatkozóan

Mintakód	Típus	Paraméterek	Korkomponensek (millió év)						Statistikai paraméterek		
Dp-Ps	pannon homok	Korkomponensek	321,3	454,4	546,9	672,6	765	908			
		+2 $\sigma$	3,8	4,7	5,8	12	23	28	Misfit paraméter	0,109	
		Frakció (%)	21	31	31	10	3	3	Számítás	58	kristály adatai alapján
		$\pm 2 \sigma$	12	15	15	8	5	-			

Megjegyzendő, hogy az utolsó komponens esetén nincs hiba megadva, mert definíció szerint ennek értéke 100 mínusz az összes többi komponens frakcióinak összege.

A frakciónál megjelenő százaléktételek  $n_0=58$  kristályra vonatkoznak és nem a teljes populációra ( $n=63$ )!

II. táblázat. A danitzpusztai pannóniai homok U-Pb korszpektrumának dekonvolúciós eredményei a 270–370 millió év időintervallumra vonatkozóan

Mintakód	Típus	Paraméterek	Korkomponensek (millió év)			Statistikai paraméterek		
Dp-Ps	pannon homok	Korkomponensek	315,5	336,7	353,4	Misfit paraméter	0,867	
		+2 $\sigma$	14	6,7	10	Számítás	10	kristály adatai alapján
		Frakció (%)	10	61	29			
		$\pm 2 \sigma$	2	52				

Megjegyzendő, hogy az utolsó komponens esetén nincs hiba megadva, mert definíció szerint ennek értéke 100 mínusz az összes többi komponens frakcióinak összege. A frakciónál megjelenő százaléktételek  $n_0=10$  kristályra vonatkoznak és nem a teljes populációra ( $n=63$ )!

SZEDERKÉNYI (1998) említett a Mecsekalja-övből származó mintákra hivatkozva.

A variszkuszi kéreg késő-vesztfáliai posztorogén extenziója (pennsylvániai; ~305–312 millió év) a kéregblokkok gyors exhumációjával társult, amit a késő-variszkuszi differenciált blokkmozgások eredményeként — általában törésses deformációs rezsimben, transzkurrens tektonikához kapcsolódva — a stephaniai és alsó-permi (gzséli–szakmarai; 290–300 millió év) medencék kinyílása követett (pl. LAPIERRE et al. 2008, KRÍBEK et al. 2009). Az orogén öv gyökérszónájának kiemelkedése a nagyfokú metamorf kőzetek retrográd metamorf átalakulásához vezetett, ezért — az európai variszcidákhoz (pl. Massif Central, Moldanubikum; LAPIERRE et al. 2008; KRÍBEK et al. 2009) hasonlóan — feltételezhető, hogy a dél-dunántúli metamorf aljzatban kimutatott, muszkovitból meghatározott K-Ar, illetve  $^{40}\text{Ar}$ – $^{39}\text{Ar}$  izotóporok ezzel a posztorogén extenziós eseménnyel korrelálhatók. Figyelembe véve a Rb-Sr, a K-Ar és a  $^{40}\text{Ar}$ – $^{39}\text{Ar}$  rendszerek hőmérsékletfüggését (CLAUER 2007), valamint az extenziós eseményhez társuló hidrotermális

folyamatok intenzív K-metaszomatikus hatását (autigén fehér csillám képződése a mellékkőzetben; KRÍBEK et al. 2009), a prevariszkuszi események azonosítására a fenti izotóprendszerek korlátozottan alkalmazhatók; ehhez más módszertani megközelítésre van szükség (pl. U-Pb rendszer). Ezt támasztja alá BALEN et al. (2006) eredménye is, akik a Tisia-terrénum déli részét képviselő Szlavóniai-hegységben gránáttartalmú csillámpalából prevariszkuszi monacitkorokat (428–444 millió év) közöltek, ezzel megerősítve a már korábban feltételezett prevariszkuszi metamorf eseményeket.

### Köszönetnyilvánítás

Ez a munka a Magyar–Amerikai Fulbright Bizottság kutatási ösztöndíja (ÚG; No. 1209105), az OTKA PD 83511 téma (VA), valamint az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (VA és ÚG) támogatásával készült. A kézirat gondos lektorálásáért M. TÓTH Tivadart illeti köszönet.

### Irodalom

- BALEN, D. HORVÁTH, P., TOMLJENOVIC, B., FINGER, F., HUMER, B., PAMIC, J. & ÁRKAI, P. 2006: A record of pre-Variscan Barrovian regional metamorphism in the eastern part of the Slavonian Mountains (NE Croatia). — *Mineralogy and Petrology* **87**, 143–162.
- CLAUER, N. 2007: Isotope dating and tracing of clay minerals from low-temperature environments. — In: NIETO F., JIMÉNEZ-MILLÁN J. (eds): Diagenesis and Low-Temperature Metamorphism. Theory, Methods and Regional Aspects. *Seminarios de la Sociedad Espanola de Mineralogía* **3**, 85–96.
- KAZÁR E., KORDOS L. & SZÓNOKY M. 2007: Danitz-pusztai homokbánya. In: PÁLFY J., PAZONYI P. (szerk.): *Őslénytani kirándulások Magyarországon és Erdélyben*. — Hantken Kiadó, Budapest, 131–132.
- KLÖTZLI, U., BUDA, GY. & KOLLER, F. 1999: Geochronological evidence for the derivation of the Mecsek Mountains, South Hungary, from Variscan Central Europe. — *Beihefte zum European Journal of Mineralogy* **11**, p. 126.
- KLÖTZLI, U., KOLLER, F., SCHARBERT, S. & HÖCK, V. 2001: Cadomian lower crustal contributions to Variscan granite petrogenesis (South Bohemian pluton, Austria): Constraints from zircon typology and geochronology, whole-rock, and feldspar Pb-Sr isotope systematics. — *Journal of Petrology* **42**, 1621–1642.

- KONRÁD GY. & SEBE K. 2010: Fiatal tektonikai jelenségek új észlelései a Nyugati-Mecsekben és környezetében. — *Földtani Közlöny* **140/2**, 135–162.
- KOROKNAI, B., GERDES, A., KIRÁLY, E. & MAROS, GY. 2010: New U-Pb and Lu-Hf isotopic constraints on the age and origin of the Mórággy Granite (Mecsek Mountains, South Hungary). — In: ZAHARIA, L., KIS, A., TOPA, B., PAPP, G. & WEISZBURG, T. (eds): 20th General Meeting of the International Mineralogical Association (IMA2010). — *Acta Mineralogica-Petrographica, Abstract Series* **6**, p. 506.
- KŘÍBEK, B., ŽÁK, K., DOBEŠ, P., LEICHMANN, J., PUDILOVÁ, M., RENÉ, M., SCHARM, B., SCHARMOVÁ, M., HÁJEK, A., HOLECZY, D., HEIN, U. F. & LEHMANN, B. 2009: The Rožná uranium deposit (Bohemian Massif, Czech Republic): shear zone-hosted, late Variscan and post-Variscan hydrothermal mineralization. — *Mineralium Deposita* **44**, 99–128.
- LAPIERRE, H., BASILE, C., BERLY, T. & CANARD, E. 2008: Potassic late orogenic Stephanian volcanism in the Southwest French Massif central (Decazeville, Figeac, Lacapelle-Marival basins): an example for mantle metasomatism along strike-slip faults? — *Bulletin de la Societe Geologique de France* **179/5**, 491–502.
- LELKES-FELVÁRI, GY. & FRANK, W. 2006: Geochronology of the metamorphic basement, Transdanubian part of the Tisza Mega-Unit. — *Acta Geologica Hungarica* **49**, 189–206.
- LUDWIG, K. R. 2008: User's manual for Isoplot 3.70: A geochronological toolkit for Microsoft® Excel. — *Berkeley Geochronology Center Special Publication* **4**, USA, 76 p.
- SMITH, B. J., WRIGHT, J. S. & WHALLEY, W. B. 1991: Simulated aeolian abrasion of Pannonian sands and its applications for the origins of the Hungarian loess. — *Earth Surface Processes and Landforms* **16**, 745–752.
- SZEDERKÉNYI T. 1998: A Dél-Dunántúl és az Alföld kristályos aljzatának rétegtana. — In: BÉRCZI I. & JÁMBOR Á. (szerk.): *Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana*. MOL Rt. és MÁFI kiadvány, Budapest, 93–106.
- ÚJVÁRI, G., VARGA, A., RAMOS, F. C., KOVÁCS, J., NÉMETH, T. & STEVENS, T. in press: A critical evaluation of the use of clay mineralogy, Sr-Nd isotopes and zircon U-Pb ages in tracking dust provenance as exemplified by the Carpathian Basin loess. — *Chemical Geology* DOI: 10.1016/j.chemgeo.2012.02.007.

Kézirat beérkezett: 2011. 11. 29.