MAGYARORSZÁGI PLIOCÉN-PLEISZTOCÉN ELEPHANTIDAE MARADVÁNYOK MORFOMETRIAI ÉS PALEOÖKOLÓGIAI VIZSGÁLATA

A doktori értekezés tézisei

VIRÁG ATTILA

FÖLDTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

FÖLDTAN-GEOFIZIKA DOKTORI PROGRAM

Doktori Iskola vezető: Dr. NEMES-NAGY JÓZSEF egyetemi tanár

Programvezető: Dr. MINDSZENTY ANDREA egyetemi tanár

TÉMAVEZETŐ:

Prof. Em. MONOSTORI MIKLÓS

egyetemi tanár

ELTE, Őslénytani Tanszék

KONZULENS:

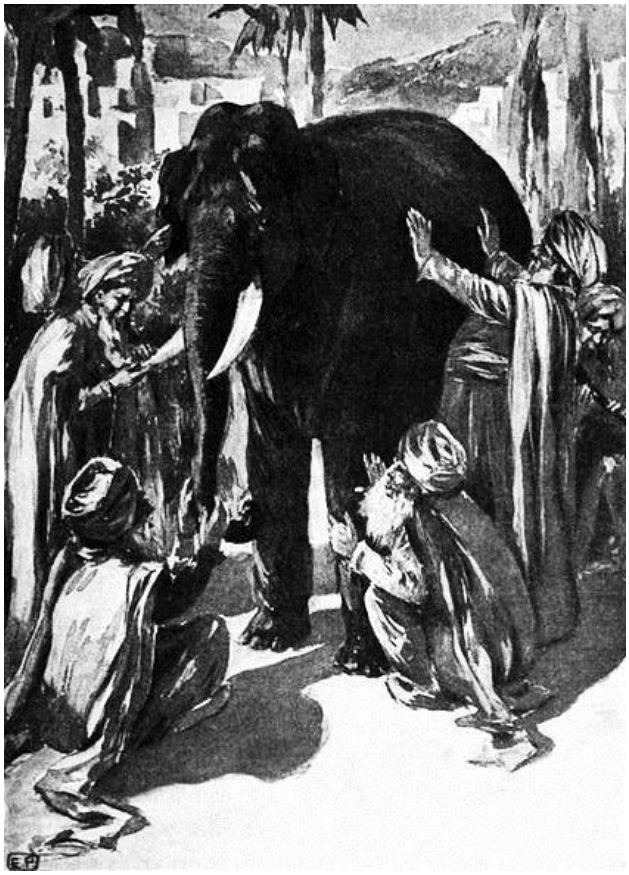
Dr. GASPARIK MIHÁLY

főmuzeológus

MTM, Őslénytani és Földtani Tár

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM, ŐSLÉNYTANI TANSZÉK

BUDAPEST, 2013



Forrás: The Heath Readers by Grades,
D.C. Heath and co. (Boston), 1907., p. 69.

A vakok és az elefánt
(John Godfrey Saxe)
(ismeretlen fordító)

Hat hindusztáni férfiú buzgón tapogatott
egy elefántot, mert olyat még sose láthatott,
lévén, hogy mind a hat, vak hindusztáni volt.

Az egyik tapogatja csak robusztus oldalát,
és máris mondja, vágja rá a bölcs szentenciát:
„Akár a fal, éppoly lapos az elefánt! Nahát!”

Agyart érint a második, simát és hengerest,
és egy kissé bökőset is, hűvöset és hegyest.
„Lándzsaszerű az elefánt.” - állítja egyenest.

A harmadiknak a keze, ahogy nyúlkál haránt,
egy tekergő tömlőhöz ér; merészen belerántott.
„Értem!” - kiáltja fennen ő - „Kígyó az elefánt!”

Egy térd körül motoz a negyedik; keze mohó.
„Csodálatos formája van!” – lelkendezik - „Hohó!
Fatörzsszerű az elefánt, ez már nyilvánvaló!”

Fület fog véletlenül az ötödik, melyhez ő
vakon is jól ért. Válasza az itt következő:
„Az elefánt vékony, s lebeg, akár a legyező.”

A hatodik egy ideig a semmibe kapkodott,
aztán egy csápoló farkat a markába ragadott.
„Kötélforma az elefánt.” - imígy nyilatkozott.

A hindusztáni, mind a hat bőszen vitatkozott;
amit tapasztalt, ahhoz mind vadul ragaszkodott.
S lám, mindnek volt igaza is, s mind is csalatkozott.

Általános bevezetés és célkitűzések

A pliocén és a pleisztocén során az elefántfélék igen elterjedtek voltak Földünkön. Az említett időszakból Magyarország területén 5 különböző Elephantidae taxon jelenléte is kimutatható, amelyek a jelen tanulmányban alkalmazott rendszertani értelmezésnek megfelelően az alábbiak: *Elephas antiquus* (erdei őselefánt), *Mammuthus rumanus* (romániai mamut), *M. meridionalis* (déli mamut), *M. trogontherii* (sztyeppi mamut), valamint lelőhelyeinek számát tekintve hazánk leggyakoribb pleisztocén fosszilis növényevő nagyemlőse, a jégkorszak emblematikus képviselője, a *M. primigenius* (gyapjas mamut).

Annak ellenére, hogy az ormányosok (különösen az elefántfélék) mind nemzetközi, mind pedig hazai viszonylatban igen intenzíven tanulmányozott csoportnak számítanak, jelenlegi tudásunkban is akadnak homályos foltok. Széles körben elfogadott például MAGLIO (1973) evolúciós modellje, amely szerint az őrlőfogakat és a koponyát érintő makromorfológiai változások az időben egymást követő fajok táplálkozási stratégiájának megváltozását tükrözik. Ezt az elméletet azonban egyelőre átfogó, független vizsgálat eredménye nem támasztja alá. Nem tisztázott, hogy a fogakat érintő, apró és látszólag fokozatos morfológia változások Európán belüli anagenetikus folyamatok eredményeként értelmezhetők-e. Nincs egyetértés abban sem, hogy ez alapján a lokálisan akár graduálisnak is tekinthető evolúció alapján hány fajra osztható a mamutok evolúciós vonala és az egyes fajok között hol húzhatók meg a határok.

Jelen dolgozatban célul tűztem ki a magyarországi elefántféle őrlőfogak és agyartöredékek (mint a leggyakrabban előkerülő Elephantidae maradványok) modern rendszertani szemléleten alapuló taxonómiai revízióját, valamint az egyes hazai lelőhelyek időbeli sorrendjének felállítását. Ennek következtében lehetőségem nyílt egy több mint 2,5 millió éven át tartó, gazdagon dokumentált evolúciós folyamat és az annak hátterében álló környezeti tényezők tanulmányozására, ezzel együtt pedig sort keríthettem többek között a fent említett kérdések tárgyalására.

A vizsgált anyag és az alkalmazott módszerek

Mivel szakdolgozatom során már áttekintettem a Magyar Természettudományi Múzeum (MTM) Gerinctelen és Gerinces Paleontológiai Gyűjteményében és a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI, korábban Magyar Állami Földtani Intézet) Országos

Földtani Múzeumának Őslénytani Gyűjteményében található hazai elefántféle őrlőfogakat és állkapcsokat (összesen 142 maradványt, amely 40 különböző lelőhelyről származik), jelen munkában az értekezés korlátozott terjedelmére tekintettel csak azokat a leleteket tárgyaltam, amelyek az újabb eredmények tükrében morfológiai vagy evolúciós szempontból szemléletesek. A statisztikailag alulreprezentált *M. rumanus* taxon esetében összehasonlító céllal a romániai típusanyagot és néhány pleziomorf jellegű őrlőfogat is vizsgáltam, amelyek a Bukaresti Egyetem (BE) Őslénytani Laboratóriumának, valamint a bukaresti Emil Racoviţă Barlangkutató Intézet Gyűjteményének a részét képezik.

Az egyes maradványok taxonómai revízióját részben már ismert, részben pedig jelen munka során kidolgozott határozási módszerek segítségével végeztem. A fogzománc és az agyardentin mikroszerkezetének és az egyes szerkezeti elemek taxonspecifikus jellegeinek tanulmányozásához összesen több mint 50 vékonycsiszolatot készítettem. A mérések jelentős részét a csiszolatokról készített fényképeken végeztem ImageJ program (RASBAND 2011, ABRAMOFF et al. 2004) segítségével. Emellett Michael LOCKE (University of Western Ontario, London, Kanada) recens elefántfélékre vonatkozó összehasonlító adatokat bocsátott a rendelkezésemre.

A maradványok rétegtani értékelése során összegyűjtöttem az egyes hazai, valamint az egykorú, jól dokumentált eurázsiai lelőhelyekre vonatkozó irodalmi adatokat. Az ellentmondások feltárásával és a legújabb eredmények figyelembevételével jutottam el saját álláspontom kialakításához.

A fogak felszínén megfigyelhető mikrokopás elemzéséhez 84 nagy felbontású műgyanta öntvényt készítettem. A kopási elemek számát, méretét és orientációját SOLOUNIAS & SEMPREBON 2002, valamint SEMPREBON et al. 2004 módszerétől eltérően nem fénymikroszkóppal, hanem a Magyar Természettudományi Múzeum Növénytárában lévő Hitachi S-2600-N pásztázó elektronmikroszkóppal készített felvételeken tanulmányoztam a Peter UNGAR (Department of Anthropology, University of Arkansas, Fayetteville, Amerikai Egyesült Államok) által kifejlesztett Microware 4.02 program segítségével.

A fogcement és a fogzománc szerkezeti karbonátjának, valamint foszfátjának stabil szén- és oxigénizotópos összetételét volfrám-karbid bevonatú fúrófejek segítségével nyert, KOCH et al. (1997) módszerének megfelelően előkészített pormintákból mértem a Lausanne-i Egyetem Stabilizotópos Laboratóriumában lévő Thermo Finnigan Delta Plus XP gyártmányú tömegspektrométerre kapcsolt automata mintavevővel felszerelt GasBench II külső egység, valamint a magashőmérsékletű elemanalizátor (TC/EA) segítségével.

Az egykori évi középhőmérséklet becsléséhez a mért $\delta^{18}O$ adatokat először AYLIFFE et al. (1992) módszerével a meteorikus vizekre vonatkozó értékké konvertáltam. Négy közeli GNIP-állomás (Zágráb, Bécs, Pozsony és Debrecen; lásd IAEA/WMO 2013) felszíni léghőmérsékletre és a csapadékvíz stabil oxigénizotópos összetételére vonatkozó adatai alapján biplotot szerkesztettem, majd az adatpontokra RMA módszerrel lineáris regressziót illesztettem a PAST program (HAMMER et al. 2001) segítségével. Az így kapott egyenes egyenletével az egykori meteorikus vizek izotópos összetételéből paleohőmérséklet értékeket számoltam.

Tézisek

1. Tizenhárom molaris (beleértve a *Mammuthus rumanus* taxon típusanyagát) vékonycsiszolatos vizsgálata révén kibővítettem FERRETTI (2003), az eurázsiai mamutok fogzománcának belső szerkezetére vonatkozó adatbázisát. Úgy tűnik, hogy az egyes zománcrétegek egymáshoz viszonyított vastagsága fajonként eltérő.
2. Vizsgálataim értelmében a zománcrétegek nemcsak savval étetett metszeti felszíneken, ráeső fényben, de akár vékonycsiszolatokon áteső fényben is könnyen elkülöníthetők.
3. Kimutattam, hogy az olaszországi Montopoliból származó, bizonytalan taxonómiai hovatartozású mamutfogak zománcszerkezetük alapján (lásd FERRETTI 2003) leginkább a *M. rumanus* taxon típusanyagával rokoníthatók.
4. A zománcszerkezeti vizsgálatok segítségével megerősítettem, hogy a GASPARIK (2010) és VIRÁG & GASPARIK (2012) által leírt, Ócsáról származó bal oldali alsó harmadik őrlőfog vékony zománca ellenére valóban a *M. rumanus* taxonba sorolható.
5. Rámutattam, hogy a legidősebb és egyben legősibb morfológiájú *M. meridionalis* fogak nemcsak morfológiájukat, de zománcszerkezetüket tekintve is átmeneti jellegűek a *M. rumanus* és a tipikus *M. meridionalis* maradványok között.
6. Öt Proboscidea agyarból készített, több mint 40 csiszolat alapján olyan háromdimenziós modellt állítottam fel, amely a LOCKE (2008) által feltételezett helikoidális dentincsatorna-elrendeződéssel ellentétben mindhárom fő metszeti irányból jól magyarázza a dentin mikronos léptékű felépítését. A modell jó összhangban van az agyarakra jellemző repedésterjedési mintázattal és a vékonycsiszolatokon megfigyelt kioltási jelenségekkel.

7. Tangenciális növekedési felszínek mentén szétválasztott, megnövelt áttetszőségű agyardarabok vizsgálata révén igazoltam, hogy a dentincsatornák nem egyenes (lásd LOCKE 2008), hanem szinuszosan hullámzó lefutású szerkezeti elemekként értelmezhetők (lásd például MILES & WHITE 1960, MILES & BOYDE 1961, MILES & POOLE 1967) és a szomszédos csatornák egymáshoz képest fáziseltolódásban vannak.
8. A megfigyelt mikromorfológiai jelenségek méretadatait figyelembe véve a fáziseltolódást a cement-dentin határ átlagosan 250 μm-es radiális kiterjedésű hullámzása okozza a szomszédos csatornák sugárirányú eltolása révén.
9. A dentincsatornák hullámzásának hátterében RAUBENHEIMER et al. (1998) és RAUBENHEIMER (1999) sejtközti nyomásra alapuló magyarázatával szemben egy olyan genetikai szabályozottságot feltételezek, amely pontmutáció révén jelent meg az Elephantoidea csoport ősi képviselőinél.
10. Az agyarak keresztmetszetén megfigyelhető, úgynevezett Schreger-mintázat taxonspecifikus jellegei alapján a bükkábrányi lignitrétegek kvarter kavicsos fedőjéből az *Elephas antiquus* taxon jelenlétét mutattam ki.
11. A Schreger-mintázattal összefüggő anatómiai struktúrák felhasználásával új határozóbélyegeket vezettem be. Amennyiben egy agyartöredék transzverzális metszetén megfigyelhetők az említett mintázatot létrehozó, rombusz alakú területek, tangenciális elválási felülete bordázott, látható rajta az úgynevezett madártoll-mintázat vagy radiális metszetben a dentincsatornák hullámos lefutásúak, úgy biztosra vehetjük, hogy a vizsgált maradvány GHEERBRANT & TASSY (2009) filogenetikai rendszerének megfelelően az Elephantoidea csoportba sorolható. Amennyiben a csatornák hullámhossza rövidebb, mint 1 mm, a rombusz alakú területek kiterjedése radiális irányban kisebb, mint 500 μm, tangenciális irányban pedig nagyobb, mint 900 μm vagy a bordák vastagsága meghaladja a 900 μm-t, a vizsgált töredék nem a *Mammuthus,* hanem az *Elephas* vagy a *Loxodonta* genusba sorolható.
12. Eurázsiai lelőhelyek adatainak felhasználásával értelmeztem az elefántfélék evolúciójának hátterében álló folyamatokat, állatföldrajzi szemlélettel tisztáztam a hazai leletek időrendiségét, majd felvázoltam a korábbi ismereteinknél pontosabb biosztratigráfiai rendszerüket. A késő-pliocént és a pleisztocént lokálisan 6 hagyományos, valamint az egyes fogmorfometriai karakterek időben lezajlott változásai alapján 5 taxonfüggetlen zónára osztottam, ezáltal kibővítettem GASPARIK (2001, 2004, 2010) korai ormányosokra kidolgozott rétegtani rendszerét. A széleskörű alkalmazhatóság érdekében kitértem a zónák határainak regionális eltéréseire.

13. Az „*Archidiskodon meridionalis ürömensis*” VÖRÖS, 1979 taxon holotípus példányát, vagyis az MTM V.72.116-os leltári számú, Üröm-hegyi maradványt mozaikos morfológiája alapján a natív *M. meridionalis* és a bevándorló *M. trogontherii* populációk között kialakult genetikai keveredés (hibridizáció) eredményeként értelmeztem. Rámutattam, hogy az ehhez hasonló fogak nem példa nélküliek a megegyező korú, 800-700 ezer évvel ezelőtti európai mamutmaradványok körében.
14. Tizenhét hazai maradványon és a *M. rumanus* taxon típusanyagán végzett mikrokopás elemzés segítségével igazoltam, hogy a mamutok fogazati evolúciójának hátterében valóban az időben egymást követő fajok táplálkozási stratégiájának megváltozása áll. A *M. rumanus* és a *M. meridionalis* taxon képviselői kis mértékben abrazív, lombos vegetációt és időközönként kemény növényi részeket (fakérget) fogyasztottak, míg a *M. trogontherii* és a *M. primigenius* populációk egyedei már nagyobb részben fűfélékkel táplálkoztak.
15. A fogzománc szerkezeti karbonátjából mért stabil szénizotópos adataim alapján a hazai elefántfélék által fogyasztott növények C3-as típusú fotoszintézist végeztek. A pleisztocén során az átlag és a minimumértékek közel egy ezrelékes növekedését figyeltem meg, amit a klíma szárazabbá válására és a zárt vegetáció felnyílására vezettem vissza.
16. A fogzománc szerkezeti foszfátjából mért stabil oxigénizotópos értékek alapján paleohőmérséklet becsléseket végeztem, ami jó összhangban van az irodalomban fellelhető florisztikai és faunisztikai adatok alapján felvázolt környezetfejlődéssel. Az átlagos évi középhőmérséklet a középső-pleisztocén lehűlések idején hozzávetőleg 5°C-kal, a késő-pleisztocén eljegesedések során pedig akár 9-10°C-kal alacsonyabb is lehetett a jelenleginél.

Összefoglalás és következtetések

Doktori értekezésem első egységében ismertettem és pontosítottam azokat a módszereket, amelyek segítségével elvégezhető az egyes őrlőfogak és agyartöredékek genus vagy faj szintű azonosítása. Ennek következtében lehetőségem nyílt a hazai anyag modern szemléletű revíziójára.

A második egység során állatföldrajzi és evolúciós tényezők figyelembevételével tisztáztam az elefántfélék evolúciója szempontjából kiemelt jelentőségű állomásoknak

tekinthető hazai leletek időrendiségét, majd kidolgoztam egy lokálisan alkalmazható hagyományos biozonációt és egy a fogmorfometriai karakterek időben lezajlott változásaira alapuló biokronológiát. A széleskörű alkalmazhatóság érdekében kitértem a zonák határainak regionális különbségeire.

Az utolsó egységben egymástól független módszerek (stabil szénizotópos elemzés és fogkopás vizsgálat) segítségével tártam fel az időben egymást követő taxonok táplálék- és habitatpreferenciáját. Az így kapott közvetett környezeti adatokat az általam elvégzett stabil oxigénizotópos vizsgálatok eredményeivel vetettem össze.

Az értekezésben közölt adatok értelmében a mamutok őrlőfogait érintő morfometriai változások valóban az elfogyasztott táplálék abrazivitásának növekedésére vezethetők vissza. Az evolúciós vonal képviselői a nyílt környezet terjedésével egyidejűleg egyre több fűfélét, emellett pedig egyre több, a gyökerekről származó, vagy a növények leveleire tapadt talajszemcsét fogyasztottak el. Az intenzívebb kopás a magasabb fogakkal rendelkező egyedeket szaporodási előnyhöz jutatta, a hypsodontia növekedése pedig idővel további morfológiai változásokat vont maga után.

Irodalomjegyzék

ABRAMOFF, M.D., MAGALHAES, P.J. & RAM, S.J. (2004): Image processing with ImageJ. – *Biophotonics International 11(7), pp. 36-42.*

AYLIFFE, L.K., LISTER, A.M. & CHIVAS, A.R. (1992): The preservation of glacial-interglacial climatic signatures in the oxygen isotopes of elephant skeletal phosphate. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 99, pp. 179-191.*

FERRETTI, M.P. (2003): Structure and evolution of mammoth molar enamel. – *Acta Palaeontologica Polonica 48(3), pp. 383-396.*

GASPARIK, M. (2001): Neogene proboscidean remains from Hungary; an overview. – *Fragmenta Palaeontologica Hungarica 19, pp. 61-77.*

GASPARIK, M. (2004): Magyarországi neogén és alsó-pleisztocén Proboscidea maradványok. – *Doktori értekezés, Magyar Természettudományi Múzeum, Föld- és Őslénytár, Budapest, 129 p.*

GASPARIK, M. (2010): Co-occurrence of *Anancus*, *Mamut* and *Mammuthus* from Early Pleistocene localities of Hungary. – *Quaternaire Hors-Série 3, pp. 20-21.*

GHEERBRANT, E. & TASSY, P. (2009): L'origine et l'évolution des elephants. – *Comptes Rendus Palevol 8, pp. 281-294.*

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. (2001): PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. – *Palaeontologica electronica 4(1), pp. 1-9.*

IAEA/WMO (2013): Global Network of Isotopes in Precipitation. The GNIP Database. – *http://www.iaea.org/water.*

KOCH, P.L., TUROSS, N. & FOGEL, M.L. (1997): The effects of sample treatment and diagenesis on the isotopic integrity of carbonate in biogenic hydroxylapatite. – *Journal of Archaeological Science 24, pp 417-429.*

LOCKE, M. (2008): Structure of ivory. – *Journal of Morphology 269, pp. 423-450.*

MAGLIO, V.J. (1973): Origin and evolution of the Elephantidae. - *Transactions of the American Philosophical Society, New Series 63(3), pp. 1-149.*

MILES, A.E.W. & BOYDE, A. (1961): Observations on the structure of elephant ivory.– *Journal of Anatomy 95, pp. 450.*

MILES, A.E.W. & POOLE, D.F.G. (1967): The history and general organization of dentitions. In MILES A.E.W. (szerk.): Structural and Chemical Organization of Teeth, Vol. 1. – *Academic Press, New York, pp. 3-43.*

MILES, A.E.W. & WHITE, J.W. (1960): Ivory. – *Proceedings of the Royal Society of Medicine 53, pp. 775-780.*

RASBAND, W.S. (2011): ImageJ. – *U.S. National Institutes of Health, Bethesda, http://imagej.nih.gov/ij/.*

RAUBENHEIMER, E.J. (1999): Morphological aspects and composition of African elephant (*Loxodonta africana*) ivory. – *Koedoe 42, pp. 57-64.*

RAUBENHEIMER, E.J., BOSMAN, M.C., VORSTER, R. & NOFFKE, C.E. (1998): Histogenesis of the chequered pattern of ivory of the African elephant (*Loxodonta africana*). – *Archives of Oral Biology 43, pp. 969-977.*

SEMPREBON, G.M., GODFREY, L.R., SOLOUNIAS, N., SUTHERLAND, M.R. & JUNGERS, W.L. (2004): Can low-magnification stereomicroscopy reveal diet?. – *Journal of Human Evolution 47, pp. 115-144.*

SOLOUNIAS, N. & SEMPREBON, G. (2002): Advances in the reconstruction of ungulate ecomorphology with application to early fossil equids. – *American Museum Novitates 3366, pp. 1-49.*

VÖRÖS, I. (1979): *Archidiskodon meridionalis ürömensis* n. ssp. from the Lower Pleistocene of the Carpathian Basin. – *Fragmenta Mineralogica et Palaeontologica 9, pp. 5-8.*

Az értekezés témaköréből készített publikációk jegyzéke

VASILE, Ş, PANAITESCU, D., ŞTIUCĂ, E. & **VIRÁG, A.** (2012): Additional proboscidean fossils from Mavrodin (Teleorman County, Romania). – *Oltenia, Studii şi comunicări, Seria Ştiinţele Naturii 28(2), pp. 211-218.*

VIRÁG, A. (2009): Revision of the "*Archidiskodon meridionalis ürömensis*" Vörös, 1979 in the context of the mammoth evolution in Eurasia. – *Central European Geology 52(3-4), pp. 405-419.*

VIRÁG, A. (2012): Histogenesis of the unique morphology of proboscidean ivory. – *Journal of Morphology 273, pp. 1406-1423.*

VIRÁG, A. & GASPARIK, M. (2012): Relative chronology of Late Pliocene and Early Pleistocene mammoth-bearing localities in Hungary. – *Hantkeniana 7, pp. 27-36.*

Az értekezés témaköréből készített előadáskivonatok jegyzéke

VIRÁG, A. (2008): Mamutfogak morfometriai vizsgálatán alapuló geológiai korbecslő eljárás. – *11. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés (Szögliget), Absztrakt, Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, pp. 25.*

VIRÁG, A. (2008): Ormányosleletek (Mammalia, Proboscidea) a bükkábrányi lignitösszlet fedő rétegsorából. – *39. Ifjú Szakemberek Ankétja (Baja), Absztrakt, Magyar Geofizikusok Egyesülete, Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, pp. 37-38.*

VIRÁG, A. (2009): Magyarországi Elephantidae (Mammalia, Proboscidea) őrlőfogak morfometriai vizsgálata. – *40. Ifjú Szakemberek Ankétja (Keszthely), Absztrakt, Magyar Geofizikusok Egyesülete, Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, pp. 52-53.*

VIRÁG, A. (2009): Magyarországi Elephantidae őrlőfogak morfometriai vizsgálata. – *12. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés (Sopron), Absztrakt, Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, pp. 37.*

VIRÁG, A. (2009): Morphometric study on Elephantidae (Mammalia, Proboscidea) molars from Hungary. – *3rd International Workshop "Neogene of Central and South Eastern Europe", Absztrakt, Cluj University Press, Kolozsvár, pp. 105-106.*

VIRÁG, A. (2010): Elefántfélék elkülönítése Schreger mintázat alapján. – *13. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés (Csákvár), Absztrakt, Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, pp. 29-30.*

VIRÁG, A. (2010): Morphometric study on Elephantidae molars from Hungary. – *Quaternaire Hors-Série 3, pp. 50-51.*

VIRÁG, A. (2011): Az "*Archidiskodon meridionalis ürömensis*" Vörös, 1979 taxon revíziója az eurázsiai mamutok evolúciójának tükrében. – *14. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés (Szeged), Absztrakt, Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, pp. 43.*

VIRÁG, A. (2012): Új 3D modell a Proboscidea agyarak mikronos léptékű szerkezetéről. – *15. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés (Uzsa), Absztrakt, Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, pp. 29-30.*

VIRÁG, A., VASILE, Ş & ŞTIUCĂ, E. (2013): Mamutfogak taxonómiai azonosításának lehetőségei zománcszerkezeti vizsgálatok alapján. –*16. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés (Orfű), Absztrakt, Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, pp. 43-44.*

PANAITESCU D., VASILE, Ş., **VIRÁG, A.** (2012): Noi resturi fosile de elephantide găsite la Mavrodin (Judeţul Teleorman, România). – *Lucrările celui de-al XI-lea Simpozion Naţional Studenţesc „Geoecologia", Petroşani, pp. 40-42.*

Az értekezés témaköréből készített ismeretterjesztő munkák jegyzéke

VIRÁG, A. (2012): Mamutfogászat: Jégkorszaki nyírószerkezet. – *Élet és Tudomány 67(43), pp. 1360-1362.*

GASPARIK, M. & **VIRÁG, A.** (2012): Feldebrői zsákmány: Késő jégkori mamutvadásztelep. – *Élet és Tudomány 67(48), pp. 1510-1513.*