

Újabb szenzációs őslénytani leletek a pulai alginitbányából

KATONA L. T.^{1*}, KUTASI Cs.¹, PAPP B.² & TÓTH S.³

¹MTM Bakonyi Természettudományi Múzeuma, H-8420 Zirc, Rákóczi tér 3–5
E-mail: finci99@nhmus.hu, kutasi@nhmus.hu

²Magyar Természettudományi Múzeum, Növénytár, H-1476 Budapest, Pf. 222
E-mail: pappbea@bot.nhmus.hu

³H-8420 Zirc, Széchenyi u. 2. E-mail: flycatcher@vnet.hu

Abstract – Remains of a volcanic crater from the Pliocene (4 million years ago), filled with alginite, were discovered near the village of Pula, Veszprém County, in 1973. Paleontological research begun at the Pula alginite mine in 2003 has yielded several hundred specimens for the collections at the Bakony Museum of the Hungarian Natural History Museum. The latest collections have yielded large numbers of insects (mayfly larvae, dragonflies, bugs, mosquitoes, grasshoppers, flies, wasps, beetles, etc.) and specimens of moss. Many of the specimens are from extant genera and the species can be identified in some cases. Specimens of two groups of such insect fossils have present-day relatives in the Mediterranean basin (Isoptera; Coleoptera, Chrysomelidae: *Dicladispa*). The aquatic and shoreline fauna of the lake must have been extremely diverse. The climate in the area was warmer than today. With 18 figures.

Key words – alginite, Balaton Uplands, crater lake, *Dicladispa*, fossil, geology, insect, moss, rhinoceros, termite

BEVEZETÉS

A Balaton-felvidék geológiai térképezése során 1973-ban a Balaton-felvidéki Pula község mellett találták meg azt a 4 millió éves vulkáni krátertavat, mely egy speciális üledékes kőzettel, alginittal töltődött fel. A bányanyitást megelőzően kutatóknak mélyítették a Magyar Állami Földtani Intézet munkatársai, közben gerinces ősmaradványok csontjaira bukkantak. A bányaművelés során több szintből kerültek elő halak, orrszarvúak, szarvasok és tülkösszarvúak csontvázmaradványai. Ezek közül a legjelentősebbek az 1988-as és a 2001-es orrszarvúcsontvázak. Az 1990-es évektől kezdődően nagyon sok levélmaradványt sikerült begyűjteni a Magyar Természettudományi Múzeum és az akkor még önállóan működő Bakonyi Természettudományi Múzeum munkatársainak, melyekből

* Kapcsolattartó szerző

több tudományos cikk is született. A korábbi gerincesmaradványok valószínűleg egy rövid földtani eseményhez kötődhetnek, de ezeket a rétegeket a bányaművelés jelenleg nem érinti. Ezt figyelembe véve a bánya felsőbb részein levő rétegeket kezdtük vizsgálni, amiből az elmúlt néhány év alatt több újabb növénnyel (moha) és ízeltlábúval (pókok, bogarak, kérészek, szitakötők, szúnyogok stb.) sikerült gazdagítani a geológiai gyűjteményünket.

2013-ban az alginít megtalálásának 40 éves évfordulójára tudományos ismeretterjesztő konferenciát szerveztünk Zircen, a Magyar Természettudományi Múzeum Bakonyi Természettudományi Múzeumával (MTM BTM) és a Bakonyi Természettudományi Múzeum Baráti Köre közhasznú egyesülettel közösen, ahol a legújabb földtani és őslénytani eredményeket mutattuk be egy előadásorozattal és egy időszaki kiállítással (KATONA 2013).

A dolgozat célja, hogy röviden összefoglalja a MTM BTM kiemelt kutatásának tudományos eredményeit és felhívja a figyelmet erre a különleges őslénytani lelőhelyre.

KUTATÁSTÖRTÉNET

A pulai alginítbánya megnyitása óta több száz lelet került elő, ezeket az 1990-es évekig főként a bányában dolgozó szakemberek, a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI) (korábban Magyar Állami Földtani Intézet; MÁFI) munkatársai, valamint az – akkor még önállóan működő – Bakonyi Természettudományi Múzeum és az általa indított Bakony Természeti Képe kutatóprogram tagjai találták meg. Az 1990 évektől gyűjtéseket végeztek itt a Magyar Természettudományi Múzeum és az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) munkatársai is.

A pulai alginítbánya első ősmaradványait a bányanyitás előtt, a kutatóakna mélyítése során találta meg Partényi Zoltán. Ez a lelet valószínűleg egy szarvasféléhez tartozott (KORDOS *et al.* 2013). Az 1976-os bányanyitást követően Solt Péter, Gyalog László, Csirik György, László József és Solti Gábor, a MÁFI munkatársai számos csontot gyűjtöttek, melyek között volt orrszarvúhoz és disznófélékhez és valószínűleg a csavartszarvú antilopokhoz (Tragelaphini) tartozó csont is (KORDOS *et al.* 2013). Dékán Péter 1988-ban találta meg az első jelentősebb leletet, egy majdnem teljes orrszarvúcsontvázat (1. ábra) (FUTÓ 2001, KATONA & KUTASI 2006, KORDOS *et al.* 2013). Már az orrszarvú mentése során feltűnt, hogy az alginít sok levélmaradványt is tartalmaz. Az 1990-es évektől megkezdődött a pulai alginítbánya szisztematikus ősnövénytani vizsgálata is, amiből több publikáció is született (FISCHER & HABLY 1991, HABLY *et al.* 1996, HABLY & KVAČEK 1997, 1998, HABLY & PÁSZTI 2007, HABLY 2013). A növények gyűjtése során került elő az a világos színű kemény kőzet, amelyben a világon is ritkaságnak számító rovarmaradványokat találtak (KRZEMINSKI *et al.* 1997).

A bánya talppontjának művelése során 2000-ben két orrszarvú részleges csontvázát, majd a bányaudvar szélesítése során 2001-ben ismét egy orrszarvú-csontvázat tárt fel a markológép (FUTÓ 2001, KORDOS *et al.* 2013). A 2001-es lelet feltárása során felszínre kerültek azok a rétegek, amelyek nagy mennyiségben tartalmaztak halmaradványokat. A halmaradványok határozásával Pászti Andrea foglalkozott (HABLY & PÁSZTI 2007). 2003-tól a Bakonyi Természettudományi Múzeum munkatársai kiemelten kezdtek foglalkozni a pulai bánya őslénytani kutatásával. Rendszeresen gyűjtéseket szerveztek, így számos halmaradványt és levéllenyomatot sikerült gyűjteni. Az utolsó orrszarvúmaradvány 2010-ben került elő. Az ezt követő három évben sikerült feltérképezni és részben begyűjteni azt a fehér színű, feltehetően forrásmészkövet, ami nagyon sok rovarmaradványt, levéllenyomatot, madártollat és mohát is tartalmazott (KORDOS *et al.* 2013, PAPP 2013, TÓTH *et al.* 2013).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A pulai alginitbányában kétféle üledékes kőzetben fosszilizálódtak az ősmaradványok. Ezek feltárása, preparálása és konzerválása speciális eljárásokat és konzerváló anyagokat igényelt. Az alginitben található ősmaradványok preparálása és konzerválása nagyon sokáig nem volt megoldott, miután az alginit milliméteres lemezekre esik szét, ha elveszti a víztartalmát. Emiatt nagyon sok halmaradvány megsemmisült, mivel akkoriban még nem ismerték a speciális konzerváló anyagokat, hanem csak a laborkörülmények között alkalmazható műgyantás eljárást használták (KORDOS *et al.* 2013).



1. ábra. ?*Dicerorhinus megarhinus* orrszarvú majdnem teljes csontváza (fotó: Katona L. T.)

Fig. 1. An almost complete skeleton of the rhinoceros ?*Dicerorhinus megarhinus* (photo L. T. Katona)

Hasonló probléma lépett fel az ősemlősök csontjainak konzerválásánál is. Az 1988-as orrszarvú csontjait egy műanyag alapú butilén oldószerű anyaggal kenték le, majd az üledékkal együtt egy nagy ládában szállították be a múzeum épületébe. A 2000-es és 2001-es leletek csontjait nem konzerválták, hanem darabokban szedték ki és szállították be a múzeum gyűjteményébe. Sajnos a konzerváló anyag hiányában nagyon sok csont roncsolódott.

Az első konzerválást 2004-ben végeztük el polivinil-acetát oldatával, majd 2007-ben Szöllősi József segítségével konzerváltunk egy speciális vegyülettel, ami nem csak felületi kezelést adott a csontoknak, hanem belsőleg is megszilárdította azokat. Ugyanezt az anyagot alkalmaztuk a halcsontvázak terepi konzerválására is.

Sokkal nagyobb feladatot jelentett a rovarmaradványok gyűjtése és preparálása. A terepi gyűjtések során a 2 és 10 kilogrammos kalapáccsal is többnyire csak nagyon nehezen lehetett kettétörni az olykor félautónyi méretű tömböket. Ráadásul ez a kőzet sokszor nem lemezként hasadt, hanem szilánkosan tört. Az ősmaradványok mérete is nehezítette a gyűjtést, hiszen a legnagyobb eddig feltárt példány nagysága sem haladta meg a 3 centimétert, sőt átlagban az 5 millimétert sem érték el. Ezért minél nagyobb tömböket szállítottunk a múzeumba, ahol mikroszkóp alatt néztük át a darabokat, majd vizes gyémántkoronggal vagy száraz vágóval daraboltuk össze a kőzeteket. A méretre vágott kőzeteket és a sokszor szinte teljesen fedett ősmaradványokat bonctűvel, szikével vagy általunk gyártott szerszámokkal mikroszkóp alatt preparáltuk.

Az első szisztematikus gyűjtésre 2010 nyarán került sor, ennek célja elsősorban a rovarmaradványok gyűjtése volt. Megkerestük a korábbi gépkezelőt, Szenger Istvánt és a termelésért felelős Knoll Józsefet, akik megmutatták, honnan kerültek elő azok a világos színű kemény kőzetek, melyek a termelés szempontjából meddő anyagnak minősültek. A számunkra érdekesnek tűnő kőzeteket két szintben találtuk meg, de az alsó szintben elhelyezkedő, szálban álló rétegekben nem találtunk ősmaradványokat. A felső rétegben néhány óra leforgása alatt sikerült megtalálnunk azt a kőzettípust, ami rovertöredékeket, főleg kérészlárvákat tartalmazott. Az ígéretes kőzettömböket a múzeumba szállítottuk és mikroszkóp alatt átnéztük. Akkor szembesültünk azzal a ténnyel, hogy a terepen észlelteken kívül sokkal több rovarmaradvány volt egy-egy kődarabban. Ezután a terepen kézi nagyítóval csak azokat a felületeket néztük át, ahol el kellett törni a kőzetet, nehogy egy pár milliméteres rovert semmisítsünk meg. Az elmúlt három évben hatalmas mennyiségű kőzetanyagot halmoztunk fel, aminek csak csekély részét tudtuk preparálni és meghatározni.

A maradványok különböző megtartásúak. A korábbi gyűjtések során megtalált és közölt csíkbogár (*Dytiscidae*) alginitben volt, a példányt az elszenesedett maradványainak alakjából lehetett meghatározni (KRZEMINSKI *et al.* 1997). A többi rovarfosszília forrásmész-kőben maradt fenn, sokkal jobb megtartásban. A

maradványok egy része a kőzetben lenyomatként látható. Azonban nem csak a rovarok alakja, hanem több esetben a szárny mintázata, színárnyalata, sőt szőrei is tanulmányozhatók. Gyakran a szárnyfedők is megmaradtak a kőzetben, így azok felszíne is vizsgálható.

Ahhoz, hogy az ősmaradvány eljusson egy szakemberhez, hosszadalmas labormunkára volt szükség. Az ízeltlábúaknak sokszor csak a csápja vagy lába, olykor külső vázának más darabja látszódott ki, ami a pontos határozáshoz nem volt elegendő. Ezért mikroszkóp alatt kellett preparálni a néhány milliméteres darazsakat, szúnyogokat, bogarakat vagy pókokat.

A kitartó munkánkknak köszönhetően sok olyan rovar maradványát sikerült azonosítani, amelyek napjainkban is élnek Magyarországon, de olyan példányok is előkerültek, melyek ma élő rokonai sokkal délebbre, a Földközi-tenger térségében fordulnak elő.

EREDMÉNYEK

Mohák

A pulai anyagban egy lombosmoha leveles szárdarabját sikerült felfedezni, ami unikális leletnek számít. A mohák rosszul fosszilizálódnak, így maradványaik nagyon ritkán kerülnek elő. A levelek romboidális sejtjei a *Bryum* nemzetségre utalnak. A levelek elrendezése, mérete, alakja alapján valószínűleg a vízi körtemoha (*Bryum pseudotriquetrum*) maradványa (2–4. ábra). Ez a faj lassú vízfolyások mentén, forrásokban és lápréteken is előfordul (PAPP 2013).

Ízeltlábúak

A pulai alginitbányában már korábban is találtak fosszilis ízeltlábúakat (KRZEMINSKI *et al.* 1997). A 2001-es orrszarvúlelet feltárása során speciális kőzet került a felszínre, ami nagy mennyiségben tartalmazott ízeltlábú-maradványokat. Ezt a világos színű, mikrorétegzett, jól preparálható kőzetet a krátertő közvetlen közelében feláramló hidrotermális oldatok hozhatták létre. Ennek köszönhetően fosszilizálódtak úgy a rovarok, hogy esetenként a kitin színe, a potrohon található szőrök vagy az összetett szemek is megőrződtek.

Az egykori tó sekély, vízi növényekben bővelkedő parti sávjában gazdag szitakötő-együttes élt. Egyelőre főleg az egyenlőtlen szárnyúak (Anisoptera) alrendjébe tartozó, nagyobb testű fajok lárvái kerültek elő. A többnyire hiányos leletek mellett egy csaknem teljes példány is található. A lárvákon kívül egyetlen szárnytöredék is akad, de ez faji azonosításra nem alkalmas.

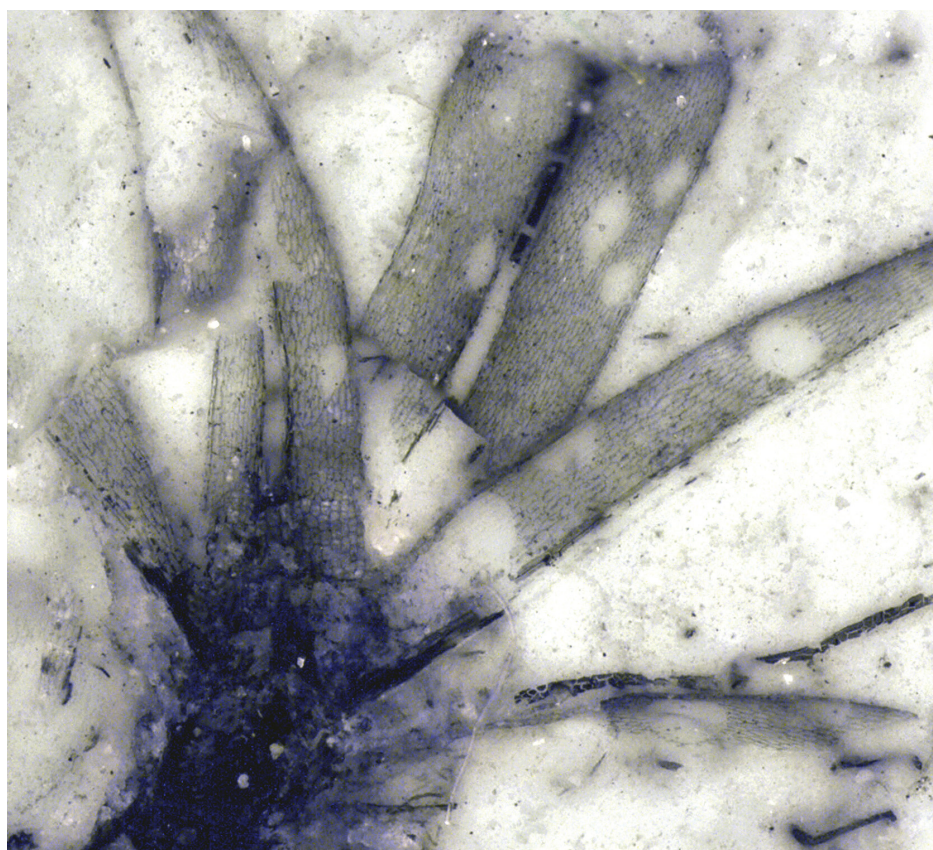
Az egyenlő szárnyúak (Zygoptera) alrendjébe tartozó kisebb testű fajok lárvájára csak elvétve bukkantunk, viszont egy ide tartozó faj, a foltösszárnyjegyű

rabló (?*Lestes barbarus* (Fabricius, 1798)) szinte teljesen ép szárnya is előkerült (5–6. ábra). Az egyenlőtlen szárnyú szitakötők lárváinak fossziliái közül néhányat egyelőre feltételesen faji szinten is azonosítottunk: érces szitakötő (?*Cordulia aenea* (Linnaeus, 1758)), alföldi szitakötő (?*Sympetrum sanguineum* (Müller, 1764)), közönséges szitakötő (?*Sympetrum vulgatum* (Linnaeus, 1758)).

Ezek alapján állíthatjuk, hogy a pliocén kori krátertavat a ma élő hazai vagy azokhoz nagyon hasonló szitakötőfajok népesítették be.

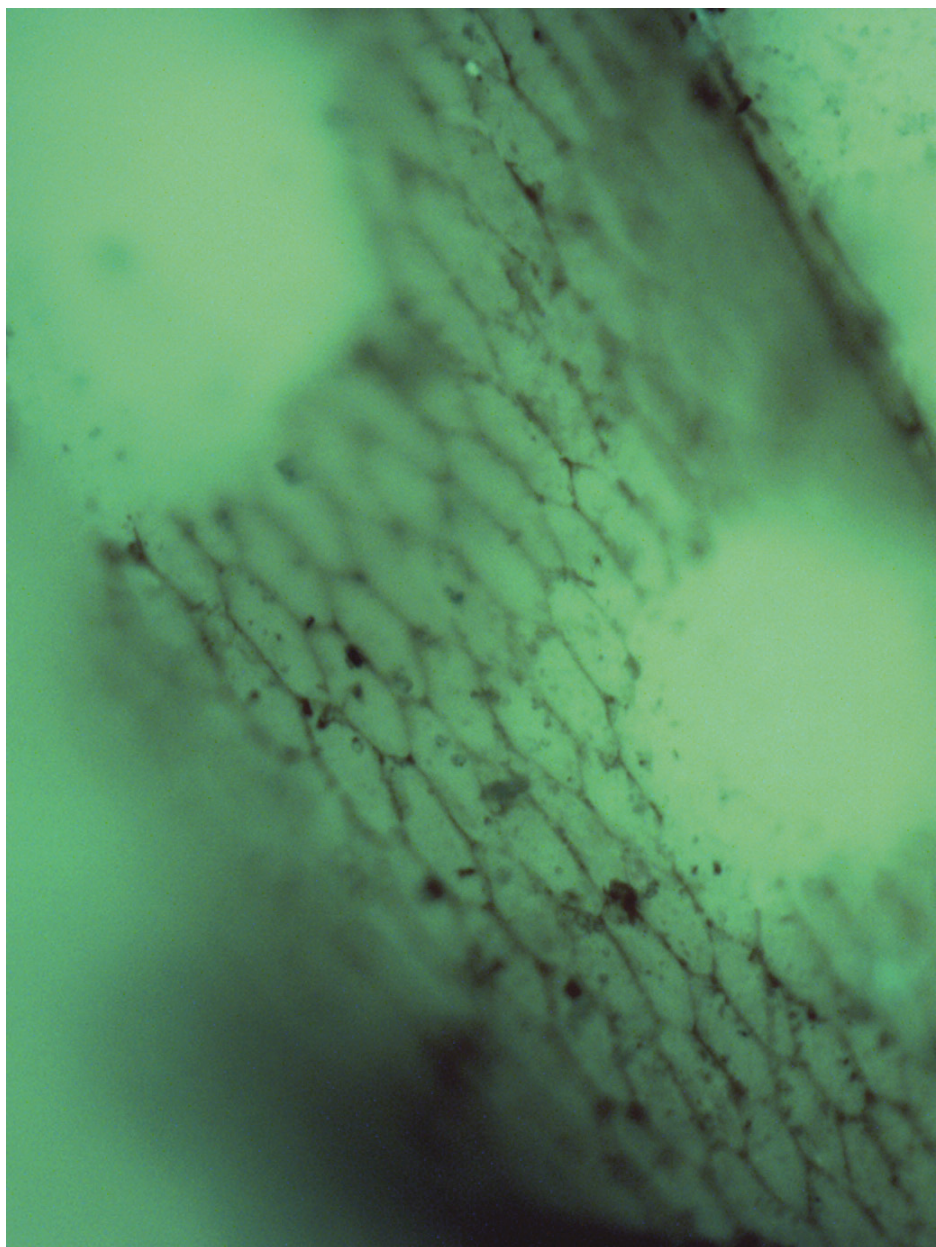
A szitakötők mellett különösen nagy egyedszámban kerültek elő a kérészek (Ephemeroptera) fosszilis lárvái. Az eddig azonosított kérészlárvák a Baetidae családba tartozó *Cloeon* genusz tagjai voltak (7. ábra), melyek az állóvizek sekélyebb részein fordulnak elő.

Viszonylag jelentős lehetett a tó kétszárnyúfaunája (Diptera). Az idetartozó csoportok közül elsősorban a kétéltű (amphibikus) árvaszúnyogok (Chironomi-



2. ábra. Fosszilis vízi körtemoha (*Bryum pseudotriquetrum*) (fotó: Bókáné Barbacka M.)

Fig. 2. Fossil marsh moss (*Bryum pseudotriquetrum*) (photo M. Bókáné Barbacka)



3. ábra. Fosszilis vízi körtemoha (*Bryum pseudotriquetrum*) sejtjei (fotó: Bókáné Barbacka M.)
Fig. 3. Cells of fossil marsh moss (*Bryum pseudotriquetrum*) (photo M. Bókáné Barbacka)



4. ábra. Vízi körtemoha (*Bryum pseudotriquetrum*) élő (fotó: Papp B.)
Fig. 4. Living marsh moss (*Bryum pseudotriquetrum*) (photo B. Papp)



5. ábra. Foltosszárnyjegyű rabló (?*Lestes barbarus*) fosszilis szárnya (fotó: Tóth S.)
Fig. 5. Fossilised wing of the southern emerald damselfly (?*Lestes barbarus*) (photo S. Tóth)



6. ábra. Foltosszárnyjegyű rabló (*Lestes barbarus*) recens imágója (fotó: Tóth S.)
Fig. 6. Adult of the extant southern emerald damselfly (*Lestes barbarus*) (photo S. Tóth)



7. ábra. Fossilis kérész (*Cloeon*-faj) lárvája (fotó: Tóth S.)

Fig. 7. Fossil mayfly larva (*Cloeon* sp.) (photo S. Tóth)



8. ábra. Fossilis árvaszúnyog (*Chironomidae*) imágója (fotó: Tóth S.)

Fig. 8. Fossil adult of a non-biting midge (*Chironomidae*) (photo S. Tóth)

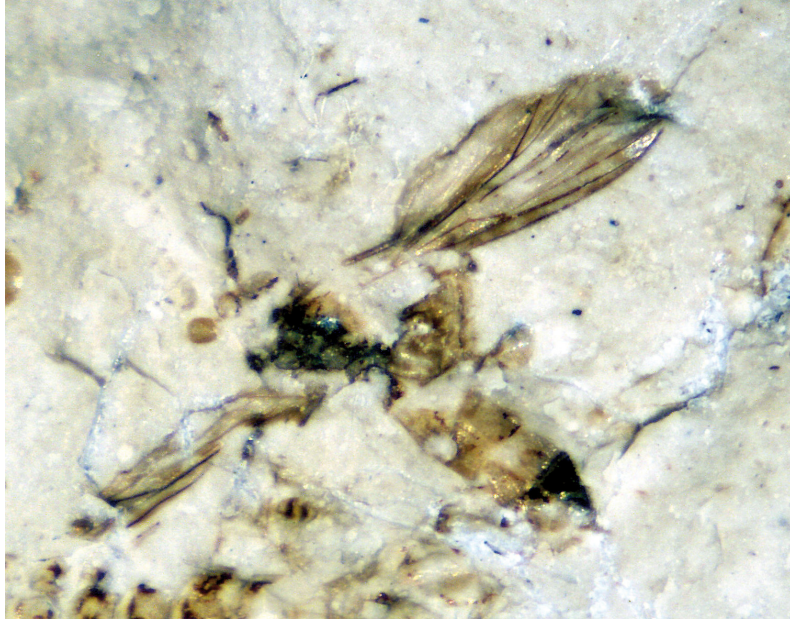
dae) bábjaiknak és imágóinak (8–9. ábra), a csípőszúnyogok (Culicidae), valamint az iszapszúnyogok (Limoniidae) imágóinak maradványai jelentősek. Az eddigi tapasztalatok alapján feltűnő, hogy a nagyszámú árvaszúnyoglelet mellett csak kivételesen került elő csípőszúnyog-maradvány. Ez azzal magyarázható, hogy a csípőszúnyogok lárvái – ellentétben az árvaszúnyoglárvákkal – nyílt vízben, főleg a hullámozás miatt nem képesek kifejlődni.

A vízben fejlődő szúnyogalkatú kétszárnyúak mellett viszonylag jelentős számban kerültek elő a krátértó üledékéből a vizes élőhelyhez szorosan nem kötődő kétszárnyúak imágói is. Az ide tartozó leletek közül egy zengőlegyet faji szinten (*Platycheirus angustatus* (Zetterstedt, 1843)) (10–11. ábra), néhány egyedet családra – árnyéklegyek (Sciaridae), táncoslegyek (Empididae), Keroplatidae – sikerült azonosítani. A fent említett rovarrendeken kívül a vízi fauna tagjai közül találtunk még búvárpoloskákat (Corixidae) és egy csíkbogárfajt (*Dytiscus*) is.

A vízi fauna mellett a feltárt rétegekben gazdag szárazföldi rovarfaunát is találunk. Legnagyobb számban bogarak (Coleoptera) vázmaradványai maradtak meg, melyek között a növényevő ormányosalkatúak (Curculionidea) fajtái dominálnak: levélsodrófélék (Attelabidae), eszelényfélék (Rhynchitidae), cickányormányos-félék (Apionidae). A kimutatott levélsodrók (*Apoderus*) (12.



9. ábra. Recens árvaszúnyog (Chironomidae) imágója (fotó: Tóth S.)
Fig. 9. Adult of an extant non-biting midge (Chironomidae) (photo S. Tóth)



10. ábra. Fossilis zengőlégy (*Platycheirus angustatus*) (fotó: Tóth S.)
Fig. 10. Fossil hoverfly (*Platycheirus angustatus*) (photo S. Tóth)



11. ábra. Recens zengőlégy (*Platycheirus angustatus*) (fotó: Tóth S.)
Fig. 11. Extant hoverfly (*Platycheirus angustatus*) (photo S. Tóth)

ábra) és eszelények (*Neocoenorrhinus*) elsősorban lombhullató fafajok leveleivel táplálkozhattak, például mogyoró-, nyír-, éger- és tölgyfajokkal (*Corylus*, *Betula*, *Alnus*, *Quercus*) (PODLUSSÁNY 1984). A megtalált levélsodró-fosszília leginkább a Magyarországon ma is előforduló mogyoróeszelenyre (*Apoderus coryli* (Linnaeus, 1758)) hasonlít (13. ábra). A fossziliák között a ragadozó és virágporfogyasztó



12. ábra. Fosszilis levélsodró (*Apoderus*-faj) (fotó: Katona L. T.)
Fig. 12. Fossil leaf-rolling weevil (*Apoderus* sp.) (photo L. T. Katona)

lágybogárfélék (Cantharidae) is megtalálhatók. A xilofág rovarfajokat a már korábban kimutatott cincér (Cerambycidae) képviseli (TÓTH *et al.* 2013). A gyepszintben élő ízeltlábúak közül poloskák (Heteroptera: Miridae, Coreidae?), az egyenesszárnyúak (Orthoptera) rendjébe tartozó tövishátúsáska-faj (*Tetrix*), valamint karolópókfaj került elő (Araneae: *Xysticus*) (14. ábra). A talajszinten előforduló bogarak jelenlétét a futóbogárfélék (Carabidae) és gyászbogárfélék (?*Pedinus* faj) szárnyfedői jelzik. A hártvászárnyúak (Hymenoptera) között a növényevő-darazsak (Symphyta) mellett a társas redősszárnyú-darazsak (Vespidae), valamint egy parazitoid horpadtfémfürkész-faj (*Anastatus*, 15. ábra) is megtalálhatók.

Az eddig megtalált fossziliák alapján úgy gondoljuk, hogy az egykori krátertó vízi ízeltlábú-faunáját jelentős részben szitakötők, kérészek, szúnyogok és bűvárpoloskák alkothatták.

Az előkerült rovarfossziliák közül két csoport recens képviselője nem él Magyarországon területén, mindkettő mediterrán elterjedésű. Az egyik a levélbogárfélék (Chrysomelidae) családjába tartozó *Dicladispa* genusz (16. ábra), melynek fajai közül Európában ma a *Dicladispa testacea* (Linnaeus, 1767) fordul elő (17. ábra) (GRUEV 2005). A genusz fosszilis maradványai Törökországból (Beşkonak,



13. ábra. Mogyoróeszeleny (*Apoderus coryli*) (fotó: Németh T.)
Fig. 13. A hazel leaf-roller weevil (*Apoderus coryli*) (photo T. Németh)



14. ábra. Fossilis karolópók (*Xysticus*-faj) (fotó: Katona L. T.)
Fig. 14. Fossil crab spider (*Xysticus* sp.) (photo L. T. Katona)



15. ábra. Fossilis horpadt fémfürkész (*Anastatus*-faj) (fotó: Katona L. T.)
Fig. 15. Fossil wasp (*Anastatus* sp.) (photo L. T. Katona)



16. ábra. Fossilis sünbogár (*Dycladispera*-faj) (fotó: Katona L. T.)
Fig. 16. Fossil prickly leaf beetle (*Dycladispera* sp.) (photo L. T. Katona)



17. ábra. Sárga sünbogár (*Dycladispera testacea*) (fotó: Németh T.)
Fig. 17. Yellow prickly leaf beetle (*Dycladispera testacea*) (photo T. Németh)

miocén) és Franciaországból (Murat, miocén) kerültek elő diatoma-üledékből (NEL 1988).

A másik rovar a természetek (Isoptera) (18. ábra) képviselője. Valószínűleg az ormányostermesz-félék (Rhinotermitidae) családjába, a *Reticulitermes* genusz rokonságába tartozik. Jelenleg hat természetfaj él Európában, hazánkhoz legközelebb a *Reticulitermes lucifugus* (Rossi, 1792) fordul elő (CLÉMENT *et al.* 2001).

Megállapíthatjuk, hogy a pulai krátertónak gazdag állat- és növényvilága volt, beleértve mind a fás és lágyszárú növényeket, az ízeltlábúakat és gerinceseket is. A kutatás még nem ért véget, nagyon sok követ kell még átnéznünk ahhoz, hogy teljesebb képet kapjunk a Bakonyban egykor élt élőlények diverzitásáról, élőhelyi viszonyairól, valamint hogy új ismereteket szerezzünk a gerinces állatok vándorlásáról Európában. Kutatásainkat szeretnénk kiterjeszteni a hasonló korú gércei alginitbányára, mert így pontosabban tudjuk rekonstruálni az ősmaradványok alapján Európa 4 millió évvel ezelőtti éghajlatát és ősföldrajzát.

*

Köszönetnyilvánítás – Köszönetet szeretnénk mondani a Vázsonyi Szövetkezetnek, hogy a gyűjtések érdekében szabad bejárást biztosítottak a bányába. Külön köszönjük azon személyek fáradozását és közreműködését, akik megóvták és behozták a MTM BTM gyűjteményébe az általuk



18. ábra. Fossilis szárnyas természet (Isoptera) (fotó: Katona L. T.)

Fig. 18. Fossil winged termite (Isoptera) (photo L. T. Katona)

megtalált ősmaradványokat. Hálásak vagyunk az anyagi támogatásukért a Bakonyi Természettudományi Múzeum Baráti Köre Egyesületnek, a Balluff Kft-nek, az MTD Hungária Kft-nek és a Szilvásvölgyi Kft-nek. Az izeltlábúak határozásában nyújtott segítségükért Podlussány Attilának, Rédei Dávidnak, Kovács Tibornak, Szinetár Csabának és László Zoltánnak tartozunk köszönettel.

Further remarkable palaeontological finds at the alginite quarry in Pula

L. T. KATONA^{1*}, CS. KUTASI¹, B. PAPP² & S. TÓTH³

¹Bakony Museum of the Hungarian Natural History Museum, H-8420 Zirc, Rákóczi tér 3-5, Hungary
E-mail: finci99@nhmus.hu, kutasi@nhmus.hu

²Department of Botany, Hungarian Natural History Museum, H-1087 Budapest, Könyves Kálmán körút 40, Hungary. E-mail: pappbea@bot.nhmus.hu

³H-8420 Zirc, Széchenyi u. 2, Hungary. E-mail: flycatcher@vnet.hu

INTRODUCTION

Geological mapping of the Balaton Uplands region in 1973 revealed a 4 million years old volcanic crater lake near the village of Pula, filled with a specific sedimentary rock: alginite. Before mining began, a preliminary research borehole was sunk by the staff of the Hungarian Geological and Geophysical Institute (MFGI) (former Magyar Állami Földtani Intézet, MÁFI) and fossil vertebrate bones were found. During the mining, skeletal remains of fish, rhinoceros, deer and bovids appeared. The most important were rhinoceros skeletons found in 1988 and 2001. From the 1990s, the staff of the Hungarian Natural History Museum and the then separate Natural History Museum of Bakony Mountains collected many leaf fragments, on which several scientific articles were written. Remains of earlier found vertebrates probably tie in with a short-term geological event, however, at the moment these layers are not exposed by the mining. So we began studying the layers in the upper parts of the mine, from which it was possible in recent years to add plant specimens (moss) and arthropods (spiders, beetles, mayflies, dragonflies, mosquitoes, etc.) to our geological collections.

In 2013, the 40th anniversary of the discovery of the alginite, a conference was held in Zirc jointly by the Bakony Museum of the Hungarian Natural History Museum (MTM BTM) and the Friends of Natural History Museum of the Bakony Mountains, with a series of lectures and an exhibition of the latest geological and paleontological finds (KATONA 2013).

* Corresponding author

The present paper sets out to summarize the main scientific findings by the MTM BTM and draw attention to this notably interesting paleontological site.

RESEARCH HISTORY

Several hundred finds have been made since the Pula alginite mine opened. These were found mainly in the 1990s by miners, the staff of MÁFI and the then separate Bakony Natural History Museum under its Natural history of the Bakony research programme. After the 1990s collections were made by the staff of the Hungarian Natural History Museum and the Eötvös University (ELTE) as well.

The first fossil remains were found by Zoltán Partényi, while sinking a research borehole before the mine opened. This find probably came from a deer species (KORDOS *et al.* 2013). After the mine opening in 1976, several bones were collected by then MÁFI staff members László Gyalog, György Csirik, József László and Gábor Solti, including those of a rhinoceros, a swine species, and probably an antelope of the tribe Tragelaphini (KORDOS *et al.* 2013). In 1988, Péter Dékán made a still more significant find: an almost complete rhinoceros skeleton (Fig. 1, FUTÓ 2001, KATONA & KUTASI 2006, KORDOS *et al.* 2013). While this was being investigated it emerged that the alginite also contains large quantities of leaf remains. So systematic palaeobotanical examination also began, resulting in several publications (FISCHER & HABLY 1991, HABLY *et al.* 1996, HABLY & KVAČEK 1997, 1998, HABLY & PÁSZTI 2007, HABLY 2013). While the plant materials were being collected there came to light a hard, pale-coloured layer that yielded insect remains rare by world standards (KRZEMINSKI *et al.* 1997).

During work at the lowest point of the mine in 2000, two partial rhinoceros skeletons were found by the excavator, followed in 2001 by another rhinoceros skeleton (FUTÓ 2001, KORDOS *et al.* 2013). Exploration of the latter brought up layers in which large amounts of fish remains were present, identified by Andrea Pászti (HABLY & PÁSZTI 2007). In 2003 the staff of the Bakony Natural History Museum began to devote special attention to palaeontological research into the Pula mine. Regular collections yielded numerous fish remains and leaf impressions. The last rhinoceros remains were found in 2010. In the next three years researchers managed to map and in part collect white-coloured, presumably travertine containing a great quantity of insect remains, leaf impressions, bird feathers and moss (KORDOS *et al.* 2013, PAPP 2013, TÓTH *et al.* 2013).

MATERIAL AND METHODS

The ancient remains in the Pula alginite fossilised in two types of sedimentary rock. Discovery, preparation and conservation called for special procedures

and conserving agents. For a long time no way to prepare or conserve remains in alginite was known, as alginite breaks up into layers millimetres thick if its water content is lost. Many fish finds were lost for want of requisite conserving materials. All that was available was a resinating process that called for laboratory conditions (KORDOS *et al.* 2013).

A similar problem occurred with conserving the bones of ancient mammals. The 1988 rhinoceros bones were impregnated with a plastic-based material soluble in butylene and sent to the museum in a crate with their sediment. Bones of the 2000 and 2001 finds were extracted for delivery to the museum collection, but not conserved, as a result of which a great many were destroyed.

The first conservation was performed with a solution of polyvinyl acetate in 2004. Then in 2007, helped by József Szöllösi, we applied a special compound that treats the surface and also hardens the bones internally. The same compound is used for *in situ* conservation of fish skeletons.

Collecting and preparing insect remains was a far harder task. While collecting at the site, hammers of 2 and 10 kg were usually needed to break up blocks that might be half the size of a car. Furthermore, the stone shattered instead of breaking into plates. Another difficulty was the small size of the fossil remains: the largest discovered so far measured less than 3 cm, and the average was less than 5 mm. So the largest blocks possible were sent to the museum, where pieces could be examined under a microscope and broken up by a wet diamond grinding wheel or dry cutter. The cut stone and often almost wholly concealed remains were prepared under a microscope with a dissection needle, scalpel or tools the team fabricated themselves.

The first systematic collecting for the express purpose of collecting insect remains took place in the summer of 2010. The earlier machine operator, István Szenger, and the production supervisor, József Knoll, were approached to show us the source of the hard, light-coloured stone, which had been productive of fossils. The stone we were interested in came from two levels; no fossil remains were found in the fibrous layers of the lower level. After a few hours, some insect fragments were recovered from the former type, mainly mayfly larvae. Promising blocks of stone were transported to the museum and examined under a microscope. It then became clear that there were much more insect remains in each piece of stone than had been noticed at the site. Thereafter a hand-held magnifying glass was used *in situ* to examine the surfaces where the stone had to be broken, so that insects of even a few millimetres would not be destroyed. Huge quantities of stone have built up over three years, of which only a small proportion have been prepared and examined.

The remains have been found in various contexts. The diving beetle (Dytiscidae) discovered and described during earlier collections was in alginite;

its charred remains could be identified by shape (KRZEMINSKI *et al.* 1997). Other insect fossils have survived in source limestone and are better preserved. Some are found as impressions in the stone, not just of their shape, for in some the pattern, colour and hairs of the wings can be studied. In several, actual wing cases (elytra) are preserved in the stone and their surfaces examinable as well.

Lengthy laboratory work is required before fossil remains reach a specialist. Often only the antennae or legs of an arthropod or other parts of the exoskeleton could be seen – too little for accurate identification. So wasps, mosquitoes, beetles or spiders only a few millimetres long had to be prepared under a microscope.

Persistent work has allowed the remains of insects to be identified that still exist in Hungary today, but also of those whose living relatives occur further south, in the Mediterranean area.

RESULTS

Bryophytes

A unique find in the Pula material was a section of moss stem with attached leaves. Bryophytes fossilise poorly and remains are rarely found. Here the rhomboid cells of the leaves point to the genus *Bryum* and arrangement, size and shape of leaves make the likeliest identification *Bryum pseudotriquetrum* (marsh bryum, Figs 2–4), an extant species found near streams and springs and in wetland (PAPP 2013).

Arthropods

Fossil arthropods had been found earlier in the Pula alginite mine (KRZEMINSKI *et al.* 1997). Excavation of the 2001 rhinoceros find also unearthed a type of rock bearing large quantities of arthropod remains. This laminated pale stone, easy to prepare, may have arisen from flows of hydrothermal fluids adjacent to the crater lake. The insects were fossilised in a way that also preserved the colour of the chitin, the hairs on the abdomen, and the compound eyes.

The shoreline of the lake with its dense water plant life was home to a range of Odonata. So far mainly larvae of larger members of the suborder Anisoptera (dragonflies) have emerged. These are mostly partial, but some almost complete specimens have also been recovered. Along with the larvae has been found a single fragment of wing not susceptible to species identification.

Only sporadically have larvae of smaller species from the suborder Zygoptera (damselflies) appeared. However, an almost complete wing of one such species, the southern emerald damselfly ?*Lestes barbarus* (Fabricius 1798), was found (Figs 5–6). Of the Anisoptera larval remains, a few have been provisionally specified: downy emerald ?*Cordulia aenea* (Linnaeus, 1758), ruddy darter

?*Sympetrum sanguineum* (Müller, 1764) and vagrant darter ?*Sympetrum vulgatum* (Linnaeus, 1758).

It becomes clear therefore that the Pliocene crater lake was populated by Odonata species still extant in this country or by very similar species.

Found alongside the Odonata were large numbers of fossilised mayfly (Ephemeroptera) larvae. Those identified so far belong to the genus *Cloeon* in the family Baetidae (Fig. 7), which inhabit shallower standing waters.

There seems to have been a substantial Diptera fauna in the lake. The families represented are mainly remains of pupae and adults of Chironomidae (non-biting midges, Figs 8–9), and adults of Culicidae (mosquitoes) and limoniid craneflies (Limoniidae). Experience so far has been to find a large number of Chironomidae and only occasional Culicidae, perhaps because larvae of the former live in open water, where those of the latter cannot develop, mainly due to wave action.

Along with Nematocera, that develop in water, the sediment of the crater lake yielded some adults of flies whose habitat is not associated closely with water. Among these, a hoverfly could be identified at species level – *Platycheirus angustatus* (Zetterstedt, 1843, Figs 10–11) and some others at family level: Sciaridae, Empididae and Keroplatidae. Apart from these insects, the aquatic fauna included water boatmen (Corixidae) and a diving beetle (*Dytiscus* sp.).

Nor was the yield from strata examined confined to aquatic fauna. The largest number of terrestrial insect fossils were beetles (Coleoptera), with the herbivorous weevil (Curculionioidea) species the commonest: Attelebidae, Rhynchitidae and Apionidae. The specimens of a leaf-rolling weevil (*Apoderus* sp.) (Fig. 12) and a *Neocoenorhynchus* sp. would have fed mainly on the leaves of deciduous trees such as hazels, birches, alders and oaks (*Corylus* sp., *Betula* sp., *Alnus* sp., *Quercus* sp., PODLUSSÁNY 1984). The Attelebidae fossils resemble closely the hazel leaf-roller *Apoderus coryli* (Linnaeus, 1758) found in Hungary today (Fig. 13). Also found among the fossils were predatory and pollen-eating soldier beetles (Cantharidae), while the xylophagous beetle species were represented by a long-horn (Cerambycidae) (TÓTH *et al.* 2013). The insects living in the herb layer were bugs (Heteroptera: Miridae and possibly Coreidae), a pygmy locust (*Tetrix* sp.) belonging to the Orthoptera, and a crab spider (Araneae: *Xysticus* sp., Fig. 14). The beetles living in the ground level were represented by elytra of ground beetles (Carabidae) and darkling beetles (possibly *Pedinus* sp.). The Hymenoptera remains included herbivorous sawflies (Symphyta) and eusocial wasps (Vespidae), as well as the parasitoid *Anastatus* sp. (Fig. 15).

Based on the fossils found so far it is thought that the bulk of the aquatic insect fauna consisted of dragonflies, mayflies, mosquitoes and water boatmen.

Of the insect fossils found, no present-day representative of two groups occurs in Hungary today, both of them being Mediterranean. One is the ge-

nus *Dicladispa* belonging to the leaf-beetle family (Chrysomelidae, Fig. 16), of which the only extant species in Europe is *D. testacea* (Linnaeus, 1767, Fig. 17, GRUEV 2005). Fossil remains of the genus have been found in Turkey (Beşkonak, Miocene) and in France (Murat, Miocene), in diatomaceous sediments (NEL 1988). The other is a termite (Isoptera, Fig. 18) probably of the Rhinotermitidae family, related to the genus *Reticulitermes*. Six termite species are found in Europe today, the one occurring closest to Hungary being *R. lucifugus* (Rossi, 1792), (CLÉMENT *et al.* 2001).

It can be established that the crater lake at Pula had a rich fauna and flora, including woody and herbaceous plants, insects and vertebrates. The research is far from over. There are a great many rocks still to examine before a fuller picture of the diversity of life and habitat in the ancient Bakony and the migrations of vertebrates across Europe can be gained. We would like to extend our research to the alginite mine at Gérce, Vas County, which contains material from the same age. This would allow us, based on the fossil remains, to reconstruct more accurately the climate and palaeogeographic conditions in Europe four million years ago.

*

Acknowledgements – We owe gratitude to the Vázsony production cooperative for allowing us free access to the mine for collecting purposes. Special thanks go to those whose efforts and cooperation allowed the fossil remains discovered to be included in the MTM BTM collections. We are grateful to the Association of the Friends of Natural History Museum of the Bakony Mountains, to Balluff Ltd., to MTD Hungária Ltd. and to Szilvászölyg Ltd. for financial support. We owe thanks to Attila Podlussány, Dávid Rédei, Tibor Kovács, Csaba Szinetár and Zoltán László for assistance with arthropod identification.

IRODALOM – REFERENCES

- CLÉMENT J. L., BAGNÈRES A. G., UVA P., WILFERT L., QUINTANA A., REINHARD J. & DRONNET S. 2001: Biosystematics of Reticulitermes termites in Europe: morphological, chemical and molecular data. – *Insectes Sociaux* 48: 202–215.
- FISCHER O. & HABLY L. 1991: Pliocene flora from the alginite at Gérce. – *Annales historico-naturales Musei nationalis hungarici* 83: 25–47.
- FUTÓ J. 2001: Orrszarvú leletek Puláról. [Rhino finds from Pula.] – In: PÁLFY J. (ed.): *Program, Előadáskivonatok, Kirándulásvezető. 4. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés. [Program, Abstracts, Excursion Guide. Fourth Hungarian Paleontological Field Meeting.]* Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, pp. 13–14.
- GRUEV B. 2005: The Mediterranean leaf beetles in Bulgaria (Insecta: Coleoptera: Chrysomelidae). – In: GRUEV B., NIKOLOVA M. & DONEV A. (eds): *Proceedings of the Balkan Scientific Conference of Biology in Plovdiv (Bulgaria) from 19th till 21st of May 2005*. Department of Zoology, University of Plovdiv, Plovdiv, pp. 339–375.
- HABLY L., KYAČEK Z. & SZAKMÁNY GY. 1996: Magyarország pliocén flórája, vegetációja és klímája. [Flora, vegetation and climate of the Pliocene age in Hungary.] – In: HABLY L. (ed.):

- Emlékkötet Andreánszky Gábor születésének 100. évfordulójára.* [Special volume dedicated to the 100th anniversary of Gábor Andreánszky] Hungarian Natural History Museum, Budapest, pp. 99–105.
- HABLY L. & KVAČEK Z. 1997: Early Pliocene plant megafossils from the volcanic area in West Hungary. – In: HABLY L. (ed.): *Early Pliocene volcanic environment, flora and fauna from Transdanubia, West Hungary. Studia Naturalia*, 10. Hungarian Natural History Museum, Budapest, pp. 5–151.
- HABLY L. & KVAČEK Z. 1998: Pliocene mesophytic forests surrounding crater lakes in western Hungary. – *Review of Palaeobotany and Palynology* 101: 257–269.
- HABLY L. & PÁSZTI A. 2007: Pula, Alginit bányája. [Pula, Alginite mine.] – In: PÁLFY J. & PAZONYI P. (eds): *GeoKalauz I. Őslénytani kirándulások Magyarországon és Erdélyben.* [GeoGuide I. Palaeontological excursions in Hungary and Transylvania.] Hantken Kiadó, Budapest, pp. 112–115.
- HABLY L. 2013: Pula pliocén flórája és vegetációja. [Pliocene flora and vegetation at Pula.] – In: KATONA L. T. (ed.): *A pulai kráter-tó – 40 éves az olajpala-kutatás.* [The Pula crater lake – 40 years of the alginite investigation.] Bakonyi Természettudományi Múzeum Baráti Köre, Zirc, pp. 11–15.
- KATONA L. T. (ed.) 2013: *A pulai kráter-tó – 40 éves az olajpala-kutatás.* [The Pula crater lake – 40 years of the alginite investigation.] – Bakonyi Természettudományi Múzeum Baráti Köre, Zirc, 34 pp.
- KATONA L. T. & KUTASI Cs. 2006: A Bakonyi Természettudományi Múzeum geológiai gyűjteményének története. [History of the geological collection of the Natural History Museum of the Bakony Mountains.] – In: KATONA L. T. (ed.): *A Bakonyi Természettudományi Múzeum ásvány- és fossziliakatalógusa. Multimédiás DVD.* [Mineral and fossil catalogue of the Natural History Museum of Bakony Mountains.] – Bakonyi Természettudományi Múzeum Baráti Köre, Zirc. [Without pagination.]
- KORDOS L., LACOMBAT F. & KATONA L. T. 2013: Gerinces ősmaradványok a pulai alginitbányából. [Vertebrate fossils of the Pula alginite mine.] – In: KATONA L. T. (ed.): *A pulai kráter-tó – 40 éves az olajpala-kutatás.* [The Pula crater lake – 40 years of the alginite investigation.] Bakonyi Természettudományi Múzeum Baráti Köre, Zirc, pp. 21–29.
- KRZEMINSKI W., KRZEMINSKA E., KUBISZ D., MAZUR M. & PAWLOWSKI J. 1997: Preliminary report on Pliocene fauna from western Hungary. – In: HABLY L. (ed.): *Early Pliocene volcanic environment, flora and fauna from Transdanubia, West Hungary. Studia Naturalia* 10. Hungarian Natural History Museum, Budapest, pp. 174–192.
- NEL A. 1988: Deux Dicladispa fossiles des gisements de diatomites néogènes de Bes-Konak (Turquie) et de Murat (France) (Coleoptera, Chrysomelidae, Hispinae). – *Geobios* 21(3): 369–374.
- PAPP B. 2013: Pliocén korú moha-fosszília Puláról. [Pliocene moss fossil from Pula.] – In: KATONA L. T. (ed.): *A pulai kráter-tó – 40 éves az olajpala-kutatás.* [The Pula crater lake – 40 years of the alginite investigation.] Bakonyi Természettudományi Múzeum Baráti Köre, Zirc, p. 15.
- PODLUSSÁNY A. 1984: A Bakony hegység áleszelény és eszelény faunája (Coleoptera: Rhinomaceridae, Attelabidae). [Rhinomaceridae and Attelabidae fauna of the Bakony Mountains.] – *Folia Musei Historico-naturalis Bakonyiensis* 3: 57–70.
- TÓTH S., KUTASI Cs. & KATONA L. T. 2013: Pliocén ízeltlábúak Puláról. [Pliocene arthropods of Pula.] – In: KATONA L. T. (ed.): *A pulai kráter-tó – 40 éves az olajpala-kutatás.* [The Pula crater lake – 40 years of the alginite investigation.] Bakonyi Természettudományi Múzeum Baráti Köre, Zirc, pp. 16–21.