

## **A koprolitok titkai: mit ettek és milyen környezetben éltek a lengyelországi dinoszauruszok?**

*The secret of coprolites: what did the dinosaurs in Poland eat and in what environment did they live?*

BARBACKA MARIA<sup>1,2</sup>, TAMÁS JÚLIA<sup>2</sup>, PACYNA GRZEGORZ<sup>3</sup>, ZIAJA JADWIGA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków, Poland  
E-mail: [maria.barbacka@gmail.com](mailto:maria.barbacka@gmail.com) (ORCID 0000-0002-1685-7741); [j.ziaja@botany.pl](mailto:j.ziaja@botany.pl) (ORCID 0000-0002-3562-4812)

<sup>2</sup>Hungarian Natural History Museum, Botanical Department, H-1087 Budapest, Könyves Kálmán krt. 40, Hungary

<sup>3</sup>Department of Taxonomy, Phytogeography and Palaeobotany, Institute of Botany, Faculty of Biology, Jagiellonian University in Kraków, Gronostajowa 3, 30-387 Kraków, Poland  
E-mail: [grzegorz.pacyna@uj.edu.pl](mailto:grzegorz.pacyna@uj.edu.pl) (ORCID 0000-0003-4365-3549)

### **Összefoglaló**

A lengyelországi kora jura időszakban élt dinoszauruszok néhány koprolitját vizsgálva a növényi makro-maradványok, levél kutikula darabok kerültek elemzésre, melynek eredményeként összesen 15 kutikula-típust különítettünk el. A kutikulák alapján 12 növény taxont azonosítottunk, melyek közül kettő a tudományra nézve új faj; további három pedig határozhatatlannak bizonyult. A koprolitokban megőrződött növényi maradványok révén a paleoökológiai viszonyokról és a dinoszauruszok étkezési szokásairól egyaránt értékes információkat nyertünk.

### **Bevezetés**

A kora jura (201,3-174,1 millió évvel ezelőtt) mind a növények, mind pedig az állatok fejlődéstörténete szempontjából igen érdekes időszak volt. A Föld növényvilágát ekkor a nyitvatermők, állatvilágát pedig a dinoszauruszok uralták, mindkét csoport diverzitásáról gazdag fosszilis anyag tanúskodik. A lengyelországi Szentkereszt-hegység északi peremén számos olyan lelőhely található, ahol mélyfúrások és felszíni feltárások révén ebből az időszakból származó értékes leletek kerültek elő: többek között növénymaradványokat, dinoszaurusz lábnyomokat és koprolitokat találtak.

Az egyik lelőhely, Sołtyków - ahol a legtöbb lábnyom került felszínre -, egy felhagyott agyagbánya, jelenleg védett terület. A legnagyobb egybefüggő lábnyomos feltárás szabadtéri kiállításként látogatható. Itt számos különböző méretű növényevő Sauropoda-féle és ragadozó dinoszaurusz hagyta lábnyomát a puha talajban. Szedimentológiai elemzések alapján megállapították, hogy ez a terület a minket érdeklő legkorábbi jura szakasz idején, a korai hettangiban (201,3-199,3 millió évvel ezelőtt), szárazföldi jellegű volt, kanyargós folyók, árterek és kisebb mocsarak tagolták.

## A lelőhely, a dinoszauruszok nyomai és környezetük

A nyomfossziliák között a leggyakoribbak a közepes nagyságú lábnyomok, melyeket valószínűleg korai Neotheropodák hagyhattak. A legnagyobb méretűek a háromujjas lábnyomok (> 50 cm hosszúak), melyek valószínűleg a nagytermetű, korai Tetanuránok vagy *Ceratosaurusok* (Theropodák) nyomai lehetnek. A kistermetű Theropodák nyomai *Stenonyx*- és *Grallator*-típusúak, így valószínűleg Coelophysoideák hagyták őket. Nagyon sok került elő a Sauropoda-félék nyomaiból is. Ezek kisebb-nagyobb méretűek (kb. 40 cm hosszúságig), és a *Parabrontopodus* ichnotaxon felnőtt és fiatal példányaihoz tartoznak. Kisebb és közepes méretű nyomokat a madármedencéjű páncélos dinoszauruszok vagy *Heterodontosaurusok* hagyhattak. Az egyéb nyomok emlősszerű hüllőktől, korai emlősöktől, Lepidosaurusoktól, Pterosaurusoktól, valamint korai krokodilféléktől származhatnak (**1. ábra**). A nyomfossziliák nagy mennyiségéből kiindulva, Sołtyków és környéke tehát kedvelt, táplálékban gazdag élőhely és vonulási terület lehetett a kora jura időszakban.



**1. ábra:** Szentkereszt-hegységi feltárás dinoszaurusz lábnyomokkal (Fotó: Barbacka Maria)  
**Fig. 1.:** Excavation in the Holy Cross Mts. With dinosaur footprints (Photo: Maria Barbacka)

A fúrásokból és a felszíni feltárásokról származó számos növénymaradvány erdős növényzetről tanúskodik, melyet a *Hirmeriella* nevű, a mai tujákra emlékeztető fenyő és más fenyőfélék, *Ginkgo*-félék (páfrányfenyőfélék), fatermetű magvaspáfrányok, alacsonyabb növésű szágópálmák, bennettiteszek, páfrányok és zsurlók alkottak.

Bár sołtykówi lelőhely esetében a körülmények nem kedveztek a dinoszauruszok csontjainak fennmaradásához, a növényevő- és ragadozó dinoszauruszok nagy mennyiségű koprolit lelete arról tanúskodik, hogy az ott élő őshüllők jó étvággal fogyasztották a helyi növényzetet, illetve sikeresen vadásztak.

### A koprolitok, mint vizsgálati anyag

A lengyel paleontológusok mintegy 300 db koprolitot gyűjtöttek be Sołtykówban és környékén. Ezekből 7 növényevő és 7 ragadozó dinoszaurusztól származó (2. és 3. ábra), megfelelő megtartású példányt választottak ki, melyek szervesanyag-tartalma került vizsgálatra és elmezésre.



**2. és 3. ábra:** Nagy- és kistermetű ragadozó dinoszauruszoktól származó koprolitok. A táplálékkal elfogyasztott csontok és kagylóhéjak magas mésztartalma miatt a ragadozó dinoszauruszok ürüléke sokkal könnyebben fosszilizálódik. A lengyelországi nagytermetű ragadozó dinoszauruszok koprolitjai elérhetik az 50 cm-t is. (Fotó: Barbacka Maria és Niedźwiedzki Grzegorz)

**Figs. 2. and 3.:** Coprolites from large and small predatory dinosaurs. Due to the high lime content of the bones and clam shells consumed with food, the feces of predatory dinosaurs are much more easily fossilized.

Coprolites of large predatory dinosaurs in Poland can reach up to 50 cm. (Photo: Maria Barbacka and Grzegorz Niedźwiedzki)

A jó megtartású koprolit nagyon gazdag információforrás lehet. A növényevő dinoszauruszok (4. ábra) esetében levéldarabok, farészek, esetleg magmaradványok és sporomorfák is találhatóak benne. A ragadozóktól (5. ábra) származó koprolitok főleg csontmaradványokat tartalmaznak, valamint sokszor található bennük rovarok, halpikkelyek, kagylóhéjak és növénydarabok is. Utóbbiak elsősorban az elfogyasztott préda belsősegeivel kerültek az emésztőrendszerükbe. Csekélyebb mennyiségben véletlenül is kerülhetett be növényi anyag a ragadozó emésztőrendszerébe, pl. vízzel (ivás közben), vagy az avarból (a

préda elfogyasztása során). A szándékos növényevés ugyanakkor csaknem teljesen kizárható, mivel mai tudásunk szerint a ragadozó dinoszauruszok emésztőrendszere a növényi anyagok megemésztésére nem volt alkalmas.



**4. és 5. ábra:** Nagytermetű növényevő (Sauropodomorpha) és ragadozó dinoszauruszok. Nagy valószínűséggel ezektől az állatoktól származnak a vizsgált koprolitok. A rekonstrukciók a starachowicei Természettudományi és Műszaki Múzeumban, a Szentkereszt-hegység dinoszauruszait bemutató állandó kiállításon láthatók.

(Fotó: Niedźwiedzki Grzegorz)

**Figs. 4. and 5.:** Large herbivorous (Sauropodomorpha) and predatory dinosaurs. The coprolites tested are most likely derived from these animals. The reconstructions are on display at the permanent exhibition of Dinosaurs in the Holy Cross Mountains at the Museum of Natural History and Technology in Starachowice. (Photo: Grzegorz Niedźwiedzki)

A növényevő dinoszauruszok a leveleket és más növényi részeket csak letépték és lenyelték, mivel fogazatuk a táplálék megrágására nem volt alkalmas: pálcaszerű fogaik gyakran ritkásan álltak, vagy fogak helyett a teknősökhöz hasonló szarulemezek voltak csak a szájukban. A táplálék megemésztése így kizárólag fermentáció útján történt a megfelelő baktériumok és emésztőenzimek együttes hatásának köszönhetően. Egyes dinoszaurusz fajok emellett kavicsokat, ún. gasztrolitokat is lenyelték, melyek a gyomorban a táplálék aprítását, szétzúzását segítették.

A koprolitokat a vizsgálathoz először kis darabokra törték össze, a törmelékét sósavban oldották, majd etilén-diamin-tetraecetsavban (EDTA) áztatták. Többszörös öblítés után a különböző frakciókat elkülönítették és a maradványok fajtái szerint szétválogatták. Az így módon kipreparált, szenesedett állapotú növénydarabok ezt követően a Magyar Természettudományi Múzeum Növénytárába kerültek elemzés céljából. A salétromsav és kalcium-klorát keverékével végzett további vegyszeres tisztítás után a mintákban csak a tiszta kutikulák maradtak vissza, melyekből mikroszkópi preparátumok készültek.

A vizsgált mintákban igen figyelemreméltó volt a kutikuladarabok rendkívül jó megtartása és viszonylag nagy mérete. A korábbi irodalmi adatokból ismert hasonló típusú

leletekben a növényi maradványok ugyanis sokkal nagyobb mértékben roncsolódtak, ami miatt többségük azonosíthatatlannak bizonyult.

A **kutikula** egy olyan bevonat, amit a növények bőrszöveti sejtjei a külső sejtfalukra választanak ki a levél mindkét oldalán. Ez védi a növény szerveit a sérülésektől és a kiszáradástól. Összetételét tekintve a kutin hosszú szénláncú zsírsavakból és azok polihidroxiszármazékaiból áll. Nagy ellenállóképessége az emésztési és fosszilizációs folyamatokkal szemben is megmutatkozik.

A kutikula szorosan tapad az epidermiszsejtek külső felületéhez. Mivel a sejtek kissé domboriak, a sejtek közé is behúzódik, így - mint egy másolat - pontosan követi a sejtek körvonalait, és megőrzi a bőrszöveten található más struktúrák lenyomatát is. Ezek alapján lehetséges a növényfaj azonosítása. Mivel az epidermiszen található struktúrák gyakran a növény környezetéhez való alkalmazkodásával függnek össze, a kutikula vizsgálatából még a környezeti körülményekre is következtethetünk.

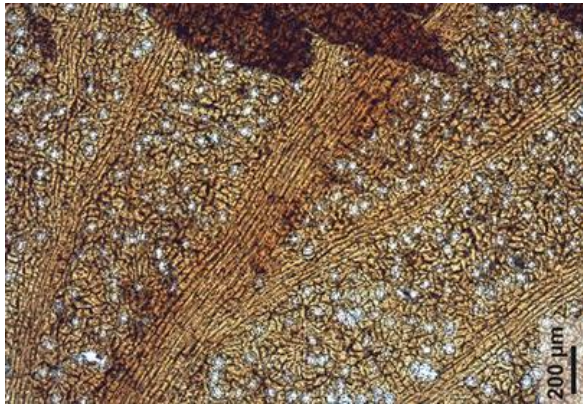
## Eredmények

A nagytermetű ragadozó dinoszauruszoktól származó 7 koproilitban talált kutikula darabkák mérete az 1-2 mm-estől a több mint 10 mm-esig változott. A nagyobb darabok sok esetben olyan jellegeket is megőriztek, amelyek alapján némely növényt faji szinten is pontosan meg lehetett határozni. Mi több, a nagyméretű kutikuladarabok között két olyan



**6. ábra:** Levéltöredék egy növényevő dinoszaurusz koproilitjából. A növény a kora jura magvaspáfrányok közé sorolt *Komlopteris* nemzetségbe tartozik. Ez a nemzetség a Mecsek hegységi tömeges előfordulása miatt Komló városáról kapta a nevét. Jelenleg különböző fajai Magyarországon kívül Svédországból, Romániából, Madagaszkárról és Tasmaniából ismertek. Lengyelországból most írjuk le új faját. (Fotó: Stachowicz Krzysztof)

**Fig. 6.:** Fragment of a leaf from the coprolite of a herbivorous dinosaur. The plant belongs to the genus *Komlopteris*, classified as an early Jurassic seed fern. This genus got its name from the town of Komló due to the mass occurrence of the Mecsek Mountains. In addition to Hungary, various species are known from Sweden, Romania, Madagascar and Tasmania. We are now describing a new species from Poland. (Photo: Krzysztof Stachowicz)



**7. ábra:** *Komlopteris* levéltörredékének felnagyított részlete. Jól megfigyelhető a levél erezete és az erek között elhelyezkedő gázcsere nyílások.

(Fotó: Barbacka Maria)

**Fig. 7.:** Magnified detail of a leaf fragment of a *Komlopteris*. The gas exchange openings between the veins of the leaf and the blood vessels are well observed. (Fotó: Maria Barbacka)

mennyiségben két magvaspáfrány faj (*Komlopteris distinctiva*, *Pachypteris papillosa*), egy szágópálma faj (*Nilssonia* sp.), három különböző fenyőféle (*Aciphyllum triangulatum*, *Brachyphyllum* sp., ?Pinophyta gen. et sp. indet.) és két ismeretlen rokonságú faj (cf. *Pseudotorellia* sp., *Desmiophyllum harrisii*) található.

A növényevő dinoszauruszoktól származó koprolitokban összesen nyolcféle kutikulát azonosítottunk. Minden kutikuladarab viszonylag nagyméretű volt, ezáltal valamennyit

típust is találtunk, amelyeken az addig ismert fajokétól eltérő bélyegek figyelhetők meg. Ezek alapján egy, a tudományra nézve új magvaspáfrány faj (leírás alatt álló faj, felajánlott neve: *Komlopteris distinctiva* Barbacka, **6-9. ábra**), valamint egy új nemzetségbe tartozó fenyőfaj (leírás alatt álló faj, felajánlott neve: *Aciphyllum triangulatum* Barbacka et Górecki) leírására került sor.

A kisebb vagy kevésbé jellegzetes kutikuladarabok csak nemzetség, illetve család szintű besorolást tettek lehetővé, azonban három kutikula-típus határozhatatlannak bizonyult. Összességében tizenegy kutikula-típust ismertünk fel a predátorok koprolitmintáiban, ebből hetet fajra vagy nemzetségre lehetett azonosítani. Ezek között a legnagyobb



**8. ábra:** *Komlopteris* ág rekonstrukciós rajza (Rajz: Henn Tamás)

**Fig. 8.:** Reconstruction of a *Komlopteris* branch (Graphic: Tamás Henn)



**9. ábra:** A *Komlopteris* fa rekonstrukciós rajza (Rajz: Sojka Agnieszka)

**Fig. 9.:** Reconstruction of a *Komlopteris* tree (Graphic: Agnieszka Sojka)

sikerült faji, nemzetségi, vagy család szinten azonosítani. A növényevők koprolit-mintáiból három magvaspáfrány fajt (*Komlopteris distinctiva*, *Pachypteris papillosa*, *Ptilozamites cycadea*) mutattunk ki (ebből kettő azonos a ragadozók koprolit mintáiban találtakkal), valamint a predátor koprolitból már ismert szágópálma fajt (*Nilssonia* sp.), egy bennettiteszt (cf. *Pterophyllum* sp.), 2 *Ginkgo*-félét (Ginkgophyta gen. et sp. indet.) és kis mennyiségben fenyőfélét találtunk, melyek közül az egyik (*Brachyphyllum* sp.) azonos a predátoroknál talált típusal.

A növényevők koprolit mintáiban alacsonyabb a növénytaxonok diverzitása, habár ennek éppen az ellenkezőjét várnánk. A kis diverzitás azzal magyarázható, hogy a legtöbb növény valószínűleg teljesen megemésztődött. A ragadozók ezzel szemben nem voltak képesek a növényi anyagok emésztésére, így minden, ami bekerült a gyomrukba, végül az ürülékbe jutott. Másfelől, egy nagytestű ragadozó rövid idő alatt akár több növényevőt is ehetett, így ez is eredményezhette a növénytaxonok nagyobb gazdagságát.

A predátorok esetében a kutikuladarabok változatos mérete azzal állhat összefüggésben, hogy a növények különböző emésztési állapotúak lehettek az elfogyasztott zsákmányállatok emésztőrendszerében. A növényevő Sauropodák összes koprolitjára jellemző relatíve nagyméretű kutikuladarabok viszont rejtélyesek, mivel ezeknek az állatoknak az emésztése a növényevéshez alkalmazkodott, tehát azt várnánk, hogy esetükben alaposabban megemésztett, rosszabbul azonosítható darabok kerülnek az ürülékbe. Az általuk fogyasztott növények kutikulája ugyanakkor meglehetősen nehezen emészthető volt. Az ürülékben talált növények alacsony diverzitásának vagy a „válogató” (bizonyos növényekre specializált) táplálkozás lehet az oka, vagy az, hogy a koprolitban csak a nehezen emészthető növények maradványai maradtak meg, a többi, megemésztett anyag amorffá vált.

A koprolitokban talált növényi taxonok csak csekély mértékben egyeznek a Szentkereszt-hegység északi peremén végzett fúrásokból vagy az agyagbányából származó fossziliákkal, tehát korábban nem voltak ismertek erről a területről. Például az ürülékben uralkodó szerepű magvaspáfrányok, a szágópálma, a bennettitesz, a ginkgo-félék és fenyők egyike sem azonos a korábbi leletekkel. Összesen egy fenyőféle (csak koprolitban talált pollen, a *Classopollis torosus* alapján) és két ismeretlen rokonságú növény (cf. *Pseudotorellia* sp., *Desmiophyllum harrisii*) egyezik a lenyomatokból ismert Sołtyków-flórával, valamint az egyik magvaspáfrány faj (*Ptilozamites cycadea*) egy távolabbi lelőhelyről származó lelettel.

## Következtetések

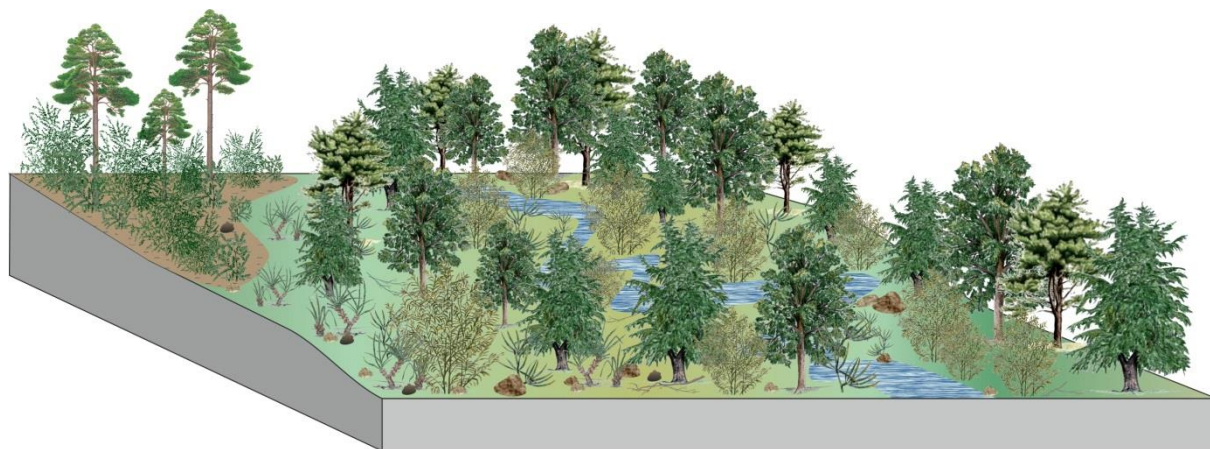
A koprolitokban talált *Pachypteris papillosa* fajhoz érdekes megfigyelés fűződik az öskörnyezet jellegére vonatkozóan. Amíg az azonosított növények többsége jellegzetesen nedves területeket kedvelt (Európában az alsó jura flórák többsége ugyancsak ilyen típusú környezetekből ismert), a *P. papillosa*, amely a predátorok koprolitjaiban nagy mennyiségben szerepelt, az európai lelőhelyeken a tengerparti, illetve deltavidéki üledékekből került elő. Ebből és a kutikula felépítéséből tudjuk, hogy ez a magvaspáfrány magas sótartalmú talajhoz alkalmazkodhatott. A növény kutikulája vastag, a gázcserenyílások erősen védettek: a sztóma zárósejtjei körül ún. melléksejtek vannak, amelyeken nagy papillák (a kutikula buzogány alakú kitüremkedései) találhatóak, melyek a sztóma nyílásának mértékét szabályozzák (nyitják vagy teljesen lezárják azt). Ezek tipikus bélyegek a xeromorf, azaz szárazság- vagy sótűrő

növényeknél. Joggal merül fel tehát a kérdés, hogy honnan kerülhetett a koprolitba egy ilyen típusú növény.

Ahogy már korábban is említettük, a kora jurában a vizsgált terület szárazföldi jellegű volt. A legközelebbi tengerpart a mai Németország területén húzódott, kb. 700-800 km-re a lelőhelytől, tehát még a nagyméretű dinoszauruszok esetében is kizárható, hogy ilyen nagy távolságot meg tudtak volna tenni a táplálkozás és az ürítés között. A geológiai elemzések azonban bórtartalmat mutattak ki a Szentkereszt-hegységben, ami só jelenlétét jelzi. Ezt úgy interpretálják, hogy ez a só az ott levő, magas sótartalmú perm üledékből oldat formájában került a felszínre és ott felhalmozódott. Ez magyarázná a sótűrő növények előfordulását messze a tengerparttól. A sós források nagyjából 70 km-re lehettek Sołtyków-tól, ami viszont nem jelenthetett leküzdhetetlen távolságot a nagy ragadozók számára. Valószínű tehát, hogy a ragadozók, amelyeknek ürülékében a sótűrő növény előfordult, ezeken a területeken vadásztak. A növényevők egyetlen koprolitjában néhány ilyen kutikuladarabka szintén előfordult, ami vagy azt jelenti, hogy némelyik Sauropoda-féle szintén képes volt ezt a távolságot megtenni - annak ellenére, hogy nem voltak annyira mobilisak, mint a nagy predátorok, vagy, hogy közelebb is lehettek hasonló sós források, amelyeket eddig még nem mutattak ki.

Itt ezek után a következő kérdés is felmerülhet: vajon miért legeltek a növényevők a sós területen? A ma élő növényevő állatok gyakran pótolnak mikroelemeket a sóból. Nem valószínű viszont, hogy a növényevő dinoszauruszok is ezt tették, és kifejezetten a só miatt keresték fel ezeket a területeket. Mai tudásunk szerint a dinoszauruszok, hasonlóan a ma élő hullőkhöz, inkább a só kiválasztásához alkalmazkodtak, azaz sómirigyek segítségével oldották meg a szervezetbe került felesleges só eltávolítását. Ebben az esetben a sós területeken való céltudatos legelés kizárható. Úgy tűnik, hogy inkább arról van szó, hogy az állatok mindent lelegeltek, aminek nagyobb méretű levelei voltak, esetleg a növény nem vette fel (akkumulálta) a sót a talajból.

Mindezek alapján eljutunk a következő megfigyeléshez. A koprolitokban talált növények többsége nagylevelű és fatermetű volt. Ez azt jelenti, hogy a kora jura Sauropoda-félék szívesen legeltek a lombkorona szintben, és kedvelték a nagylevelű, tehát több energiát biztosító növényeket. A vízben gazdag ártéri területek dús növényzete (**10. ábra**) tehát kiváló



**10. ábra:** A koprolitokból előkerült növények és az őskörnyezet rekonstruált képe (Rajz: Sojka Agnieszka)

**Fig. 10.:** Reconstructed picture of plants found in coprolites and the prehistoric environment (Photo: Agnieszka Sojka)



legelőhelyet biztosított számukra. A vizsgált koprolitokra jellemző, hogy nem voltak bennük farostok, se kis ágakból származó faanyag, amiről gyakran beszámolnak más lelőhelyek koprolitmintáival foglalkozó irodalmak. Ez egyben arra is utal, hogy itt a magasabb kalóriatartalmú levelek bősége miatt az állatok nem kényszerültek a nehezebben emészthető faanyag fogyasztására.

## Konkluzió

Összefoglalva, a koprolitok vizsgálatának eredményei több témakörben is jelentősnek tekinthetők. Az eredmények egyik része a taxonómiai és florisztikai ismereteink bővülését eredményezte, mivel két új taxont írtunk le, a Szentkereszt-hegység kora jura flórája pedig néhány olyan fajjal/nemzetséggel gazdagodott, amelyek eddig nem voltak ismertek erről a területről. A második a paleoökológiai eredmények köre, mivel kimutattuk, hogy a sótűrő magvaspáfrány faj előfordulása nem kötődik kizárólag a tengerpartokhoz, hanem kontinentális sós mocsári környezetben is élhetett. A levonható következtetések harmadik csoportja a Sauropoda rokonsági körbe tartozó dinoszauruszok étkezési szokásait érinti: bizonyosságot nyert, hogy szívesen legelték a fák lombját, és a nagylevelű növényeket preferálták a fenyőfélékkel szemben, illetve, hogy nehezen emészthető faanyagot nem fogyasztottak a bőséges táplálékforrás jelenlétében.

## Köszönetnyilvánítás

A vizsgálatok a krakkói LTA Botanikai Intézetben történtek az intézet gyűjteményi anyagán (W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Cracow, Poland; KRAM P PM, a National Science Centre, Poland no. 2017/25/B/ST10/01273 projekt keretében), a Magyar Természettudományi Múzeum Növénytára (Budapest, Magyarország), valamint a Paleobotanical Geological Museum, Polish Geological Institute – National Research Institute (Varsó, Lengyelország) és az Eötvös Loránd Tudományegyetem (Budapest, Magyarország) közreműködésével.

## Felhasznált irodalom

- BARBACKA, M., ZIAJA, J. and WCISŁO-LURANIEC, E. (2010): Taxonomy and palaeoecology of the Early Jurassic macroflora from Odrowąż, central Poland. *Acta Geologica Polonica*, **60**: 373–392.
- GIERLIŃSKI G., NIEDŹWIEDZKI, G. and PIEŃKOWSKI, G. (2001): Gigantic footprint of a theropod dinosaur in the Early Jurassic of Poland. *Acta Palaeontologica Polonica*, **46**: 441–446.
- NIEDŹWIEDZKI, G. (2006): Large theropod footprints from the Early Jurassic of the Holy Cross Mountains, Poland. *Przegląd Geologiczny*, **54**: 615–621.
- NIEDŹWIEDZKI, G. (2011): Dinosaur tracks from the Early Jurassic ecosystem of Sołtyków, Holy Cross Mountains. *Biuletyn Instytutu Geologicznego*, **447**: 49–98.
- PIEŃKOWSKI G., and GIERLIŃSKI, G. (1987): New finds of dinosaur footprints in Liassic of the Holy Cross Mountains and its palaeoenvironmental background. *Przegląd Geologiczny*, **35**: 199–205.

## Függelék

A Szentkereszt-hegység dinoszaurszait bemutató állandó kiállítás a starachowicei Természettudományi és Műszaki Múzeumban tekinthető meg. Az alábbi linken a kiállításról készült számos további fénykép és leírás tekinthető meg:

[https://www.google.com/search?channel=nrow5&source=univ&tbm=isch&q=starachowice+muzeum+wystawa+dinozaur%C3%B3w&client=firefox-b-d&fir=stkgHWqfL0PWGM%252Cst6GDxcWygPoxM%252C\\_%253Bc2WUWMfgmtC7DM%252Ck\\_9ZgRoXn-FOiM%252C\\_%253BvIsKfLhzdYF6BM%252CPI98ONm4bwT12M%252C\\_%253B9rcqPytWdQWD2M%252CIexiyO0c3-dw3M%252C\\_%253BZWcDBK6rjz5G9M%252C8i7J29xhivxsaM%252C\\_%253BTHucCx7f3MUTaM%252CfdZICKIbG\\_ojM%252C\\_%253BdlZFl\\_FlwQECpM%252C6k6XqWQ6t2OvvM%252C\\_%253B9FNzn4Ik57XJXM%252CCKOJyoXjPFQ13M%252C\\_%253Br12ezFyLCSFkOM%252CIexiyO0c3-dw3M%252C\\_%253Bp\\_ecXSXV-wLkfM%252CQcFKSqZ9DfShAM%252C\\_&usg=AI4-kRWs\\_Rld9fBQIpYvbqgWwU0D16y4A&sa=X&ved=2ahUKEwi2ku3syZr0AhVG26QKHW2MBWQQjJkEegQIJRAC&biw=1243&bih=898&dpr=1](https://www.google.com/search?channel=nrow5&source=univ&tbm=isch&q=starachowice+muzeum+wystawa+dinozaur%C3%B3w&client=firefox-b-d&fir=stkgHWqfL0PWGM%252Cst6GDxcWygPoxM%252C_%253Bc2WUWMfgmtC7DM%252Ck_9ZgRoXn-FOiM%252C_%253BvIsKfLhzdYF6BM%252CPI98ONm4bwT12M%252C_%253B9rcqPytWdQWD2M%252CIexiyO0c3-dw3M%252C_%253BZWcDBK6rjz5G9M%252C8i7J29xhivxsaM%252C_%253BTHucCx7f3MUTaM%252CfdZICKIbG_ojM%252C_%253BdlZFl_FlwQECpM%252C6k6XqWQ6t2OvvM%252C_%253B9FNzn4Ik57XJXM%252CCKOJyoXjPFQ13M%252C_%253Br12ezFyLCSFkOM%252CIexiyO0c3-dw3M%252C_%253Bp_ecXSXV-wLkfM%252CQcFKSqZ9DfShAM%252C_&usg=AI4-kRWs_Rld9fBQIpYvbqgWwU0D16y4A&sa=X&ved=2ahUKEwi2ku3syZr0AhVG26QKHW2MBWQQjJkEegQIJRAC&biw=1243&bih=898&dpr=1)