



ANTROPOGÉN ÜLEDÉKEK ÉS KERÁMIÁK VÉKONYCSISZOLATÁBAN LEGGYAKRABBAN ELŐFORDULÓ NÖVÉNYI MARADVÁNYOK VIZSGÁLATA

COMMON PLANT REMAINS IN THIN SECTIONS OF ANTHROPOGENIC SEDIMENTS AND CERAMICS*

KOVÁCS, Gabriella^{1*}  & PETŐ, Ákos^{2*} 

¹ Magyar Nemzeti Múzeum Nemzeti Régészeti Intézet, Archeometriai Labor, 1113 Budapest, Daróczi út 3.,
kovacs.gabriella@mnm.hu

² Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet,
Természetvédelmi és Tájgazdálkodási Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1., Peto.Akos@uni-mate.hu

*corresponding author(s)

Abstract

Plant remains of archaeological contexts have been investigated for decades worldwide and in Hungary as well. Many aspects of the prehistoric environment and everyday life can be investigated via these micro-remains, so they are constantly in focus of interest. Numerous methods are available to investigate archaeological plant remains, but in this paper, the technique of thin section analysis of archaeological soil micromorphology will be presented. Although the examination of plant micro-remains in thin section (soil micromorphological and ceramic) is not yet a routine procedure during archaeological research, more and more results of such studies are being published, proving the importance and effectiveness of the method. In this work, we present and summarize the importance and archaeological applicability of such analyses, using examples of Hungarian materials.

Kivonat

A növényi maradványok régészeti kontextusban történő vizsgálata mind világszerte, mind pedig hazai környezetben több évtizedes múlttal rendelkezik. Nem véletlen, hisz ezeken a mikromaradványokon keresztül az egykori környezet és a mindennapi élet számos aspektusába nyerhetünk betekintést. Számos módszer áll rendelkezésre, melyek közül jelen tanulmányban a régészeti talaj-mikromorfológia módszerén keresztül, vékonycsiszolatok formájában vizsgáljuk a régészeti környezetben előkerülő növényi maradványokat. Bár a növényi mikromaradványok talaj-mikromorfológiai és kerámia vékonycsiszolatban történő vizsgálata egyelőre nem számít rutin eljárásnak, egyre több ilyen jellegű vizsgálat eredménye kerül publikálásra, bizonyítva a módszer fontosságát, hatékonyságát. Jelen tanulmányban hazai példákon keresztül mutatjuk be és foglaljuk össze az ilyen vizsgálatok fontosságát és régészeti alkalmazhatóságát.

KEYWORDS: SOIL MICROMORPHOLOGY, THIN SECTION, MICROSCOPIC PLANT REMAINS, PHYTOLITHS

KULCSSZAVAK: TALAJ-MIKROMORFOLÓGIA, VÉKONYCSISZOLAT, NÖVÉNYI MIKROMARADVÁNYOK, FITOLITOK

• How to cite this paper: KOVÁCS, G. & PETŐ, Á., (2024): Antropogén üledékek és kerámiák vékonycsiszolatában leggyakrabban előforduló növényi maradványok vizsgálata / Common plant remains in thin sections of anthropogenic sediments and ceramics (In Hungarian with English abstract), *Archeometriai Műhely* XXI/1 45–58.

doi: [10.55023/issn.1786-271X.2024-006](https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2024-006)

Növényi maradványok és azok vizsgálati lehetőségei – áttekintés

A növényi maradványok számtalan formában vannak jelen régészeti környezetben, vizsgálatukra pedig számos módszer áll rendelkezésre (többek között Goldberg et al. 1994; Sümegei & Bodor 2000, 2005; Berzsényi & Dálnoki 2005; Berzsényi 2009; Gyulai 2010; Kovács 2011; Kovács et al. 2020; Jakab & Sümegei 2011; Moskal-del Hoyo et al. 2017; Nicosia & Stoops 2017; Töröcsik et al. 2015; Töröcsik & Sümegei 2021; Saláta et al. 2023). A növényi maradványokat számos szempont alapján csoportosíthatjuk (pl. megtartási forma, szerves vagy szervetlen eredet stb.), de az egyik legelterjedtebb megközelítésmód a mikromaradványokra és a makromaradványokra való felosztás lehetősége (Pető & Kenéz 2018). A makromaradványok körébe magok, termések, valamint vegetatív növényi képletek (pl. levéllemez-töredékek stb.), továbbá a fa- és faszén-maradványok, illetve ezek lenyomata sorolhatók, míg a mikromaradványok tárgykörében polleneket, fitolitokat, spórákat és különböző sejtzárványokat említhetünk. Ugyan minden méretű és típusú növényi maradvány pontos meghatározásához mikroszkóp szükséges, a makromaradványok sok esetben szemmel láthatóak a régészeti kontextusban (pl. fa- és faszénelemek, készletezett gabona). Ezzel ellentétben a mikromaradványokhoz jellemzően összetett laboratóriumi eljárásokkal (ún. feltárási protokoll) jutunk hozzá; vizsgálatukhoz (számlálás, határozás, mérések) pedig fénymikroszkópi technikára van szükség. A növényi mikromaradványok, a tárgyi leletekhez és a makromaradványokhoz hasonlóan a talajban, illetve az emberi tevékenységből származó antropogén üledékekben tárolódnak és kerülnek megőrzésre. Ugyanúgy, mint a tárgyi leleteket, ezeket a maradványokat is „kiemeljük/kinyerjük”, illetve feltárjuk az őket befoglaló, körülvevő közegből, annak érdekében, hogy mennyiségük számszerűsíthető legyen, illetve pontos és megbízható határozást lehessen végezni. A fentebb leírtakból jól látható, hogy a vizsgálatra kerülő, jelen esetben növényi anyagok/maradványok, kikerülnek eredeti lerakódási és felhalmozódási közegükből, azaz nem *in situ*, hanem ún. *ex situ* megfigyelések végezhetőek csak el. Ebből adódóan az eredeti helyzetüket, az ásatáson észlelteken túl, már nem tudjuk értelmezni, elemezni. Annak érdekében, hogy a növényi maradványokat *in situ* tudjuk vizsgálni, elhelyezkedésüket, a befoglaló közeghez való viszonyukat tanulmányozhassuk, illetve tafonómiai megfigyeléseket tudunk tenni, ahhoz egy olyan technikára van szükség, amellyel „a valóság egy szeletét” a mikroszkóp alá tudjuk átmenteni. A vékonycsiszolatokon keresztül erre lehetőségünk nyílik. Nem véletlen, hogy a növényi maradványok vizsgálata „kiválogatás” után történik, hisz határozó

bélyegeiket sok esetben három dimenzióban forgatva lehet biztosan megfigyelni, azaz biztonsággal határozni. Ezt a vékonycsiszolat (2D) nyilvánvalóan nem teszi lehetővé, sőt az esetleges (értsd nem irányítható) vágási felszínek következtében nem garantálható a sikeres azonosítás. Szerencsére azonban vannak esetek, amikor találkozzunk olyan vágási szöggel/felülettel, amelynek köszönhetően a vékonycsiszolatból is tudunk pontos megfigyeléseket tenni az egykori növényekkel és azok használatával, felhasználásával kapcsolatban. Ideális esetben a két módszer együttes használatával tárhatjuk fel a legtöbb információt, de erre nem minden esetben nyílik lehetőség. Megfigyeléseink azt mutatják, hogy habár a kétdimenziós tér csak csökkentett mértékben tudja szolgálni a növényi mikromaradványok elemzését, sok olyan megfigyelés érhető el a vékonycsiszolatok ilyen irányú vizsgálatával, amely egy kontextusból kiemelt minta elemzésével elképzelhetetlen lenne. A fent leírtak alapján jelen dolgozat célja, hogy bemutassa és összefoglalja a vékonycsiszolatokban tetten érhető növényi maradványok körét, valamint kitérjen a kétdimenziós térben végzett megfigyelés, határozás és értelmezés módszertani kérdéseire.

A vékonycsiszolat készítés módszere és a növényi maradványok megfigyelhetőségének kapcsolata

A növényi maradványok vékonycsiszolatban történő megfigyelése jellemzően két mintatípusban a leggyakoribb. Egyfelől a laza üledékekből (*inkluzív*e talajok, antropogén üledékek, módosult talajok és természetes talajképződmények), illetve a kerámiákból készített csiszolatokban találkozhatunk velük. E két mintacsoport előállításában sok hasonlóság figyelhető meg, amelyekre az alábbiakban – kifejezetten a növényi maradványok vizsgálatának szempontjából – térünk ki.

Kerámia, antropogén üledék és talaj vékonycsiszolat készítése

A kerámiáktól eltérően, az antropogén üledékek és talajok sok esetben laza szerkezettel rendelkeznek, melynek okán a mintázáshoz ún. Kubiena doboz használata javasolt. Ez egy fém doboz, amely a minta épségéről (egyben maradásáról) gondoskodik, a minta felszedése és a feldolgozásra való előkészítés előtt. A laboratóriumba szállítás után a kerámiákat, az antropogén üledékekből és talajokból vett mintákat műgyantával impregnáljuk. A kerámiák esetében felületi (a műgyanta csupán néhány mm mélységig jut be a minta meghatározott részébe, annak érdekében, hogy a vizsgálatra fel nem használandó rész ne módosuljon), míg a talajok, antropogén üledékek esetében teljes beágyazásról beszélünk. Miután a műgyanta kőzet keménységűre köt, a mintákból egy-egy szelet kerül

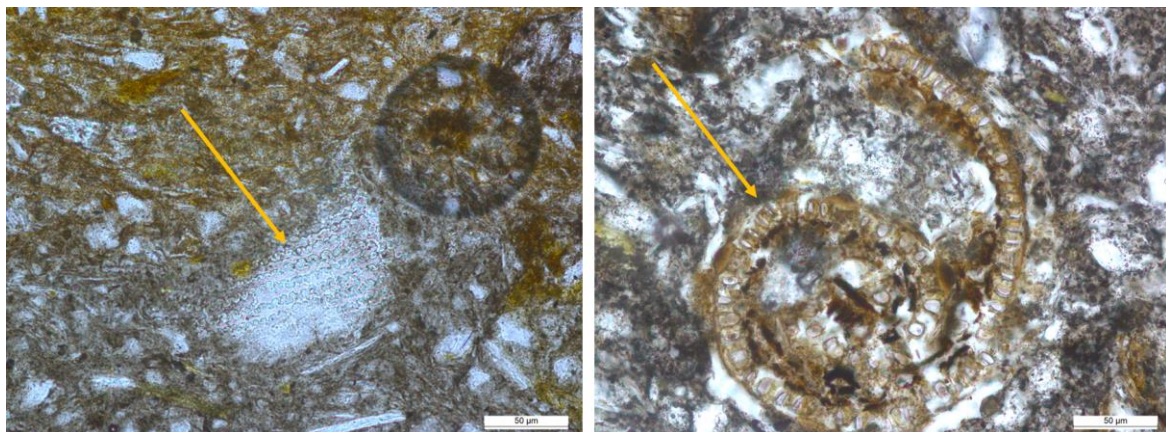
levágásra, amit egy üveg tárgylemezre ragasztva addig vékonyítunk (kb. 30 μm), hogy a fény által átjárható legyen, azaz mikroszkóp által vizsgálhatóvá váljon. A néhány milliméter vastagságú szeletből készült csiszolat így végül töredéke a szelet eredeti vastagságnak és a mikroszkopikus méretű összetevők fix környezetben, véletlenszerű sík mentén lesznek vizsgálhatóak.

Fitolitelemzés rögzített mikroszkópi környezetben

A növényi opál szemcsék vagy más néven fitolitok, a növényi szövetekben keletkező, szilícium-dioxidból felépülő mikroszkopikus termékek, amelyek a növényi szövet elbomlásával kerülnek a befoglaló közegükbe (Piperno 2006). A későbbiekben tárgyalandó növényi maradványokkal ellentétben, a fitolitok relatíve gyakran kerülnek szem elé mind antropogén üledékekből (Vrydaghs et al. 2017), mind pedig kerámiából készített vékonycsiszolatokban (pl. Starnini et al. 2007). Éppen ezért a fitolitok vékonycsiszolati térben történő elemzésével részletesebben foglalkozunk.

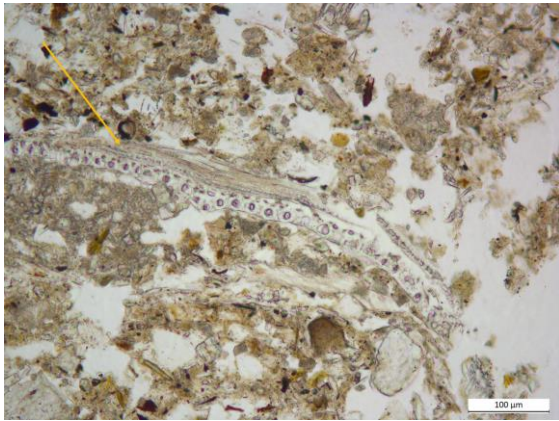
A kerámiák petrográfiai vizsgálata során, kifejezetten a (kora) neolitikus közösségekre jellemző ún. pelyvás soványítással készített tárgyak esetében gyakoriak a fitolit megfigyelések. Hazai gyakorlatban Szakmány György és Elisabetta Starnini hívták fel először erre a jelenségre a figyelmet (Szakmány & Starnini 2007; Starnini et al. 2007), amelynek nyomán a későbbiekben a kora és késő neolitikus kerámia anyag petrográfiai elemzésének részévé vált a fitolitok, illetve kapcsolódó növényi maradványok megfigyelése és leírása (többek között: Kreiter et al. 2013, 2014; 2021,

illetve Szakmány et al. 2019). A kerámia-készítés technológiai jegyeinek meghatározásában a fitolitok – anyagi jellemzőikből adódóan – indikátorai lehetnek a kiégetési hőmérsékletnek (Szakmány & Starnini 2007; Starnini et al. 2007), illetve a kerámia nyersanyag soványításához felhasznált növényi részek meghatározásában is szerepet játszhatnak (de Paepe et al. 2003; Lippi et al. 2011; Tomber et al. 2011; Kreiter et al. 2013, 2014; 2021). Az általánosságban „pelyvás soványítás” megnevezéssel jelölt edények soványító anyaga a gabonatermesztés egyik mellékterméke, a cséplési hulladékra utal(hat). Növényiszervezettani szempontból a cséplési hulladék a kalászorsón elhelyezkedő szemek eltávolításával visszamaradó nehéz és könnyű frakció, amely magában foglal(hat)ja a kalászorsó töredékeit, a szemet tartó villákat, a pelyvalevele(ke)t (*gluma*), illetve a háti és hasi toklást (*lemma*), továbbá a toklász szálkáját (is). Az említett növényi részek közül mind a pelyva, mind a toklász epidermisze jelentős szilícium-akkumulációs pontja a növénynek (1. ábra), éppen ezért ezek bőrszövetében nagy mennyiségben képződnek fitolitok (Metcalf 1960; Parry & Smithson 1966; Miller Rosen 1992; Ball et al. 1996, 1999, 2017; Berlin et al. 2003). A learatott gabona tisztítása során a szemtermésektől, szeleléssel elválasztott (Harvey & Fuller 2005) cséplési hulladék – éppen a magas szilícium-tartalom és az egységes mérettartomány miatt – megfelelő soványító anyagot képez. Ebben a tekintetben tehát a gabonák virágzati képleteinek a kerámia nyersanyagba való bejutása egy tudatos, szelektív emberi cselekedet hatására valósul meg, a gabonatisztítás melléktermékeként definiálható és aratás után rendelkezésre álló anyag típusból.



1. ábra: Balra: Óvilági gabonák pelyvalevelét vagy toklászát jelölő fitolitok anatómiai rendben egy Tápé-Lebő lelőhelyről (újkőkor, Tisza kultúra) származó kerámia alapanyagában. Jobbra: Óvilági gabona pelyvalevelének vagy toklászának keresztmetszeti képe Hódmezővásárhely-Gorzsa lelőhelyről (újkőkor, Tisza kultúra) származó kerámia alapanyagában.

Fig. 1.: Left: Phytoliths in anatomical order, representing the chaff and husk of Old World cereals in ceramic thin section from Tápé-Lebő archaeological site (Neolithic, Tisza culture). Right: Cross-sectional view of Old World cereal chaff or husk in ceramic from Hódmezővásárhely-Gorzsa archaeological site (Neolithic, Tisza culture).

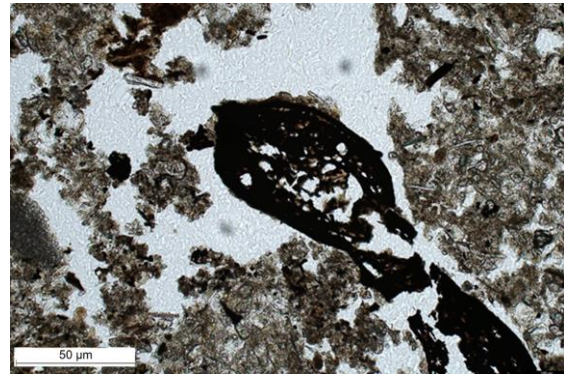


2. ábra: Gabona toklász vagy pelyvalevél keresztmetszeti szöveti képe (lelőhely: Százhalombatta-Földvár; bronzkor, Vatya kultúra) (Kovács et al. 2020 alapján)

Fig. 2.: Cross section of cereal chaff or husk (Százhalombatta-Földvár archaeological site; Bronze Age, Vatya culture) (after Kovács et al. 2020)

A klasszikus értelemben vett fitolit elemzés során a befoglaló közegből felszabadított növényi opál szemcséket egy olyan optikailag megfelelő médiumban vizsgáljuk (pl. glicerin, kanadabalzsam stb.), amely lehetővé teszi az opál testek forgatását, így a növényi opál szemcsék leírását és meghatározását háromdimenziós megfigyelés segíti. A fitolitok kerámia vékonycsiszolatokban – de bármilyen, így antropogén üledékanyagból készített vékonycsiszolatokban – való megfigyelése ugyanakkor egy rögzített, a csiszolás eredményeképpen létrejövő, kétdimenziós környezetben történhet csak meg. Ebben a tekintetben a módszer több korlátozó tényezővel is terhelt. A csiszolat-készítés természetéből fakadóan a megfelelő vékonyság elérhető ugyan, de sok esetben nem valósul meg az az állapot, hogy a megfigyelés síkjára merőleges és sértetlen növényi opál szemcse kerüljön ki preparálásra. A kétdimenziós rögzített környezet, illetve a növényi opál szemcsék elcsiszolása ugyan hátrányt jelent, ugyanakkor a magas soványító anyag tartalmú minták esetében a szögben álló és/vagy elcsiszolt formák mellett előkerülhetnek jól megfigyelhető, leírható növényi opál szemcsék is (**2. ábra**).

A növényi opál szemcsék láthatóságát nem csak a csiszolatkészítés technikája, az adott csiszolat vékonysága befolyásolja, hanem a mátrix oxidáltsági foka is, ugyanis redukzív közegben sok esetben a szervesanyag elégtelen elégése (szenülése) eredményeképpen egy bevonat képződik az üregekben foglalt opáltesteken, amely jelentősen csökkenti a megfigyelhetőséget (**3. ábra**).



3. ábra: Szenült toklász vagy pelyvalevél, amely esetében a szenüléssel konzerválódott szerves anyag elmaszkolja a növényi opál szemcséket (lelőhely: Százhalombatta-Földvár; bronzkor, Vatya kultúra)

Fig. 3.: Charred cereal chaff or husk. The plant opal grains are masked by the charred organic material (Százhalombatta-Földvár archaeological site; Bronze Age, Vatya culture)

Ezzel ellentétben ugyanakkor a kerámia testek külső/belső oldalain, a megfelelő mértékben oxidálódott rétegében a növényi opál szemcsék előkerülésének valószínűsége és egyben láthatósága is jóval nagyobb.

Részben a fent említett okok miatt, kifejezetten nehéz a minták fitolit-mennyiségének a meghatározása. Ugyanakkor a vizsgálati anyag elemzését kiegészíthetjük a növényi opál szemcsék növény-anatómiai származásának meghatározásával, amely a felhasznált soványító anyag, vagy deponált anyag jellegéről szolgáltat információt. A vizsgálat során a vékonycsiszolatok teljes felületét 100–400x nagyítás mellett vizsgáljuk át azzal a céllal, hogy deskriptív módon jellemezzük a mintákban megjelenő növényi alkotó elemeket. A megfigyelt növényi opál szemcsék megnevezésére a ICPN 2.0 (International Code for Phytolith Nomenclature) (ICPT 2019) nómenklatúra rendszerét érdemes használni, meghatározásukhoz pedig recens összehasonlító anyagot, illetve növényanatómiai munkákat (többek között Metcalfe 1960; Haraszthy 1979).

A mintákban megfigyelt növényi opál szemcsék leírásához kifejlesztett módszer öt különböző index szerint értékeli a mintát (Pető & Vrydaghs 2016; Vrydaghs et al. 2017):

1. Az ún. *Observed/Not Observed Index* (O/NO) a fitolitok jelenlétére vagy hiányára utal.
2. Az ún. *Distribution Index* (D) a fitolitok mintán belüli helyzetét írja le, amely lehet pórusban/üregben vagy pedig a minták alapanyagában, mátrixában.

3. Az ún. *Morphotype Identification Index* (MI) a meghatározható morfortípusok körét sorolja fel és adja közre.
4. Az ún. *Aspect Index* (A) a fitolitok láthatóságát és megjelenését értékeli. A növényi opál szemcsék elhelyezkedhetnek szöveti rendben, vagy mutathatják a szövet felbomlását, illetve előfordulhatnak önállóan.
5. Az ún. *Associated Material Index* (AM) kiegészítő kontextuális adatokat szolgáltat. Ezek közül a legfontosabb az ún. POM, vagy *Plant Organic Matter*, azaz szenült amorf szöveti anyagnak a jelenléte, amely részben vagy egészben elfedheti a fitolitokat.

Növényi maradványok vizsgálata vékonycsiszolatban

Gabona szemtermések és kapcsolódó növényi képletek

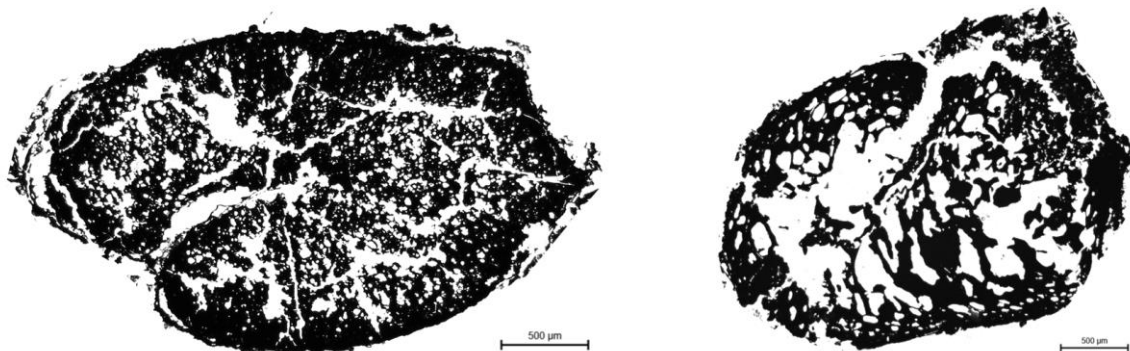
A szerves anyagok megőrzéséhez számos tényező járulhat hozzá, amelyek közül régészeti környezetben a szenülés az egyik leggyakoribb. Ebben az esetben oxigén hiányában a szerves anyag (el)égése nem tud végbemenni, így az szenül, konzerválódik, és akár több száz vagy ezer év távlatából is vizsgálható marad. Jelen dolgozatnak nem tárgya a karpológiai vizsgálat típus részletes bemutatása, így annak részletes leírásától eltekintünk, és olyan megfigyelésre térünk ki, amelyek a vékonycsiszolatok elemzésével kapcsolódnak össze.

Az archeobotanikai anyaghoz hasonlóan a szenült növényi maradványok széles skálája figyelhető meg a vékonycsiszolatokban, amelyek közül a szenült gabona és annak tisztításából származó képletei az egyik. Vékonycsiszolatokban a gabonaszemek

esetében egy hólyagos textúra figyelhető meg, ami a szemekben lévő víz hő hatására történő távozásának következtében alakul ki (**4. ábra**).

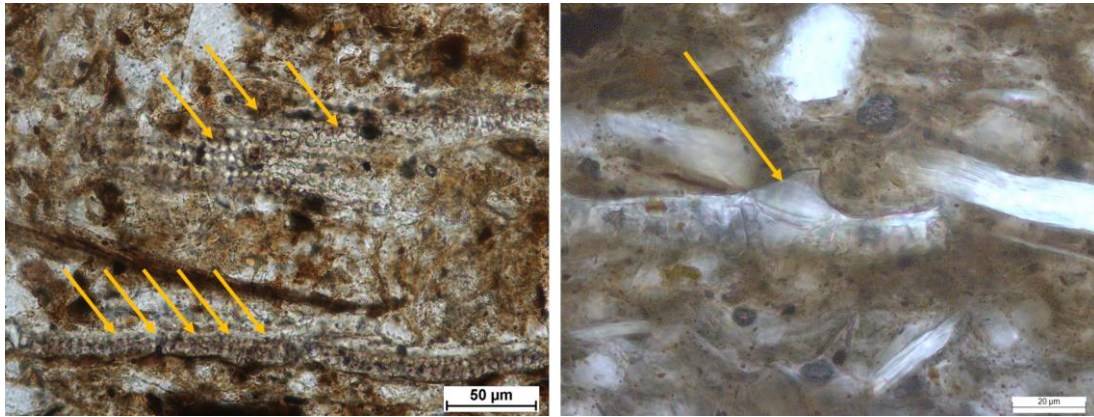
Ilyen esetekben a gabona szemtermésében található ún. endospermium (fehérjében és keményítőben gazdag belső tápláló szövet) szenült állománya, valamint a magháj általában jól kivehető a vékonycsiszolatokban (Ismail-Meyer 2017). Morfológiai alapon a szemtermések fajszintű meghatározására csak nagyon sok peremfeltétel teljesülése mellett lenne lehetőség, a legtöbb esetben a gabonaszemek jelenléte állapítható csak meg, ami már önmagában is fontos jellemző lehet. A gabonaszemek, illetve a tisztítási hulladékok megfigyelésén túl, a vékonycsiszolat elemzés lehetővé teszi, hogy a gabonaszemeket ért hatásokat is vizsgáljuk. Nem mindegy, hogy *in situ* égés következményeit látjuk, vagy egy áthalmazott anyagot, ami szemétdombra került. Ezt az információt, a kontextusból kiemelt magok esetében elveszítjük. Ugyancsak nem mindegy, hogy a különféle maradványok keveredve vagy esetleg rétegekben vannak-e jelen, amit a vékonycsiszolatban megőrzött mikro-kontextusban egyértelműen meg tudunk figyelni, és abból a szándékos el/helyezés, elsimítás folyamatát rekonstruálhatjuk. Attól függően, hogy a mintában kizárólag gabonaszemetet, esetleg a kézi válogatás után visszamaradó pelyvát és toklászt, vagy egy kevert anyagot látunk, más-más tevékenység rekonstruálására nyílik lehetőség.

A régészeti leírásokban tág értelemben használt pelyva kifejezés a pázsitfűfélék virágzatának felleveleit takarja, azaz az ún. pelyvaleveleket és a belső, illetve külső toklászt. Mind paticsban (**5. ábra**), kerámia alapanyagban (**5. ábra**), valamint tűzhely platniban is gyakran találkozunk a pelyvás soványítással, amely a fent említett virágzati képletek felhasználását jelenti.



4. ábra: Gabonaszemek vékonycsiszolatos mikroszkópi képe a szenült endospermiummal és a magháj részleteivel (lelőhely: Százhalombatta-Földvár; bronzkor, Vátya kultúra).

Fig. 4.: Microphotograph of charred cereal grains exhibiting the endosperm and the seed coat in thin section (Százhalombatta-Földvár archaeological site; Bronze Age, Vátya culture).



5. ábra: Balra: szöveti rendben elkovásodott dendrites sejtek felülnézeti képe, míg a kép alján ugyanezek keresztmetszete egy paticsból készült vékonycsiszolatban (lelőhely: Zanat–Trátai-dűlő; késő vaskor). Jobbra: pelyvalevél vagy toklász epidermiszéhez kapcsolódó szőrsejt kipreparálódása egy kerámia vékonycsiszolatban (lelőhely: Hódmezővásárhely-Gorzsa; újkőkor, Tisza kultúra) (Szakmány et al. 2019 alapján).

Fig. 5.: Left: Elongate dendritic phytolith morphotypes in anatomically sound position forming a silica skeleton in top view, and the same epidermis in cross-section on the bottom of the image (thin section of a daub fragment, Zanat–Trátai-dűlő archaeological site; Late Iron Age). Right: silicified trichome of a cereal glume, lemma or palea epidermis in a ceramic thin section (Hódmezővásárhely-Gorzsa archaeological site; Neolithic; Tisza culture) (after Szakmány et al. 2019).

Antropogén üledékekben is gyakran találkozunk velük, a különféle tevékenységek kapcsán, legyen az gabona feldolgozás, ételkészítés (kézi válogatás) vagy épp hulladék lerakás. Az óvilági gabonák felleveleiben jellegzetes fitolitok képződnek, amelyekre már kitértünk fent, ugyanakkor mivel ezek nagy számban kerülnek az alapanyagba soványítás alkalmával, és mivel nem minden esetben zajlik le egy tökéletes oxidatív égés, ezért sokszor a „pelyvák” jellegzetes mikroszkópi képet adnak a vékonycsiszolatban (**6–7. ábra**). A megjelenő növényi képleteket több esetben is recens szöveti metszetekkel (**6–7. ábra**) hasonlítottuk össze (pl. Szakmány et al. 2019), illetve több kísérletben is sikerült a régészeti anyagokban jelentkező képet/megjelenést reprodukálni (Pető & Vrydaghs 2016).

Növényi hamu

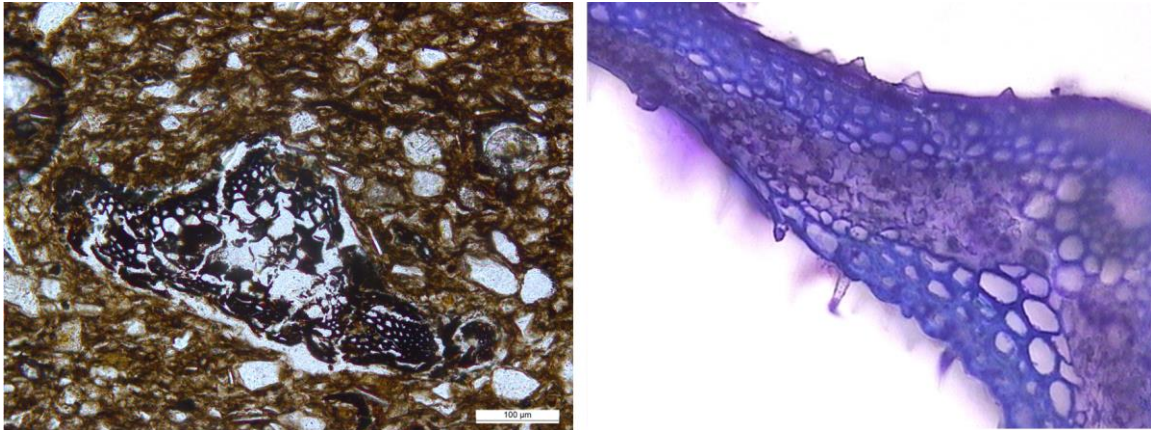
A szenült növényi maradványok egyik leggyakoribb előfordulási formája a lelőhelyeken a hamu (**8. ábra**), aminek vékonycsiszolatban történő elemzése ugyancsak fontos adatokkal szolgálhat (Canti 2003; Shillito et al. 2011; Canti & Brochier 2017a). A növények két leggyakoribb szerves anyaga a szilícium és a kalcium-oxalát. Hő hatására a növényi szerves anyag eléghet, és a kalcium-oxalát kalcium-karbonáttá alakul át (Dollimore 1987). A szilícium növényi opál szemcsék (fitolitok), illetve amorf növényi opál formájában lehetnek jelen az elégett szervesanyag helyén. A vékonycsiszolatokban megfigyelt hamu mikrokontextusa az egykori tevékenységek rekonstrukciójában fontos szereppel bír. Az áthalmazott hamu a hulladékkezeléssel, a szándékosan leterített hamu a fertőtlenítéssel/tisztítással (Kovács et al. 2020,

2023), a földpadló alapanyagához kevert hamu pedig építéstechnikai megfigyelésekkel gazdagíthatja tudásunkat (Kovács et al. előkészületben). Ugyancsak fontos elkülöníteni, hogy egy kemencébe az „épp felsepert gabonatisztítás maradványai”, valamilyen kemény tűzifa vagy esetleg trágya került.

Faszén

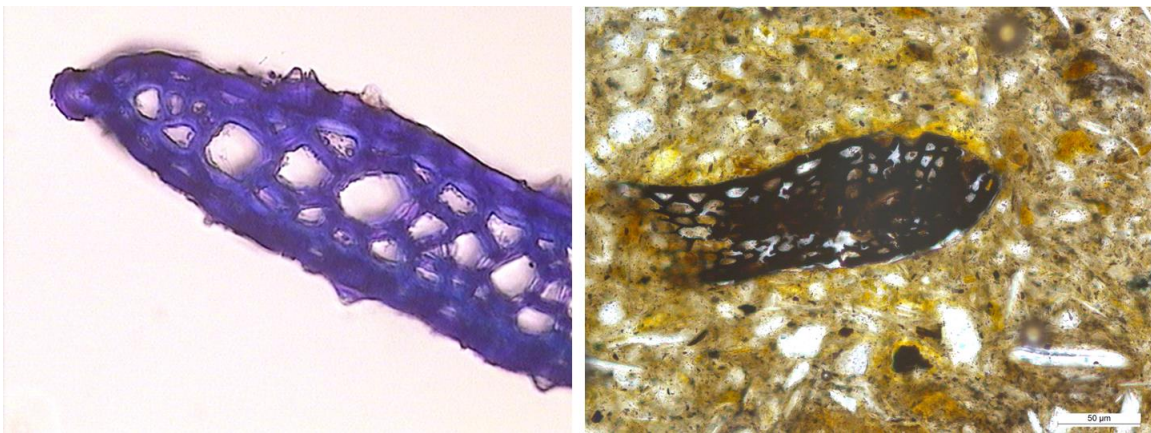
A faszén maradványok (**9. ábra**) elemzése régóta bevett gyakorlat a régészeti kutatások során (Grynaeus 1998, 2004; Náfrádi et al. 2012). Ezekben az esetekben az egyik cél a fafaj meghatározása, amin keresztül rekonstruálható a tüzelőanyagként használt növény, rajta keresztül pedig az elérhető nyersanyagok, és így szelektív és indirekt módon ugyan, de információt kaphatunk a korabeli környezetre vonatkozóan is. Az égés és az égetés azonban egy nagyon összetett dolog. A vékonycsiszolatokon keresztül megfigyelhetjük az égés körülményeit (pl. *in situ* vagy áthalmazott anyag), továbbá az égett anyagot ért utólagos behatásokat (legyen az természetes, avagy ember általi). Azaz olyan megfigyeléseket tudunk tenni, amiket a faszének elemzése során nem.

A korábbiakhoz hasonlóan itt sem a fafaj meghatározása az elsődleges „nyereség” (bár vékonycsiszolatban is könnyen elkülöníthetők a lombhullató és a tűlevelű faanyagok) (**10. ábra**). Az égetés oxidatív és redukzív körülmények között is végbemehet, amelyek a mikroszkóp alatt is más-más nyomai lesznek. Míg szabad szemmel a fánál finomabb szerkezetű anyagok (pl. pelyva, toklász, levél) megfigyelése, azonosítása problematikus lehet, addig mikroszkóp alatt közelebb kerülhetünk ezekhez a mikromaradványokhoz is.



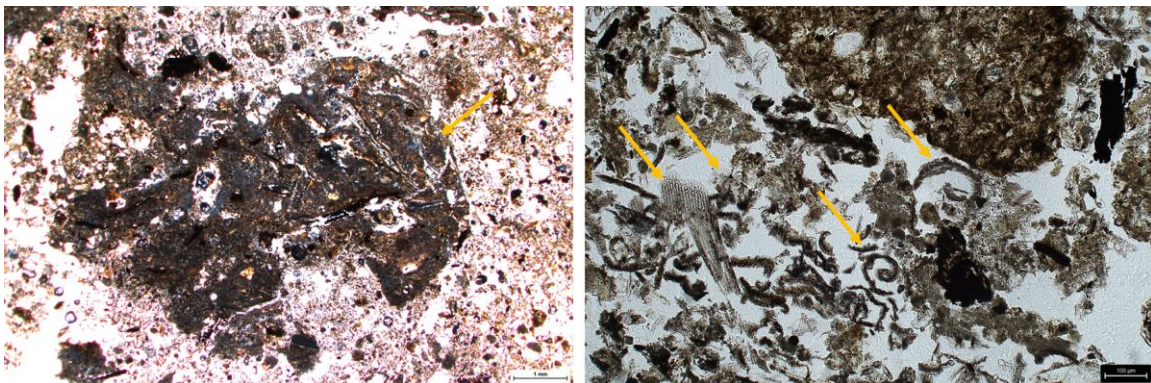
6. ábra: Balra: szenült pelyvalevél keresztmetszete kerámia alapanyagban (Hódmezővásárhely-Gorzsza; újkőkor, Tisza kultúra). Jobbra: recens *Triticum* sp. (búzafaj) pelyvalevélenek anatómiai metszete (100x nagyítás mellett).

Fig. 6.: Left: cross-section of charred chaff in ceramic material (Hódmezővásárhely-Gorzsza archaeological site; Neolithic, Tisza culture). Right: anatomical cross-section of modern *Triticum* sp. (wheat) chaff (modern reference material at 100x magnification).



7. ábra: Balra: recens *Triticum* sp. (búzafaj) belső toklásának anatómiai metszete (200x nagyítás mellett). Jobbra: szenült formában konzerválódott fellelve maradványa (toklász) (lelőhely: Hódmezővásárhely-Gorzsza; újkőkor, Tisza kultúra) (Szakmány et al. 2019 alapján).

Fig. 7.: Left: cross-section of a lemma of *Triticum* sp. (modern reference material, 200x). Right: Charred inflorescence (cf. lemma) in ceramic thin section (Hódmezővásárhely-Gorzsza archaeological site; Neolithic, Tisza culture) (after Szakmány et al. 2019).



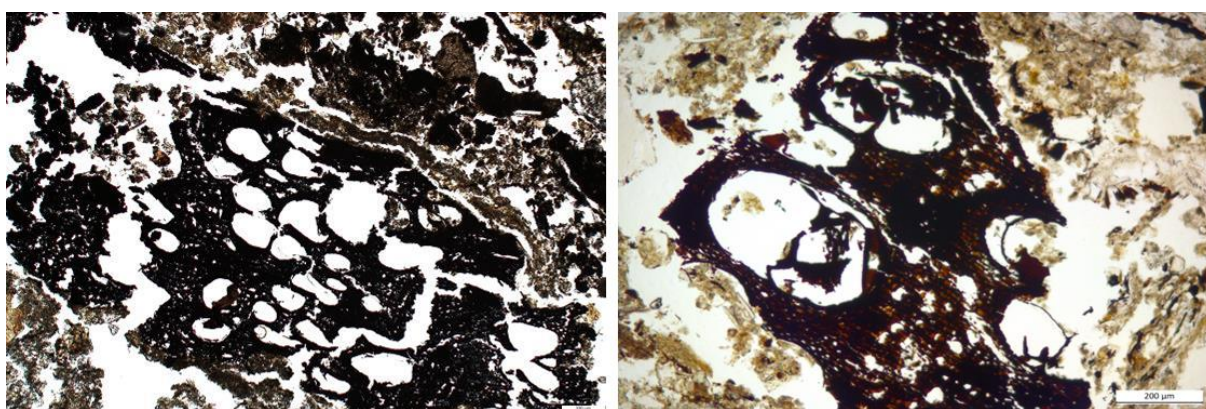
8. ábra: Balra: áthalmazott hamu töredéke (lelőhely: Kakucs-Turján mögött; bronzkor, Vatya kultúra); jobbra: nagy mennyiségű gabona fellelve, részben szenült megtartásban, részben a szervesanyagból feltáródott fitolitok formájában (lelőhely: Százhalombatta-Földvár; bronzkor, Vatya kultúra)

Fig. 8.: Left: ash fragment in secondary position (Kakucs-Turján mögött site; Bronze Age, Vatya culture); right: large amounts of cereal inflorescence elements (bracts); partially charred, partially in the form of phytoliths recovered from the organic matter (Százhalombatta-Földvár archaeological site; Bronze Age, Vatya culture).



9. ábra: Faszén maradványok vékonycsiszolatból készített mikroszkópi képe (a jobboldali vélhetően egy tölgyfaj (*Quercus* sp.) maradványa) (lelőhely: Százhalombatta-Földvár; bronzkor, Vatya kultúra)

Fig. 9.: Microphotograph of charcoal remains in thin section (the one on the right side can probably be identified as an oak (*Quercus* sp.)) (Százhalombatta-Földvár site; Bronze Age, Vatya culture).



10. ábra: Balra: gyűrűslikacsú fa keresztmetszeti képe vékonycsiszolatban. A szerencsés csiszolási iránynak köszönhetően jól látszanak a fatest edénynyalábja (lelőhely: Százhalombatta-Földvár; bronzkor, Vatya kultúra) (Kovács et al. 2023 alapján). Jobbra: Feltehetően egy tölgyfajtól származó faszén maradvány keresztmetszeti képe (lelőhely: Százhalombatta-Földvár; bronzkor, Vatya kultúra).

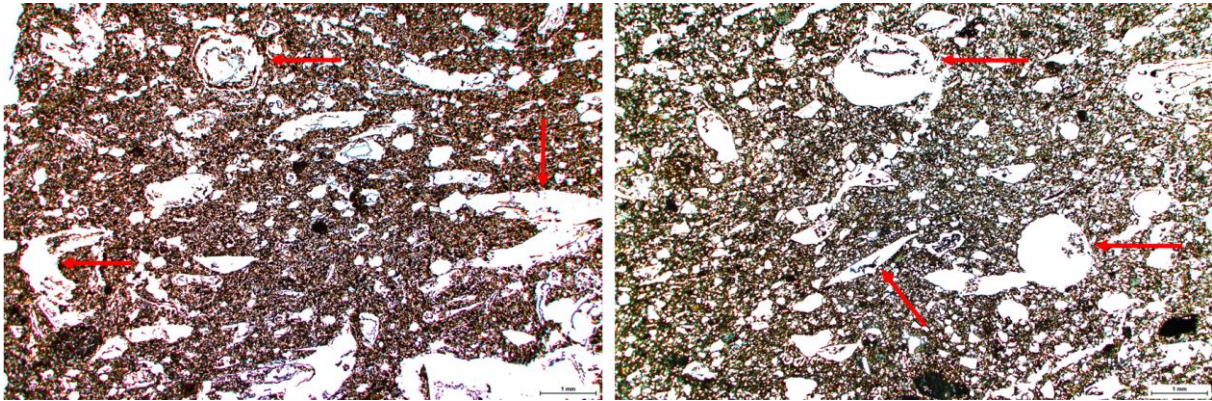
Fig. 10.: Left: Cross-section of a ring-porous tree species. Due to the fortunate cutting and polishing the vessels can be nicely seen in the thin section (Százhalombatta-Földvár archaeological site; Bronze Age, Vatya culture) (after Kovács et al. 2023). Right: Cross-section of an oak species (*Quercus* sp.) (Százhalombatta-Földvár archaeological site; Bronze Age, Vatya culture).

Növényi maradványok után visszamaradt pórusok

A növényi anyagok lebomlása után visszamaradt növényi pórusok, nem merítik ki teljes mértékben és kielégítően a növényi anyagokra vonatkozó kritériumokat, mégis itt érdemesnek említést, hiszen nagyon fontos szerepük van az emberi tevékenységek vizsgálata során. (Fontos kiemelni, hogy a makro-archeobotanika is ismeri a lenyomat-elemzés fogalmát, amely esetben nem a növényi részt, hanem annak lenyomatát határozzák meg; pl. paticskban használt növényi anyag.) Egyrészt az építőanyagokban (**11. ábra**), másrészt a kerámiákban találkozunk velük és az egykori növényi anyaggal történő soványítás bizonyítékaiként szolgálnak.

Formájuk és mennyiségük önmagában értékelhető információ, de szerencsés esetben a pórusokban néhány fitolit, vagy szenült növényi maradvány is megfigyelhető, így téve lehetővé a megbízható növénytani határozást. Nagy jelentőséggel bír, hogy mely alapanyagokat, milyen növényi részekkel soványítottak (pl. szalma, törek vagy esetleg toklász, pelyva; egyáltalán természetett vagy vadon termő növény).

A különféle nyersanyagok eltérő soványítása más-más receptúrára utal, ami, ha jelen van, akkor nem csupán az elérhető nyersanyagokkal, hanem az egykori döntésekkel kapcsolatban is megfigyeléseket tehetünk (más recept szerint történhet a falak, a padlók vagy éppen a kemence platnik kialakítása).



11. ábra: Növényi anyag elbomlása/kiégése után visszamaradt pórások égett paticsban (balra) és kemence platniban (jobbra). A pórásokban helyenként még látható a szenült/lebomlott egykori növényi anyag (lelőhely: Százhalombatta-Földvár; bronzkor, Vatya kultúra; 12.5x balra, 20x jobbra; 1N)

Fig. 11.: Pseudomorphic plant voids in burnt daub (left) and in hearth platform (right). After the decay or burning-out of the former plant matter, these indicate the added temper. Note the charred/decomposed plant remain still present in some of the voids. (Százhalombatta-Földvár site; Bronze Age, Vatya culture; 12.5x left, 20x right; PPL)

Átalakult növényi maradványok

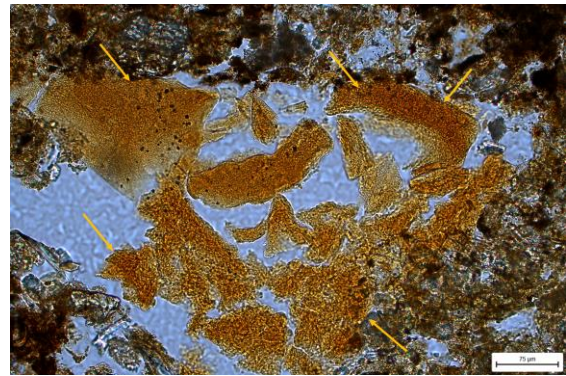
Sok esetben a lebomlott szerves növényi anyag amorf formában őrződik meg (**12. ábra**) és semmilyen egyéb megfigyelést nem tesz lehetővé a szerkezet nélküli „massza”. A növényi anyag jelenléte azonban igazolható, mennyisége fontos/érdekes lehet.

Egy másik speciális megőrződési forma a növényi anyag átkristályosodása. Százhalombatta-Földvár bronzkori lelőhely (Vatya kultúra) esetében fa, illetve deszka maradványokat sikerült megfigyelni, amik nem szenüléssel, hanem a fa átmeszesedése kapcsán őrződtek meg (**13. ábra**).

Trágya, alom és karámozás

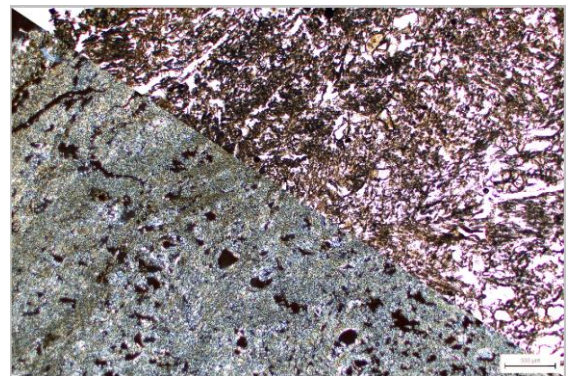
A növényi maradványok egy speciális megőrződési formáját adják a növényevők trágyái, ugyanis abban az elfogyasztott növények fitolitja szintén megjelenik. A növényevők trágyájának esetében ún. kalcium szferulitok (Canti 1997, 1998) is jelen vannak, amelyek egyértelműen trágya jelenlétét igazolják (**14. ábra**). A kalcium szferulitok nem növényi eredetűek, de jelenlétük a növények elfogyasztását jelzi, és mivel kalciumból épülnek fel, ezért megmaradásuk semleges vagy (gyengén) lúgos talajkörnyezetben történhet csak meg (Canti & Brochier 2017b).

Az alom esetében ugyancsak a lebomlott szerves növényi anyag és a fitolitok jelenléte figyelhető meg (Macphail et al. 2004). Abban az esetben, ha a trágya és az alom rétegzetten van jelen, akkor pedig már karám jelenlétével is számolhatunk, ami az állattartás ezen formájának meglétét bizonyíthatja (Shahack - Gross 2011; Brönnimann et al. 2017).



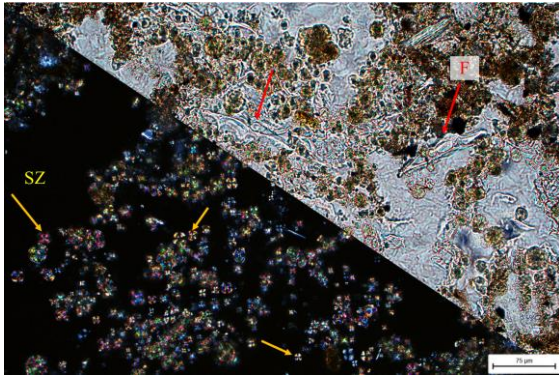
12. ábra: Szerkezet nélküli, bomló növényi maradvány (lelőhely: Százhalombatta-Földvár; bronzkor, Vatya kultúra; 200x; 1N).

Fig. 12.: Decaying plant remains in amorphous state (Százhalombatta-Földvár site; Bronze Age, Vatya culture; 200x; PPL).



13. ábra: Átkristályosodás által megőrződött fa maradvány (lelőhely: Százhalombatta-Földvár; bronzkor, Vatya kultúra; 25x; 1N, +N).

Fig. 13.: Wood remains preserved by recrystallization (Százhalombatta-Földvár site; Bronze Age, Vatya culture; 25x; PPL, XPL).



14. ábra: Növényevő trágyájának mikroszkópi képe (lelőhely: Százhalombatta-Földvár; bronzkor, Vatyá kultúra; 200x; 1N, +N). (SZ: kalcium szferolit, F: fitolit)

Fig. 14.: Microphotograph of herbivore dung (Százhalombatta-Földvár site; Bronze Age, Vatyá culture; 200x; PPL, XPL). (SZ: faecal spherulite, F: phytolith)

A trágya továbbá tüzelőanyagként is hasznosítható (Albert et al. 2008), és mivel mikroszkóp alatt szeretlen összetevői a szerves anyag lebomlása után is (megfelelő feltételek mellett) évezredek múltával is megfigyelhetők, az ilyen jellegű kérdések megválaszolásában is nagy jelentőséggel bír. Az almos trágya mellett a növényi eredetű mikromaradványok (pl. fitolitok) a növényevő állatok széles körének (pl. kistrágcső stb.) exkrementumait is jelölhetik, amelyek közvetlen mezőgazdaság-történeti és háztartás-régészeti

kérdések megválaszolásában nyújthatnak segítséget (Brönnimann et al. 2017).

Pollen

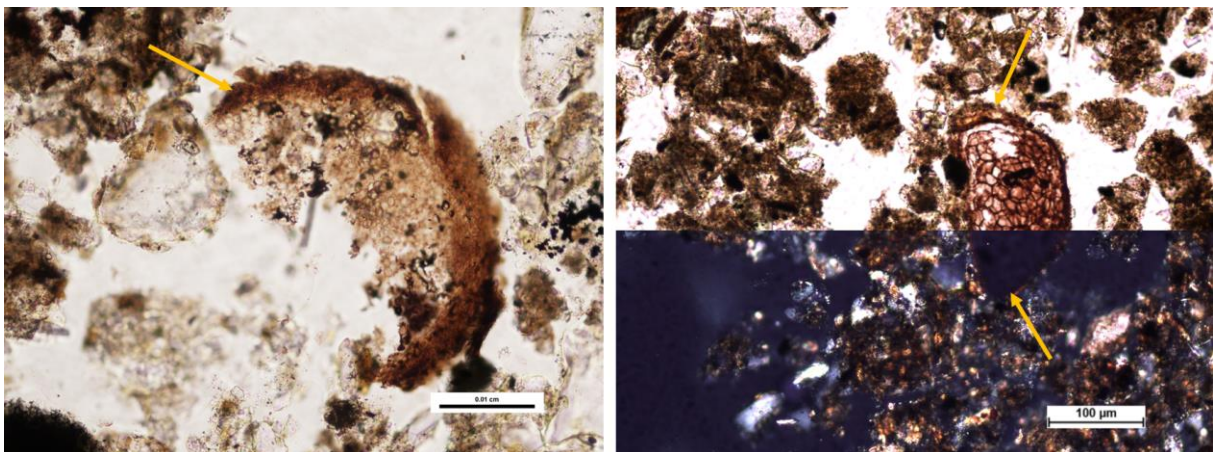
Pollenek vékonycsiszolatban történő megfigyelése ugyan lehetséges (Courty et al. 1989; Mourik et al. 2016), de parányi méretüknek köszönhetően, nagy szerencse kell ahhoz, hogy a vékonycsiszolatok 30 mikrométeres vastagságában épp szeletelésre kerüljenek, illetve olyan síkban legyenek jelen, hogy abból fajt lehessen határozni. A pollenek megőrzéséhez speciális körülmények szükségesek, amelyek ritkán adódtak haza régészeti lelőhelyeken, éppen ezért az antropogén üledékekből készült vékonycsiszolatokban ritkán találkozzunk velük.

Gomba szklerócium

Régészeti környezetben lebomló szerves anyagok mellett kerültek eddig leírásra (Guttmann-Bond et al. 2008; Devos et al. 2013; Sulas et al. 2022) ezek a mikromaradványok (**15. ábra**). Jó vízelvezetésű talajok jellemzője.

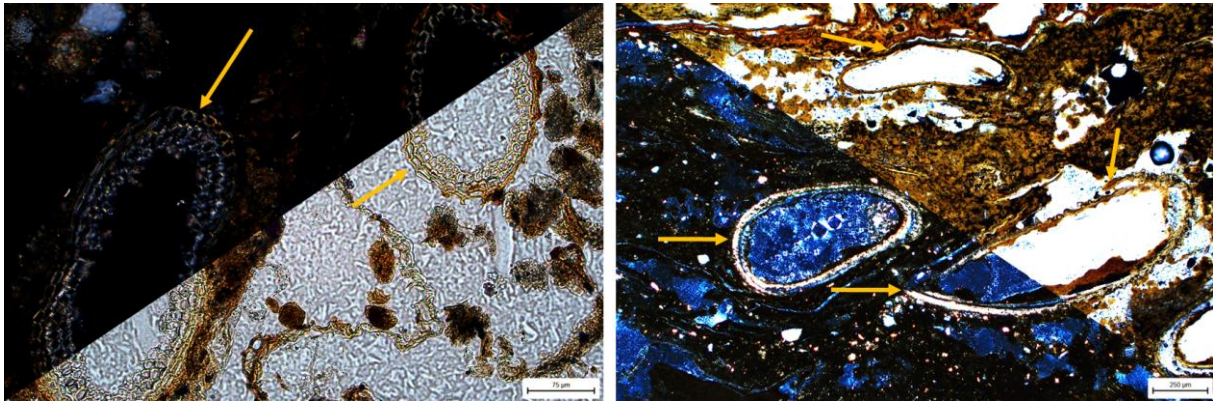
Recens növényi maradványok

A recens növényi maradványoknak (**16. ábra**) nincs régészeti relevanciája, de olyan lelőhelyeken, ahol hosszabb ideig nyitva van a felszín és megindul a növények fejlődése, ezek az elemek is megjelennek a vékonycsiszolatokban. Mivel polarizációs mikroszkóppal könnyen el lehet őket különíteni a régészeti növényi maradványoktól (Kovda & Lebedeva 2013), így elkerülhető a félreértelmezés.



15. ábra: Gomba szklerócium (lelőhely: balra: Tiszafüred Majoros-halom; bronzkor, Füzesabonyi kultúra; 200x, 1N; jobbra: Csanádalberti-Fekete-halom (késő bronzkor; 200x, 1N, +N).

Fig. 15.: Fungal sclerotia (site: left: Tiszafüred Majoros-halom; Bronze Age, Füzesabony culture; 200x, PPL; right: Csanádalberti-Fekete-halom (Late Bronze Age; 200x, PPL, XPL).



16. ábra: Recens növényi maradványok Százhalombatta-Földvár (bronzkor, Vatya kultúra) lelőhelyről (balra: 200x; 1N, +N) és modern komposztból (jobbra; 50x; 1N, +N).

Fig. 16.: Modern plant remains from Százhalombatta-Földvár (Bronze Age, Vatya culture) site (left: 200x; PPL, XPL) and from a modern compost heap (right; 50x; PPL, XPL).

Összefoglalás

A régészeti kontextusban előforduló növényi maradványok vizsgálata az egykori környezet és a korabeli mindennapok tevékenységeinek rekonstrukciója során elengedhetetlen. A rendelkezésre álló számos módszer segítségével egyre közelebb kerülhetünk az ilyen jellegű kérdések megválaszolásához. A növényi maradványok vékonycsiszolatban történő elemzése is egyike ezeknek. Általa (a rögzített mikro-kontextusoknak köszönhetően) olyan megfigyeléseket is tehetünk, melyeket más módszerekkel nem. Bár a technika régészeti kutatásokban való alkalmazása egyre nagyobb figyelmet kap külföldön, hazai környezetben való kiaknázása minden bizonnyal számos eredményt hoz majd, mely által tovább bővíthetnek az egykori társadalmakkal kapcsolatos ismereteink.

Szerzők tudományos közreműködése

Kovács Gabriella Kutatásvezetés, Módszertan, Validálás, Formai elemzés, Kísérletvezetés, Adatkezelés, Eredeti kézirat, Javított kézirat, Vizualizáció, Adminisztráció **Pető Ákos** Kutatásvezetés, Módszertan, Validálás, Formai elemzés, Kísérletvezetés, Adatkezelés, Eredeti kézirat, Javított kézirat, Vizualizáció, Adminisztráció.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal által támogatott FK 142894 azonosítószámú projekt keretében készült. A szerzők köszönetüket fejezik ki Dr. Saláta Dénesnek (MATE, Gödöllő) a 4. és 9. ábra értelmezésében nyújtott segítségével, illetve Dr. Lisztes-Szabó Zsuzsának (ATOMKI, Debrecen) a recens szövettani fotókért (6. és 7. ábrán).

Irodalom

ALBERT, R.M., SHAHACK-GROSS, R., CABANES, D., GILBOA, A., LEV-YADUN, S., PORTILLO, M., SHARON, I., BOARETTO, E. & WEINER, S. (2008): Phytolith-rich layers from the Late Bronze and Iron Ages at Tel Dor (Israel): mode of formation and archaeological significance. *Journal of Archaeological Science* **35/1** 57–75.

BALL, T.B., GARDNER, J.S. & ANDERSON, N. (1999): Identifying inflorescence phytoliths from selected species of wheat (*Triticum monococcum*, *T. dicoccon*, *T. dicocoides*, and *T. aestivum*) and barley (*Hordeum vulgare* and *H. spontaneum*) (Gramineae). *American Journal of Botany* **86/11** 1615–1623.

BALL, T.B., GARDNER, J.S. & BROTHERTON, J.D. (1996): Identifying phytoliths produced by the inflorescence bracts of three species of wheat (*Triticum monococcum* L., *T. dicoccon* Schrank., and *T. aestivum* L.) using computer-assisted image and statistical analyses. *Journal of Archaeological Science* **23/4** 619–632.

BALL, T., VRYDAGHS, L., MERCER, T., PEARCE, M., SNYDER, S., LISZTES-SZABÓ, ZS. & PETŐ, Á. (2017): A morphometric study of variance in articulated dendritic phytolith wave lobes within selected species of Triticeae and Aveneae. *Vegetation History and Archaeobotany* **26/1** 85–97. <https://doi.org/10.1007/s00334-015-0551-x>

BERLIN, A.M., BALL, T., THOMPSON, R. & HERBERT, S.C. (2003): Ptolemaic Agriculture, „Syrian Wheat”, and *Triticum aestivum*. *Journal of Archaeological Science* **30/1** 115–121. <https://doi.org/10.1006/jasc.2002.0812>

- BERZSÉNYI, B. (2009): Prehistoric food and plant resources from the Middle Bronze Age tell site of Százhalombatta-Földvár in Pest County (the Budapest hinterland, Hungary). *Antaeus* **28** 261–270.
- BRÖNNIMANN, D., ISMAIL-MEYER, K., RENTZEL, P., PÜMPIN, P. & LISÁ, L. (2017): Excrement of herbivores. In: NICOSIA, C. & STOOPS, G. eds., *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*. Oxford, Wiley-Blackwell, 55–65.
- CANTI, M.G. (1997): An investigation of microscopic calcareous spherulites from herbivore dung. *Journal of Archaeological Science* **24/3** 219–231.
- CANTI, M.G. (1998): The micromorphological identification of faecal spherulites from archaeological and modern materials. *Journal of Archaeological Science* **25/5** 435–444.
- CANTI, M.G. (2003) Aspects of chemical and microscopic characteristics of plant ashes found in archaeological soils. *Catena* **54/3** 339–361. [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(03\)00127-9](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(03)00127-9)
- CANTI, M.G. & BROCHIER, J.É. (2017a): Plant ash. In: NICOSIA, C. & STOOPS, G. eds., *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*. Oxford: Wiley-Blackwell, 147–154.
- CANTI, M.G. & BROCHIER, J.É. (2017b): Faecal spherulites. In: NICOSIA, C. & STOOPS, G. eds., *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*. Oxford: Wiley-Blackwell, 51–54.
- COURTY, M.A., GOLDBERG, P. & MACPHAIL, R.I. (1989): *Soils and micromorphology in archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 364.
- DE PAEPE, P., RUTTEN, K., VRYDAGHS, L. & HAERINCK, E. (2003): A petrographic, chemical and phytolith analysis of Late Pre-Islamic Ceramics from ed-Dur (Umm al-Qaiwain), U.A.E. In: POTTS, D., HASAN AL NABOODAH, H. & HELLYER, P. eds., *Archaeology of the United Arab Emirates. Proceedings of the First International Conference on the Archaeology of the U.A.E.* Trident Press, London, 207–228.
- DEVOS, Y., NICOSIA, C., VRYDAGHS, L., & MODRIE, S. (2013): Studying urban stratigraphy: Dark Earth and a microstratified sequence on the site of the Court of Hoogstraeten (Brussels, Belgium). Integrating archaeopedology and phytolith analysis. *Quaternary International* **315/27** 147–166. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2013.07.024>
- DOLLIMORE, D. (1987): The thermal decomposition of oxalates. A review. *Thermochimica Acta* **117/15** 331–363.
- GOLDBERG, P., LEV-YADUN, S., & BAR-YOSEF, O. (1994): Petrographic thin sections of archaeological sediments: A new method for paleobotanical studies. *Geoarchaeology* **9/3** 243–257. <https://doi.org/10.1002/GEA.3340090305>
- GRYNAEUS, A. (1998): Dendrokronológia. In: ILON, G., szerk., *A régésztechnikus kézikönyve I.* (Panniculus Ser. B. No. 3.) Szombathely, 357–366.
- GRYNAEUS, A. (2004): A magyarországi dendrokronológiai kutatás eredményei és új kérdései. In: F. ROMHÁNYI, B., GRYNAEUS, A., MAGYAR, K. & VÉGH, A., szerk., „*Es tu scholaris*”. *Ünnepi tanulmányok Kubinyi András 75. születésnapjára*. Budapest, 87–102.
- GUTTMANN-BOND, E., SIMPSON, I., NIELSEN, N.H. & DOCKRILL, S.J. (2008): Anthrosols in Iron Age Shetland: Implications for Arable and Economic Activity. *Geoarchaeology* **23/6** 799–823. <https://doi.org/10.1002/gea.20239>
- GYULAI, F. (2010): *Archaeobotany in Hungary. Seed, Fruit, Food and Beverages Remains in the Carpathian Basin: an Archaeobotanical Investigation of Plant Cultivation and Ecology from the Neolithic until the Late Middle Ages*. Archaeolingua, Budapest, 479 pp.
- HARASZTY, Á., szerk. (1979): *Növényismeret és növényélettan*. Tankönyvkiadó, Budapest, 798 p.
- HARVEY, E.L. & FULLER, D.Q. (2005): Investigating crop processing using phytolith analysis: the example of rice and millets. *Journal of Archaeological Science* **32** 739–752.
- ICPT – International Committee for Phytolith Taxonomy 2019. International Code for Phytolith Nomenclature (ICPN) 2.0. *Annals of Botany* **X/X** 1–11. <https://doi.org/10.1093/aob/mcz064>
- ISMAIL-MEYER, K. (2017): Plant Remains. In: NICOSIA, C. & STOOPS, G. eds., *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*. Oxford: Wiley-Blackwell, 121–135.
- JAKAB, G. & SÜMEGI, P. (2011): *Negyedidőszaki makrobotanika*, GeoLitera, Szegedi Tudományegyetem, Földrajzi és Földtudományi Intézet, GeoLitera, Szeged, 252 p.
- KOVÁCS, G. (2011): *Régészeti talajmikromorfológia. Antropogén rétegek talajmikromorfológiai vizsgálata*. Matrica Füzetek III, „Matrica” Múzeum, Százhalombatta, 56 p.
- KOVÁCS, G., PETŐ, Á. & VICZE, M. (2020): Development of a Middle Bronze Age (1900–1500 cal BC) house at the site of Százhalombatta-Földvár, Hungary: detecting choice of materials by the means of archaeological thin section soil micromorphology and phytolith analysis.

Archaeological and Anthropological Sciences **12** 258, 23 p.

<https://doi.org/10.1007/s12520-020-01205-z>

KOVÁCS, G., VICZE, M. & PETŐ, Á. (2023): Fires of a House — Burning Events in a Middle Bronze Age Vanya House as Evidenced by Soil Micromorphological Analysis of Anthropogenic Sediments, *Land* **12/1** 159.

<https://doi.org/10.3390/land12010159>

KOVDA, I. & LEBEDEVA, M. (2013): Modern and relict features in clayey cryogenic soils: Morphological and micromorphological identification. *Spanish Journal of Soil Science* **3/3** 130–147.

KREITER, A., PETŐ, Á. & PÁNCZÉL, P. (2013): Materializing tradition: ceramic production in Early and Middle Neolithic Hungary. In: BÁNFFY, E. ed., *The Early Neolithic of the Danube-Tisza Interfluvium*. BAR IS 2584, Central European Series 7, Archaeopress, Oxford, 127–140.

KREITER, A., RIEBE, D.J., PARKINSON, W.A., PETŐ, Á., TÓTH, M., PÁNCZÉL, P. & BÁNFFY, E. (2014): Unique in its chaîne opératoire, unique in its symbolism: undressing a figurine from the 6th millennium BC Körös culture, Hungary. *Journal of Archaeological Science* **44/1** 136–147.

<https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.01.027>

KREITER, A., MAY, Z., PETŐ, Á., TÓTH, M., BAJNÓCZI, B., MÁTÉ, L., VIKTORIK, O., SZABÓ, L., SKLÁNITZ, A., MÉSZÁROS KIS, ZS., GÖDÉNY, M., CSERI, Z. & RACZKY, P. (2021): Bucrania revisited: Exploring the chaîne opératoire of bucranium figurines of the Körös culture from the 6th millennium. *Journal of Archaeological Science: Reports* **37/2** 102982

<https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102982>

LIPPI, M.M., GONNELLI, T. & PALLECCHI, P. (2011): Rice chaff in ceramics from the archaeological site of Sumhuram (Dhofar, Southern Oman). *Journal of Archaeological Science* **38/6** 1173–1179.

MACPHAIL, R.I., CRUISE, G.M., ALLEN, M.J., LINDERHOLM, J. & REYNOLDS, P. (2004): Archaeological soil and pollen analysis of experimental floor deposits; with special reference to Butser Ancient Farm, Hampshire, UK. *Journal of Archaeological Science* **31/2** 175–191.

<https://doi.org/10.1016/j.jas.2003.07.005>

METCALFE, C. R. (1960): *Anatomy of the Monocotyledons. Vol. I. Gramineae*. Oxford University Press, London, 731 p.

MILLER ROSEN, A. (1992): Preliminary identification of silica skeletons from near eastern archaeological sites: an anatomical approach. In: RAPP, G. & MULHOLLAND, S.C., eds., *Phytolith*

systematics. Emerging Issues. Plenum Press, New York, 129–147.

MOREL, J.P. & MERCURI, A., eds., (2009): *Plants and Culture: seeds of the cultural heritage of Europe. Centro Europeo per i Beni Culturali Ravello*, Edipuglia Bari, 141–144.

MOSKAL-DEL HOYO, M., LITYŃSKA-ZAJĄC, M., RACZKY, P., ANDERS, A. & MAGYARI, E. (2017): The character of the Atlantic oak woods of the Great Hungarian Plain. *Quaternary International* **463** 337–351.

MOURIK, J.M., WAGNER, T., GEERT DE BOER, J. & JANSEN, B. (2016): The added value of biomarker analysis to the genesis of plaggic Anthrosols; The identification of stable fillings used for the production of plaggic manure. *Soil* **2/3** 299–310. <https://doi.org/10.5194/soil-2-299-2016>

NÁFRÁDI, K., SÜMEGI, P. & TÖRŐCSIK, T. (2012): Charcoal and pollen analyses and vegetation reconstruction of the Alpine foreland in West Hungary. *Open Geosciences* **4/4** 592–602. <https://doi.org/10.2478/s13533-012-0104-0>

NICOSIA, C. & STOOPS, G. (2017): *Archaeological Soil and Sediment Micro-morphology*. Wiley Blackwell: Oxford, UK, 476 pp.

PARRY, D.W. & SMITHSON, F. (1966): Opaline silica in the inflorescence of some British grasses and cereals. *Annals of Botany* **30/3** 525–538.

PETŐ, Á. & KENÉZ, Á., szerk. (2018): *Régészeti növénytan: leletek, módszerek és értelmezés, Archaeobotanikai kézikönyv*. Archaeolingua Alapítvány, Budapest, 202 p.

PETŐ, Á. & VRYDAGHS, L. (2016): Phytolith analysis of ceramic thin sections. First taphonomical insights gained through experiments with vegetal tempering of bread wheat (*Triticum aestivum* L. ssp. *aestivum*) organs. In: SIBBESSON, E., JERVIS, B. & COXON, S., eds., *Insight from Innovation: New Light on Archaeological Ceramics*, Southampton Monographs in Archaeology, New Series 6. Highfield Press, St. Andrews, UK, 57–73 p.

PIPERNO, D.R. (2006): *Phytoliths. A comprehensive guide for archaeologists and palaeoecologists*. Altamira Press, 238 p.

SALÁTA, D., GYULAI, F., TÓTH, F.M., SZILAS, G. & PETŐ, Á. (2023): Régészeti növénytan adatok a Rákospatak völgye bronzkori környezetrekonstrukciójához Budapest–Bartl J. u. 2. régészeti lelőhely adatai alapján. *Archeometriai Műhely* **XX/1** 77-91.

<https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2023-005>

- SHAHACK-GROSS, R. (2011): Herbivorous livestock dung: formation, taphonomy, methods for identification, and archaeological implications. *Journal of Archaeological Science* **38/2** 205–218.
- SHILLITO, L.-M., MATTHEWS, W., ALMOND, M. & BULL, I. (2011): The microstratigraphy of middens: Capturing daily routine in rubbish at Neolithic Çatalhöyük, Turkey. *Antiquity* **85/329** 1024–1038.
<https://doi.org/10.1017/S0003598X00068460>
- STARNINI, E., SZAKMÁNY, GY. & MADELLA, M. (2007): Archaeometry of the first pottery production in the Carpathian Basin: Result from two years of research. *Atti del IV. Congresso Nazionale AIAR*. Pisa, 1-3 febbraio 2006. Estratto, 401–411.
- SULAS, F., BAGGE, M., ENEVOLD, R., HARRAULT, L., KRISTIENSEN, S., LJUNGBERG, T., MILEK, K., MIKKELSEN, P., JENSEN, P., ORFANOU, V., OUT, W.A., PORTILLO, M. & SINDBÆK, S. (2022): Revealing the invisible dead: integrated bio-geoarchaeological profiling exposes human and animal remains in a seemingly ‘empty’ Viking-Age burial. *Journal of Archaeological Science* **141** 105589. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2022.105589>
- SÜMEGI, P. & BODOR, E. (2000): Sedimentological, pollen and geoarchaeological analysis of core sequences at Tököl. In: POROSZLAI, I. & VICZE, M. eds., *SAX, Százhalombatta Archaeological Expedition, Annual Report 1-Field Season 1998*. ‘Matrica’ Museum, Százhalombatta, 83–96.
- SÜMEGI, P. & BODOR, E. (2005): Geoarchaeological and archaeobotanical investigations in the Valley of the Benta (Békás) creek. In: POROSZLAI, I. & VICZE, M. eds., *SAX, Százhalombatta Archaeological Expedition, Annual Report 2-Field Season 2000-2003*. ‘Matrica’ Museum, Százhalombatta, 209–235.
- SZAKMÁNY, GY. & STARNINI, E. (2007): Archaeometric research on the first pottery production in the Carpathian Basin: Manufacturing traditions of the Early Neolithic, Körös Culture. *Archeometriai Műhely* **IV/2** 5–15.
- SZAKMÁNY, GY., VANICSEK, K., BENDŐ, ZS., KREITER, A., PETŐ, Á., LISZTES-SZABÓ, ZS. & HORVÁTH, F. (2019): Petrological analysis of Late Neolithic ceramics from the tell settlement of Gorzsa (SE-Hungary). In: AMICONE, S., QUINN, P.S., MARIĆ, M., MIRKOVIĆ-MARIĆ, N. & RADIVOJEVIĆ, M., eds., *Tracing pottery-making recipes in the prehistoric Balkans, 6th–4th millennia BC*. Oxford: Archaeopress, 156–171.
- TOMBER, R., CARTWRIGHT, C. & GUPTA, S. (2011): Rice temper: technological solutions and source identification in the Indian Ocean. *Journal of Archaeological Science* **38/2** 360–366.
- TÖRŐCSIK, T., NÁFRÁDI, K. & SÜMEGI, P., szerk. (2015): *Komplex archeobotanika*. GeoLitera, SZTE TTIK Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport, Szeged, 316 p.
- TÖRŐCSIK, T. & SÜMEGI, P. (2021): Gabonatermesztés a Kárpát-medencében a népvándorlás korától a középkor végéig (pollen alapú rekonstrukció). In: BENKŐ, E. & ZATYKÓ, Cs., szerk., *A Kárpát-medence környezettörténete a középkorban és a kora újkorban*. Archaeolingua Foundation, Budapest, 17–69.
- VRYDAGHS, L., DEVOS, Y. & PETŐ, Á. (2017): Opal phytoliths. In: NICOSIA, C. & STOOPS, G. eds., *Archaeological Soil and Sediment Micro-morphology*. Oxford: Wiley-Blackwell, 155–163.