

DEBRECENI EGYETEM
MEZŐGAZDASÁGI-, ÉLELMISZETUDOMÁNYI és
KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI KAR

MEZŐGAZDASÁGI NÖVÉNYTANI, NÖVÉNYÉLETTANI és
BIOTECHNOLÓGIAI TANSZÉK
Tanszékvezető: Prof. Dr. Pepó Péter

A hajdúszoboszlói Kéthalom recens löszvegetációjának fitolitkészlete

Kiss Hanga Johanna
III. évf. természetvédelmi mérnöki
BSc szak

Témavezetők:
Dr. Lisztes-Szabó Zsuzsa
egyetemi adjunktus
Dr. Pető Ákos
muzeológus, talajtani referens
Kovács Szilvia
tanársegéd

Debrecen
2013. október 26.

Tartalomjegyzék:

Bevezetés	3
I. Témafelvetés	4
II. Szakirodalmi áttekintés	5
II.1. Kunhalmokról	5
II.1.1. Kunhalomkutatás története	5
II.1. 2. A kunhalmok csoportosítása	7
II.2. A löszgyepekről	9
II.3. A fitolitokról	10
III. Anyag és módszer	13
III.1. A Kéthalom	13
III.2. Terepi mintavétel	14
III.3. Fitolitelemzés	16
III.4. Statisztikai feldolgozás	16
IV. Eredmények és értékelésük	17
IV.1. Biogén szilícium	17
IV.2. A Kéthalom löszgyepfajok fitolitikészlete	18
IV.2.1. Az egyszikűek fitolitikészlete	19
IV.2.2. A kétszikűek fitolitikészlete	23
IV.3. A Kéthalom vegetációfoltok fitolit morfortípus eloszlása	28
IV.4. A diverzitási analízisek eredménye	34
V. Következtetések és javaslatok	37
VI. Összefoglalás	38
Szakirodalmi jegyzék	39
Köszönetnyilvánítás	44
Mellékletek	45

Bevezetés

„Kúnhalmok ti, ... elfüzerlő dombok,
csönd-állomások,
nyomjelző vakond-
túrasok, mesék babszemei, ...”

(Illyés Gyula: Kúnhalmok)

A pannon füves puszták jellegzetes formái a kunhalmok, melyek kiemelt botanikai, ökológiai, talajtani és kultúrtörténeti értékekkel bírnak. Az 1996-tól *ex lege* védett formakincsek (1996. LIII. törvény) számos tagja természetvédelmi szempontból is értékes vegetációt őriz. A kunhalmok kutatásával nem csupán kultúr-, de környezettörténeti szempontból is fontos információkat nyerhetünk. Egyes kunhalmok kutatása során régészeti korú települések maradványaira bukkanhatunk, újabb információkat tudhatunk meg az Alföldet egykoron benépesítő nomád népek életéről is. A kunhalmok ezáltal nem csupán a természettudományos, hanem a régészeti és a történeti kutatások szolgálatában is állnak.

A kunhalmok nemcsak a tudományos kutatások körében fontosak, hanem esztétikai, tájképi szerepük is kiemelkedő. A történelmi Magyarország területén még közel 40000 kunhalom volt fellelhető, mára viszont ez a szám csupán 1300-1700 között mozog. Az ugrásszerű csökkenésért emberi hatások a felelősek, a bolygatások, zavarások és elhordások mellett az intenzív mezőgazdasági földművelés okolható. Hazánkban előfordulási bázisnak tekinthető az Alföld (a Hortobágy, Csongrád, Békés és Hajdú-Bihar megye).

A hajdúszoboszlói Kéthalom a Hajdúság egyik legfajgazdagabb és természetközeli löszgyepét hordozza. A természeteshez közeli vegetációja miatt kímélő módszerekkel érdemes és szükséges a halom kutatása, amely által más, hasonló felszíni képződmények vegetációtörténetéhez is közelebb juthatunk.

A kunhalmok kutatásának egyik eszköze a fitolitelemzés. Számos növényfaj a gyökérzet által felvett kovasavat bizonyos sejtekben hidratált SiO_2 formájában (kovatest, kovasejt, opalit, növényi opál, fitolit) akkumulálja. A kova a sejtet kitöltve, vagy a szövetközi térben kiválva megőrzi annak alakját, és képződésének, morfológiájának, méretének, a formák arányának sok esetben taxonómiai relevanciája (is) van. Mivel a fitolitok a talajban és az üledé-

kekben geológiai időskálán mérve is hosszú ideig ellenállnak a lebontó hatásoknak, ezért a környezettörténeti vizsgálatokban is egyre hangsúlyosabb szerepet kapnak.

I. Téma felvetés

A növényi szövet talajfelszínen, illetve talajban történő lebomlása megnyitja annak lehetőségét, hogy a fitolitok a lebomló növényi szervesanyagból felszabadulva felhalmozódjanak a növény életének helyszínén. Természetesen a lokális felhalmozódást, és ebben az értelemben egy autochton fitolitösszlet kialakulását számos külső környezeti tényező (pl. az avar szél általi elhordódása, a talajfelszíni eróziója stb.) és számos belső, talajképződéssel összefüggésben álló faktor (pl. kilúgzás, szikesedés, agyagosodás stb.) befolyásolhatja. A taxonómiai folyamatok megismerése és értékelése mellett a fitolitelemzés módszere – ellentétben a palinológiával – a lokális környezetrekonstrukció egyik hatékony eszköze lehet, de a pollenelemzéssel ugyancsak ellentétben a növényi opálszemcsék önmagukban nem mindig faj- vagy nemzetségspecifikusak, így környezettörténeti alkalmazásukhoz megfelelő osztályozási rendszerek kiépítése szükséges. Kevés ismeretünk van arról, hogy egy adott növénytársulás milyen mértékben és módon reflektálódik a talaj fitolitikészletében. Növényélettani szempontból ismert az egyes növény taxonok szilícium-akkumuláló képessége közötti különbség, az is ismert, hogy kémiai összetételtől és növényanatómiai származástól függően az egyes növényi opálszemcsék eltérően viselkednek a talajban; ugyanakkor a direkt megfeleltetés az aktuális, recens vegetáció fitolitikészlete és a talajban tárolódó „fitolitbank” között segíthet pontosabban értelmezni a környezettörténeti kontextusból származó minták alapján rekonstruálható vegetációs képet, és ezáltal pontosíthatja a környezetrekonstrukciót is.

Munkánk célja tehát, hogy növény- és talajtani összehasonlító referenciabázist hozzon létre egy ismert mintavételi helyen annak érdekében, hogy a növény és talaj fitolitbank közötti különbségeket és azonosságokat feltárhassuk, így segítvén a környezettörténeti célú fitolitelemzéseket. Arra keressük a választ, hogy milyen összefüggések bizonyíthatók a kunhalmok recens vegetációjának fitolitikészlete és diverzitása, valamint a feltalaj és az eltemetett talajrétegek fitolitikészlete és annak diverzitása között. A téma jelentőségén túl annak újszerűsége és interdiszciplináris jellege is indokolta választásunkat, hiszen talaj- és növényfitolit elemzésekre nemcsak a botanika, hanem a földtan, a talajtan, a régészet és a

kultúrtörténet is támaszkodik. Az eredmények a biodiverzitás-kutatások és környezetrekonstrukciós munkálatok alapját is szolgálhatják.

2013 tavaszán kezdtük munkánkat a fajgazdag lösnövényzettel rendelkező hajdúszoboszlói Kéthalom vizsgálatával. Jelen dolgozatban a fent vázolt teljesebb kutatási tervből az első meghatározó lépés eredményeit adjuk közre. A recens növényzet domináns fajainak fitolit-készletét mutatjuk be, és vetjük össze a vegetációfoltok fajdiverzitását és fitolitdiverzitását.

II. Szakirodalmi áttekintés

II.1. A kunhalmokról

II.1.1. Kunhalomkutatás története

A halmok kutatása közel két évszázada vált a tudományos érdeklődés új területévé, felfedezve komplex (tájképi, régészeti és növénytani) értékeiket. Horváth István (1784-1846) történésztől származik a kunhalom elnevezés. Véleménye szerint ezeket a dombszerű képződményeket a letelepedő kunok alkothatták elsősorban védelmi és temetkezési céllal. Ezzel szemben Jerney János őskutató azt valószínűsíti, hogy a kunhalmok többségét már a honfoglalás előtt, a Kárpát-medencében élő népek hozták létre. Az eredetileg temetkezési céllal alkotott képződmények később ör-és határhalmok lettek. A kunhalmok olyan emberalkotta egyedülálló kultúrtörténeti, természeti kincsek, amelyeknek eredetét a geográfiai, régészeti és néprajzkutatási munkálatok eltérően értelmezték (TÓTH A., 1996).

A további kutatásokba geográfusok, régészek és néprajzkutatók is bekapcsolódtak. Sokáig vitatott volt, hogy ezek a halmok természetes vagy mesterséges képződmények-e. Miskolczy Károly határozottan állította, hogy „ezek nem lehetnek csinált halmok, ... e halmok a természet művei, s midőn e síkságot tenger borítá, a víz hullámozása által jöttek létre” (MISKOLCZY, 1864).

Szabó József geográfus már rációzott erre az elképzelésre, hiszen kutatásai során bizonyította korának azt az elméletét, mely szerint Magyarországon természetes és mesterséges kunhalmok is léteznek: „tengerszíne alatti hullámkotta képződmények, természetes halmok, de melyek a vándor népek által szükségök szerint emeltethettek is” (SZABÓ, 1868).

TÓTH (1999) definíciója szerint kunhalomnak tekinthető minden olyan mesterségesen

keletkezett, a térszínből érzékelhetően kiemelkedő magaslát, ami keletkezési korától, funkciójától, földrajzi fekvésétől függetlenül „halomszerű” formakincse a síksági tájnak. Ezt a meghatározást használjuk ma is.

A XIX. század végén kezdődött meg a kunhalmok régészeti kutatása. Ennek eredményeként egyértelművé vált a kunhalmok antropogén eredete (RÓMER, 1878., JÓSA, 1897). A további régészeti kutatások eredményeképpen a XX. században sikerült a halmok korát és elsődleges funkcióit is meghatározni (TARICZKY, 1906., MÓRA, 1906., GÁRDONYI, 1914., KRECSMARIK, 1922., ÉRI, 1956., PÁLÓCZI, 1969., SELMECZI, 1971).

Az 1960-as években kezdődött meg a halmok természettudományos kutatása. Talajtani és rétegtani vizsgálatok kezdődtek, amelyekből arra következtettek, hogy a halmokat általában természetes magaslatra, folyóhátra, homokbuckára, löszhátra emelték, a környező terület humuszos feltalajából.

A '70-es évektől Nepper Ibolya és Raczkó Pál régészek folytatták a kunhalmok szakszerű régészeti feltárását (BARCZI et al., 2009). 1996-ban megszületett 1996. évi LIII. természetvédelmi törvény ex lege védettséget adott a kunhalmoknak (MAGYAR KÖZLÖNY, 1996).

Nyilvánvalóvá vált, hogy régészeti, morfológiai és talajtani jelentőségük mellett botanikai értékek szempontjából is kutatható területek. Az országos állapotfelmérésükkel párhuzamosan számos talajtani, botanikai és zoológiai vizsgálat vette kezdetét. Ezek eredményeképpen a több kunhalom öskörnyezeti viszonyait rekonstruálták eltérő módszerek alkalmazásával (SÜMEGI et al., 1998., TÓTH Cs., 1999., BARCZI et al., 2003).

Már az ezredfordulót megelőzően a nagyarányú építkezések, infrastrukturális és mezőgazdasági munkálatok, termés hozam növelésével kapcsolatos beavatkozások miatt mind több kunhalom esett áldozatul. Egyre sürgetőbb feladat, hogy a még fennmaradt kunhalmok tudományos vizsgálatát új, természetkimélő módszerekkel folytassuk.

Napjaink kutatása a kunhalmok védelmére irányul és megmentésük lehetőségeit keresik a szakemberek és tudósok (TÓTH Cs. 1998., TÓTH A. - TÓTH Cs., 2003).

A legújabb szakirodalmakat végigtekintve a kunhalmok kutatásának középpontjába került a talaj-növény összefüggés vizsgálat. Abból indul ki, hogy a halmok a lösznövények egyik utolsó menedékei, mert ilyen mértékben visszaszorult elterjedési területük a Kárpát-medence ezen középső területén, főleg a kiváló minőségű talaj felszántása és művelése miatt. A legújabb vizsgálatok rámutattak a halmok talajtani jelentőségére és arra, hogy nagyszerű terepet kínálnak a sztyeppvegetáció és a talajok közötti összefüggések vizsgálatára is (BARCZI et al., 2004., PENKSZA et al., 2011a, PENKSZA et al., 2011b, PENKSZA et al., 2011c). Ma a

kunhalomkutatás fókuszában a természetvédelmi szempontok és a talaj-és növényteni vizsgálatok állnak.

II.1.2. A kunhalmok csoportosítása

A kunhalmokkal foglalkozó eddig megjelent szakirodalmak különböző szempontok szerint csoportosítják ezeket a formákat. Régészeti szempontból az alábbi csoportokat különíthetjük el (BUKA, 1994., CSÁNYI, 1999., KOZMA 1910., TÓTH A. 1996, 1999):

- a) Lakódombok (tell-telepek)
- b) Sírhalomok (kurgánok)
- c) Őrhalomok (vigyázóhalomok, strázsadombok)
- d) Határhalomok
- e) Kivégző- vagy vesztőhalomok
- f) Kultikus halomok
- g) Csata színtereinek emléket állító halomok
- h) Geodéziai pontként szolgáló halomok

Geomorfológiai szempontból három csoportba sorolhatjuk a kunhalmokat a Hortobágy déli pusztáin és a hajdúsági területeken végzett vizsgálatok alapján (TÓTH A. - TÓTH Cs., 2003):

- a) szimmetrikus
- b) természetes okokból aszimmetrikus (pl.: folyók oldalazó eróziója miatt)
- c) antropogén okokból aszimmetrikus (pl.: csonkítás, elhordás miatt).

Terepen való megjelenésük szerint a következő típusokba sorolhatók a kunhalmok (TÓTH A., 2004):

- a) egyes vagy egyedülálló halomok
- b) kettős vagy ikerhalomok
- c) hármas halomok
- d) halomsorok
- e) halomcsoportok (tatárülések, halomsírmegőzők).

Bő másfél évszázada az Alföld a folyószabályozások és lecsapolási munkákat megelőzően földrészünk legnagyobb „vadvízországa” volt. Az ember egyre nagyobb földterületet vont művelés alá, kerített hatalmába, a kunhalmok pusztulása pedig ennek következtében felgyorsult. Legsürgetőbb feladat, hogy a még fennmaradt halmokat jelenlegi állapotukban megőrizhessük. Ennek érdekében táj- és természetvédelmi szempontból TÓTH A. (1966) a következőképpen csoportosította a kunhalom összefoglaló név alatt értetett felszínalakítási formakincset:

- a) Viszonylag háborítatlan, ép jellegüket még jól őrző halmok (ezeknek csekély a száma). Növényzetük többnyire degradálódó löszgyep.
- b) Jellegüket még őrző, ép, jelenleg is művelt vagy korábban már megművelt (beépített, beerdősített) halmok. Felszínüket leginkább kultúrnövényzet vagy gyomtársulás borítja.
- c) Eredetileg is alacsony vagy a művelés miatt már lekopott, de alapjaiban még ép halmok. Általában a nagyobb halmok kísérői.
- d) Megbontott, megbolygatott halmok jelentős növényzeti és régészeti értékekkel. (Ezek a löszvegetációk szinte utolsó menedékei.)
- e) Erősen megcsonkított vagy részben elhordott, jellegvesztett halmok. (Károsodásuk nagymértékű, ezeket erős kultúrhatás érte.)
- f) Halomroncsok jelentősebb érték nélkül (legtöbbször gazos gyomtársulás jelzi hollétüket, alig észrevehető kiemelkedések).
- g) Széthordott halmok, halomhelyek (ma már alig utal valami egykori meglétükre, esetleg talajszíneződés, törmelék vagy valamilyen mélyedés).

A kunhalmok az alföldi táj egyedülálló tájképi elemei. Az elmúlt évszázadok környezeti alakítása következtében ezen halmok külső megjelenésükben erősen megváltoztak (elhordás, erdősítés, elszántás). Így szükségessé vált egy tájképi érték kategóriák szerinti csoportosítás. Eszerint az alábbi négy kategóriát különíthetjük el (TÓTH Cs., 2002, 2003):

- 1.) kiemelten értékes (magas, messziről is jól látható markáns eleme a tájnak, környezeti zavarástól mentes halmok)
- 2.) értékes (magas, középmagas halmok, a zavarás itt már megfigyelhető: távvezetékek,

épületek)

- 3.) közepesen értékes (alacsony vagy a szántás, elhordás következtében alacsonyabbá váló kunhalmok és olyan halmok tartoznak ide, amelyeknek formája a jelentős környezeti zavarás miatt nehezen észlelhető)
- 4.) nem értékes (szétszántott, elhordott, beerdősített, körbeépített halmok).

A szakirodalmak potenciális tájképi értéknek tekintik a 3 méteres magasságot elérő vagy azt meghaladó kunhalmokat (TÓTH Cs., 2002). A magasabb kunhalmok nagy eséllyel őriznek természetközelinek tekinthető löszgyepeket és botanikai értékeket.

II.2. A löszgyepekről

A *Salvia nemorosae* - *Festucetum rupicolae* löszpusztarét az ukrán és dél-orosz sztyeppek hazai megfelelője. Létrejöttükben a talajtani jellemzők mellett nagy szerepet játszott a makroklima, hiszen az Alföld közepén a kontinentális klímájú évek gyakorisága a 40%-ot is elérheti (BORHIDI, 1997). Ezt a társulást tekintjük az Alföld legjellemzőbb zonális élőhelyének. Kialakulásának elsődleges helyszínei a löszhátak (Mezőföld, Heves- Borsodi-sík, Békés- Csanádi-löszhát), viszont extrazonálisan hegylábakon is megtalálható. Alföldi, mészlepedékes vagy csernozjom a talaja, amely a hegylábakon degradált. Kontinentális jellegüket igazolja, hogy a középhegységi pusztafüves lejtőkkel állnak genetikai kapcsolatban, ahonnan az új ősmátra-elmélet szerint a holocén későbbi fázisaiban fajaiknak nagy részét visszanyerték. Fajkészletük diverz, a pontusi és kontinentális elterjedésű fajok mellett jellemzőek az erdőssztyepp fajok is. Természetes állapotban a gyepszerkezet fejlett, erősen strukturált, míg degradált állapotban leegyszerűsödik.

Az Alföld hordalékkúpjain és löszhátjain csupán foltokban, a szikes pusztákon, mezsgyéken, sáncokon, bronzkori földvárakon, kunhalmokon, partfalakon maradtak fenn gyakran degradált, részben másodlagos állományai.

A tiszántúli löszpusztagyepék (tibiscense) mára jelentősen megfogyatkoztak. Azonban a tájegység déli részén még található értékes maradványok, amelyeken az erdélyi hérics (*Adonis x hybrida*) és a vetővirág (*Strenbergia colchiciflora*) gyakori.

A bükki és mátraaljai változat (submatricum) ősi állományai több területen maradtak fenn. Pusztai elemekben kevésbé diverz az előbbi változattal szemben, viszont az erdőssztyeppjelleg jobban megmutatkozik rajta. Jellemző fajai a fehér zanót (*Chamaecytisus*

albus), a hegyi kökörcsin (*Pulsatilla montana*), a sárgás sás (*Cares michelli*) és a Jankatársóka (*Thlaspi jankae*).

A mezőföldi változat (pannonicum) természetes állományai is szép számmal maradtak fenn, nagy területeket borítanak, jó fajokészlettel rendelkeznek. Itt él a tátorján (*Crambe tataria*) és az ukrán macskamenta (*Nepeta parviflora*) is.

A társulásnak a degradáltság mértéke szerint és a termőhelyi tényezők alapján több típusát különböztethetjük meg: a szálkaperjés típust (*Brachypodium pinnatum*), a tipikus barázdált csenkeszest (*Festuca rupicola*) és az árvalányhajast (*Stipa capillata*) (BORHIDI, 2003).

II.3. A fitolitokról

A fitolit görög eredetű terminus technicus, a phyto (növény) és a lithos (kő) szavak összetételéből keletkezett. Az elnevezés Christian Gottfried Ehrenbergtől származik. A talajból és üledékből feltárt fitolitot mikrofossziliának tekintjük. MADELLA (2008) a következőképpen határozta meg: a fitolit vagy növényi opálszemcse az élő növény intra- és intercellulárisaiban kiválasztott, hidratált szilícium-dioxidból felépülő zárvány, amely a növényi szerves anyag elbomlása során szabadul fel és akkumulálódik a befogadó közegben. A fitolit élő növények szöveteiben, a növény életműködési folyamán keletkező optikailag izotróp anyag. Szinonimái a növényi opálszemcse, opál fitolit, kovás sejt, kovasejt, növényi opalit vagy biogén opál kifejezések. Összetevői nagyrészt hidratált kvarc ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), de nyomokban egyéb elemeket is tartalmazhatnak (Al, Fe, Cu, N, P, C, Ni, Mn). BARTOLI és WILDING (1980) kimutatta, hogy ezek az elemek már jelen vannak az élő sejt citoplazmájában is, és a fokozatos szilícium-kiválasztás eredményeképpen bekérgeződnek később a fitolittestben. Az opálszemcséket felépítő hidratált, nem kristályos szilícium-dioxid 4-9% kristályvizet tartalmaz. A fitolitok mikroszkopikusan egyértelműen felismerhetők és meghatározhatók. Fajsúlyuk 1,5- 2,3 g/cm³ értékek között mozog. Színük változatos: a színtelentől az átlátszó halványszürkéstől, a rózsaszínen át a szürkésig. Mérete 5-200 mikron közötti, leggyakoribbak a 10-30 mikronosak.

A növényi opálszemcsék általában a szerves anyag elbomlása után válnak szabaddá és halmozódnak fel a talajban (PEARSALL, 2000., PIPERNO, 1988, 2006). 1 gramm növényi szárazanyagban 2-20 mg fitolit mutatható ki. Ez az érték jelentősen eltérhet a különböző növények esetében. Felvetődik a kérdés, hogyan és miért választanak ki növények fitolitokat a szöveteikben.

Abból az alapvető tényből kell kiindulnunk, hogy a növények fitolitképző képessége eltérhet akár egyedek szintjén is. Ez azzal magyarázható, hogy a fitolitképzésben nagy szerepe van a növény rendszertani hovatartozásának és korának, a lelőhely éghajlatának, valamint a talaj fizikai-kémiai tulajdonságainak is. Például a pázsitfűvek csoportja igen jelentős fitolit produkcióval rendelkezik, míg más növényfajok egyáltalán nem állítanak elő fitolitot, pl. a manióka (PIPERNO, 1988).

A fitolitokhoz nélkülözhetetlen szilícium-dioxidot ortokovasav vagy monokovasav formájában veszik fel a növények a gyökerekön keresztül megfelelő kémhatású körülmények között (pH 2-9). Nem teljesen tisztázott, hogy az oldott kvarc aktív vagy passzív transzport útján kerül felvételre. A kutatások mindkét esetre szolgálnak példával.

A fitolit kiválasztása a növényben az alábbi három, jól meghatározott helyen mehet végbe (PIPERNO, 1988):

1. a membrán szilifikáció során a sejtfálra lerakódva
2. a sejtüregben (lumen)
3. a kéreg sejt közötti részében felhalmozódva (cortex intercelluláris).

ILER (1979) ausztrál kutató mutatott rá a növény fitolit produkciója és fiziológiai állapota közötti összefüggésre. Bizonyos növények esetében minél több szilícium-dioxid kerül felvételre, annál jobb lesz a betegségeket okozó gombák elleni védekezése. SIMPSON és VOLCANI (1981) szerint a növényi szervezetben található szilícium-dioxid a sejtfal szilárdítása mellett a növény anyagcseréjében (metabolizmusában) is fontos szerepet tölt be.

Tudományosan bizonyított, hogy a fitolitelemzés hatékonyabb a lokálisan ténylegesen tenyésző vegetáció rekonstrukciójában, mint az eolikus folyamatok által befolyásolt virágposzterek elemzése (PIPERNO, 2006), mivel az előbbi csak ritkán szállítódik el víz vagy szél által. Míg a pollenek egy tágabb környezet flórájának hírmondói, addig a fitolitok az adott élőhely növényzeti képét tárhatják fel előttünk (PETŐ - BARCZI, 2010a). Miután a növény kiválasztja a fitolitot, lényegében egy olyan azonosító jön létre, ami magánál a növénynél sokkal ellenállóbb. A növény megsemmisülése után hátramaradt azonosító jelzi, milyen fajok éltek az adott területen. A fitolitok mérete, alakja növénycsaládra, nemzetségre, ritkábban fajra jellemző lehet. A maradandó és taxonómiai relevanciával bíró fitolitok nemcsak a környezettörténeti kutatásokban, hanem a kultúrnövények termesztéstörténetének kutatásában is nagy jelentőségűek. Egy terület fitolitikészletének vizsgálata és elemzése során azonban számolni kell a különböző talajtani tulajdonságok és folyamatok hatásaival is.

A különböző környezeti feltételek okozhatnak fenotípusos plaszticitást a fitolitoknál, de a fitolitok formája és pozíciója a környezet által nem befolyásolt. Egyes kutatások szerint a növényi opáltestek képződése genetikailag meghatározott folyamat, amely tekintélyes szisztematikai potenciállal rendelkezhet (PRYCHID et al., 2004). Némely esetben, növényi referencia anyagot vizsgálva, a kovatestek alakja elegendő lehet a helyes fajsztíntú elkülönítéshez (LINDSTROM et al., 2000). Ennek egyik példája, hogy MEJIA-SAULES és BisBy (2003) specifikus kovatesteket talált *Melica* fajok lemmájában. Ugyanakkor fontos kiemelni, hogy a legtöbb esetben szisztematikus morfolometriai adatbázisokra épülő elemzésekre van szükség a faj-, vagy nemzetségsztíntú meghatározásokhoz. Ezt indokolja a fitolitok világában fennálló multiplicitás (sokszerűség) és redundancia jelensége is, amely sok esetben akadályozza, hogy szorosán megfeleltessük a fajt a fitolitikészletével (ROVNER – RUSS, 1992). Ugyanaz a morfolípus ugyanis ugyanazon növényegyed különböző szöveteiben is kialakulhat, illetve egy adott faj/taxon is képezhet számos különböző morfolípuszt. Továbbá a taxonómiailag különböző rokonsági fokon álló fajok is képezhetnek hasonló morfológiai jegyekkel bíró fitolitokat. A növényi fitolitikészletnek ugyanakkor taxonómiai jelentősége lehet, a kalcium-oxalát kristályokhoz, keményítőhöz, tanninokhoz, és egyéb nem protoplazmatikus anyagcsere-termékekhez hasonlóan, amelyek növénycsaládok megkülönböztető jegyei lehetnek (GOLDBLATT et al., 1984, RUDALL, 1994).

A levélepidermisz jellemzők, a szilifikált egysejtű szőrök, serték jelenléte és eloszlása hasznos elkülönítő bélyegnek bizonyult *Poa* fajok azonosításakor (SZABÓ et al., 2006). Az elkovásodó szöveti képletek – elsősorban epidermális sejtek – taxonómiai felhasználására számos kísérlet történt korábban. Míg jó néhány egyéb növényfaj fitolitikészletének leíró jellegű feldolgozása létezik (HODSON et al., 1997, SANGSTER et al., 1997, ALBERT et al., 2011), kevés információ áll rendelkezésre a Kárpát-medence domináns pázsitfűveinek fitolitikészletéről, ugyanakkor a fitolitok régészeti, növénytani és környezettörténeti alkalmazása egyre nagyobb teret nyer a hazai kutatásokban is. A löszgyepek fitolitikészletéről kapott eredményeinkkel hozzájárulhatunk archaeobotanikai és paleoökológiai kutatásokban végzett vizsgálatok sikeréhez (lásd MADELLA et al., 2012). A hazai fitolitikutatás korai szakaszában esettanulmányyszerűen került alkalmazásra a módszer egy-egy nagyobb és komplex archaeobotanikai és/vagy paleoökológiai vizsgálat részeként (pl. GYULAI, 1993, 1996., ENGEL DI MAURO, 1995., WINDLAND, 2007., MADELLA, 2007., STARNINI et al., 2007). A fitolitelemzés régészeti geológiában és környezettörténeti kutatásokban történő szisztematikus alkalmazása a Szegedi Tudományegyetem Földtani és Öslénytani Tanszékén (PERSAITS, 2010; PERSAITS – SÜMEGI, 2011), őskörnyezettani és paleotalajtani alkalmazása

pedig a Szent István Egyetem Tájökológiai Tanszékén indult meg (BARCZI et al., 2006, 2009). A régészeti, valamint a környezettörténeti minták fitolitanyagának minél szélesebb körű és ökológiailag is megalapozott értelmezéséhez szisztematikusan felépített referencia adatbázisokra van szükség. A talajtani alapokra építkező, a hazai ökológiai irányú környezet- és tájtörténeti kutatásokban alkalmazható fitolitkataszter az ún. tipológiai osztályozási rendszerekhez sorolható (PETŐ, 2011, 2013., PETŐ – BARCZI, 2010a, b, 2011, 2012). Ugyanakkor – a környezettörténeti alkalmazások mellett – a régészeti, növénytani kutatásokban elsősorban egy olyan taxonómiai alapú rendszer és összehasonlító adatbázis felhasználására van szükség, amely – a számos ismert módszertani nehézség ellenére – kísérletet tesz arra, hogy megteremtse a régészeti és környezettörténeti mintákból származó, és arra alkalmas fitolitok taxonómiai meghatározását.

Nemzetközi szinten a Society for Phytolith Research fogja össze a fitolitkutatással foglalkozó szakembereket és tudósokat. Ez a szervezet dolgozta ki az első egységes fitolit nomenklaturát (ICPN) (MADELLA et al., 2005).

III. Anyag és módszer

III.1. A Kéthalom

Az általunk vizsgált hajdúszoboszlói Kéthalom (hrszt.: 0309/15b) északi része megcsónkított, a déli testvérhalma pedig felszántásra került (TÓTH A. - TÓTH Cs., 2003). Csoportosítást tekintve a Kéthalom kettős vagy ikerhalom. (TÓTH Cs., 2004). A hajdúszoboszlói Kéthalom mesterséges okokból aszimmetrikus, a II. katonai felmérés tanúsága szerint már abban az időben is szántón helyezkedett el, a Nyéki-lapos szomszédságában (I. melléklet). TÓTH A. 1996-os kunhalom csoportosítása alapján a Kéthalom megbontott, bolygatott halom, melyen jelentős növénytani, régészeti értékkel találkozhatunk. A Kéthalom északi tagja a Korpád-dűlőhöz tartozik, míg a déli tagja a Benedek-dűlőhöz. Az északi tag középponti földrajzi koordinátái: északi szélesség $47^{\circ} 26' 57''$, keleti hosszúság $21^{\circ} 17' 59''$. A déli tag középponti földrajzi koordinátái: $47^{\circ} 26' 33''$, keleti hosszúság $21^{\circ} 17' 51''$. A kunhalom északi tagjának abszolút magassága 99,1 méter, relatív magassága 9,1 méter. A déli testvérhalom abszolút magassága 99,0 méter, relatív magasság pedig 9,0 méter. Ezek alapján a Kéthalom északi tagja a legmagasabb hajdúsági kunhalom (TÓTH A., TÓTH Cs., 2003). A Kéthalom vegetációja cönoszisztematikailag a

lőszgyepek közé tartozik (*Salvia nemorosae* – *Festucetum rupicolae* Zólyomi ex Soó 1964.)

III.2. Terepi mintavétel

Vizsgálatainkat 2013 májusában kezdtük. A Kéthalom földrajzi helyzetét az 1. ábra jelöli. A halom növényzetének megismerése céljából, bejárás után három különböző vegetációfoltot különítettünk el, ennek fő szempontja az volt, hogy melyik pázsitfű faj volt domináns (2. ábra). Mindegyik vegetációfoltban három, 2x2 m-es cönológiai felvételt készítettünk, a klasszikus cönológia módszereit alkalmazva (HORTOBÁGYI et al., 2000). A kvadrátban előforduló növényfajokat meghatároztuk és feljegyeztük a fajok %-os borítási értékeit. A fajokra jellemző szintetikus mutatókkal kiegészítve (HORVÁTH et al., 1995) cönológiai tabellát készítettünk (II. melléklet). A GPS-koordinátákkal rögzített felvételi négyzeteket visszakeresve a későbbiekben megtalálhatjuk a mintavétel pontos helyét (1. táblázat). A kvadrátok növényfajaiból egy-egy teljes példányt begyűjtöttünk, ez összesen 27 növéymintát jelent. A fajok meghatározásánál SIMON (2000) nomenklatúráját, a társulásoknál pedig BORHIDI (2003) cönológiai rendszerét alkalmaztuk.

Mindhárom vegetációfolt esetén a cönológiai adatok felvétele után, mindhárom kvadrátból pontmintát vettünk a talaj felső 10 cm-es rétegéből a talaj fitolitikészlet vizsgálatokhoz. (Ezek feldolgozása a vegetáció fitolitikészletének elemzése után következik majd.) A helyszínen az őszi aszpektusban készült fotókat a III. melléklet tartalmazza.

1. táblázat. A hajdúszoboszlói Kéthalom cönológiai felvételeinek EOV koordinátái.

	I. vegetációfolt	II. vegetációfolt	III. vegetációfolt
1. kvadrát	819818 // 236366	819823 // 236355	819801 // 236361
2. kvadrát	819824 // 236364	819818 // 236354	819796 // 236360
3. kvadrát	819829 // 236368	819815 // 236352	819793 // 236353



1. ábra. A hajdúszoboszló Kéthalom földrajzi helyzete (piros pont).



2. ábra. A hajdúszoboszló Kéthalom vegetációfoltjainak lehatárolása. (DigitalGlobe 2013. 03. 21. 174 m szemmagasság). Vegetációfoltok: I-III.

III.3. Fitolitelemzés

A növéyminták feldolgozása laboratóriumi körülmények között történt. A példányok néhány napig száradtak, majd ultrahangos tisztítás és szárítás után példányonként felaprítottuk őket, és szerv szerinti elkülönítés nélkül, összekeverve kezeltük. A növények fitolittartalmának feltárása száraz hamvasztásos (ún. dry ashing) módszerrel (ALBERT – WEINER, 2001) zajlott, MERCADER (2009, 2010) tanulmányai alapján módosítva (III. melléklet). A protokoll végtermékeként maradó hamu tiszta kova, melynek tömege a száraz tömeg százalékában adja a biogén szilícium mennyiségét.

A fitolit morfortípusok vizsgálatához a növényi hamut tárgylemezre helyeztük, majd fedőlemezrel zártuk. Immerziós olajban Zeiss Axioskop 2+ típusú fénymikroszkóppal 1000-szeres nagyításnál vizsgáltuk a fedőlemez által fedett teljes területen. A növény fitolitokról mintánként 200-600 mikroszkópi fotót készítettünk. A fitolitok morfortípusozása során az ICPN 1.0 (MADELLA et al., 2005) rendszerét követtük, és morfortípus elnevezéseket adtunk meg. Ezen kívül „papilla” és „bulliform” elnevezéseket abban az esetben használtunk, amikor az adott fitolitok anatómiai eredete egyértelműen papilla vagy bulliform sejt volt. A besorolás során más szerzők rendszeréből is merítettünk (pl. BLINNIKOV, 2005., BLINNIKOV et al., 2011., HONAINÉ – OSTERRIETH, 2012., MERCADER et al., 2010., YOST – BLINNIKOV, 2011., PIPERNO - PEARSALL, 1998). Mivel a fitolit nevezéktan angol nyelven született, ezért az összevethetőség kedvéért jelen dolgozatban is így használjuk. A fitolitok gyakoriságát szemléltető ábra, az ökológiai adatok feldolgozására és szemléltetésére kifejlesztett C2 paleoökológiai adatfeldolgozó és statisztikai szoftverrel (JUGGINS, 2007) készült.

III.4. Statisztikai feldolgozás

A vegetációfoltok fajdiverzitását és fitolitikészlet diverzitását Rényi-féle diverzitási függvénycsaláddal hasonlítottuk össze. A fajdiverzitás adatmátrixát úgy képeztük, hogy foltonként átlagoltuk a borítás értékeket, majd százzal elosztva relatív gyakorisági értékeket képeztünk.

A fitolitdiverzitás adatmátrixát úgy képeztük, hogy az adott morfortípus adott fajban képviselt arányát megszoroztuk a faj adott foltban képviselt borításával, és ebből szintén relatív gyakoriságot képeztünk. Minden faj esetén kiszámoltuk minden morfortípus relatív gyakoriságát. Az adott foltban minden morfortípus fajonkénti relatív gyakoriságát összeadtuk, így kap-

tuk a különböző morfortípusok fölra jellemző gyakoriságát. Ezt a számítást minden fölra vonatkozóan elvégeztük. Mivel az osztályozható fitolit morfortípusok legnagyobb részét a pázsitfűvek produkálják, és a rájuk jellemző *elongate* morfortípusok sokféle mintázatban fordulnak elő, a fitolit morfortípus adatokat elemeztük az *elongate* mintázatok figyelembe vételével és anélkül is. Így képet kaphatunk arról, hogy mennyire befolyásolja egy vegetáció, illetve a talaj fitolitikészlet diverzitását a pázsitfűvek *elongate* fitolit típusainak mintázati sokfélesége.

Az adatokat DivOrd 1.60 programmal elemeztük (TÓTHMÉRÉSZ, 1995). A diverzitási profilokat OriginPro 7.5 diagram-szerkesztő programmal ábráztuk.

IV. Eredmények és értékelésük

IV.1. Biogén szilícium

A feldolgozott növényekből nyert hamu többféle szilíciumformát tartalmazott: kovatesteket, elkováódott falú sejteket, eltérő mértékben korrodált kovásodott sejteket, sejtörmelékét és epidermisz szövetdarabokat. A korrodált formák roncsolódott, oldódott kovatestek, kovásodott sejtfaak és sejtöredékek. A feltárás során alkalmazott savas kezelés hatása alakítja őket, azonban az eredeti sejtstruktúrát gyakran fel lehet ismerni (4. ábra 24).

A vizsgált növények szárazanyag tömegének szilíciumtartalmát a 2. táblázat tartalmazza. A kétszikűek esetén 2,09 és 10,78 között mozog ez az érték. A vizsgált pázsitfűvek biogén szilícium tartalma 1,44 - 6,16 %. Ez átlag alattinak tekinthető MERCADER et al. (2010) 26 vizsgált *Poaceae* fajának adataival összevetve, különösen, mert a vizsgált fajok C₃-as fotoszintetikus úttal rendelkeznek. Utóbbi szerző azt találta, hogy az átlagos biogén szilícium mennyiség (0,66 %- 23,30%) széles határok között mozog a pázsitfű fajok között is a mintavételi területükön (Mozambique). A legmagasabb biogén szilícium tartalommal azonban a C₃-as fűvek rendelkeztek MERCADER et al. (2010) teljes növényekre vonatkozó vizsgálatában. Az egyszikű üstökös gyöngyike (*Muscari comosum* - *Asparagaceae*) kiemelkedően magas kovatartalommal rendelkezett, (10,82 %), bár a kétszikűek esetén is találkoztunk hasonlóan magas aránnyal (*Melandrium album*: 10,78 %).

IV.2. A Kéthalom löszgyepfajok fitolitkészlete

Fajonként 150-600 db mikroszkópi fotó készült. A szélső értékek távolsága jelzi, hogy a vizsgált fajok között voltak fitolitiképzésre kevésbé, és erősen hajlamos fajok is.

2. táblázat. A hajdúszoboszlói Kéthalom fajainak biogén szilícium tartalma.

faj sor- szám	Fajnév – családnév	Száraz tömeg (g)	Végső tömeg (g)	biogén szilícium (%)
1	<i>Elymus repens</i> – Poaceae	0,9998	0,0237	2,370474
2	<i>Verbascum blattaria</i> -Scrophulariaceae	0,9998	0,0621	6,211242
3	<i>Salvia nemorosa</i> -Lamiaceae	0,9986	0,0681	6,819547
4	<i>Erysimum diffusum</i> -Brassicaceae	0,9543	0,0406	4,254427
5	<i>Festuca rupicola</i> -Poaceae	0,9936	0,0219	2,204106
6	<i>Falcaria vulgaris</i> -Apiaceae	1,0475	0,0740	7,064439
7	<i>Galium verum</i> -Rubiaceae	0,9679	0,0424	4,380618
	<i>Verbascum phoenicum</i> -			
8	<i>Schrophulariaceae</i>	0,9938	0,0583	5,866372
9	<i>Poa angustifolia</i> -Poaceae	0,9861	0,0226	2,291857
10	<i>Melandrium album</i> -Caryophyllaceae	1,0265	0,1107	10,78422
11	<i>Arrhenatherum elatius</i> -Poaceae	0,9778	0,0325	3,323788
12	<i>Phlomis tuberosa</i> -Lamiaceae	0,9216	0,0506	5,490451
13	<i>Knautia arvensis</i> -Caprifoliaceae	1,1984	0,0716	5,974633
14	<i>Galium aparine</i> -Rubiaceae	0,0969	0,0059	6,088751
15	<i>Lepidium draba</i> -Brassicaceae	0,9894	0,0470	4,750354
16	<i>Lathyrus tuberosus</i> -Fabaceae	1,0627	0,0615	5,787146
17	<i>Koeleria cristata</i> -Poaceae	1,0020	0,0618	6,167665
18	<i>Cynoglossum officinale</i> -Boraginaceae	1,0099	0,0778	7,703733
19	<i>Salvia austriaca</i> -Lamiaceae	1,0197	0,0214	2,098656
20	<i>Stipa capillata</i> -Poaceae	1,0932	0,0158	1,445298
21	<i>Euphorbia virgata</i> -Euphorbiaceae	0,8348	0,0353	4,228558
22	<i>Hypericum perforatum</i> -Hypericaceae	1,0428	0,0372	3,567319

23	<i>Muscari comosum-Asparagaceae</i>	0,3555	0,0385	10,82982
24	<i>Achillea collina-Asteraceae</i>	0,9908	0,0366	3,693985
25	<i>Alopecurus pratensis-Poaceae</i>	1,0347	0,0206	1,990915
26	<i>Convolvulus arvensis-Convolvulaceae</i>	1,0157	0,0613	6,035247
27	<i>Rubus fruticosus-Rosaceae</i>	1,0185	0,0501	4,918999

Összesen 7295 db fitolitot számoltunk meg. A fitolitok közel 20%-át (1520 db) tudtuk egyértelműen tipizálni és besorolni (11-195 db/), 5775 db-ot nem lehet egzakt módon kategorizálni (36-509 db/).

Jelen munkában 35 db olyan karakterizálható morfotípust találtunk, amelyek potenciálisan alkalmasak lehetnek taxonómiai elkülönítésre. Egy, morfológiai szempontból új típust azonosítottunk. A 3. táblázat és a 3-5. ábra összegzi a vizsgált lőszgyep fajok fitolit-készletét.

IV.2.1. Az egyszikűek fitolitikészlete

A továbbiakban ismertetjük a különböző fitolit morfotípusokat a 3. táblázatban és a 3-5 ábrán szereplő sorrendben, a morfotípusok általános jellemzőivel együtt.. A nyolc egyszikű fajból hét a pázsitfűvek (*Poaceae*) családjába tartozik.

Elongate: megnyúlt, hosszabb, mint széles forma (ICPN 1.0): amely többnyire zárványt tartalmaz (3. ábra 1-11). A vizsgált egyedekben a leggyakrabban előforduló morfotípus (54,7 %) amely többnyire egy kovásodott sejtfalakkal rendelkező epidermális hosszú sejtnek felel meg. Változatos alak, hosszúság és vastagság jellemzi. A hosszú sejtek végei lehetnek: konkávok, konvexek, aszimmetrikusak, hegyesek, tompák vagy egyenesek. Az elongate morfotípus aránya a fajokban tág határok között mozog (18,8%–83,4%). A kevésbé tipikus, de megnyúlt sejtek is ide sorolhatók, amelyek származása szállítószöveti elem, vagy szilárdítószöveti rost lehet.

Elongate, castelate: megnyúlt, négyszögletes rövid nyúlványokkal mintázott morfotípus (ICPN 1.0). Kis gyakoriságú (0,7%: 2,3 – 6,2) morfotípus, amely csak két fajnál volt jelen (3. ábra 2). Csak az egyszikűekben fordult elő.

Elongate, columellate: egyenes oldalú pálcákat vagy oszlopszerű kitüremkedéseket viselő hosszú sejtek, melyek nyúlványai hosszabbak, mint szélesek (ICPN 1.0). Alacsony gyakoriságú (1,7%) opálszemcse, amelyet öt fajnál figyeltünk meg (3. ábra 3). Csak az egyszikűekben fordult elő.

Elongate, crenate: megnyúlt, rovátkolt vagy csipkézett felületű, a fogak lekerekítettek (ICPN 1.0). Az alaktani típus gyakorisága 0,4% (0,5 %–2,4%), négy fajban találtuk meg (3. ábra 4). Csak az egyszikűekben fordult elő.

Elongate, echinate: megnyúlt, tüskés mintázatú forma (ICPN 1.0). Gyakorisága 1,25% (0,5%– 4,5%), a vizsgált fajok közül háromban azonosítottuk (3. ábra 5). Csak az egyszikűekben fordult elő.

Elongate, lacunose: megnyúlt, sekély gödrökkel mintázott morfortípus (ICPN 1.0). Gyakorisága 0,06%, melyet csupán egyetlen fajnál találtunk meg (3. ábra 6). Csak az egyszikűekben fordult elő.

Elongate, papillate: apró, hegyes vagy lekerekített kitüremkedéseket visel (ICPN 1.0). Gyakorisága 0,65 %, két fajnál találtuk meg (3. ábra 7). Csak az egyszikűekben fordult elő.

Elongate, pilate: nyújtott, pálcaszerű kitüremkedéssel rendelkező morfortípus, homorú oldalakkal (ICPN 1.0). Alacsony gyakoriságú (1,1%) opálszemcse, amelyet csak három fajnál figyeltünk meg (3. ábra 8). Csak az egyszikűekben fordult elő.

Elongate, psilate: (ICPN 1.0): megnyúlt, jellemző mintázat és szerkezet nélküli formák, arányuk 21,7%, valamennyi fajban jelen vannak (3. ábra 9). Az elongate morfortípuson belül részesedésük 14,4% és 71,2% között ingadozik. Többnyire az érfölötti zónában fordulnak elő az epidermiszben, kerekded vagy hosszúkás rondel típusokkal váltakozva.

Elongate, sinuate: megnyúlt, szabálytalanul váltakozó konkáv és konvex szegéllyel rendelkező morfortípus (ICPN 1.0), amely három dimenzióban (3D) gyakran trapézszerű (3. ábra 10). Leggyakrabban az erek közti epidermisz régiókban fordul elő. Arányuk 4,2% (0,8%–24,1%). Csak az egyszikűekben fordult elő.

Elongate, verrucate: megnyúlt szabálytalan forma, szemölcszerű kitüremkedésekkel (ICPN 1.0) (3. ábra 11). Gyakorisága 0,2% (0,5%–1,3%). Három fajnál azonosítottuk. Csak az egyszikűekben fordult elő.

Rondel-trapeziform: Azoknak a morfortípusoknak a gyűjtőcsoportja, amelybe a fitolit nevezéktanban rögzült (nomina conservanda) “rondel” alakok és az oldalnézetből trapéz formájú “trapeziform short cell” alakok tartoznak (ICPN 1.0). Származásukat tekintve epidermisz rövid sejtek, esetenként zárványok is megfigyelhetők bennük. Oldalnézetből trapéz, csonka piramis vagy piramis alakúak lehetnek, és az ezek közötti átmenetek is jellemzőek. Oldalnézetük konkáv vagy egyenes vonalakkal határolt (3. ábra 12). Szögletes, megnyúlt (maximum 2x hosszabb, mint széles), ovális, kerekded formák, és az ezek közötti átmenetek felülnézetből és alulnézetből. Megfigyeléseink szerint a pázsitfüvek érfölötti zónájának sejt sorai gazdagabbak ezekben a formákban, mint az érközötti zónák. A morfortípus gyakorisága 21,2% (7,4%–78,4%), és mind a hét fajnál megfigyeltük. Csak az egyszikűekben fordult elő.

Stellate: csillag forma (ICPN 1.0) lemezes felülettel (4. ábra 13), amelyek valószínűleg a sejt közötti tér vagy a papillák kovásodott lemezei. A típus gyakorisága 4,0 % (0%–15,1%), melyet 7 fajnál azonosítottunk.

Scutiform: pajzs forma (ICPN 1.0). Gyakorisága 0,9% (0% - 1,4%), 6 fajban fordult elő (4. ábra 14).

Square: Négy azonos hosszúságú oldallal rendelkezik, ezen oldalak 90 fokos szöget zárnak be egymással. (ICPN 1.0). A morfortípus gyakorisága 0,7% (0% - 2,2%), 7 fajnál fordult elő (4. ábra 15).

Bulliform: Mindössze egy “paralellepipedal” bulliform sejtet figyeltünk meg (ICPN 1.0). Utóbbi típus (4. ábra 16). Zárványokat sohasem tartalmaz. A vékony sejt falaknak köszönhetően ezek a sejtek fiatal szöveten nem olyan ellenállóak, mint a többi epidermisz sejt, így a dry ashing eljárás alatt korrodálódnak. A gyakoriságuk 0,07 %, és csupán egy fajnál volt fel-lelhető. Csak az egyszikűekben fordult elő.

Conical: Kúp alakú, az alapnál kitáguló, a csúcspontban elvékonyodó morfortípus (ICPN 1.0). A morfortípus gyakoriság 0,07 %, és egy fajban fordult elő (4. ábra 20). Csak az egyszikűekben fordult elő.

Tissue: Számos szövetrészletet tudtunk tanulmányozni, amely azt jelenti, hogy a pázsitfűféléknél a sejt fal szilifikációja olyan mértékű, hogy a feltárás protokollja során nem sérül és a sejtek együtt maradnak. Nem tartozik a morfortípusok közé, de jellemző lehet egy fajra, hogy a feltárás során képződött hamuban milyen mennyiségben marad szöveti struktúra (4. ábra 21).

Gyakoriság 0,2 %, három fajnál találtunk ilyen: a réti ecsetpázsit (0,6%) és a kunkorgó árvalányhaj (0,5 %) példányában.

Lanceolate trichom: Általában hajlott, egysejtű szőr (serte) (ICPN 1.0) (5. ábra 25). Csak néhány trichom morfortípusú fitolitot figyeltünk meg. A serték csúcsának szilíciumtartalma magasabb, így maradandóbbak is, mint az alapjuk, így nagyobb gyakorisággal találoztunk sertecsúcs-töredékekkel, mint egész sertékekkel. A gyakoriság 1,1% (0,5 %–2,2 %) és hat fajban található meg.

Rectangle: Rövid sejtek, melyek nem rondel vagy trapéz formájúak (ICPN 1.0). A morfortípus gyakoriság 2,4 % (2,8 %– 37,2 %), és két fajban található meg (5. ábra 26). Csak az egyszikűekben fordult elő.

Irregular with protrusion: Szabálytalan alakú, kiemelkedéssel, nem kizárt, hogy endodermisz sejt. A morfortípus gyakoriság 8,6 % (0,6 % - -10,4 %), és 19 fajban található meg (5. ábra 29).

Globular with (central) perforation: Gömb alakú, legtöbbször perforációval a közepén (KORSTANJE – BABOT, 2007). A morfortípus gyakoriság 0,9 % (0,6 % - 5,8 %) és hat fajban található meg (5. ábra 30).

Globular: gömbös forma (ICPN 1.0). A gyakoriság 0,5% (0 % – 1,7%), 4 fajban figyeltük meg (5. ábra 31).

Papilla: Alacsony kúp vagy piramis alakú formák, mindig zárvány nélküliek, az epidermisz papilla sejtjei (ICPN 1.0 – nomina conservanda) (5. ábra 33). A morfortípus gyakorisága 0,3 % (0 % - 1,4 %), és 4 fajban találtuk meg. Csak az egyszikűekben fordult elő.

Sztóma apparátus: Egy esetben sztóma apparátus is előkerült a hamuból, amely két zárósejtből és a hozzá csatlakozó félgömb alakú melléksejtekből áll. Nem tartozik a morfortípusok közé, de jellemző lehet egy fajra, hogy a feltárás során képződött hamuban milyen mennyiségben marad ilyen szöveti struktúra (5. ábra 34). Gyakoriság 0,07 %, a pusztai csenkesz példányában találtuk.

New type: Szabályos alakzathoz, vagy a fentiekben leírt formákhoz nem hasonlítható fitolit típus, amelyet azonban a fajok jelentős részében, 8 fajban megtaláltunk (5. ábra 35). Kerekded forma, közepén egy, és sugarasan elhelyezkedve több perforációval. (Bizonyítandó, hogy a

sejtközi tér plazmodezmoszok által kijelölt helyén keletkező formáról van-e szó.) A morfortípus gyakoriság 1,4 % (1 %- -2,8 %).

Unclassified: Olyan fitolitok tartoznak ide, amelyeket nem lehet egyértelműen morfortípusba sorolni, valamint fitolit-fragmentumok és kovásodott sejtfaltöredékek. A be nem sorolható fitolitok aránya magas, közel 80 %, jelenlétük valamennyi fajban és egyedben általános.

A pázsitfüvek fitolit formákban igen gazdagok. Ehhez az is hozzájárul, hogy az egyik leggyakoribb morfortípus, az *elongate* morfortípus (főként epidermisz hosszú sejtek) számos különböző mintázattal fordulhat elő. A leggyakoribb *elongate* morfortípus a *psilate* és a *sinuate* (6. ábra). A másik igen gyakori morfortípus a *rondel-trapeziform* (6. ábra), amelynek anatómiai eredete az epidermisz rövid sejte. Az egyszikűek közé tartozó üstökös gyöngyike fitolitikészletében különbözik a pázsitfüvektől, az *elongate* formák sima felületűek (*psilate*) (3. táblázat).

IV.2.2. A kétszikűek fitolitikészlete

A továbbiakban szintén a 3. táblázatban és a 3-5 ábrán szereplő sorrendben ismertetjük a kétszikűek fitolitikészletét. A 19 kétszikű faj 16 növény családba sorolható. Azon fitolit morfortípusok esetén, amelyeket az egyszikűek alfejezetében ismertettünk, az általános jellemzőket itt már nem tüntetjük fel. A gyakoriság értékek a vizsgált kétszikűekre vonatkoznak.

Az egyszikűekben és a kétszikűekben is megtalált fitolitok:

Elongate: a kétszikűekben ez a morfortípus mintázat nélküli, nem a epidermisz eredetű, hanem valószínűleg szállítószöveti elem, vagy szilárdítószöveti rost származású fitolitok. Az ebnyelvű fű esetén nem találtunk ilyen formát, a szürke repcsény fitolitjai pedig 100 %-ban *elongate* típusok.

3. táblázat. A Kéthalom löszgyep fajok fitolit morfortípus eloszlása. Ubikvítás: hány fajban van jelen az adott morfortípus, % = gyakoriság az összes osztályozható morfortípusainak százalékában.

Sorszám	Ábra sorszám	Alaki jellemző	Forrás	Jelenlét fajokban	Ubikvítás	Összes darabszám	%
1	3.1.	Elongate	ICPN	1-17,19, 20,21,22,23,24, 25,27	25	832	54,74
2	3.2.	El. castelate	ICPN	17,25	2	11	0,72
3	3.3.	El. columellate	ICPN	5,9,11,20,25	5	26	1,71
4	3.4.	El. crenate	ICPN	5,9,17,20	4	7	0,46
5	3.5.	El. echinate	ICPN	1,5,9,11,17,20,25	7	19	1,25
6	3.6.	El. lacunose	ICPN	25	1	1	0,06
7	3.7.	El. papillate	ICPN	20,25	2	10	0,65
8	3.8.	El. pilate	ICPN	17,20,25	3	17	1,11
9	3.9.	El. psilate	ICPN	1,5,9,11,17,20,25	7	331	21,7
10	3.10.	El. sinuate	ICPN	5,9,11,17,20,25	6	64	4,21
11	3.11.	El. verrucate	ICPN	5,17,25	3	4	0,26
12	3.12.	Rondel-trapeziform	ICPN	1,5,9,11,17,20,25	7	323	21,25
13	4.13.	Stellate	ICPN	1,15,16,19,23,24,26	7	61	4,01
14	4.14.	Scutiform	ICPN	1,3,7,15,21,25	6	15	0,99
15	4.15.	Square	ICPN	9,16,18,19,20,21,27	7	11	0,72
16	4.16.	Bulliform	ICPN	1	1	1	0,07
17	4.17.	Blocky	Blinnikov 2005	13	1	7	0,46

18	4.18.	Clavate	ICPN	2,18,24	3	3	0,20
19	4.19.	Acicular	ICPN	3	1	1	0,07
20	4.20.	Conical	ICPN	1	1	1	0,07
21	4.21.	Tissue		16,20,25	3	3	0,20
22	4. 22.	Hair base	ICPN	3,7	2	2	0,13
23	4.23.	Trigonal pyramid	Liszes-Sz. et al. 2013	6,13	2	6	0,39
24	4. 24.	Cylindrical polylobate	ICPN	7	1	3	0,20
25	5. 25.	Lanceolate trichom	ICPN	9,11,17,19, 20, 24	6	8	1,18
26	5.26.	Rectangle	ICPN	17,23	2	37	2,43
27	5.27.	Orbicular	ICPN	18,19,21	3	6	0,39
28	5.28.	Pyramidal	ICPN	21	1	1	0,07
29	5.29.	Irregular with protrusion	jelen munka	2,3,6,7,10,12,14, 15,16,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27	19	132	8,68
30	5.30.	Globular with perforation	Korstanje, Babot 2007	19,21,23,24, 25,27	6	15	0,99
31	5.31.	Globular	ICPN	11,14,15,16	4	9	0,59
32	5.32.	Tabular	ICPN	8	1	5	0,33
33	5.33.	Papilla	ICPN	1,17,20,25	4	5	0,33
34	5.34.	Sztóma apparátus		5	1	1	0,07
35	5.35.	New type	jelen munka	2,3,11,13,16,17, 18,21	8	22	1,45
Classified						1520	
Unclassified						5775	

Stellate: Gyakoriság a kétszikűeknél 0 % – 61,1 %.

Scutiform: Gyakorisága 0 % - 11,9 %.

Square: Gyakorisága 0 % - 10,4 %.

Tissue: Egy kétszikű faj hamujában találtunk szövetrészletet, aránya 2,1 %.

Lanceolate trichom: A gyakoriság 3,0 % – 14,5 %.

Irregular with protrusion: A morfortípus gyakoriság 0 % - 57,8 % a kétszikű fajokban.

Globular with (central) perforation: A morfortípus gyakoriság 0 % - 8,3 %.

Globular: A gyakoriság 0 % – 6,8 %.

New type: A morfortípus gyakoriság 0 % - 18,1 %.

Csak a kétszikűekben megtalált fitolitok:

Blocky: Tömb alakú (BLINNIKOV, 2005). A morfortípus gyakoriság 0,4 %, egy fajban található meg, ahol 31,8 % a gyakorisága (4. ábra 17).

Acicular: Tű alakú (ICPN 1.0). A morfortípus gyakoriság 0,07 %, egy fajban található meg, ahol 4,5 % a gyakorisága (4. ábra 19).

Clavate: Bunkós, fokozatosan vastagodik a vékony alaptól (ICPN 1.0). A morfortípus gyakoriság 0,2 % (0% - 10,0 %), és 3 fajban található meg (4. ábra 18).

Hair base: Szőr, szőrszál alakú (ICPN 1.0). A morfortípus gyakoriság 0,1 % (0 % - 4,5 %), és 2 fajban fordult elő (4. ábra 22).

Trigonal pyramid: Oldalnézetben és alulnézetben háromszögletű, csúccsal rendelkező alakok (Lisztes-Szabó et al. 2013). A gyakoriság 0,3% (4,5%–25,0%), 2 fajnál találtuk meg (4. ábra 23).

Cylindrical polylobate: Megnyúlt, keresztmetszetben kör alakú, több mint két cimpával rendelkezik oldalnézetben (ICPN 1.0). A morfortípus gyakoriság 0,2 %, egy fajban fordult elő, 6,2 % gyakorisággal (4. ábra 24).

Orbicular: Gömb alakú morfortípus (ICPN 1.0). A morfortípus gyakoriság 0,3 % (2,0 % 40,0%) és három fajban található meg (5. ábra 27).

Pyramidal: Négyzetgletű alap, hegyes csúccsal (ICPN 1.0). A morfortípus gyakoriság 0,07 %, és egy fajban fordult elő, 2,3 % gyakorisággal (5. ábra 28).

Tabular: négyzetes, lapos rövid sejt (ICPN 1.0) zárvánnyal vagy anélkül (5. ábra 32). A különböző méretűek eredete feltételezhetően különbözik. A gyakoriság 0,3 % , egy fajban találtuk meg 26,3 % gyakorisággal.

A kétszikűekben 19féle fitolit morfortípust találtunk, szemben a pázsitfűvek 25 fitolit formájával. Ebből 19 morfortípus csak a vizsgált kétszikű fajokban fordult elő, míg az egyszikűekben 16féle olyan morfortípust találtunk, amely a vizsgált egyszikű fajokra nem jellemző.

Számos esetben, főként a hosszú sejtekben, kisméretű (1-3 μm), négyzetes “square” formákat figyeltünk meg, amelyeket más esetekben a hamuban szabadon is megtaláltunk (4. ábra 15). Kérdéses, hogy ezek a fitolit ultrastruktúráját képező részek, mint amelyeket WILDING et al. (1977) is megfigyelt, vagy a protokoll során keletkező melléktermékek? A fitolitok és a szilifikált sejtfallak ultrastruktúrájának vizsgálata nehézségekbe ütközik, mert a protokoll különböző melléktermékekhez vezethet, amelyről nem dönthető el, hogy az élő sejtben képződött-e.

Várható módon tehát a vizsgált pázsitfűvek fitolit produkciója volt kiemelkedő. A szilíciumot az epidermisz sejtjeikben akkumulálják, pontosabban a hosszú és a rövid sejtekben, ahogy ez általánosságban jellemző a *Poales* rendre (METCALFE, 1960; PRYCHID et al., 2004). BLINNIKOV et al. (2013) főként rondel és plate morfortípusokat talált réti perje kísérleti parcellából származó mintáiban (Cedar Creek, Minnesota), amely az általunk vizsgált fűfajokra is igaz. Hasonlóan, magas arányban talált hosszú sejteket MORRIS et al. (2009) *P. secunda* hajtásokban, és BLINNIKOV (2005) *P. sandbergii* hajtásokban. MORRIS et al. (2009) megemlíti, hogy a megnyúlt formák között gyakori az egyenlő oldalú, ami hasonló a mi eredményeinkhez.

A kovatestek alakja igen változatos a *Poaceae* családban, a dumbbell (súlyzó) és a cross (kereszt) alakoktól a kettő közötti átmeneteken át a horizontálisan megnyúlt alakokig, amelyek sima vagy hullámos falúak, és gyakori a saddle (nyereg) és a conical (kúp) alak is, más egyéb kovatest formák mellett (METCALFE, 1960; PONZI – PIZZOLONGO, 2003; PRYCHID et al., 2004). Említésre méltó, hogy kereszt alakú és nyereg alakú kovatesteket egyáltalán nem találtunk a vizsgált pázsitfű példányokban, hasonlóan BROWN eredményeihez (1984b). Csak né-

hány serte (egysejtű szőr), és különösen ezeknek a csúcsa volt megfigyelhető, mert a hosszú, soksejtű trichómák nem jellemzőek erre a pázsitfűekre (METCALFE 1960). Azonban az szintén igaz, hogy a szilíciumtartalom magasabb a serték csúcsában, mint az alapjánál, így a serték csúcsa nagyobb valószínűséggel marad épen a hamuban.

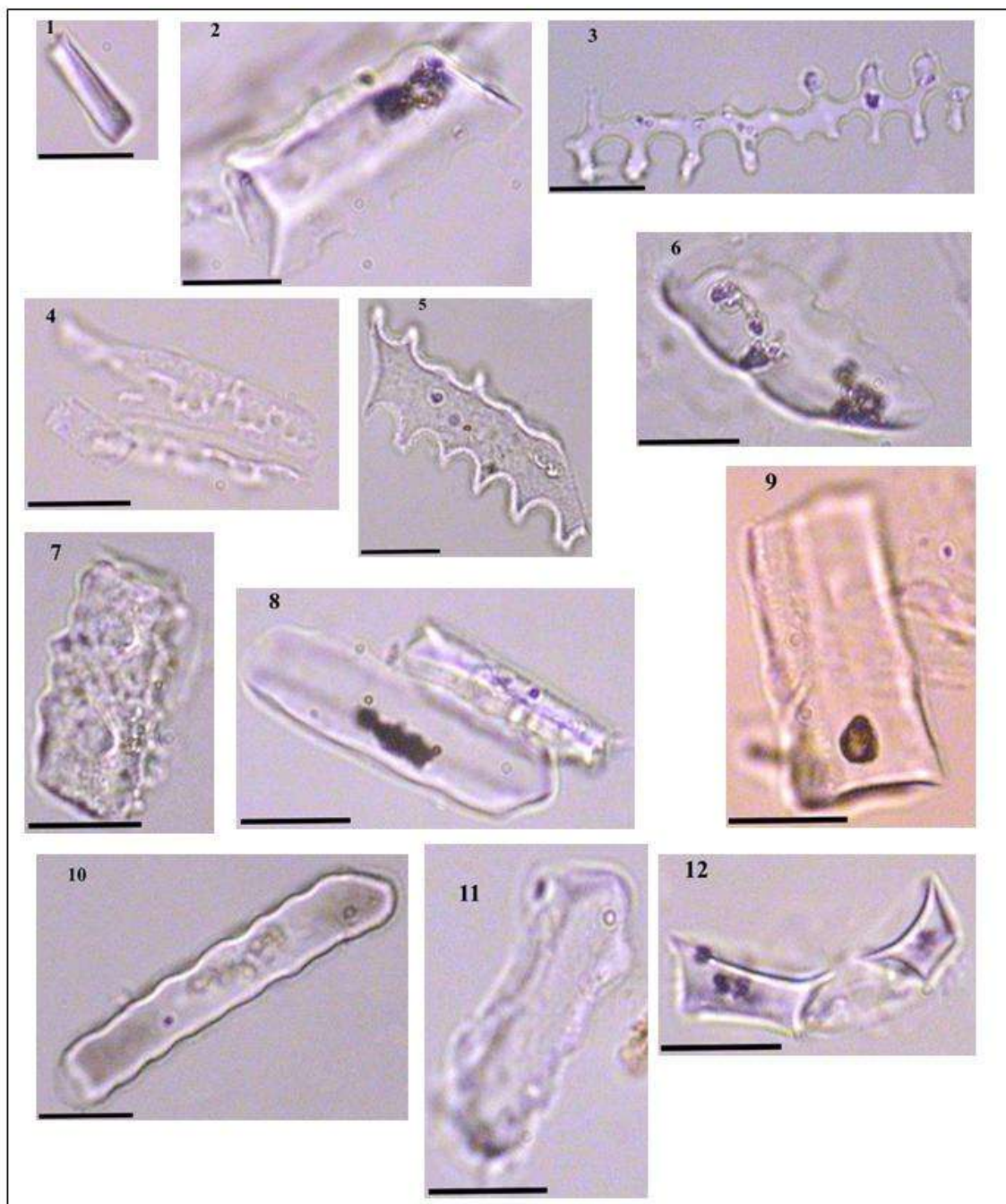
A bulliform sejtek gyakorisága alacsony volt, faluk vékonyabb és minden bizonnyal alacsonyabb szilícium tartalmú, ezért kevésbé maradandó, mint a többi epidermisz sejté. Ez a különbség valószínűleg a bulliform sejtek funkciójával magyarázható. A bulliform sejtek lumene a sejtfal rugalmassága révén száraz feltételek között veszít térfogatából és a levél csővé záródik az adaxiális epidermisz rövidülése miatt, amely a párologtatás és a további vízvesztés ellen hat (ABERNETHY et al., 1998; NAWAZISH et al., 2006). Hasonlóan MORRIS et al. (2009) eredményeihez, csupán néhány bulliform, bilobate és papilla volt megtalálható.

BROWN (1984a,b) és MULHOLLAND (1989) kiterjedt vizsgálatokat végzett észak-amerikai fűeken, és azt állapította meg, hogy bár a TWISS et al. (1969) által bevezetett hármass fitolit morfotípezési kategóriarendszer alkalmazása megállja a helyét, vannak szignifikáns eltérések a várható mintázattól. Ugyanez bizonyosodott be trópusi pázsitfűfajok esetén (PIPERNO – PEARSALL, 1998). Ez a három részből álló felosztás az általunk vizsgált pázsitfűek esetén is helytállónak bizonyul, mert a nyereg morfotípust (amely jellemző *Panicoideae* alcsaládban – 1. kategória) és a bilobate morfotípust (amely jellemző *Chloridoideae* alcsaládban – 2. kategória) gyakorlatilag egyáltalán nem találtunk. A rondel-trapeziform morfotípus gyakorisága viszont magas, amely jellemző a *Pooideae* alcsaládban (3. kategória), ebbe a kategóriába tartoznak a vizsgált pázsitfűek. Ezen fűfajok elterjedése Európa, Ázsia és Észak-Amerika (MONSEN et al., 2004) nedves, hűvös területeire korlátozódik.

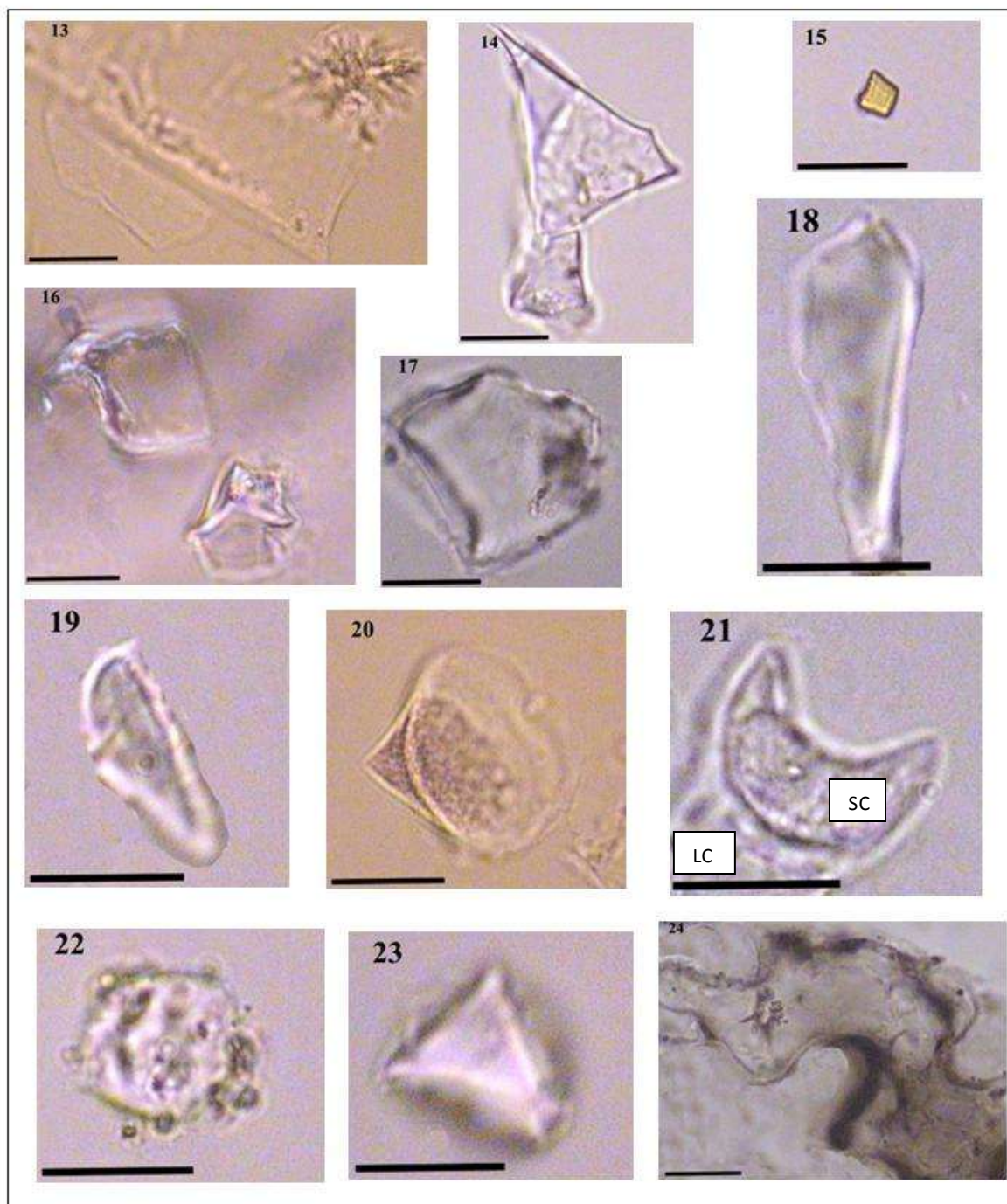
IV.3. A Kéthalom vegetációfoltok fitolit morfotípus eloszlása

A 6. ábrán a Kéthalom vegetációfoltok fitolit morfotípus eloszlását tüntetjük fel, amelynek tanúsága szerint az *elongate* és a *rondel-trapeziform* morfotípusok a legnagyobb arányban előforduló formák. A szabálytalan, kiemelkedéssel rendelkező morfotípusok aránya is számottevő (*irregular with protrusion*), amelyek anatómiai eredetként a gyökér endodermiszét valószínűsítjük. Összességében a vegetációfoltok fitolit összetételében meghatározóak tehát a pázsitfűfélék epidermisz kovasejtjei. A legnagyobb a mintázat nélküli, *elongate psilate* morfotípus az *elongate* formák között, de nagy arányban szerepel az *echinate* is. *Elongate*

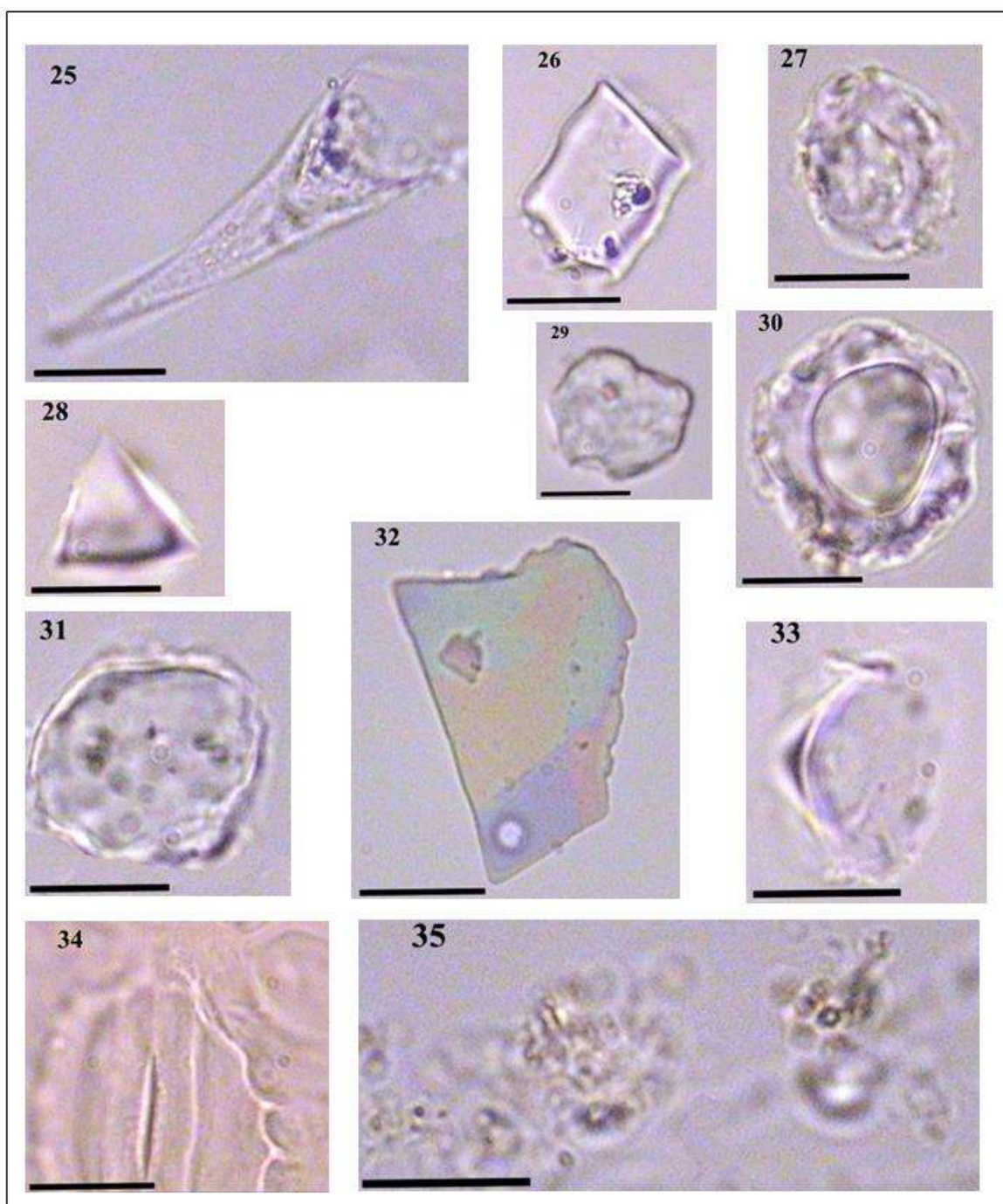
mintázatokban a II. vegetációfolt a legdiverzebb. A II. és III. vegetációfoltban a *sinuate* arány is magas. A *rondel-trapeziform* arány az I. és a II. vegetációfoltban a legmagasabb, amelynek érdekessége, hogy éppen a III. vegetációfoltban két pázsitfű faj is nagy dominanciájú, a *Poa angustifolia* és a *Stipa capillata*. Ennek megfelelően ebben a foltban vártunk nagyobb *rondel-trapeziform* arányt és *elongate* változatosságot.



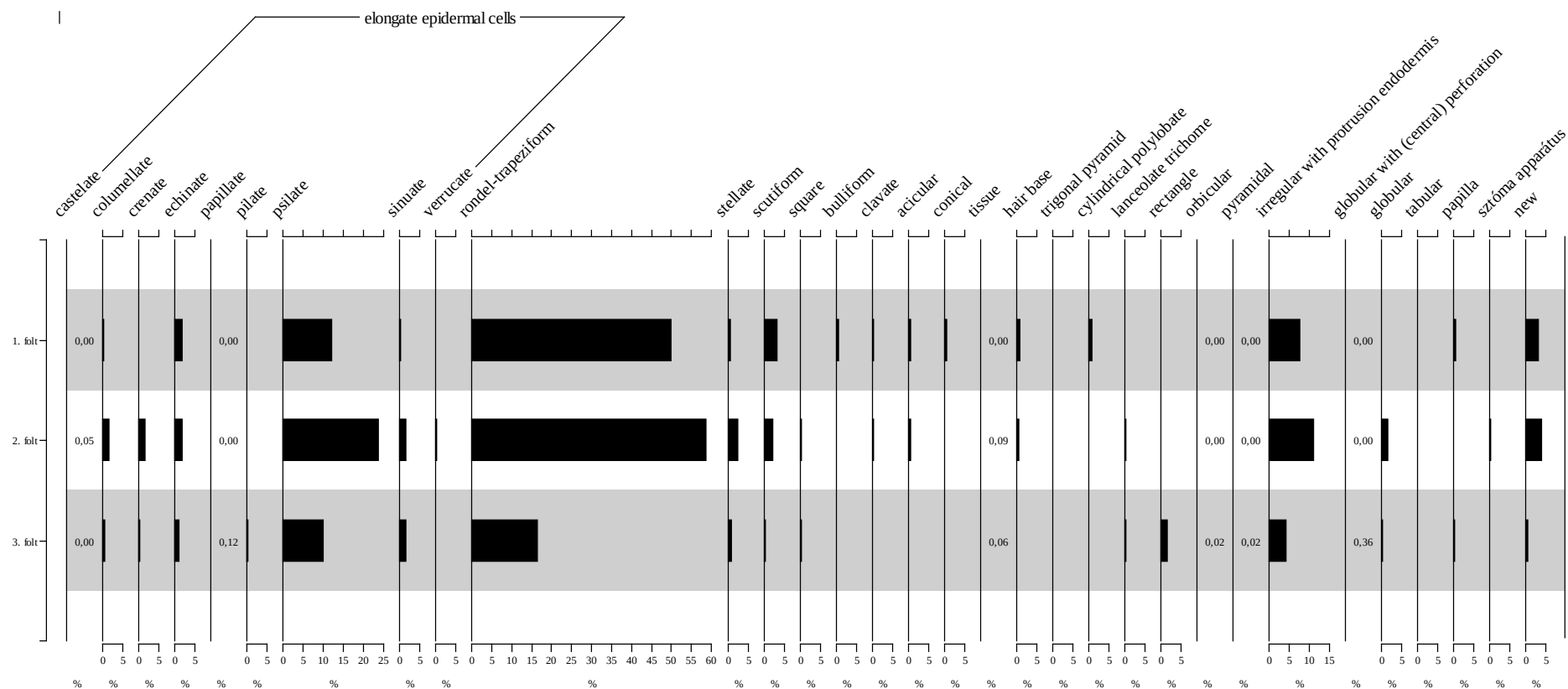
3. ábra. A Kéthalom löszgyep fajok fitolitjainak mikroszkópos felvételei. A vonal hossza 10 μm . 1. *Galium aparine* elongate, 2. *Koeleria cristata* elongate castellate, 3. *Arrhenatherum elatius* elongate columellate, 4. *Stipa capillata* elongate crenate, 5. *Alopecurus pratensis* elongate echinate, 6. *Alopecurus pratensis* elongate lacunose, 7. *Alopecurus pratensis* elongate papillate, 8. *Koeleria cristata* elongate pilate, 9. *Elymus repens* elongate psilate, 10. *Alopecurus pratensis* elongate sinuate, 11. *Koeleria cristata* elongate verrucate, 12. *Stipa capillata* rondel-trapeziform.



4. ábra. A Kéthalom löszgyep fajok fitolitjainak mikroszkópos felvételei. A vonal hossza 10 µm. 13. *Elymus repens* stellate, 14. *Euphorbia virgata* scutiform, 15. *Rubus fruticosus* square, 16. *Elymus repens* bulliform, 17. *Knautia arvensis* blocky, 18. *Verbascum blattaria* clavate, 19. *Salvia nemorosa* acicular, 20. *Elymus repens* conical, 21. *Alopecurus pratensis* tissue, SC: rövid sejt, LC: hosszú sejt, 22. *Salvia nemorosa* hair base, 23. *Falcaria vulgaris* trigonal pyramid, 24. *Galium verum* cylindrical polylobate.



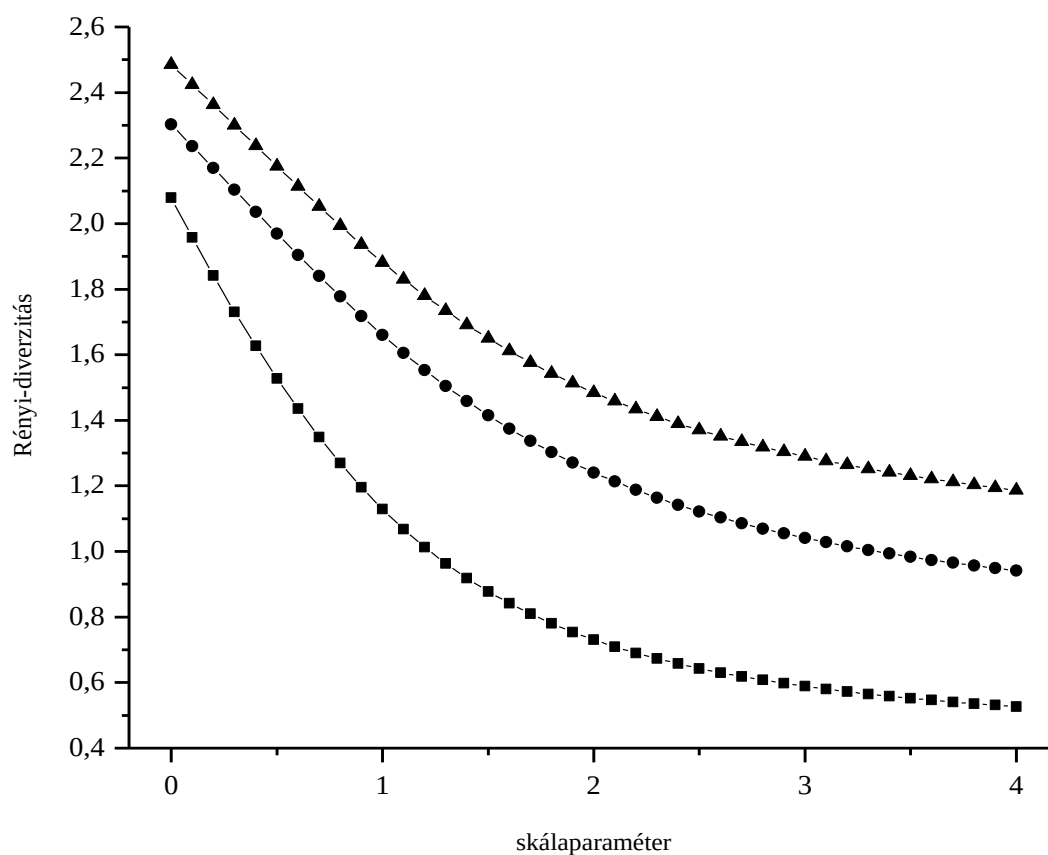
5. ábra. A Kéthalom löszgyep fajok fitolitjainak mikroszkópos felvételei. A vonal hossza 10 μm . 25. *Arrhenatherum elatius* lanceolate trichom, 26. *Koeleria cristata* rectangle, 27. *Salvia austriaca* orbicular, 28. *Euphorbia virgata* pyramidal, 29. *Rubus fruticosus* irregular with protrusion, 30. *Salvia austriaca* globular with (central) perforation, 31. *Lathyrus tuberosus* globular, 32. *Verbascum phoenicum* tabular, 33. *Koeleria cristata* papilla, 34. *Festuca rupicola* stóma apparátus, 35. *Verbascum blattaria* new type.



6. ábra. A Kéthalom három vegetációfoltjának foltonkénti fitolit morfológus eloszlása.

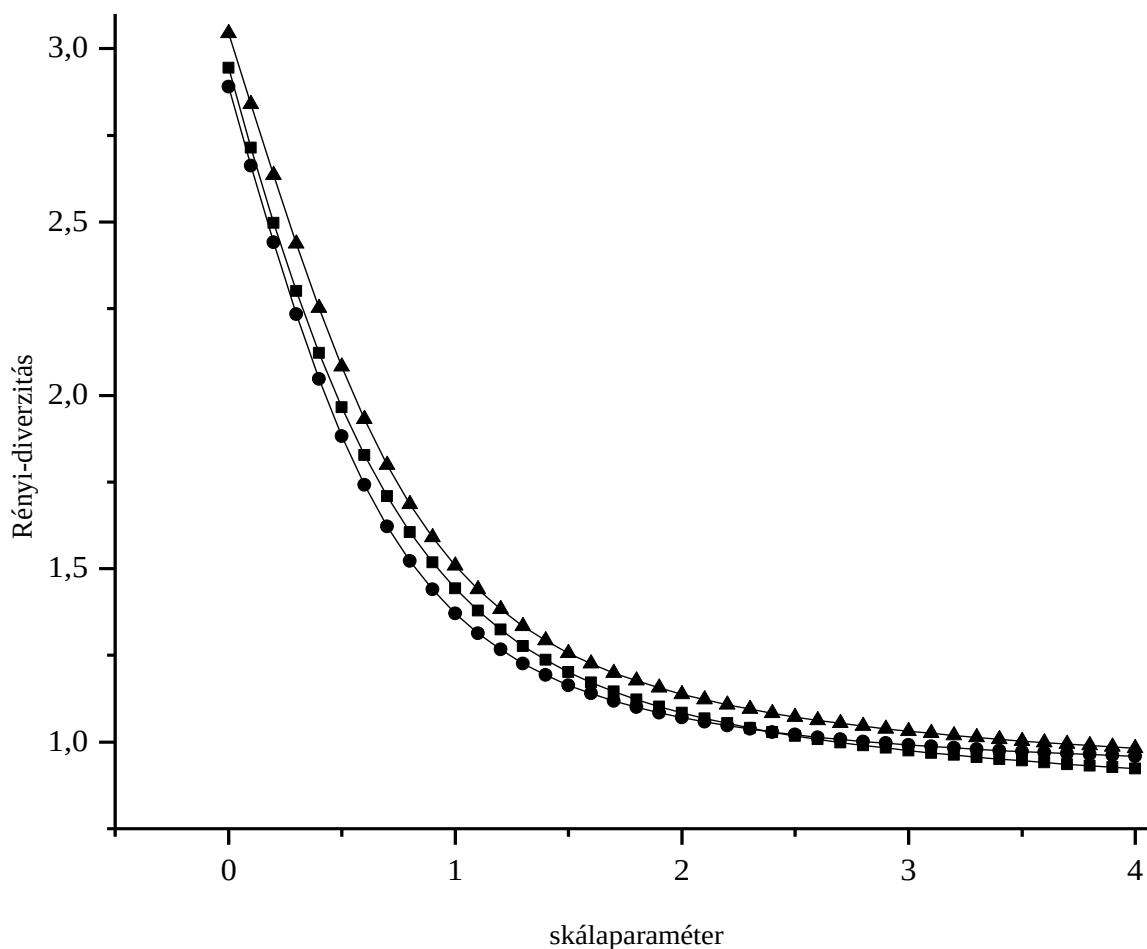
IV.4. A diverzitási analízisek eredménye

A Kéthalom három vegetációfoltjának fajdiverzitási görbéje nem metszi egymást, így értékelhető és sorba rendezhető kis és nagy skálaparaméter értéknél egyaránt (7. ábra). A legkevésbé diverz a tarackbúza dominálta I. folt, ezt követi a pusztai csenkesz dominálta II. folt, majd a karcsú perje – kunkorgó árvalányhaj dominálta III. folt mutatja a legnagyobb diverzitást.



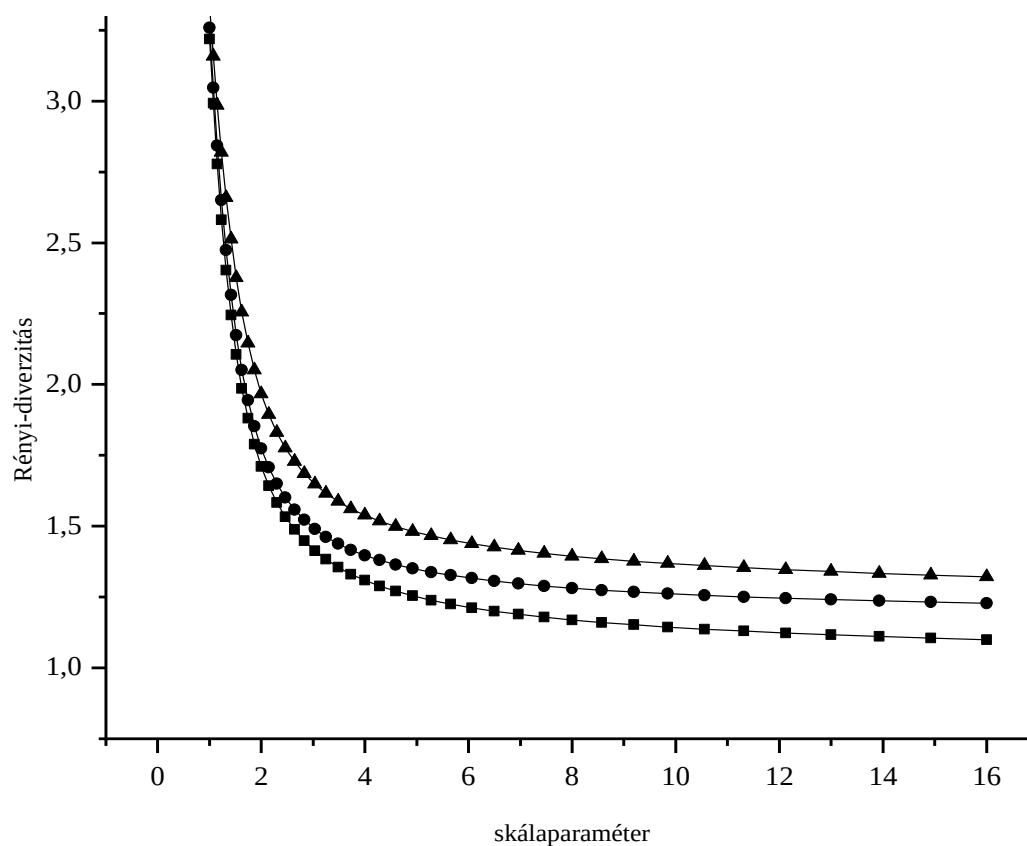
7. ábra. A hajdúszoboszlói Kéthalom három vegetációfoltjának Rényi-féle fajdiverzitási profilja. ■ : 1. folt (*Elymus*), ● 2. folt (*Festuca*), ▲ 3. folt (*Poa-Stipa*).

A 8. ábra szemlélteti a löszgyep vegetációfoltjainak fitolit diverzitását olyan elemzés esetén, ha nem számolunk az *elongate* morfortípusok mintázatbeli különbségeivel. A három görbe közel fut egymáshoz, és nagy skálaparaméternél metszik egymást, azaz tömegesen előforduló morfortípusoknál (pl. *elongate*) a diverzitás már nem értelmezhető. Ebben az esetben, amikor az *elongate* mintázatok értékelésétől eltekintünk, a fitolit diverzitási görbék lefutása eltér a fajdiverzitási görbék lefutásától. A tarackbúzás folt fitolitikészlet alapján diverzebb, mint a csenkeszes folt, és a perjés-árvalányhajas folt diverzebb náluk.



8. ábra. A hajdúszoboszlói Kéthalom három vegetációfoltjának Rényi-féle fitolitikészlet diverzitási profilja. ■: 1. folt (*Elymus*), ● 2. folt (*Festuca*), ▲ 3. folt (*Poa-Stipa*).

A 9. ábra szemlélteti a löszgyep vegetációfoltjainak fitolit diverzitását olyan elemzés esetén, ha számolunk az *elongate* morfortípusok mintázatbeli különbségeivel. A három görbe kissé távolabb fut egymáshoz, mint az előző esetben. Kis skálaparaméternél találkoznak, azaz a ritka morfortípusoknál (pl. *elongate* mintázat alapján elkülönített morfortípusai) a diverzitás már nem értelmezhető. Ebben az esetben, amikor az *elongate* mintázatok értékelésétől nem tekintettünk el, a fitolit diverzitási görbék lefutása megegyezik a fajdiverzitási görbék lefutásával.



9. ábra. A hajdúszoboszlói Kéthalom három vegetációfoltjának Rényi-féle fitolitikészlet diverzitási profilja. ■: 1. folt (*Elymus*), ● 2. folt (*Festuca*), ▲ 3. folt (*Poa-Stipa*).

V. Következtetések, javaslatok

A következtetéseinket az alábbiakban foglaljuk össze:

1. Az általunk vizsgált Kéthalom felszínén fennmaradt fajgazdag löszgyep fajainak biogén szilícium tartalma információt ad egy ismert halom vegetációjának fitolit produkciós képességéről. A biogén szilícium tartalom tekintetében a pázsitfű fajok nem játszanak kiemelkedő szerepet a vizsgált gyepekben, a kétszikűek biogén szilícium tartalma számos faj esetén megelőzi az egyszikűek biogén szilícium tartalmát. Ezek az eredmények más löszgyepekkel, társulásokkal, vegetációtípusokkal, és a talaj fitolitikészletével való összehasonlítással válnak még értékesebbé a további vizsgálataink során.
2. A vizsgált löszgyep konkrét morfortípusokba osztályozható fitolitikészletében a pázsitfűvek azonban meghatározóak, a kétszikűek biogén szilícium tartalma kevésbé osztályozható, kevesebb a morfortípus. Erre mutat azon eredményünk is, miszerint a fitolitikészlet szempontjából legdiverzebb a két pázsitfű faj dominálta III. vegetációfolt, összehasonlítva az I. és II. vegetációfolttal, amelyekhez egy domináns pázsitfű fajt tudunk rendelni.
3. A diverzitás elemzések tanúsága szerint hasonló vizsgálatoknál az epidermisz kovasejtek mintázatát lényeges figyelembe venni, mert ilyen módon a vegetációfoltok fajdiverzitási sorrendje megegyezett a vegetációfoltok fajborítási értékkel súlyozott fitolit diverzitási sorrendjével.
4. A vegetáció fitolitikészlete és a fajdiverzitás között tehát összefüggés mutatható ki. Más vegetációtípus hasonló vizsgálataival érdemes alátámasztani ide vonatkozó eredményeinket.
5. Eredményeink alapul szolgálnak a különböző növénycsaládokra jellemző, esetleg kizárólagosan jellemző fitolittípusok összegyűjtéséhez.

VI. Összefoglalás

A pannon füves puszták jellegzetes formái a kunhalmok, melyek kiemelt botanikai, ökológiai, talajtani és kultúrtörténeti értékkel bírnak. Ex lege védett formakincsként számos halom természetvédelmi szempontból is értékes vegetációt őriz. A kunhalmok kutatásával nem csupán kultúr-, de környezettörténeti szempontból is fontos információkat nyerhetünk.

Számos növényfaj a felvett kovasavat akkumulálja hidratált SiO_2 formájában (fitolit). A kova a sejtet kitöltve megőrzi annak alakját, és képződésének, morfológiájának, méretének, a formák arányának sok esetben taxonómiai relevanciája van. Mivel a fitolitok a talajban és az üledékekben igen maradandóak, ezért a környezettörténeti vizsgálatokban is egyre hangsúlyosabb szerepet kapnak. Munkánk egy átfogó vizsgálat része. Célja, hogy növény- és talajtani összehasonlító referenciabázist hozzon létre annak érdekében, hogy a környezettörténeti célú fitolit elemzésekhez segítséget nyújtson. Ebben arra keressük a választ, hogy milyen összefüggések bizonyíthatók a kunhalmok recens vegetációjának fitolitikészlete és diverzitása, valamint a feltalaj és az eltemetett talajrétegek fitolitikészlete és annak diverzitása között.

A hajdúszoboszlói Kéthalom a Hajdúság egyik legfajgazdagabb és leginkább természetközeli löszgyepét hordozza. 2013 májusában a halom növényzetét a domináns egyszikűek alapján három foltra osztottuk. A foltokban három cönológiai felvételt készítettünk. Mindegyik foltban három felszíni pontmintát vettünk a talaj felső 10 cm-es rétegéből, melynek feldolgozása folyamatban van. A cönológiai felvételekben szereplő 27 fajból egy-egy példányt gyökérzettel együtt kiemeltünk, majd hamvasztásos módszerrel nyertük ki a biogén szilíciumot. A májusban nem virító fajokat szeptemberben újra megmintáztuk. Minden egyes faj fitolitjairól több száz fénymikroszkópi fotó készült, 1000x-es nagyítással. A vegetációfoltok fajdiverzitását összevetettük a foltok fitolit diverzitásával. Leírtuk a 27 vizsgált löszgyep faj fitolitikészletét, melyből a 7 pázsitfű faj példányai szolgáltatták a legtöbb, morfotipizálható fitolitot. A három vegetációfolt fitolitikészlet diverzitása rendezhető, és a fajdiverzitás sorrendjével azonos. Ez az eredmény azt sugallja, hogy ha a talaj fitolitikészlete hasonlóan alakul a recens növényzetével, a fitolitikészlet diverzitása alapján becsülhető a fajdiverzitás is. Eredményeink szerint a domináns pázsitfű faj(ok) fitolit diverzitása meghatározó az adott vegetációfoltban, amely várhatóan a feltalajminták fitolitikészletére is jellemző lesz.

- Abemethy, G. A.- Fountain, D. W.- McManus M. T.: 1998. Observations on the leaf anatomy of *Festuca novae-zelandiae* and biochemical responses to a water deficit. N. Z. J. Bot. 36.1. 113-123.p.
- Albert, R.M.- Esteve, X.- Portillo, M.- Rodriguez-Cintas, A.- Cabanes, D.- Esteban, I.- Hernandez, F. : Novembre 22, 2011. Phytolith CoRe, Phytolith reference collection. Retrieved.
- Albert, R.M.- Weiner, S. 2001. Study of opal phytoliths in prehistoric ash layers using a quantitative approach. In: Phytoliths: Applications in Earth Sciences and Human History. Eds: Meunier, J., Coline, F. Balkema, Lisse. 251-266.p.
- Barczi A.- Golyeva A.A.- Pető Á.: 2009 Paleoenviromental reconstruction of Hungarian kurgans on the basis of the examination of paleosoils and phytolith analysis. Quaternary International. 193.1–2. 49–60.p.
- Barczi A.- Penszka K.- Joó K.: 2004 Alföldi kunhalmok talaj-és növény összefüggés-vizsgálata. Agrokémia és Talajtan. 53. 1-2. 3-16.p.
- Barczi A.- Sümegi P.- Joó K.: 2003 Adatok a Hortobágy paleoökológiairekonstrukciójához Csípő-halom talajtani és malakológiai vizsgálata alapján. Földtani Közöny. 131. 421-431.p.
- Barczi A.- Tóth Cs.- Tóth A.- Pető Á.: 2009 A Bán-halom komplex tájökológiai és paleotalajtani felmérése. Tájökológiai Lapok. 7. 1. 191-209.p.
- Bartoli, F.-Wilding, L.P.: 1980. Dissolution of biogenic opal as a function of its physical and chemical properties. Soil Science Society America Journal. 44. 873-878.p.
- Blinnikov, M.S.- Bagent C.M.- Reyerson, P.E.: 2013. Phytolith assemblages and opal concentrations from modern soils differentiate temperate grasslands of controlled composition on experimental plots at Cedar Creek, Minnesota. Quaternary International. 287. 101-113.p.
- Blinnikov, M.S.- Gaglioti, B.V.- Walker D.A.- Wooller, M.J.- Zazula, G.D.: 2011. Pleistocene graminoid-dominated ecosystems in the Arctic. Quaternary Science Reviews. 30. 2906-2929.p.
- Blinnikov, M.S.: 2005. Phytoliths in plants and soils of the interior Pacific Northwest, USA. Review of Palaeobotany and Palynology. 135. 71–98.p.
- Borhidi A.: 2003 Magyarország növénytársulásai. Akadémiai Kiadó, Budapest. 264-266.p.
- Borhidi A.: 1997 Gondolatok és kételyek: Az Ősmátra-elmélet. (Thoughts and doubts: The Ősmátra-Theory) – Studia Phytologica Jubilaria. Pécs. 161-188.p.
- Brown, D.A.: 1984a. Prospects and limits of a phytolith key for grasses in the Central United States. Journal of Archaeological Science. 11. 221-243.p.
- Brown, D.A.: 1984b. Prospects and Limits of a Phytolith Key for Grasses in the Central United States. Journal of Archaeological Science. 11. 345-368.p.
- Buka L. 1994. Az örökség megőrzése. In: A Tócsó-völgy környezeti állapota. Szerk.: Orosz G. Tamás
- Csányi M. 1999. A kunhalmok régészeti értékei. In: Kunhalmok. Szerk.: Tóth A. Kisújszállás. 41.p.
- Engel-Di Mauro, S. 1995. Constructing the palaeovegetational record for the buried soils in the Hungarian young loess sequence: A view from phytolith analysis. In: Concept of loess, loess-paleosol stratigraphy. Eds.: Pécsi, M.- Schweitzer, F. LoessinForm 3. Geographical Research Institute, Hungarian Academy of Sciences. Budapest. 79-94.p.
- Éri I.: 1956 Adatok a kigyópusztai csata értékeléséhez. Folia Arch. 8. 137-151.p.

- Gárdonyi Nagy G.: 1914 A magyarországi halmok kérdéséhez. *Archeológiai Értesítő*. 34. 381-398.p.
- Goldblatt, P. - Henrich, J.E.- Rudall, P.: 1984. Occurance of crystals in *Iridaceae* and allied families and their phylogenetic significance. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 71. 1013-1020.p.
- Gyulai F.: 1993 Environment and Agriculture in Bronze Age Hungary. *Archaeolingua*. Budapest. 59. p.
- Gyulai F.: 1996 Balatonmagyaród–Hídvégpusztai késő bronzkori település növényletei és élelmiszermaradványai (Die Pflanzenfunde und Lebensmittelreste aus der spätbronzezeitlichen Siedlung von Balatonmagyaród–Hídvégpusztai). *Zalai Múzeumok*. 6. 169–195.p.
- Hodson, M.J.- Williams, S.E.- Sangster, A.G.: 1997. Silica deposition in the needles of the Gymnosperms. I. Chemical analysis and light microscopy. In: The state-of-the-art of phytoliths in soils and plants ((Eds.: Pinilla, A., Juan-Tresserras, J., Machado, M.J.) Centro de Ciencias Medioambientales. CSIC Monographias Monografias 4. 135–146.p.
- Honaine, M.F.- Osterrieth, M.L.: 2012. Silification of the adaxial epidermis of leaves of panicoid grass in relation to leaf position and section and environmental conditions. *Plant Biology*. 14.4. 596-604.p.
- Hortobágyi T.-Simon T.: 2000 Növényföldrajz, társulástan és ökológia. Nemzeti Tankönyvkiadó. Budapest. 199 p.
- Horváth F.- Dobolyi Z. K.- Morschhauser T.- Lőkös L.- Karas L.- Szerdahelyi T.: 1995 FLÓRA adatbázis 1.2. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete. Vácrátót.
- Iler, R. K.: 1979. The chemistry of silica. Solubility, polymerization, colloid and surface properties, and biochemistry. John Wiley & Sons Publisher, Brisbane. 866.p.
- Jósa A.: 1987 Szabolcsmegyei őshalmok. *Archeológiai Értesítő*. 17. 318-325.p.
- Juggins, S.: 2007. C2 Version 1.5 User guide. Software for ecological and palaeoecological data analysis and visualisation. Newcastle University, Newcastle upon Tyne. UK. 73.p.
- Korstanje, M.A. – Babot, M.P.: 2007. Microfossils characterization from south Andean economic plants. International Meeting on Phytolith Research; Plants, people and places; recent studies in phytolith analysis 4th, Oxford, p. 43-71.
- Kozma B.: 1910 A kunhalmok elhelyezkedése az Alföldön. *Földrajzi Közlemények*. XXXVIII. 437-443.p.
- Krecsmarik E.: 1922 Az alföldi halmok eredete. *Term. Tud. Közöny*. 54. 308-309.p.
- Lindstrom, L.I.- Boo, B.M.- Mujica, M.B. Lutz, E.E.: 2000. Silica bodies in perennial grasses of the southern District of the Calden in central Argentina. *Phyton - International Journal of Experimental Botany* 69. 127-135p..
- Liszes-Szabó Zs.-Kovács Sz.-Barna Cs.-Pető Á.: 2013 Pázsitfű mellékajtások fitolitikészetének egyedi variációjára a *Poa pratensis* L. (Poaceae) példáján. Debrecen.
- Madella M.- Alexandre A.- Ball T.: 2005. International Code for Phytolith Nomenclature 1.0. *Annals of Botany* 96 2.253-260.p.
- Madella, M. 2007. The silica skeletons from the anthropic deposits. In: The Early Neolithic on the Great Hungarian Plain. Investigations of the Körös culture site of Ecsegfalva 23, County Békés. *Varia Archaeologica Hungarica XXI, Volume I*. Ed.: Whittle, A. Publicationes Instituti Archaeologici Academiae Scientiarum Hungaricae Budapestini. 447–460.p.
- Madella, M.- Lancelotti, C.- Osterrieth, M. (Eds.): 2012. Comprehensive perspectives on phytolith studies in Quaternary research. *Quaternary International* 287. 180.p.
- Madella, M.: 2008. The „stones from plants”: A review of phytolith studies and classification in Europe, Asia and North America. In: *Fitolitos estados actual de su conocimiento en America del Sur*. (Eds.: Zucol, A. F., Osterrieth, M.; L.Brea, M.) 23-39.p. Universidad Nacional de Mar del Plata.

- Mejia-Saules, T.- Bisby, F.A.: 2003. Silica bodies and hooked papillae in lemmas of *Melica* species (*Gramineae: Pooideae*). *Botanical Journal of The Linnean Society* 141.4. 447-463.p.
- Mercader, J.- Astudillo, F.- Barkworth, M.- Bennett, T.- Esselmont, C.- Kinyanjui, R.- Grossman, D.L.- Simpson, S.- Walde, D.: 2010. *Poaceae* phytoliths from Niassa Rift, Mozambique. *Journal of Archaeological Science*. 37. 1953-1967.p.
- Mercader, J.- Bennett, T.- Esselmont, C.- Simpson, S.- Walde, D.: 2009 Phytoliths in woody plants from the Miombo woodlands of Mozambique. *Annals of Botany*. 104. 1. 91-113.p.
- Metcalfe, C.R.: 1960. Anatomy of the Monocotyledons I. *Gramineae*. Oxford at the Clarendon press.731.p.
- Miskolczi K.: 1864 A magyar alföldi halmokról. *Vasárnapi Újság*. 11. 23.
- Monsen, S.B.- Stevens, R.- Shaw, N.L.: 2004. Restoring Western Ranges and Wildlands. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station. General Technical Report. RMRS GTR. 136.2. 295-698.p.
- Móra F.: 1906 Ásatás a szeged-öttömösi Anjou-kori temetőben. *Archeológiai Értesítő*. 26. 18-27.p.
- Morris, L.R.- Baker, F.A.- Morris, C.- Ryel, R.J.: 2009. Phytolith types and type-frequencies in native and introduced species of the sagebrush steppe and pinyon-juniper woodlands of the Great Basin, USA Review of Palaeobotany and Palynology. 157.3-4. 339.p.
- Mulholland, S.C.: 1989. Phytolith shape frequencies in North Dakota Grasses: A comparison to general patterns. *Journal of Archaeological Science*. 16. 489-511.p.
- Nawazish, S.- Hameed, M.- Naurin, S.: 2006. Leaf anatomical adaptations of *Cenchrus ciliaris* L. from the Salt Range, Pakistan against drought stress. *Pak. J. Bot.* 38.5. 1723-1730.p.
- Pearsall, D. M.: 2000. Paleoethnobotany. A Handbook of Procedures. Academic Press, London.
- Penksza, K.; Joó, K.; Nagy, A.; Herczeg, E. 2011b. Evaluation of vegetational changes in the natural vegetation cover of kurgans (Csípő- and Kántor-kurgan) In: Pető Á, Barcsi A. (Eds) Kurgan Studies: An environmental and archaeological multiproxy study of burial mounds in the Eurasian steppe zone. *British Archaeological Reports* 2238, Oxford: Archaeopress, 339-345.
- Penksza, K.; Kiss, T.; Herczeg, E.; Nagy, A.; Malatinszky, Á. 2011a. Anthropogenic impacts and management of natural grasslands on kurgans. In: Pető Á, Barcsi A. (Eds) Kurgan Studies: An environmental and archaeological multiproxy study of burial mounds in the Eurasian steppe zone. *British Archaeological Reports* 2238, Oxford: Archaeopress, 329-338.
- Penksza, K.; Loksa, G.; Barcsi, A.; Malatinszky, Á. 2011c. Effects of extrazonal and climatic conditions on the vegetation of kurgans. A pilot study from the Hortobágy (Csípő-halom). In: Pető Á, Barcsi A. (Eds) Kurgan Studies: An environmental and archaeological multiproxy study of burial mounds in the Eurasian steppe zone. *British Archaeological Reports* 2238, Oxford: Archaeopress, 347-350.
- Persaits G.- Sümegi P. 2011. A fitolitok szerepe a régészeti geológiai és környezettörténeti minták értékelésében. In: *Geoszférák 2010*. Szerk.: Unger J.- Pál-Molnár E. Az SZTE TTIK Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport. GeoLitera. Szeged. 307-354.p.
- Persaits G.: 2010 A fitolitok szerepe a geoarchaeológiai minták értékelésében. *Doktori Értekezés, Szegedi Tudományegyetem, Földtudományok Doktori Iskola*. Szeged. 147.p.
- Pető Á. - Barcsi A.: 2012 A Magyarországon előforduló meghatározó jelentőségű és gyakori talajtípusok fitolitprofiljának katasztere V. A vizsgált réti és öntéstalajok eredményei. *Tájökológiai Lapok*. 10. 1. 87-114.p.
- Pető Á.- Barcsi A.: 2010 b. A Magyarországon előforduló meghatározó jelentőségű és gyakori talajtípusok fitolitprofiljának katasztere III. A vizsgált barna erdőtalajok eredményei. *Tájökológiai Lapok*. 8. 3. 457-495.p.

- Pető Á.- Barczy A.: 2010.a. A Magyarországon előforduló meghatározó jelentőségű és gyakori talajtípusok fitolitprofiljának katasztere I.-II. Módszertani megfontolások, illetve a vizsgált váz- és közethatású talajok eredményei. Tájökológiai Lapok. 8. 1. 157-206.p.
- Pető Á.- Barczy A.: 2011 A Magyarországon előforduló meghatározó jelentőségű és gyakori talajtípusok fitolitprofiljának katasztere IV. A vizsgált csernozjom és szikes talajok eredményei. Tájökológiai Lapok. 9.1. 147–190.p.
- Pető Á.: 2011 Hazai talajszelvények fitolit morfortípus-deiverzitása. Agrokémia és Talajtan. 60.1. 45–64.p.
- Pető Á.: 2013 Studying modern soil profiles of different landscape zones in Hungary: An attempt to establish a soil-phytolith identification key. Quaternary International. 287. 149–161.p.
- Piperno, D. R.: 1988. Phytolith Analysis: An archeological and Geological Perspective. Academic Press-Harcourt Brace Jovanovich Publishers. San Diego.
- Piperno, D. R.: 2006. Phytoliths. A Comprehensive Guide for Archaeologists and Palaeoecologists. Altamira Press. New York.
- Piperno, D.R.- Pearsall, D.M.: 1998. The silica bodies of tropical american grasses: morphology, taxonomy, and implications for grass systematics and fossil phytolith identification. Smithsonian Contributions to Botany, Number 85. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Ponzi, R.- Pizzolongo, P.: 2003. Morphology and distribution of epidermal phytoliths in *Triticum aestivum* L. Plant Biosystems. 137.1. 3-10.p.
- Prychid, C. J.- Rudall, P. J.- Gregory, M.: 2004. Systematics and biology of silica bodies in 999 Monocotyledons. The Botanical Review 69.4. 377-440.p.
- Rómer F.: 1878. Résultats Généraux du Mouvement Archéologique en Hongrie. Congrès International D'Anthropologie et D'Archéologie Préhistoriques. Comte-Rendu de la Huitième Session á Budapest, 1876.pp. 103-187.
- Rovner, I., Russ, J.C. 1992: "Darwin and design in phytolith systematics: Morphometric methods for mitigating redundancy." in Phytolith Systematics: Emerging Issues, S.C. Mulholland and G.R. Rapp, ed., Plenum Press, New York.
- Rudall, P.J.: 1994. Anatomy and systematic of Iridaceae. Bot. J. Linn. Soc. 114. 1-21.
- Sangster, A.G.- Williams, S.E.- Hodson, M.J.: 1997. Silica deposition in the needles of the Gymnosperms. II Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis. In: Pinilla A., Juan-Tresserras, J., Machado, M.J. (Eds.), The state-of-the-art of phytoliths in soils and plants. Centro de Ciencias Medioambientales. CSIC Monografías 4. 135–146.p.
- Selmeczi L.: 1971 Angaben und Gesichtspunkte zur archäologischen Forschung nach den Kumanen im Komitat Szolnok. Móra Ferenc Múzeum Évkönyve 2. 187-197.p.
- Simon T.: 2000 A Magyarországi edényes flóra határozója. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Simpson, T. L - Volcani, B.: 1981. Silicon and Siliceous Structures in Biological Systems. Springer. New York
- Stamini 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. p.
- Sümegei P.- Kozák J.- Tóth Cs.: 1998 Tiszapolgár Csőszhalom régészeti lelőhely geoarcheológiai vizsgálatai. I.Részjelentés a Déry Múzeum számára. Debrecen. 5-6.p.
- Szabó J.: 1868 Újabb kutatásaim eredménye a halmok körül. MTA Értesítője 2. 195-198.p.

Szabo K. Zs.- Papp, M.- Daroczi, L.: 2006. Ligule morphology and anatomy of five *Poa* species. Acta Biol. Crac. 48.2. 83-88.p.

Tariczky E.: 1906. A Tiszavidéki hun földpyramis-halmok ismertetése. Eger. 7-45.p.

Tóth A.: 2004: A kunhalom-kérdésről. In: A kunhalmokról más szemmel. Szerk.: Tóth A. Kisújszállás-Debrecen. 2004. 7-12.p.

Tóth A.- Tóth Cs.: 2003 Kunhalmok állapotfelmérése a Hortobágy déli pusztáin és a szomszédos hajdúsági területen.

Tóth A.: 1996 A kunhalmokról mai szemmel. Természetbúvár. 51. 1. 32-34.p.

Tóth A.: 1999 Kunhalmok. A földkutatásért Alapítvány. Kisújszállás. 13-45.p.

Tóth Cs. 1999. Kunhalmok állapotfelmérése a Büte-halom példáján. - In: Fülek Gy. (ed.): A táj változásai a Kárpát-medencében. GATE. Gödöllő. 37-40.p.

Tóth Cs. 2004. A kunhalmok geomorfológiai és tereptani viszonyainak vizsgálata a Hortobágy, a Hajdúság és a Nagy-Kunság térségében. In: A kunhalmokról más szemmel. Szerk.: Tóth A. Kisújszállás - Debrecen. 2004. 129-166.p.

Tóth Cs.: 2002 A kunhalmok országos állapotfelmérésének eredményei. A földkutatásért Alapítvány jelentése. Kisújszállás.

Tóth Cs.: 2003 A kunhalmok országos állapotfelmérésének eredményei. A földkutatásért Alapítvány jelentése. Kisújszállás.

Tóthmérész B.: 1995 Comparative analysis of different methods of diversity orderings. Journal of Vegetation Science 6. 283-290.p.

Twiss, P.C.- Suess, C.E.- Smith, R.M.: 1969. Morphological classification of grass phytoliths. Soil Science Society of America Proceedings. 33. 109-115.p.

Wilding, L.P.- Smeck, N.E.- Drees, L.R.: 1977. Silica in soils: Quartz, cristobalite, tridymite and opal in Minerals in soil environments. Soil Science Society of America, Madison. 471-552.p.

Windland, P. 2007. Phytoliths of the Kiri-tó. In: The Early Neolithic on the Great Hungarian Plain. Investigations of the Körös culture site of Ecsefalva 23, County Békés. Varia Archaeologica Hungarica XXI, Volume I. Ed.: Whittle, A. Publicationes Instituti Archaeologici Academiae Scientiarum Hungaricae Budapestini. 99-107.p.

Yost, C.L.- Blinnikov, M.S.: 2011. Locally diagnostic phytoliths of wild rice (*Zizania palustris* L.) from Minnesota. USA: comparison to other wetland grasses and usefulness for archaeobotany and paleoecological reconstructions. Journal of Archaeological Science. 38. 1977-1991.p.

A természet védelméről szóló 1996. évi LIII. törvény (1996) Kihirdetve: 1996. VII. 3. (Magyar Közlöny)

Internetes hivatkozások:

I1 <http://fitolit.hu/hu/mi-az-a-fitolit>

I2 http://www.termeszetvedelem.hu/index.php?pg=sub_527

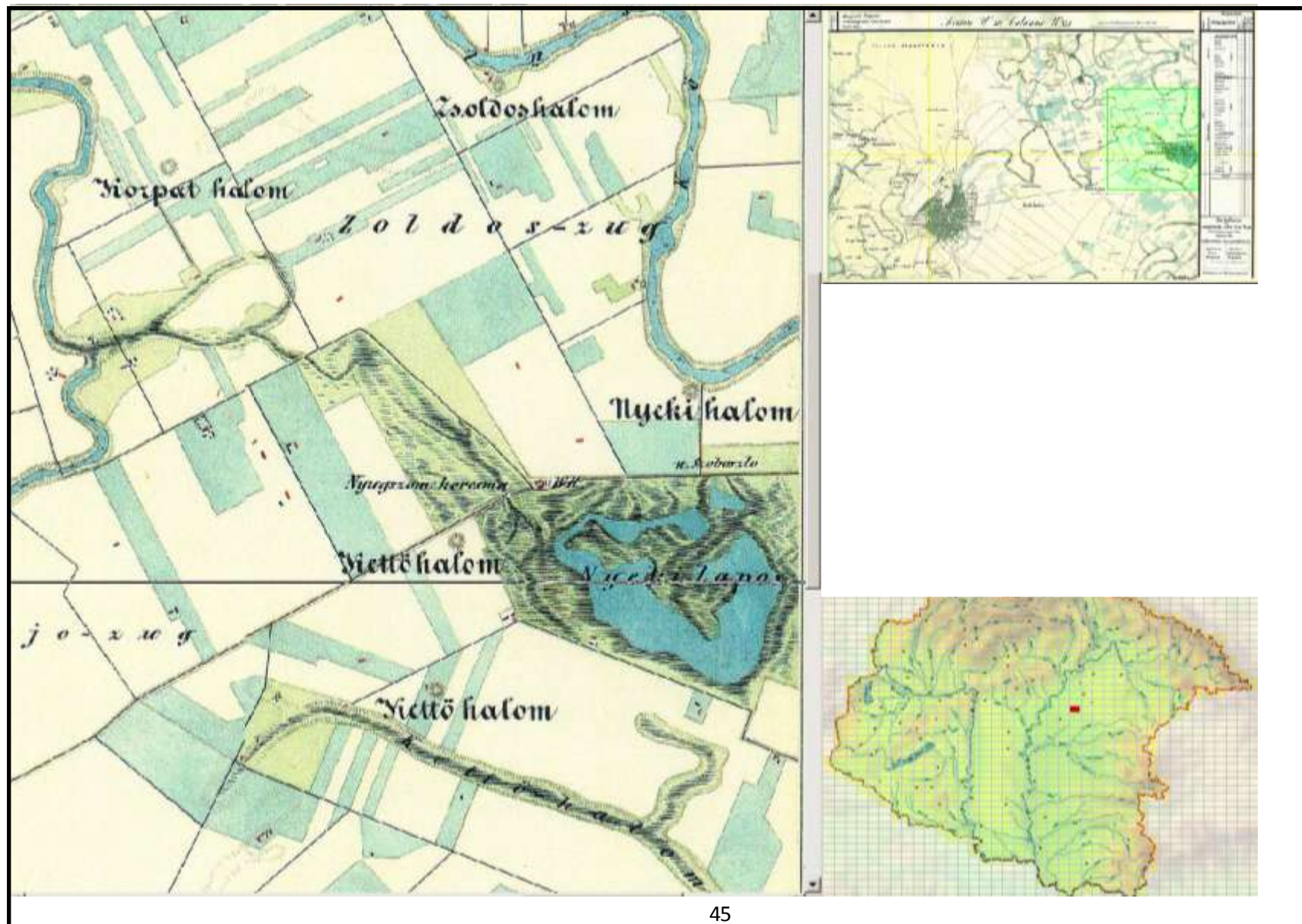
I3 <http://www.kunhalmok.hu/magyar/oldalak/hatarozo/>

I4 http://www.iga.hu/nyaralas_2004/tortenet.htm

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőimnek, Dr. Lisztes- Szabó Zsuzsának, Pető Ákosnak, és Kovács Szilviának, akik szakmai útmutatásaikkal, tanácsaikkal, észrevételeikkel, biztatásukkal segítettek a TDK dolgozat megírása során. Köszönöm Oláhné Tóth Ibolyának a laboratóriumi vizsgálatok során nyújtott segítségét. Köszönet illeti továbbá Molnár Attilát és Lisztes Lászlót, a Hortobágyi Nemzeti Park munkatársait, és mindenkit, aki támogatta a dolgozat elkészítésében.

I. melléklet. A hajdúszoboszlói Kéthalom elhelyezkedése (II. katonai felmérés, 1913).



II. melléklet. A hajdúszoboszlói Kéthalom löszvegetációján készített cönológiai felvételek tabellája. kv: kvadrát, ÉFO: életforma típus, FLE: flóraelem, TVK: Simon-féle természetességi mutatók, SzMT(P): szociális magatartás típusok.

						1. folt borítás (%)			2. folt borítás (%)			3. folt borítás (%)			átlag		
Magyar név	Latin név	ÉFO	FLE	TVK	SzMT (P)	1. kv	2. kv	3. kv	1. kv	2. kv	3. kv	1. kv	2. kv	3. kv	1. folt	2. folt	3. folt
Tarackbúza	<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	G	CIR	GY	RC(-2)	60	60	70		5	0,5			3	63,3	5	3
Molyűző ökörfarkkóró	<i>Verbascum blattaria</i> L.	H	EUA	TZ	DT(2)	10	0,1	1	2		5	1	3	3	3,7	3,5	2,3
Ligeti zsálya	<i>Salvia nemorosa</i> L.	H	EUR	K	DT(2)	15	15	-	10	25	15	1	2	4	15	16,6	2,5
Szürke rep-csény	<i>Erysimum diffusum</i> Ehrh.	TH-H	EUA	GY	NP(3)	0,1		-			-			-	0,1	0	0
Pusztai csenkesz	<i>Festuca rupicola</i> Heuff.	H	EUA	E	C(5)			3	70	60	60			-	3	63,3	0
Közönséges sarlófű	<i>Falcaria vulgaris</i> Bernh.	Th-TH	EUA	GY	W(1)	0,1		-			-		0,5	-	0,1	0	0,5
Tejoltó galaj	<i>Galium verum</i> L.	H	EUA	K	DT(2)		20	10			-			-	15	0	0
Lila ökörfarkkóró	<i>Verbascum phoenicum</i> L.	H	PON	TZ	G(4)		0,1	-			-			-	0,1	0	0
Keskenylevelű réti perje	<i>Poa angustifolia</i> L.	H	CIR	E	DT(2)		1	2	10	5	-	30	5	20	1,5	7,5	18,3
Fehér mécsvirág	<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i> (Mill.) Greut. et Burd.	Th-TH	AD V	G	W(1)			-			-			1	0	0	1
Franciaperje	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. Beauv. ex J. Presl et C. Presl.	H	EUA	TZ	DT(2)			2		15	-			1	2	15	1
Macskahere	<i>Phlomis tuberosa</i> L.	H	EUA	V	S(6)			1			-			-	1	0	0
Mezei varfű	<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.	H	EUA	K	DT(2)			-			-			-	0	0	0
Ragadós galaj	<i>Galium aparine</i> L.	Th	KOZ	GY	W(1)			-	1		-			-	0	1	0
Útszéli zsázsa	<i>Lepidium draba</i> (L.) Desv.							-	20	30	15	3	4	-	0	21,6	3,5
Mogyorós lednek	<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	H-G	EUA	GY	W(1)			-	4		-			-	0	4	0
Karcsú fényperje	<i>Koeleria cristata</i> (L.) Pers. em. Borbás ex Domin	H	KOZ	K	G(4)			-		2	-			-	0	2	0
Ebnyelvűfű	<i>Cynoglossum officinale</i> L.	TH	CON	GY	W(1)			-			-			-	0	0	0

Osztrák zsálya	<i>Salvia austriaca</i> Jacq.	H	PoP	TZ	G(4)			-			-			-	0	0	0
Kunkorgó árvalányhaj	<i>Stipa capillata</i> L.	H	PoM	K	C(5)			-			-	10	10	15	0	0	11,6
Vesszős kutyatej	<i>Euphorbia virgata</i> W. et K.	H	CON	TZ	DT(2)			-			-		1		0	0	1
Közönséges orbáncfű	<i>Hypericum perforatum</i> L.	H	EUA	TZ	DT(2)			-			-		1		0	0	1
Üstökös gyöngyike	<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill.	G	SME	TZ	DT(2)			-			-			5	0	0	5
Cickafark	<i>Achillea collina</i> L.	H	CON	TZ	DT(2)			-			-			-	0	0	0
Réti ecsetpázsit	<i>Alopecurus pratensis</i> L.	H	EUA	E	C(5)			-			-			-	0	0	0
Apró/Mezei szulák	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	H-G	KOZ	GY	RC(-2)			-			-			-	0	0	0
Vadszeder	<i>Rubus fruticosus</i> L.	H-N		TZ				-			-			-	0	0	0

III. melléklet. Fotók



A dry ashing módszer, az izzítás eredménye: növényi hamu.



Kéthalom DK-i oldal



Kéthalom É-i bontott oldal



Lepidium draba



Galium verum



Stachys austriaca



Koeleria cristata



Stipa capillata



Phlomis tuberosa



Tiszántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség
4025 Debrecen, Hatvan u. 16.

Levelezési cím: 4001 Debrecen, Pf. 27.
e-mail: tiszantuli@szefh.hu
telefon: 52-511-000, telefax: 52-511-040

Hivatkozott iktatószámunkra!

Ikt. számunk: 5356/ 07 /2013.
Ügyintézőnk: Dr. Berényi Ágnes
Tárgy: védett növényfaj
gyűjtésének eng.
Hivatkozási szám: -
Ügyintézőjük: -
Mellékletek: -

HATÁROZAT

A Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kara (4032 Debrecen, Böszörményi út 138., KÖJ száma: 100285938) részére

engedélyezem

a macskahere (*Phomis tuberosa*) növényfaj egyedének gyűjtését

az alábbi feltételekkel:

1. Az engedély a határozat jogerőre emelkedésétől 2013. december 31-ig érvényes.
2. A gyűjtés szakmai irányításáért felelős személy Dr. Lisztes-Szabó Zsuzsa egyetemi adjunktus.
3. A tevékenység egy darab, a Hajdúszoboszló 0309/15b rész-ű területéről származó macskahere egyedet érinthet.
4. Az engedélyezett tevékenység a védett növény-, és állatfajokat, illetve közösségeket semmilyen módon nem károsíthatja, ellenkező esetben az engedély azonnal visszavonásra kerül.
5. A Felügyelőség az eljárás során a tulajdonosi viszonyokat nem, a kérelmet kizárólag természetvédelmi szempontból vizsgálta. A Felügyelőség által kiadott engedély nem pótolja a tulajdonosi hozzájárulásokat, és nem mentesít azok beszerzése alól.
6. A munkavégzés megkezdése előtt egyeztetni kell a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság illetékes természetvédelmi őrével (Végvári Zsolt, tel.: 06-30-239-5542) az esetlegesen felmerülő fészkelések, vagy más természetvédelmi ok miatt a munkavégzés korlátozására javaslatot tehet.

Az ügyfél a 33/2005. (XII.27.) KvVM rendelet 1. számú mellékletének 39.1. pontjában meghatározott 10.000,- Ft igazgatási szolgáltatási díjat megfizette.

Határozatom ellen, annak kézhezvételét követő 15 napon belül, az Országos Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőséghez címzett, de a Tiszántúli

Ögyletfogadás: Hétfő: 8:30-12:00; Szombat: 8:30-12:00, 13:00-16:00; Péntek: 8:30-12:00

1/3



Tiszántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség
4025 Debrecen, Hatvan u. 16.

Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőséghez 2 példányban benyújtott fellebbezéssel lehet élni. A jogorvoslati eljárás igazgatási szolgáltatási díja 5.000,- Ft, melyet a Tiszántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség 10034002-01711916-00000000 számú számlájára kell befizetni és a megfizetését igazoló befizetési bizonylatot vagy annak másolatát a jogorvoslati kérelem előterjesztéséhez mellékelni kell.

A fellebbezési határidő elteltével – fellebbezés hiányában – jelen határozat külön értesítés nélkül jogerőre emelkedik.

INDOKOLÁS

A Tiszántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőségre kérelem érkezett a **Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Karától** (4032 Debrecen, Böszörményi út 138.) 5356/1/2013. iktatószámon, miszerint védett növény (macskahere) kutatásának engedélyezését kéri a felügyelőségtől, amihez szükséges a növényfaj egy virágzó példányának begyűjtése is.

Mivel a kérelem hiányos volt, a felügyelőség hiánypótlásban felhívta az ügyfelet az igazgatási szolgáltatási díj megfizetésére, melynek 2014. július 4-én eleget tett.

A védett és a fokozottan védett növény- és állatfajokról, a fokozottan védett barlangok köréről, valamint az Európai Közösségben természetvédelmi szempontból jelentős növény- és állatfajok közösségéről szóló 13/2001. (V.9.) KÖM rendelet alapján a macskahere (*Phomis tuberosa*) természetvédelmi oltalom alatt áll, pénzben kifejezett természetvédelmi értéke 5.000,- Ft.

A természet védelméről szóló 1996. évi LIII. törvény (továbbiakban: Tvt.) 42.§ (3) bekezdése alapján „A természetvédelmi hatóság engedélyre szükséges védett növényfaj:

a) egyednek, virágának, termésének vagy szaporításra alkalmas szervének gyűjtéséhez;”

A tevékenység engedélyezése során a rendelkező részben adott feltételeimet a Tvt. alábbi szakaszai alapján írtam elő:

8. § (1) A vadon élő szervezetek, továbbá ezek állományai, életközösségei megőrzését élőhelyük védelmével együtt kell biztosítani.

17. § (1) A 8. § (1) bekezdés rendelkezéseinek megfelelően a vadon élő szervezetek élőhelyeinek, azok biológiai sokféleségének megóvása érdekében minden tevékenységet a természeti értékek és területek kíméletével kell végezni.

42. § (1) Tilos a védett növényfajok egyedeinek veszélyeztetése, engedély nélküli elpusztítása, károsítása, élőhelyeinek veszélyeztetése, károsítása.

(2) Gondoskodni kell a védett növény- és állatfajok, társulások fennmaradásához szükséges természeti feltételek, így többek között a talajviszonyok, vízháztartás megőrzéséről.

43. § (1) Tilos a védett állatfajok egyedének zavarása, károsítása, kínzása, elpusztítása, szaporodásának és más élettevékenységének veszélyeztetése, lakó-, élő-, táplálkozó-, költő-, pihenő- vagy búvóhelyeinek lerombolása, károsítása.

A kérelemből megállapítottam, hogy a védett növényfaj egyedeinek gyűjtése természeti értékeket nem sért. A kérelmezett tevékenység a rendelkező részben előírt feltételek betartásával a természetvédelmi értékeket nem sért, ezért azt engedélyeztem.

2/3