

Bevezetés

Kutatócsoportunk 1999-ben kezdte meg a kunhalmokkal kapcsolatos kutatásait, amelyeknek elsődleges célja a halmok vizsgálatán keresztül az egykori (holocén) környezet talajtani és paleoökológiai jellemzése volt.

Jelen OTKA pályázatot 2001. évben nyújtottuk be azzal a szándékkal, hogy a Nagyalföld területéről választott kunhalmok és környezetük komplex talajtani, botanikai felméréssel rekonstruáljuk az egykori tájat, és információt kapjunk a halmok építése óta zajló talajképződési folyamatokról. A halmok környezetében lévő recens talajképződmények felmérése és térinformatikai feldolgozása nemcsak kiegészítette vizsgálatainkat, hanem a halmok védelmének érdekében az adatrögzítést is szolgálta.

A kutatás kezdetén nagy hangsúlyt fektettünk a kunhalmokkal kapcsolatos hazai és külföldi irodalmak összefoglaló áttekintésére, feldolgozására. Az irodalmi feldolgozás a halmokkal kapcsolatos természettudományos kutatások mellett a régészeti, néprajzi szempontú ismeretanyag összegyűjtésére is kiterjedt (6,27,43).

A kutatáshoz a lejátszódó talajképződési folyamatok rekonstruálására olyan – későbbi vizsgálatokkor is perspektivikus - területeket kerestünk, amelyek alapközete lösz vagy löszös üledék; minél kevésbé bolygatott; lehetőleg nyugodt talajképződési körülmények jellemzik és amelyeket – a botanikai vizsgálatok érdekében – természeteshez közeli vegetáció borít. Több mint ötven halom helyszíni bejárása és megvizsgálása után választottuk ki a Csípő-halmot, a Kántor-halmot, a Pincés-halmot és a Hegyes-halmot.

A Csípő-halom a Derzsi-tavak közelében, a 33-as utat és Ohatot összekötő út mentén található. Északi oldalát 200-300 méterrel belül út határolja, míg keleti oldalán a Nyugati-főcsatorna, a délin pedig egy kisebb csatorna vize folyik. A Kántor-halom a Szentest Orosházával összekötő út mentén, Szentest külterületén fekszik. É-i oldalának lábi területén vasúti töltés fut, többi oldalát szántó veszi körül. A Pincés-halom a Hortobágyi Nemzeti Park határában, Karcag közigazgatási területén található, öntöző és vízelvezető csatornák ölelésében. A Hegyes-halom Kétegyháza közelében, a Szabadkígyósi pusztán, a Kígyósi-főcsatorna kanyarulatában található.

A mintaterületek kiválasztását követően a kutatáshoz szükséges engedélyek beszerzésére került sor. Mivel a kunhalmok „A természet védelméről szóló” 1996. évi LIII. törvény értelmében oltalom alatt állnak, megbontásuk, bolygatásuk nem lehetséges, és mindennemű vizsgálatuk engedélyhez kötött. A kutatást tehát csak a területileg illetékes Múzeum és Nemzeti Park Igazgatóság hozzájárulása, valamint a Kulturális Örökségvédelmi Hivatal engedélye után kezdtük el.

Anyag és módszer

A mintaterületeken a talajtani viszonyok rögzítése érdekében Pürckhauer-féle szűrőbotos mintavetővel felvételezéseket végeztünk. Az 1 m-es szűrőbotos mintákon szín, fizikai féleség, karbonát, kémhatás és nedvességvizsgálatokat végeztünk, megállapítottuk a talajsintek mélységét és a talajtípusokat, valamint nagy vonalakban elkülönítettük a talajfoltokat (1,2,8,9).

A halomtesteken és a környezetben további talajtani vizsgálatának és a mintavételnek az eszköze kétkaros Styl-spirálfúró berendezés, amelyet a MÁFI-1990-es szabványa szerint alakítottak át. A mintavétel elve Birks–Birks-féle paleoökológiai, tér-idő dimenziót figyelembevevő térképező fúrás volt. A fúrások mintáin már a helyszínen vizsgáltuk a színben, szerkezetben, nedvességállapotban és tömördőtségben jelentkező különbségeket. Rétegektől és/vagy szintektől függetlenül 10 cm-ként ellenőriztük a mészállapotot (10 %-os HCl segítségével). Rögzítettük a látható konkréciók, morfológiai jegyek elhelyezkedését

(gyökerekkel való átszőttég, állatjáratok, vaskiválások, mész- és kovasav-kiválások, csontok, stb.). A morfológia alapján a fúrások anyagát szintekre/rétegekre bontottuk, osztályoztuk és készítettük fel a laboratóriumi vizsgálatokra (22,24).

A botanikai vizsgálatok során elkészítettük három halom fajlistáját és minden halom esetében a tipikus állományokban Braun-Blanquet módszerét követve felvételeket készítettünk, de a fajok borítási értékét százalékban adtuk meg. A fajnevek Simon nomenklatúráját követik, a társulásnevek használatkor pedig Borhidi cönoszisztematikai rendszerét vettük alapul (3,4,10). Ezen túlmenően elkészült a Csípő-halom vegetáció-térképe is, majd az adatok kiértékelhetősége, a fúrások térbeli elhelyezése illetve a halom talajtani rétegzettségének ábrázolása érdekében terepi adatrögzítésű Geodiméter 510. MA. típusú elektromos tahiméterrel és prizmával a halom és 100x100 méteres környezetének 1:250 léptékű szintezését is elvégeztettük. 2003. évben nagy pontosságú dGPS műszerrel kiegészítettük a Csípő-halom előző évi szintezési munkálatait. 2004. évben – a költségtakarékosságot is figyelembe véve – végeztük el Leica GPS segítségével a Pincés-halom nagy pontosságú szintezését, és elkészült a halom terepmodellje is. Ugyanakkor 2004-ben megkezdtük egy új halom (Lyukas-halom, Tedej) szintezését, ezzel új, kutatásokra nagyon perspektivikus halmot kapcsoltunk be a vizsgálati körbe.

A részletes vizsgálatokhoz leginkább perspektivikusnak mutató Csípő-halmon - az építés idejének és módjának megismerése érdekében - radiokarbonos kormeghatározást végeztünk a debreceni Atommag Kutató Intézetben. A halom létrehozásának idejét a halom által eltemetett talaj (Apaleo-szint) kormeghatározásával, az építés módját (egy vagy több ütemben épült-e) pedig a halomtest talajának (Kultúrszint) vizsgálatával kívántuk jellemezni. A vizsgálatok alapján a halmot csaknem 6000 évvel napjaink előtt a holocénben (rézkor) hordták össze egy ütemben (20,49).

A talajtani vizsgálatok esetében végigtekintettük a talajképződési folyamatokat, és összegyűjtöttük a hozzájuk rendelhető vizsgálati módszereket. Ezután a minden halomnál elvégzett alapvizsgálatokat (humusz Tyurin módszerével, izzítási veszteség, aktuális nedvességtartalom, összes foszfor, összes vas, pH H₂O és KCl, karbonáttartalom (Scheibler-módszer), Arany-féle kötöttség, valamint a teljes mechanikai elemzés) a halomban észlelt talajgenetikai folyamatoknak megfelelő vizsgálatokkal egészítettük ki. A vizsgálatokhoz az érvényes magyar szabványokat, valamint Buzás módszerkönyveit használtuk fel. A Csípő-halom esetében lényegesen bővebb vizsgálatosorozatokat végeztünk el, részben annak érdekében, hogy a későbbi kutatások számára kipróbáljuk és ésszerű mértékre csökkentsük a fontos eredményeket hozó vizsgálatok számát (13,26,31).

A halmok talajtani vizsgálata során a halomtest középső részében tapasztalt értékek (növekvő vezetőképesség, lecsökkenő karbonát-tartalom) miatt a Csípő-halom 20 cm-kénti mintáin szükségessé vált az ionösszetétel vizsgálatok elvégzése is (Giesseni Justus Liebig Egyetem).

A paleoökológiai vizsgálatok közül mindegyik halom esetében malakológiai (pollen, faszén) (Szegei Tudományegyetem), valamint 2005. évtől fitolit-elemzésekre került sor (Orosz Tudományos Akadémia Földrajzi Kutatóintézete) (37,40).

A kémiai vizsgálatok keretében (a Szegei Tudományegyetem közrerműködésével) XRF és Rock-Eval pirolizátor mérések történtek. Az XRF-vel a Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Y, Zr mennyisége került mérésre. A szerves anyag vizsgálatához Rock-Eval (Oil Show Analyzer) típusú műszert vettünk igénybe. A vizsgálat során az S₀, S₁, S₂, T_{max}, OPI, TOC indexek értékei kerültek mérésre. A geokémiai vizsgálatok eredményei alapján kiválasztott 8 minta ásványtani vizsgálatát (XRD) DRON UM-1 típusú a röntgen diffraktométerrel végeztük (34,54).

A Csípő-halomba és környezetébe 2 talajvízszelőkutat telepítettünk, ahonnan a mintázás folyamatos (MÁFI).

Az eredmények kiértékeléséhez – ott, ahol az adatbázis megkívánta – statisztikai módszereket használtunk. Erre elsősorban az ásványtani – geokémiai adatok esetében volt szükség. Az adatok feldolgozását és értelmezését többváltozós geometrikai módszerekkel, faktor-, klaszter- és diszkriminancia-analízissel végeztük. Ennek eszköze az SPSS 11.1 nevű szoftver volt.

2004. évben kapott kutatócsoportunk értesítést arról, hogy a Hajdúnánás (Magyarország, Nagyalföld) melletti Lyukas-halom nevű kurgán D-i oldalát megcsonkították. A helyszíni szemlét követően döntöttünk úgy, hogy a harmadában megbontott halom állapotát konzerváljuk és a feltáródott falat megmintázzuk. A halom tisztítását követően részletes talajmorfológiai leírást készítettünk, majd mintát vettünk a talajtani laboratóriumi, mikromorfológiai és fitolit vizsgálatokhoz.

A Csípő-halom jellemzése a vizsgálatok alapján

A Csípő-halom környezetének talajviszonyaira a mozaikosság a jellemző, a szárazabb talajképződmények (mezősegi talajok) és a réti szolonyec talajok váltakoznak egymással. A halom fúrásai közül az első a halom középpontjából indult, és 580 cm mélységű volt. A másik 4 fúrás az égtájaknak megfelelően helyezték el, ezek a halom felső harmadából indultak, és 480 cm, 405 cm, 405 cm és 405 cm mélyek voltak. A fúrások anyagán a feltalajt (recens talajt) A- és B-szintre, az összehordott talajt (továbbiakban: mag) 3 antropogén eredetű kultúrszintre, míg az eltemetett talajt Apaleo- és Bpaleo-szintre tudtuk osztani. A halom lábi területén a halom felvételezési pontjainak meghosszabbításában végeztük el a fúrásokat. A feltételezett felhordási zóna nehezen kivehető, ami részben a talajosodás, de feltételezésünk szerint inkább a halom eróziójából származó halomlábi felhalmozódás következménye. A halom tágabb környezetében elhelyezett öt fúrás közül kettő a magasabb löszsytyepp vegetációjú hátaikat, egy a kissé alacsonyabb térszín vegetációját, kettő pedig a szikes területeket képviseli. Ez utóbbiak közül az egyik fúrás a padkásodott területen a padka aljába, a másik a padka tetejébe mélyült (16,29,30,42).

Összegezve a laboratóriumi eredményeket, a halomtest recens talajára a mezősegi jellegű, száraz talajképződés jellemző. A kultúrszint talajosodott, jelentős szervesanyag-tartalmú környezetből lett meghordva, magas vas- és sótartalommal bír. Az eltemetett talaj több paramétere megegyezik a kultúrréteg talajaival, ami hasonló származásra utal, de a vas- és sótartalom lényegesen alacsonyabb az Apaleo-szintben. A mészdinamika és a szervesanyag-dinamika alapján az eltemetett talajra is a mezősegi jellegű talajképződés jellemző, a vastartalom emelkedése a Bpaleo- és C-szint felé rétiesedést sejtet. A fizikai féleség és az agyagtartalom a teljes halomtestben egyöntetű, sem agyagosodás, sem agyagvándorlás nem jelentkezik, a kilúgzásnak is csak gyenge nyomait találjuk, tehát erdőtalaj képződési bélyegek nincsenek (14,28,33,35).

A giesseni Justus Liebig Egyetemmel közösen elkészítettük a Csípő-halom mintáinak részletes sóvizsgálatát és a vizes kivonat elemzését. A kationok és anionok meghatározása, majd korrelációja alapján megállapítást nyert, hogy a halomtestben megemelkedő vezetőképességet a Na^+ és Cl^- ionok egymással alkotott sója eredményezheti. Mivel a só nem lúgosan hidrolizál, így magyarázatot kaptunk arra a tényre is, hogy a pH értékben miért nem tapasztalható emelkedés. A vasformák meghatározása érdekében Mössbauer-féle spektroszkópiás próbavizsgálatokat végeztünk a KFKI kutatóival közösen. A talajminták relatív alacsony vastartalma miatt a próbavizsgálatok nem kecsegtetnek kiértékelhető eredménnyel, ezért a jövőben elsősorban a redox-viszonyok tisztázására szorítkozunk.

A halomtest, a halmot körülvevő gyűrű és a halom környezetében lévő talajok (szikes és csernozjom) humuszanyagainak minőségét a Hargitai-féle humuszstabilitási értékek (K és Q), az E4/E6-arány és az EPC-érték alapján jellemeztük. A halom anyagán végzett

humuszminőség-vizsgálatok szelektivitása különböző volt. Ezek alapján azonban jobban elhatárolhatók a halom egyes genetikai szintjei egymástól, mint a humuszmenyiség-vizsgálatok alapján. A Hargitai-féle humuszstabilitási-értékek (K és Q) és az EPC-értékek a halom anyagában tág határok között mozogtak, jól elhatárolva ezzel a különböző humuszszodási stádiumban lévő rétegeket egymástól. Mindkét mérés hasonló tendenciát mutatott a halomtestben. Az E4/E6-arányok viszont olykor eltértek ettől, szórásuk is kisebb volt, így ez a mérés a halomtestben zajló humuszképződési folyamatok jellemzésére és a különböző tulajdonságú rétegek elkülönítésére kevésbé alkalmas.

A C14 kormeghatározás szerint a Csípő-halom eltemetett talaja közel 6000 éves (39,46).

A paleoökológiai vizsgálatok során (Szegedi Tudományegyetem) a halom szélén - amely a halom közepénél alacsonyabb, lejtős, időszakosan vízjárta vagy vizes élőhellyel szegélyezett rész lehetett - kissé nedvesebb, illetve váltakozóan száraz környezetet kedvelő csigafajok kerültek elő (*Vertigo pygmaea*, *Helicopsis striata*, *Chondrula tridens*, *Vallonia pulchella*, *Cepaea vindobonensis*). A halomtól távolabb talált fajok vízparti, szikes és sztyepp jellegű környezetre, tehát mozaikosságra utalnak (*Planorbis planorbis*, *Anisus spirorbis*, *Oxyloma elegans*, *Chondrula tridens*, *Cepaea vindobonensis*) (18,21,23,45). A száraz körülményeknek köszönhetően határozható mennyiségű pollen és faszén sem itt, sem a többi halom esetében sem került elő. A fitolit-vizsgálatok (Orosz Tudományos Akadémia Földrajzi Kutatóintézete) a sztyepp jellegű, de környezetében vizenyős táj elméletét erősítették meg, amelyeken szórványosan lehetettek facsoportok (32,51,52). A kurgán egykori környezeteként tehát a talajtani és paleoökológiai vizsgálatok alapján a maihoz hasonló meleg, száraz sztyepp, illetve félárnyékos magasfüves sztyepp környezet rekonstruálható, amelyet mozaikosan vizes és szikes területek vehettek körül. A talajtani és malakológiai adatok alapján zárt erdőborításra, tartós erdőtalaj-képződésre utaló nyomot nem találtunk (5,7,11,15).

A Csípő-halmon folytatott talajkémiai és talajásványtani vizsgálataink azt célozták, hogy a halom keletkezése óta eltelt időben kialakultak-e talaj genetikailag értelmezhető, talajkémiai szempontból definiálható szintek. Vagyis a halom meghordását követő feltételezhetően rendezetlen, nem egyensúlyi állapotban lévő szelvényben milyen típusú változások, milyen elemátrendeződések történtek az elmúlt 6000 évben. A halom meghordása óta eltelt idő alatt a halmot felépítő szedimentben jelentős mértékű anyag elmozdulás történt, s ennek eredményeként másodlagos ásvány felhalmozódás kezdődött. Az elemobilizáció hatására az eredeti heterogén geokémiai profilt geokémiai határfelületek által elválasztott homogén zónák váltották fel. Az eredeti, belső mintázat nélküli felépítésre már csak a szélsőségesen immobilis elemek, a Ti és a Zr utalnak. Míg ugyanakkor az egyes zónák mintázatára a folytonos átalakulás a jellemző, a határfelületeken ugrásszerű a változás. Ez arra utal, hogy az elemmozgásért felelős diffúziós folyamatok eredményeként a halom még nem érte el a steady state állapotot (54).

A talajtani alapvizsgálatok, valamint a részletes geokémiai analízis alapján kijelölt határfelületek mélységei az esetek többségében nagy pontossággal megegyeznek.

A halom fejlődését tehát az alábbi fő események folyamatoként vázolhatjuk fel:

- 1) A halom meghordása előtt (kb. 6000 éve) a területen mozaikos, vizenyős és szikes, kimagasodó löszhátakkal tarkított környezet uralkodott, a paleotalaj csernozjom típusú lehetett.
- 2) A halom kialakítása után az egykori felszín kikerült a közvetlen talajosodás zónájából, a halom test mind kémiai, ásványtanilag, mind szedimentológiailag heterogén felépítésű volt, abban belső mintázat nem alakult ki.
- 3) Összetett migrációs folyamatok eredményeképpen fokozatosan kifejlődött a halomban az a kémiai profil, amely az eltemetett zónához hasonló, egyensúlyi kémiai mintázatot eredményezett. A halom felszínének anyaga ezzel párhuzamosan talajosodott, csernozjom talajtípust eredményezve.

4) Ezzel részben egyidejűleg az eltemetett talajban másodlagos mineralizációs folyamatok indultak, aminek eredményeként illit, szmektitek halmozódtak fel. Bár struktúrájában, színében ez a zóna még őrzi egykori talaj jellegét, a mobilizálható elemek, valamint a szerves anyag változása miatt kémiaiilag már inkább sorolható a halom testhez. Ugyanakkor a hasonlóság annak is köszönhető, hogy az egykori paleotalaj A-szintre ráhordott talajanyag a környezet - sokszor nagyon hasonló tulajdonságú – talajainak A-szintjéből lett megépítve.

5) Jelenleg a felszín talajosodása zajlik. A halom testben a diffúziós folyamatok tovább folynak; a halom halad előre a fent vázolt, steady state irányba előremutató pályán. Kémiaiilag a legkevésbé egyensúlyinak az egykori paleotalaj szintje, tehát az egykori felszín zónája tekinthető jelenleg. Hosszútávon – feltételezhetően – a teljes profil eléri a steady state helyzetet, amelyet a mélységgel folytonosan változó, hirtelen változásoktól mentes kémiai profil jellemez majd.

A vízföldtani fúrások és kúttelepítések során (MÁFI) megerősítést nyertek a Csípő-halom építésével kapcsolatos korábbi feltételezések:

- a halom és a halom-láb fúrás szelvényének szemcseösszetételét vizsgálva valószínűsíthetően megegyezik a halom antropogén magjának és a környező talajok felső szintjének anyaga,
- a térképező fúrások és a vizsgált terület két fúrásának szemcseösszetételét vizsgálva feltételezhető, hogy a halom felhordási gyűrűje megfigyelhető a halom-lábi fúrás 0-100 cm-ében, ami egy anyagában megbolygatott, illetve áthalmazott réteg,
- szintén a szemcseösszetétel alapján megerősíthető az az eddigi eredmény, miszerint a Csípő-halomt eleve magaslatra emelték,
- a vizsgált terület földtani jellegzetessége, mely a szomszédos térképező fúrásokban nem jelenik meg, a hirtelen nagy homok- és durva üledék tartalmú szint, mely bizonyítja a terület önálló fejlődését szűkebb környezetén belül is.

A két telepített kút talajvízjátékát és kémiai eltéréseit figyelve bebizonyosodott, hogy a Csípő-halom képes megváltoztatni – környezetéhez képest – a talajvíz mozgását és tulajdonságait:

- a talajvízjárás alapvetően hasonló dinamikájú a vizsgált terület kútjaiban,
- a Csípő-halom alatt a talajvíz ingadozása kisebb mértékű, mint környezetében, elsősorban a talajvíz felszín alatti nagyobb mélységének köszönhetően,
- a halom alatti talajvíz összes oldott anyag tartalma többszöröse a halom lábánál mért értékeknek, a különbségre a válasz egy részről a halom anyagában, másrészt a terület hidrológiai jellegzetességeiben keresendő,
- a talajvíz ion-összetételében különbségek vannak, ismét a halom alatti talajvíz bír tipikus szikes alatti jellegekkel, ami alapvetően köszönhető annak, hogy építéskor a szikes felhordási gyűrű felső réteget halmozták fel,
- a vizsgált terület kútjainak és a térképező fúrások során megismert kémiai jellemzők összehasonlítása során kiderült, hogy a halom lábánál befolyásolja a talajvíz minőségét egy vagy több külső hatás, mivel iontartalma nem hasonlít egyik kút ionösszetételéhez sem.

A kunhalmok állapotfelmérése a halmokat borító vegetáció felmérését is jelentette (17,38,41). Vizsgálataink során többnyire erősen bolygatott löszgyep-vegetációval találkoztunk, de a Csípő- és a Kántor-halom esetében az eredeti löszgyeppekhez közeleink tűnő társulásokat írtunk le, amelynek állományai viszonylag nagy kiterjedésben fedték a halomtesteket. A halmok botanikai érdekessége, hogy oldalukban éles határral változik meg a növényzet. A csúcsközeli régióban lévő *Agropyro-Kochietum prostratae* társulás hirtelen vált át a halom alsó harmadában lévő *Salvio-Festucetum rupicolae* asszociációba. A Csípő-halom botanikai értékét tovább növeli, hogy oldalában és környezetében védett növényünknek, a macskaherének állományai is megfigyelhetők (12,19,25,44,47).

A kutatáshoz pótlólagosan beadott pályázatok eredményeként megkezdtük a halom mikroklímájának elemzését. A három mérési időpontban végzett mérések tanúsága szerint a kunhalom tetejének felszínközeli és a kunhalom alsó részének felszínközeli léghőmérsékletei mind a mért értékek, mind pedig az eltérések tekintetében a felszín borítottságának megfelelően alakultak. A kunhalom tetején lévő taréjos búzafüves gyepek vegetáció (*Agropyro-Kochietum prostratae*) kis állománymagassággal, összefüggő területi borításban fordul elő. A kunhalom É-i előterében löszpusztagyep (*Salvio-Festucetum rupicolae*) közé ékelődött macskahere (*Phlomis tuberosa*) állományt találtunk (50). A nyári derült és borult időben szinte azonos hőmérsékleti eltérések voltak, a téli mérés esetében azonban nem mutatkozott 0,5 °C-nál nagyobb eltérés. A nyári és téli méréseknél az állomány fejlettsége, állománymagassága, puszta léte vonatkozásában volt alapvető eltérés. Az eddigi mérések alapján azt mondhatjuk, hogy a kunhalom É oldala alsó részén kimutatott mikroklímatis eltérés döntő oka maga a mozaikszerű elhelyezkedésű és a környezeténél nagyobb magasságú, sűrűn elhelyezkedő növényzet állományklímája.

A Kántor-halom talajtani adatainak értékelése

A halom és környezetének megismeréséhez a halomtetőről 480 cm mély fúrást indítottunk, míg a gyűrűben 80 cm, a halom környezetében pedig 160 cm mélyre fúrtunk.

A halom jellemzéséhez szükséges laboratóriumi vizsgálatokhoz a mintákat a recens feltalaj A- és B-szintjéből, a hamucsíkokkal tarkított 100-240 cm közötti kultúrrétegből (a hamumentes talajosodott anyagból, K1), az egységesebbnek tűnő, vastagabb, valószínűsíthetően meghordott 240-400 cm közötti kultúrrétegből (K2), valamint a paleotalajból (P) és az alapkőzetből (C) vettünk. A gyűrű nem csak geomorfológiailag vehető ki, hanem a mintavétel során is jól rekonstruálható. A 40 cm-es talajosodott réteg az alatta lévő C-szinttől élesen válik el. A halom környezetében a réti és a mezőségi talajképződmények dominálnak.

A morfológiai és laboratóriumi vizsgálatok alapján a Kántor-halmon építése óta a mezőségi irányba mutató talajképződési folyamatok játszódnak le. Ugyanakkor a halmot rétiesedő környezetből emelték, amely a maihoz lehetett hasonlatos (36,48).

A Hegyes-halom talajtani adatainak értékelése

A halom felépítésének és szűkebb környezetének jellemzése érdekében fúrásokat csak a halmon és a löszháton végeztünk. A halom bolygatott geomorfológiája (határhalom, így oldalát három helyen is csonkították hosszanti mélyszántással) és a fúrás rövidege miatt csak három szintet különítettünk el. Az első kultúrszintként jelöltük, bár megjegyezzük, hogy ennek a szintnek a felső, 20 cm-es rétege a recens talaj A-szintjének is tekinthető. A második minta az eltemetett A-szint, míg a harmadik az alapkőzet volt. Második fúrásunkat, amely 100 cm mély volt, közvetlenül a halom lábánál ejtettük. Két szintet különítettünk el, a felső A-szintet és az alapkőzetet. A harmadik fúrással a halom szűkebb környezetét kívántuk jellemezni, ezért ezt a fúrást is a löszháton, annak szélében jelöltük ki. A fúrás 100 cm mély volt, és morfológia alapján két szintre osztottuk.

Összefoglalva a fúrások laboratóriumi eredményeit, a Hegyes-halmon és környezetében mezőségi tulajdonságokkal bíró talajokkal találkozunk. Ugyanakkor az eltemetett talaj tulajdonságai alapján a halom alatti egykori környezetet nem csak a szárazabb mezőségi, hanem szikes, vizenyős területek is jellemezték.

A Pincés-halom talajtani adatainak értékelése

A halom fúrásában a már ismerősnek tetsző felépítést találtuk. A 20 cm-es A-szint a recens talaj csernozjom bélyegeit mutatta. A B-szint 20-80 cm között található, csökkenő humuszmenyiség, kis karbonáttartalom, növekvő pH jellemzi. A kultúrszint 80-160 cm-ig egyértelműsíthető, semlegeshez közeli pH, ugyanakkor jelentősebb sótartalom jellemzi (ebben is hasonlít a legtöbb, általunk vizsgált halomra). A humusztartalom ismét magas, ami több ütemben történt halomépitésre is utalhat. Az Apaleo-szint nem egyértelműen követte a kultúrszintet, ezért a 160-240 cm közötti rétegben becsültük a járósintet. A Bpaleo-szint agyagtartalma az eddigiekénél magasabb, a pH gyengén lúgos, jelentős a mésztartalom. A C-szint magasabb karbonáttartalommal és alacsonyabb szervesanyag-mennyiséggel bír. A gyűrű sekély feltalajjal rendelkezik, a környezet talaja sekély termőrétegű, réties talajképződmény.

A fenti négy halom részletes talajtani adatelemzését, a paleoökológiai (malakológiai) vizsgálatok kiértékelését, a botanikai felméréseket és térképeket a 3. részjelentésben is ismertettük.

A Lyukas-halom

A Lyukas-halom feltárására szerveződött interdiszciplináris kutatócsoport régész szakemberei a terepi munka során esetlegesen előkerülő régészeti jelenségek körültekintő feltárásával és dokumentálásával voltak hivatottak foglalkozni. A halom környezetében végzett terepbejárás adatok alapján a kurgán építői a halomtesttől kb. 300 méterre fekvő déli háton elterülő neolitikus település maradványait használták fel, de valószínűleg csak a 2-3. építési periódusban. A halom 2. feltöltési periódusából díszített cseréptöredékek kerültek elő, amelyek pontos leírása és meghatározása után újabb keltezési adatot kaphatunk a 2. felhordási szinthez. Előzetes vizsgálatok szerint a késő rézkor utolsó szakaszától fiatalabb korszakban (korabronzkor) keletkezett (52,53).

A halmok védelme és népszerűsítése

A kutatás nemcsak a halmok építési körülményeivel, talajtani jellegzetességeivel, egykori környezetük rekonstruálásával foglalkozott, hanem igyekezett a halmok értékeit is felmérni, és azokat nemcsak a szakmai, hanem a gyakorlat és a társadalom felé is népszerűsíteni. A változások nyomán követésére néhány halom növényzetének monitoringozását is elindítottuk (6,27).

Összefoglalás

A kutatás eredményeit az alábbi főbb pontokban összegezzük.

- Megállapítottuk, hogy a fúrásokkal történő kunhalom-feltárás a lehetőségekhez képest kíméletes, jól alkalmazható eljárás, helyesen végrehajtva eredményességében közelítheti a feltárásokat is.
- A kunhalmok többségénél a paleotalaj beazonosítható és jól rekonstruálható.
- A Csípő-halomnál végigvitt komplex metodika segít ésszerű határok közé szorítani a későbbi kunhalom-vizsgálatok tervezett körét.
- A talajtani, kor, paleoökológiai, hidrogeológiai, geokémiai, ásványtani, botanikai vizsgálatok jól egészítik ki egymást. Leletek előkerülése esetén minden esetben, de általánosan is javasolható a régészeti konzultáció.

- A vizsgált Nagyalföldi halmok mindegyikénél csernozjom jellegű talajképződéssel talákoztunk, amely az egykori mozaikosan vizenyős, foltokban szikes környezetből emelkedett ki.

A jelentésben feltüntetett hivatkozások

1. Joó K. (2002): *Kunhalmok felépítése talajtani vizsgálatok alapján (Hortobágy, Csípő-halom)*. Szakdolgozat. Gödöllő, p. 54.
2. Joó K. (2002): *A hortobágyi Csípő-halom rétegtani felépítése talajtani vizsgálatok alapján*. III. Alföldi tudományos tájgazdálkodási napok. Mezőtúr, p. 172-177.
3. Penksza K. - Joó K. (2002): *Kunhalmok botanikai és talajviszonyainak vizsgálata*. Előadás. V. Aktuális flóra- és vegetációkutatás a Kárpát-medencében konferencia, Pécs, p. 65.
4. Barczi, A. – Joó, K. (2002): *Botanical and soil survey of kurgans (Great Hungarian Plain, Hungary)*. 17th World Congress of Soil Science, CD ROM. 14-21. August 2002, Bangkok, Thailand
5. Barczi A. (2002): *Adatok a Hortobágy paleoökológiai rekonstrukciójához a Csípő-halom talajtani és malakológiai vizsgálatai alapján*. III. Alföldi Tudományos Tájgazdálkodási Napok, Mezőtúr, 2002. október 17-18. konferencia kiadványa, 1. kötet, p. 131-136.
6. Barczi A. (2002): *8 szócikk, 8 fotográfia*. (In: Tóth Albert (szerk.): *Az Alföld piramisai*. Alföldkutatásért Alapítvány, Kisújszállás, p. 96)
7. Joó K. – Barczi A. – Sümegi P. (2002): *Talajtani, botanikai és paleoökológiai kapcsolatok vizsgálata (Hortobágy, Csípő-halom)*. V. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, Abstract, Pásztó, 2002. május 3-4.
8. Joó K. (2003): *A Csípő-halom (Hortobágy) rétegtani felépítése és geomorfológiája*. Poszter. 6. Magyar Ökológus Kongresszus. Gödöllő, p. 123.
9. Joó K. (2003): *A hortobágyi Csípő-halom rétegtani felépítése talajtani vizsgálatok alapján*. (In: Tóth A. (szerk.): *Ohattól Farkas-szigetig*. ISBN 963 212 503 7, ISSN 1216 551X, Budapest – Kisújszállás, p. 215), p. 169-173.
10. Joó K. (2003): *Adatok a Csípő-halom flórájához és vegetációjához*. Tájökológiai Lapok. I. évf. 1. szám p. 87-95.
11. Barczi A. – Sümegi P. (2003): *Talajtani és malakológiai adatok a Hortobágy paleoökológiai rekonstrukciójához*. 6. Magyar Ökológus Kongresszus, 2003. augusztus 27-29., Gödöllő
12. Barczi A. – K. Penksza – K. Joó (2003): *Research of soil-plant connections on kurgans in Hungary*. Előadás. 13th International Symposium on Problems of Landscape Ecological Research, 30 September – 3 October 2003, Mojmirovce, Slovakia
13. Barczi A. (2003): *Kunhalmok mint a vegetációtörténet és a talajfejlődés őrei*. III. Kárpát-medencei Biológiai Szimpózium plenáris előadása, 2003. október 28-30. Budapest
14. Barczi, A. (2003): *The importance of pedological analyses in Holocene paleoecological reconstructions*. Oral presentation. Environmental Changes under the Neolitization Process in Central Europe: Before and After International Conference. Budapest, 28-29th November 2003
15. Barczi A. (2003): *Adatok a Hortobágy paleorekonstrukciójához*. (In: Kovácsné Gyenes E. (2003): *A Szent István Egyetem Környezetgazdálkodási Intézet Tájökológiai Tanszékének bemutatkozó napja*. Tájökológiai Lapok, 1. évfolyam, 2. szám, p. 217-221.), p. 220-221.

16. Joó, K – Barczy, A. – Sümegi, P. (2003): *Study of soil scientific, layer scientific and paleo-ecological relations (Hortobágy, Csípő-halom)*. Second International Conference on Soils and Archaeology, Pisa, 12-15th May, 2003. Kiadványkötet, p. 45-46.
17. Barczy A. – Penksza K. – Joó K. (2003): *Kunhalmok összehasonlító talajtani és botanikai vizsgálata*. Poszter. 6. Magyar Ökológus Kongresszus, 2003. augusztus 27-29., Gödöllő, p. 38.
18. Barczy A. – Sümegi P. (2003): *Talajtani és malakológiai adatok a Hortobágy paleoökológiai rekonstrukciójához*. Előadás. 6. Magyar Ökológus Kongresszus, 2003. augusztus 27-29., Gödöllő, p. 38.
19. K. Joó – A. Barczy – K. Penksza – Á. Malatinszky (2003): *Observing soil-plant connections on different grasslands of Hungary*. Poszter. Tanulmánykötet, 13th International Symposium on Problems of Landscape Ecological Research, 30 September – 3 October 2003, Mojmirovce, Slovakia, p. 47.
20. Molnár, M. – Joó, K. – Barczy, A. - Szántó, Zs. – Futó, I. – Palcsu, L. – Rinyu, L. (2003): *Dating of total soil organic matter used in kurgan studies*. 18th International Radiocarbon Conference, Wellington, New Zealand, 1-5 September, 2003 P05026 p. 270.
21. Barczy A. (2003): *Adatok a Hortobágy paleoökológiai rekonstrukciójához a Csípő-halom talajtani és malakológiai vizsgálatai alapján*. (In: Tóth A. (szerk.): *Ohattól Farkas-szigetig*. ISBN 963 212 503 7, ISSN 1216 551X, Budapest – Kisújszállás, p. 215), p. 163-168.
22. Joó K. - Barczy A. – Szántó Zs. – Molnár M. (2003): *A hortobágyi Csípő-halom talajtani vizsgálata*. *Agrokémia és Talajtan*, Vol. 52., Nos 1-2., p. 5-20.
23. Barczy A. – Sümegi P. – Joó K. (2003): *Adatok a Hortobágy paleoökológiai rekonstrukciójához a Csípő-halom talajtani és malakológiai vizsgálata alapján*. *Földtani Közlöny*, 131/3, p. 421-431.
24. Barczy A. – Joó K. (2003): *A hortobágyi Csípő-halom morfológiai és talajtani elemzése*. *Földrajzi Értesítő*, LII. évf., 1-2. füzet, p. 37-45.
25. Barczy A. (2003): *Data for the botanical and pedological surveys of the Hungarian kurgans (Great Hungarian Plain, Hortobágy)*. *Thaiszia*. Vol. 13, p. 113-126.
26. Barczy A. (2003): *Kunhalmok mint a vegetációtörténet és a talajfejlődés őrei*. III. Kárpát-medencei Biológiai Szimpózium kiadványkötete, plenáris előadás, Budapest, 2003. október 28-30. p. 5-15.
27. Barczy A. – Erdei T. L. – Halmai R. – Horváth G. – Horváth R. – Semsey B. – Szilágyi D. – Tóth K. (2003): *Magyarország száz csodája II*. Totem Plusz Könyvkiadó, Bp. p. 210, 19 fejezet, 120 fotográfia
28. Joó K. (2004): *Kunhalmok és környezetük talajtani vizsgálata, különös tekintettel a talajképződési folyamatok rekonstrukciójára*. PhD dolgozat, Gödöllő, p. 123
29. Barczy A. (2004): *The importance of pedological investigations in Holocene paleoecological reconstructions. A case study (Hortobágy, Hungary)*. *Buletinul - Bulletin of the University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca*. ISSN 1454-2382. Vol. 60/2004, p. 216-222.
30. Barczy A. (2004): *A paleotalajok szerepe a tájrekonstrukcióban és a tájértékelésben*. Előadás. Egészséges Világ Nemzetközi Fórum (Healthy Planet), Környezetállapot és egészség: koncepció és módszertan. 2004. június 22., Budapest
31. Joó K. – Barczy A. (2004): *Kunhalmok, mint az egykori környezet rekonstrukciójának lehetséges alanyai*. Poszter. I. Magyar Tájökológiai Konferencia, Szirák, 2004. szeptember 17-19.

32. Barczi A. – A. Golyeva (2004): *Phytolith analysis buried soils in kurgans of Hungary – first results and perspectives*. Előadás. 5th International Meeting on Phytolith Research, Moscow, 13-16. October 2004.
33. Barczi A. (2004): *The importance of pedological investigations in Holocene paleoecological reconstructions. A case study (Hortobágy, Hungary)*. Előadás. 3rd International Symposium, Prospects for the 3rd Millennium Agriculture. October 20-23., 2004., Romania, Cluj-Napoca
34. Barczi, A. – Sümegi, P. – Joó, K. – M. Tóth, T. – Czinkota, I. (2004): *Evaluation of the paleosoils and the paleoenvironment of the Csípő-halom Kurgan, Hungary*. Oral presentation. International Conference „Paleosols: Memory of ancient landscapes and living bodies of present ecosystems”, Florence, Italy 7-11 June 2004., p. 19-20.
35. Joó, K. - Barczi, A. (2004): *Pedological investigation of Hungarian Kurgans*. Poster presentation. International Conference „Paleosols: Memory of ancient landscapes and living bodies of present ecosystems”, Florence, Italy 7-11 June 2004., p. 25-26.
36. Joó K. – Barczi A. (2004): *Kunhalmok, mint az egykori környezet rekonstrukciójának lehetséges alanyai*. Poszter. I. Magyar Tájékológiai Konferencia (Szirák, 2004. szeptember 17-19.) kiadványa, Gödöllő, p. 64.
37. Barczi A. – A. Golyeva (2004): *Phytolith analysis buried soils in kurgans of Hungary – first results and perspectives*. 5th International Meeting on Phytolith Research, Moscow, 13-16. October 2004., kiadványkötet, p. 10.
38. Barczi A. – Penksza K. – Joó K. (2004): *Alföldi kunhalmok talaj-növény összefüggés-vizsgálata*. Agrokémia és Talajtan. Vol. 53., Nos. 1-2., p. 3-16.
39. M. Molnár – K. Joó – A. Barczi – Zs. Szántó – I. Futó – L. Palcsu – L. Rinyu (2004): *Dating of total soil organic matter used in kurgan studies*. Radiocarbon, Vol. 46., Nr. 1., p. 413-419. IF 1,7
40. Barczi A. – A. Golyeva (2004): *Phytolith analysis of buried soils in kurgans of Hungary: first results and perspectives*. The Phytolitharien. Bulletin of the Society for Phytolith Research, Vol. 16., Nr. 3., p. 3-4.
41. Barczi, A. – Penksza, K. – Joó, K. (2004): *Research of soil-plant connections on kurgans in Hungary*. Ekológia (Bratislava), Vol. 23., Supplement No. 1. p. 15-22. IF 0,078
42. Barczi A. (2004): *The importance of pedological investigations in Holocene palaeoecological reconstructions*. Antaeus. Vol. 27., p. 129-134.
43. Barczi, A. – Joó, K. (2004): *Kurgans: Historical and ecological heritage of the Hungarian Plain*. (In: J. Brandt – H. Vejre (eds.): Multifunctional Landscapes – Volume 1: Theory, Values and History. WITpress, ISBN: 1-85312-930-5. Southampton, Boston), p. 151-158.
44. Joó K. (2004): *Adatok a Csípő-halom flórájához és vegetációjához*. (In: Tóth Albert (szerk.) (2004): A kunhalmokról más szemmel. Alföldkutatásért Alapítvány, Kisújszállás-Debrecen, ISBN 963 216 696 5, p. 192), p. 58-70.
45. Barczi A. – Sümegi P. – Joó K.: *Adatok a Hortobágy paleoökológiai rekonstrukciójához a Csípő-halom talajtani és malakológiai vizsgálata alapján*. (In: Tóth Albert (szerk.) (2004): A kunhalmokról más szemmel. Alföldkutatásért Alapítvány, Kisújszállás-Debrecen, ISBN 963 216 696 5, p. 192), p. 13-25.
46. Joó K. - Barczi A. – Szántó Zs. – Molnár M.: *A hortobágyi Csípő-halom talajtani vizsgálata*. (In: Tóth Albert (szerk.) (2004): A kunhalmokról más szemmel. Alföldkutatásért Alapítvány, Kisújszállás-Debrecen, ISBN 963 216 696 5, p. 192), p. 27-43.
47. Barczi A. – Penksza K. – Joó K.: *Alföldi kunhalmok talaj-növény összefüggés-vizsgálata*. (In: Tóth Albert (szerk.) (2004): A kunhalmokról más szemmel.

Alföldkutatásért Alapítvány, Kisújszállás-Debrecen, ISBN 963 216 696 5, p. 192), p. 45-58.

48. Vona M. – Penksza K. (2004): *A szentesi Kántor-halom vegetációjának változása és ennek összefüggés a talaj vízháztartásával*. Tájökológiai Lapok, 2. szám, p. 341-348.
49. Molnár M. - Joó K. - Barczy A. - Svingor É. - Futó I. - Rinyu L. (2005): *Radiocarbon dating of total soil organic matter in use*. Környezettudományi Konferencia. 2005. március 17-18. Kolozsvár, Románia
50. Barczy, A. – K. Penksza - P. Sümegi (2005): *Study of pedological, botanical and paleoecological relations (Hortobágy, Csípő-halom)*. European IALE Congress (Landscape Ecology in the Mediterranean – inside and outside approaches), Faro – Portugal, March 29 – April 2. 2005, Abstracts. p. 60.
51. Barczy, A. – Koklova, O. Sz. – Pető, Á. (2006): *Исследование палеопочв, погребенных под курганами, для проведения палеоэкологических реконструкций (первый опыт на примере большого кургана в Хортобадь, Венгрия)* (The importance of pedological investigations in Holocene paleoecological reconstructions. A case study: Hortobágy, Hungary). Ecology and Soils. Lectures and reports of the XIIIth Russian scientific school, October 2005. Volume V. Publisher: ONTI-PNC-RAS, 2006., p. 43-52.
52. Barczy, A. – Golyeva, A. A. - Pető Á. (2006): *Additional data on the paleoenvironmental reconstruction of the Lyukas-mound based on biomorphic and pedological analysis*. Bulletin of Szent István University
53. Barczy A. – K. Joó – Á. Pető – T. Bucsi (2006): *Survey of the buried paleosoil under Lyukas-mound*. Eurasian Soil Science (Pochvovedenie), IF 0,181
54. Barczy A. – T. M. Tóth – A. Csanádi – P. Sümegi – I. Czinkota (2006): *Reconstruction of the paleo-environment and soil evolution of the Csípő-halom kurgan, Hungary*. Quaternary International, IF 1,22

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük barátaink, kollégáink, hallgatóink önzetlen és felbecsülhetetlenül értékes segítségét:

Dr. Alexandra Golieva (Institute of Geography, Russian Academy of Sciences), Ángyán Viktória (SZIE), Dr. Bánffy Eszter (MTA Régészeti Intézet), Bucsai Tamás (SZIE), Dr. Centeri Csaba (SZIE), Csanádi Attila (Szegedi Tudományegyetem), prof. Csapó János (Kaposvári Egyetem), Dr. Csányi Marietta (Damjanich János Múzeum Szolnok), Dani János (Debreceni Déry Múzeum), Ferenczhalmy Zsuzsa (SZIE), Dr. Forró Edit (Corvinus Egyetem), Glegyák Ildikó (SZIE), Dr. Grónás Viktor (SZIE), prof. Harrach Tamás (JLU Giessen), Dr. Horváth Tünde (MTA Régészeti Intézet), Kiss Imre (SZIE), Dr. Kuti László (MÁFI), Dr. Lázár Károly (KFKI), Loksa Gábor (SZIE), Malatinszky Ákos (SZIE), Dr. M. Tóth Tivadar (Szegedi Tudományegyetem), Dr. Molnár Mihály (ATOMKI Debrecen), Nagy Attila (Pest megyei Növény- és Talajvédelmi Szolgálat), Dr. Nina Morgunova (Orenburg State Pedagogical University, Department of Russian History, Archaeological Laboratory), Dr. Olga Khoklova (Institute of Physical, Chemical and Biological Problems of Soil Science, Russian Academy of Sciences), Pataki Róbert (FÖMI), prof. Peter Felix-Henningsen (JLU Giessen), Dr. Peter Kühn (JLU Giessen), Petó Ákos (SZIE), prof. Stefanovits Pál (SZIE), Dr. Sümegi Pál (Szegedi Tudományegyetem), Dr. Tóth Albert (TFK Mezőtúr), Vona Márton (SZIE)

Gödöllő, 2006. február 28.

Dr. Barczy Attila
Dr. Penksza Károly
Dr. Joó Katalin