

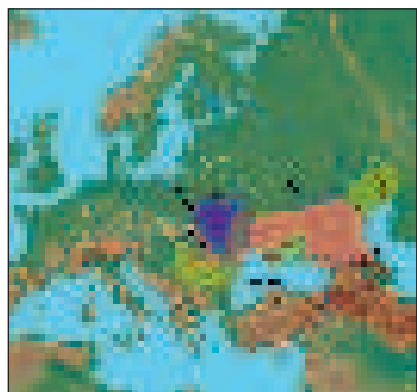


HORVÁTH TÜNDE

5500 éves temetkezési halmok az Alföldön

A folyóirat múlt év májusi és júniusi számaiban a Kárpát-medence területén élő Boleráz-Baden kultúrákat mutattam be írásaimban, amelyek egymásra épülő, feltehetően rokon származású, területileg és időben részben egymást átfedő emberi civilizációk voltak. Földműveléssel csekély mértékben kiegészített külterjes nagyállattartást folytattak, és vízfolyások mentén vándorolva településhálózatokat létesítettek. Bár alapvetően a késő rézkorban éltek, bizonyos csoportjaik megérték a kora bronzkor időszakát is. Kialakulásuk elsődleges centrumának a Felső-Duna vidékét tartjuk, onnan terjedtek szét Nyugat-Európa területén a Duna és a belé ágazó kisebb folyók folyásirányát követve.

Bár a Boleráz kultúra Kr.e. 3600-tól gyökeren, a Baden Kr.e. 3400-tól sürűben benépesítette a magyar Alföld területét, velük egy időben ugyanezen a területen egy másik, tőlük teljesen idegen származású nép is elfoglalta a vidéket. A keleti sztyeppéről származó, halmok, illetve szláv kifejezéssel kurgánok alá temetkező nomád népek nem hagytak mást hátra, csak a temetkezési halmokat. Nincsenek települések, sem ideiglenes szállások, és valójában az ehhez az életformához kapcsolódó hétköznapi jelenségek, tárgyak, tehát a kerámiaedények, csont- és kőszerszámok, fegyverek, és lakóépületek, munkaterületek, tehát a letelepültség jelei is hiányoznak. Csak a túlvilágukról alkothatunk



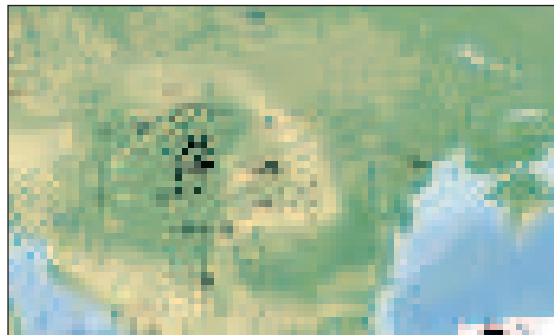
1. ábra. A vizsgált földrajzi terület: az eurázsiai sztyeppzóna a tanulmányban említett fontosabb régészeti kultúrákkal és földrajzi nevekkel (kék: Cucuteni-Tripolje, sárga: Gödörsíros kurgánok, lila: Katakombasíros kurgánok)

képet a ránk maradt leletek alapján. Ez pedig gyakran csak egy földből készült temetkezési halomra, és a benne nyugvó halott maradványaira korlátozódik. A hitbéli elképzelése-

ket tekintve pedig a túlvilágkép vagy ugyanolyan, esetleg még „paradicsomibb”, mint a földi, vagy éppenséggel pont a fordítottja annak. Hogy ez esetben melyik lehet igaz, az nem derül ki a földi, hiányzó kép miatt.

Az elmúlt 12 év során egyszerre dolgoztam egy Boleráz-Baden település (Balatonöszöd) és egy kurgán (Hajdúnánás–Tedej-Lyukashalom) feltárásán, majd feldolgozásán és értékelésén. Bár a két lelőhely a késő rézkorban élő meghatározó kultúrák egy-egy reprezentatív lelőhelye, ásatásuk és további feldolgozásuk szinte semmiben nem hasonlít egymásra. Míg Balatonöszöden két ásatási évadban kb. egy évet dolgoztunk megfeszített tempóban, nagy munkaslétszámmal, és az M7 autópálya ezzel párhuzamosan történő építése miatt állandóan módosított határidőknek és retortzióknak kitéve, Hajdúnánáson egy földrablás bejelentése után a kutatásokat saját tempónkban végeztük. Balatonöszöddel ellentétben – ahol egy olyan települést tártunk fel, amelyből sok hasonlónak a részletét megásták ugyan, de ekkora részét még sosem, és ezért mind mérete, mind más paraméterei elborzasztónak és hihetetlennek tűntek még első kézből szerzett tapasztalatok mellett is – itt nagyjából tudtuk, hogy mire számíthatunk, ezért megpróbáltunk rá felkészülni.

Legalább 30, de lehet, hogy 40 éves vákuum mutatkozott a magyar kurgánkutatásban, amit valahogy át kellett hidalnunk, vagyis a mai kutatási szintre felhozni. Jelentő módon a halom ásatásának kezdeményezése sem régészeti oldalról merült fel és szerveződött: a Gödöllői Egyetem Tájékológiai Tanszékéről indult ki, és a régészet kap-



2. ábra. Az elsődleges kialakulási centrum (Fekete-tenger vidéke) a Dnyeszter vonalától nyugatra fekvő Gödörsíros elterjedési területtel

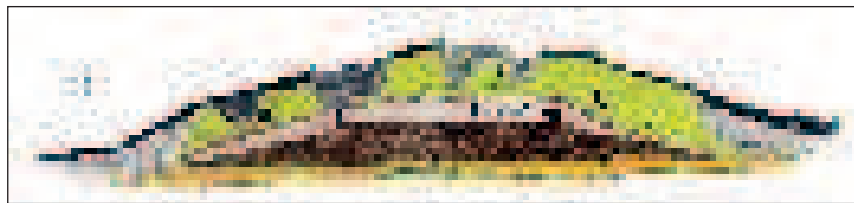
csolódott be utóljára, leginkább kötelező jellegűen, mivel Magyarország területén feltárást csak régész vezethet.

Ahhoz, hogy modern ásatást tudjunk végezni, az orosz sztyeppekutatás elmúlt 40 évben történt eredményeinek orosz nyelvű és hatalmas mennyiségű irodalmán kellett átrágnunk magunkat, és levonni, majd átültetni hazai talajba a megfelelő tanulságokat. Elszigetelt és magányos feladat volt, mivel az egyetemen csak a saját kutatásainkat tanították, amelyek az elmúlt évtizedekben teljesen leálltak, ez tehát igen sovány kiindulási tőpöntöt szolgáltatott. Senki nem követte azóta a keleti szomszédaink területén történő változásokat. Ráadásul az orosz kutatási irodalom az 1990-es évek óta nem áramlik már az országba automatikusan, tehát külön erőfeszítéseket kellett tenni a megszerzésére, az idegenné vált nyelv megértésére, és a megatonnányi mennyiségből a kurrens és használható, vezető irodalom kiválogatására.

Nyilvánvaló volt, hogy ásatástechnikailag és az értékelés szempontjából is a temetkezési halom fő tömege, vagyis a föld jelenti a legfontosabb információs bázist. Az is egyértelmű volt, hogy éppen ez az anyag típus az,

aminek vizsgálatához egyáltalán nem értünk: soha nem tudtunk belőle semmit kihozni. Bár a kutatócsoportban az eddigi felállásoktól eltérően már voltak talajtanos kollégák, ilyen feladattal még ők sem szembesültek, ezért az első lépésünk az volt, hogy az orosz kutatásokban megszokott és igen magas szinten üzött paleopedológus kollégákat környékeztük meg, és építettünk ki velük együttműködést. Ez igen szerencsésen alakult kapcsolat lett, tekintve, hogy az orosz kutatók eddig egyetlen nemzettel sem építettek ki hasonló együttműködést, bár német, amerikai és angol nagynevű kutatók is keresték már őket ez ügyben. Miután a híd felépült, az orosz kollégákkal együtt a magyar és az orosz helyszíneken kidolgoztuk a főbb stratégiát.

Az őskori földhalmok egyik jellemzője, hogy bár a zárt és nagy mennyiségű földtömeg esetenként kiváló konzerválódási lehetőségeket nyújt bizonyos anyag típusoknak, a szerves anyagok kevésbé maradnak meg benne: átalakulnak, szikesedés és egyéb kémiai folyamatok következményeképp szinte átkövesednek. Emiatt nehéz még kis mennyiségben is radiokarbonmérésre alkalmas szerves mintát találni, vagyis kormeghatározást végezni egy kurgánon. A növényi maradványok fennmaradók, de átkövesedett típusát képviselik az ún. fitolitok, amelyek olyan kovasejt-maradványok, amelyek minden növénnyel együtt a kurgánban jellemzőek, miként az emberi ujjlenyomat, ezért meghatározhatóak, és segítségükkel paleokörnyezeti és paleoklíma-rekonstrukciók készíthetők. Ennek az anyag típusnak a kutatási alapismereteit adták át orosz kollégáink kutatócsoportunk egyik fiatal tagjának, *Peiő Ákos*nak, aki többszöri vendéglátogatás alatt sajátította el ezt a Magyarországon azelőtt még nem alkalmazott új módszert. Segítségével nemcsak a kurgán építésének egykori környezetét tudtuk felrajzolni, hanem a temetkezés időpontjának pontos évszámát is.



3. ábra. A Hajdúnánás–Tedej-lyukashalmi kurgán metszetfala

A másik égető problémánk a földrétegek keltezése volt. Mivel a régészeti rétegtan túlságosan tág keletezési lehetőségeket biztosít, és nem számíthatunk minden rétegből szerves maradvány előkerülésére, ezért a mintavétel típusán próbáltunk változtatni. A radiokarbon módszer mintapreparálása és felhasználása lehetővé teszi talajok szervesanyag-tartalmának mérését is, és ilyet elsőként végeztünk sikeresen Magyarországon területén a Debre-

ceni Atomki laboratóriumában *Molnár Mihály* kollégánk segítségével.

A régészeti irodalom áttanulmányozása után döbbsen szembesültünk az orosz területen történt kutatások áttörő és lényegi változásairól, amelyről eddig még senki nem adott hírt hazánkban. A legfontosabb előrelépések az alábbi pontokon történtek:

Marija Gimbutas a Gödörsíros és Katakombasíros kultúrákat Kurgánkultúra néven egységesítette. Az orosz kutatók soha nem neveztek sem a Gödörsíros, sem a Katakombasíros régészeti művelődéseket kultúrának, mivel e hatalmas elterjedési területen mindig is egy egységes sztyepei anyagi és szellemi kultúrával rendelkező, de területileg igenis finom különbségeket mutató, eltérő népeket láttak. Az újabb kutatások rávilágítottak arra, hogy a két régészeti művelődés részben területileg és időben is átfedi egymást, ezért nem lehet egymást követő rokon vagy utódcivilizációként értelmezni őket.

A Gimbutas által felvázolt három egymást követő kurgánhullám (Gödörsíros, Katakombasíros, Gerendaváz-síros) megfelelt az orosz korai, középső és késő bronzkor időszakának. Hazánk területén a szinkronizáció azonban a késő rézkor, korai majd középső bronzkor időszakát ölelte fel. Az eddigi vélekedésektől eltérően ma már biztosak vagyunk abban, hogy sem a Katakomba-, sem a Gerendaváz-síros hullámok nem jutottak el a Kárpát-medencéig (1. ábra).

Gimbutas és az ő nyomában számos kutató a kurgánkultúrák nyugati irányú előrenyomulásában az indoeurópai népek elterjedését látták. Az első példát a keleti expanzió irányában az Urál keleti oldalára átlépő Andronovo/Afanaszijevo-kultúrák szolgáltatták, akikben a kínai civilizáció kialakulásának egyik elemét, a későbbi, Han-krónikákban is felbukkanó *Xinjiang*, mára kihalt tokhár nyelvű népcsoportot azonosították (akiknek akár a hunok, türkök kiala-



4. ábra. A kurgán alatt feltárt Gödörsíros alaptemetkezés rekonstrukciója

rében sem régészeti, sem nyelvészeti vagy egyéb tudományos bizonyítékok nem állnak.

Jelenleg úgy látjuk, hogy bár a Gödörsíros néphullámok nyugati irányú terjeszkedése (2. ábra) kétségtelenül (antropológiai és régészeti értelemben is) idegen, az itt élő őshonos lakosoktól gyökeresen eltérő volt, tehát valóban bevándorlásról (migrációról) beszélhetünk, ez igen hosszú, kb. ezeréves folyamat volt, és kulturálisan nem egységes, tehát eleve többféle néptörödekből állt. A halmok száma alapján nem valószínű, hogy nagyarányú bevándorlásról, népességcseréről, vagy hódításról, kolonizációról beszélhetünk, inkább csak beszivárgásról van szó. Az idegenség azonban oly mértékű lehetett, hogy az őshonosokra valóban nagy hatást gyakorolhatott: több elemét átvették a sztyepei kultúrának (ennek látjuk a különböző régészeti lenyomatait, pl. a balatonöszödi badeni maskákban). Ugyanakkor ez a sztyepei kultúra szinte semmiben nem volt hajlandó változni, ezért lassan, de biztosan beolvadt az itt élő őslakosok közé, akik viszont folyamatosan változtak (a vizsgált késő rézkor és kora bronzkor időszakában a területen a Boleráz, Baden, Makó, Nyírség őshonos kultúrák megjelenése és eltűnése önmagában ezt bizonyítja). Ily módon migráció helyett infiltrációról beszélhetünk: kicsi, de döntő, speciális ökológiai vagy társadalmi életterrel (ún. *niche*-vel) rendelkező népcsoportok beszivárgásáról más alapnépesség(ek) közé. Esetleg szóba jöhet még az ún. *leapfrog*/bakugrás kolonizáció: ez kis népcsoportok szelektív kolonizációját jelenti, akik célja optimális élőterületek felfedezése, ami idegen *enklávé*-k létrejöttét eredményezi a bennszülött (*native*) lakosok között. Az idegenek és az őslakosok között kialakuló kapcsolatok formáját az elit dominancia behatolással vagy beolvadással (*penetration*) érte el.

A másik alapos változás a lóházasítás terén játszódtott le. A Szrednyij Sztog-kultúra egyik fontos lelőhelyén, Gyereivkán nagy mennyiségű lócsontot tártak fel, és vezet-e Gimbutast és a többi kutatót arra, hogy a kurgánkultúrákat lovon ülő, rétegzett, harcos és nomád jellegű indoeurópai férfítárs-

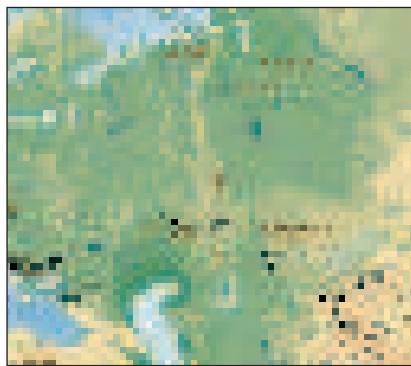


dalmakként mutassa be. A lelőhely revíziója során kiderült, hogy a lócsontok vaskori, szkíta rétegből származnak. A korai Okkersiros horizont egyik karakteres, elterjedését is jól jelző lelet típusáról, az ún. lófejes jagarokról (ezeket *insigniák*-nak, vagyis méltóságjelzőknek tartják) ma már senki nem gondolja, hogy lófejet ábrázolnának: sematikusságukban megformálhatnak bármilyen más nagyobb testű emlőst, pl. kutyát vagy akár medvét. A zablapalcaként meghatározott csonttárgyakról pedig az egyre alapsabb orosz feltárások *in situ* megfigyelései bebizonyították, hogy mellékszerek részei. További ellenérv, hogy a korai kurgánok alatt soha nem került elő lócsont semmilyen összefüggésben: sem csontvázas temetkezésként, sem a temetkezési lakoma részeként egyes csontok formájában. Mi hát az igazság a ló háziasítása, és ezzel összefüggésben a kerék és a kocsis feltalálásának kérdésében? Vajon a sztyeppén, a kurgánkultúrák háziasították ezt az ember számára oly kedves és hasznos állatot, vagy máshol történt meg? A legkorábbi, lócsontokat is feltáró települések a sztyeppén nem öregebbek Kr.e. 3600-nál, és nem mutatják a lovaglás jeleit, pedig a zablá- és nyeregviselet egyértelmű elváltozásokat okoz a csontokon. Háziasítás jeleit mutatják, de valószínűleg hús- és tejhasznosításon kívül nem volt más szerepük. A legkorábbi ismert kerék- és kocsimaradványok nem idősebbek Kr.e. 3100/3000-nél. Persze nem biztos, hogy a feltárt leletek közt megtalálható a legidősebb lelet: talán majd később kerül elő. Most azonban a helyzet az, hogy Nyugat-Európa tőparti településein a feltárt fa kerékletek öregebbek a sztyeppi leleteinél néhány száz évnél.

Ezt sikerült tehát kinyomoznunk és megszerveznünk 2004 őszére, amikor a saját feltárásunkat elkezdhetjük. Célunk a mintegy 1500 m³ hiányzó, rablott földtömeg mentén feltáruló, a halom középvonalában húzóódó vonal teljes átvágása és megtisztítása volt, amely így egy tanulmányozható, többféle célú mintagyűjtésre alkalmas metszettel eredményezett. Balatonöszöd 100 000 m²-es, jelenségtípusaiban is változó (mindent fedő, leletekben gazdag kultúrrétegek, cölöplábas épületek, gödrök és kemencék, árkok, emberi és állati csontvázak) telepe és körülbelül az 500 ezres tételszámot elérő beletárolt leletek után ez egy jóval kisebb, körülhatárolható tér volt, amelyből alig került elő régészeti lelet.

Szemmel is jól látható felhordási zónája 14 700 m², amiből a halomtest mindössze 2200 m² alapterületű. A metszettelben többekévé elkülönülő természetes és mesterséges, emberi eredetű rétegek sora váltakozott. Összesen 9 réteget tudunk elkülöníteni, amelyből hármat az ember épített: tehát a kurgánnak 3 felhordási/építési periódusa volt. Az első, humuszban leggazdagabb és legtömörebb kurgántest 657 m³, a 2. kissé eltérő

színű 685 m³ (+ 28 m³) földből állt, a kettő alig választható el egymástól, és számunkra is kérdés, hogy külön építési periódusok-e, vagy létrejöttük a földben végbemenő későbbi kémiai határ kialakulásával magyarázható. A harmadik fázis kifakult, sárgás altalajból épült, 2848 m³ földdel növelte meg az eredeti testet (+ 2163 m³), így a halom elérte a 40 méteres átmérőt, legmagasabb pontján pedig a 12 métert (**3. ábra**). Ebben az évadban az 1–2. és a 3. felhordási zónát elválasztó



5. ábra. A törzsterületen élő, a magyar területtel kapcsolatot mutató Pre-Gödörsiros és Tripolje kultúrák

vékony, természetes keletkezésű 6. rétegben találtunk néhány kora bronzkori, Coțofeni díszítésű kerámiatöredéket, amely jó támpontot nyújtott az 1–2. fázisok *terminus ante quem* (valami, ez esetben a Coțofeni kultúra előtti), és a 3. fázis *post quem* (valami után bekövetkező) jellegű durva keltezésére. A rétegekből vett talajmintákon megkezdtük a talajtani, mikromorfológiai, pollen- és fitolit-vizsgálatokat, és megkaptuk az első, még nagyon tág talaj-radiokarbon adatokat is, amelyek, ahogy azt vártuk, a késő rézkor-kora bronzkor időszakára tették a kurgán emelésének időpontját.

A következő feladatunk az ásások folytatása volt annak érdekében, hogy régészeti jelenségeket, konkrétan a halom temetkezéseit, és leleteket tárjunk fel a régészeti értelmezéshez. Ezzel párhuzamosan elkezdtük a régi feltárások teljes revízióját, vagyis az eredeti dokumentációk, leletek begyűjtését, átvizsgálását, rendezését, és mintavétel abból a célból, hogy megfelelő minőségű és mennyiségű, reprezentatív összehasonlító anyagot állítsunk elő. A kutatást megpróbáltuk a kurgánokon kívül a velük ezen a területen részben egy időben élő Boleráz-, Baden-, Makó-, és Nyírség-kultúrákra is kiterjeszteni, hogy egymáshoz való kapcsolatuk és időrendjük is vizsgálható legyen. *Ecsedy István* 1979-es magyar kurgánkutatásokat és az orosz eredményeket összefoglaló könyvében 21 temetkezést mutatott be. Ezt azóta mindössze két további lelőhelyfeltárás egészítette ki. A régi kurgántemetkezésekből

17, a területen található Baden lelőhelyekből öt, Makóból öt, Nyírségből két radiokarbonmérés történt, amelyek segítségével a saját lelőhelyünk 17 adatával együtt már megpróbálkozhattunk egy új időrend felállításával.

A 2. feltárási évadban a 3. építési fázishoz kapcsolható gyékénytakaróba csavart, sajnos teljesen kirabolt, és a központi rablógödör által is elért temetkezést tártuk fel elsőként, amelynek ¹⁴C mérése Kr.e. 2920–2875 közötti időpontot adott. A halom paleotalaj-szintjét elérve megtaláltuk az alaptemetkezés részben kirabolt objektumát is, és a roncsolt csontváz fektetése, rítusa alapján megállapítottuk a temetkezés kulturális jellegét (Gödörsiros). A csontvázból mért dátum Kr.e. 2891–2706 közötti időpontot mutatott (**4. ábra**). A sírból vett fitolitminták alapján a temetkezést nyáron, május–július között létesítették. A jelenségek és a két dátum alapján pedig arra következtettünk, hogy mivel a 2. építési zónából nem sikerült régészeti jelenséget feltárni, ezért az 1–2. építési fázisok egybefüggőek, és csak később határolódtak el egymástól a zárt földtömegben végbemenő kémiai változások miatt. A halom tehát két, szorosan egymást követő periódusban építették, feltehetően rövid idő alatt.

A további lelőhelyek bevonásával az alábbi kulturális és történelmi kereteket tudtuk felvázolni. Az ország területét legkorábban a keleti síkságok felől az ún. Okkersiros horizont érte el, amelyet jelenleg egyetlen lelőhely egyetlen temetkezése képvisel: Csongrád–Kettőshalom. Már ebben a korszakban (I. periódus) megjelent a keleti területekre jellemző halott vörös festékekkel való beszórása, a jellegzetes, felhúzott lábakkal történő fektetési mód, de még nem emeltek halom a csontváz fölé. A temetkezés kora Kr.e. 4355–4265, Románia és Bulgária több hasonló jellegű temetkezésével és korával szinkronban.

Egy jelentős hiátust követően az újabb keleti népcsoportok Kr.e. 3400–3350 körül érthették el a Kárpát-medencét (II. periódus). Néhány kurgántemetkezés alapján a Kvityjana és az idősebb Mikhailovka ún. Gödörsiros előtti kultúrákat azonosítottuk a temetkezések rítusa alapján.

Ezzel egy időben már tiszta Gödörsiros népcsoportok is megjelentek: ezek halom alá temetkező, melléklet nélküli, okkerrel beszórt, füvel és állati szőrökkel bélelt, esetleg fa-konstrukcióval épített sírkamrával rendelkező temetkezések (III. periódus).

A késői (IV. periódus), már Katakombavonásokat mutató Gödörsiros temetkezések gazdag mellékletekkel ellátott, a kurgánokba utólagosan beásozott sírok, Kr.e. 2900–2400 között. Gyakran azonban melléklet nélküli, gyékénybe csavart temetkezések is vannak közöttük (alacsonyabb társadalmi réteg?).

A keleti sztyeppéről beszivárgó különböző, már a törzsterületen keveredést mutató népcsoportok eredeti lakóhelyét az I–II–II.

periódusok alatt az ún. Pontus-azovi sztyeppéken azonosítottuk a Fekete-tenger és az Azovi-tenger között: a Pre-Gödörsíros kultúrák a Dnyeper alsó folyásánál, a III. periódus Gödörsíros népei a Dnyeszter és a Dél-Bug/Boh folyók alsó torkolatánál éltek. A IV. periódus késői Gödörsíros, Katakombasirossal keveredő néptörzseinek eredeti őshazája a Prut-Don folyók közötti tágabb és távolabbi ún. Kaszpi-azovi-pontusi, további erős Majkop hatásokat is mutató Zsvotyilovó-Volcsanszk-művelődés, amely mindezen hatásokon felül még egy Tripolje-kolonizációt is átélt (5. ábra).

A vizsgált ezer éves időtartam K.r.e. 3400 és 2400 között a késő rézkor és a kora bronzkor időszaka hazánkban. Ezzel bebizonyosodott, hogy a kurgán-művelődések a Baden-kultúrához hasonlóan túlélték a késő rézkor időszakát, és tovább éltek a kora bronzkorban.

Másrészt ló, és feltehetően kocsis segítsége és gyorsasága nélkül ezek a nomád jellegű állattartó kultúrák mintegy 800–1300 km-es távolságot tettek meg csordáikkal és nyájaikkal, a radiokarbon-dátumok szerint mindössze néhány száz év alatt.

Mi készítette őket erre az iszonyatos és embert próbáló erőfeszítésre? Túlnépesedés történt, és menekültek egymás elől, mint a későbbi, már történelmi forrásokból ismert türk, avar, magyar, besenyő példák alapján a néven nevezett nomádok? Milyen hasonlóságok és milyen változások mutathatók ki az eredeti szállásterület, vagyis az eurázsiai sztyeppék és a magyar Alföld között? Erre keressük a magyarzatot a késő rézkort bemutató cikksorozatunk lezáró, negyedik részében.

Az írás az OTKA PD 73490 számú pályázata alapján készült.

Irodalom

- Dani János – Horváth Tünde 2012. Őskori kurgánok a magyar Alföldön. Archeolingua, Budapest.
- Ecsedy István 1979. The People of the Pit-Grave Kurgans in Eastern Hungary. Fontes Archaeologici Hungariae, Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Marija Gimbutas 1997. The Three Waves of Kurgan People into Old Europe, 4500–2500 BC. In: M. R. Dexter – K. Jones-Bley (eds) The Kurgan Culture and the Indo-Europeanization of Europe. Washington.
- Pető Ákos – Barcsi Attila (szerk.) 2011. Kurgan studies. An environmental and archaeological multiproxy study of burial mounds in the Eurasian steppe zone. British Archaeological Reports International Series 2238, Archeopress, Oxford.
- Tóth, Albert (szerk.) 2004. A kunhalmokról – más szemmel. Hortobágyi Nemzeti Park, Kísújszállás–Debrecen.

Biogáz fehérjehulladékból

A XXI. századi jóléti társadalmunk energiafogyasztása rohamosan növekszik és ezzel egyidejűleg a környezet szennyezése kritikus méreteket öltött. Ezek megoldásán, illetve jelentős csökkentésén komolyan el kell gondolkodnunk. A világ energiafelhasználása jelenleg éves szinten mintegy 700 EJ körülire tehető. Ennek a hatalmas energiameennyiségnek napjainkban 78%-át fosszilis energiahordozók felhasználásával fedezzük. A fosszilis energiahordozók használata azonban egyre riasztóbb méreteket öltő környezeti változásokkal jár, a globális klímaváltozás földi életkörülményeinket súlyosan veszélyezteti. Ráadásul a gazdaságosan kitermelhető készletek kimerülése belátható időn belül bekövetkezik, ezért új lehetőségek után kell néznünk. A probléma nem új keletű, az 1970-es évektől ismétlődő energiaválságok rendszeresen figyelmeztetik az emberiséget, hogy új energiaforrásokat kell találnunk. Hazánkban a teljes energiafelhasználás összetételének alakulása kedvezőtlenebb az uniós

átlagnál. 2010-ben alacsony volt a megújuló energiaforrások részaránya az összes energia felhasználásból (EU 27 átlag 20%, Magyarország 17,4%). Magyarország energiafüggősége az utóbbi években nőtt, hazánk – optimistán számolt – 62,5 % függőségi mutatója meghaladja az uniós átlagot.

A megújuló energiahordozók mindegyikére nagy szükség van tehát, de közülük is élen jár a biogáz. Számos tulajdonsága emeli ezt a technológiát a favoritok közé. A biomassza anaerob környezetben történő kezelése környezetvédelmi és gazdasági előnyökkel jár. A biogáz-technológia nyújthat segítséget a szerves hulladékok ártalmatlanításában, a környezetszennyezés csökkentésében, valamint a szén-dioxid-semleges megújuló energia előállításában, miközben a mezőgazdasági gyakorlatban a tápanyagok talajba való visszajuttatását segíti elő. Szinte bármilyen szerves anyagból, hulladékból vagy erre a célra előállított biomasszából lehet biogázt gyártani. A folyamat terméke, a

1. ábra. A biogáz képződésének vázlata

