

SÜMEGI PÁL

Csigák és kagylók a régészeti kutatásokban

Az ősi francia konyhától az ásatag légtüneménytanig

Első rész

Amikor a régészet tudományára gondolunk, eltemetett, törött agyagedények, kő- vagy fémeszközök, várromok, piramisok, esetleg az ősember kőeszközei, tűzhelyei, barlangfestményei jutnak eszünkbe. Vajon honnan, miből lehet meghatározni ezek korát? Milyen környezetben élhetett az egykori ember, s milyen volt a viszonya vele? Ezekben a kérdésekben mindig van egy kis kételkedés is, mert amíg egy középkori várornál vagy római szarkofágnál az írott forrásokból és bizonyos történelmi eseményekből következtetni lehet a leletek korára, ezek hiányában a bronzkorból, a rézkorból, a csiszolt kőkorból vagy az őskőkorból előkerültekére nem. Írásunkban bemutatjuk, milyen módszerek segítségével lehet mégis meghatározni az ilyen és ehhez hasonló leletek korát, milyen lehetett a régmúlt emberének környezete.

Múltunk megismerésének modern értelemben vett kutatásai a 18. század végén kezdődtek. A tudományos kutatások egyrészt az emberiség anyagi kultúrájának, eszközeinek és tárgyainak fejlődését, másrészt az embernek mint biológiai lénynek kialakulását, időbeli változását és a környezettel kialakított kapcsolatát vizsgálták és vizsgálják ma is. Utóbbi már nem tartozik szorosan a régészethez, elsősorban az őslénytani és a geológia tudományához kapcsolódik. A régészet, a geológia és az őslénytani társtudományi kapcsolata nem véletlen, hiszen az ember által készített tárgyak, eszközök, vagyis a régészet dokumentumai különböző geológiai rétegekben ősmaradványokkal (ember- és állatsontokkal, faszéndarabokkal, csigákkal, kagylókkal, virágporzemekkel stb.) együtt temetődtek be. Ezek a leletek segítenek megérteni az egykor élt ember és környezete kapcsolatát, segítenek időben elhelyezni a leleteket, és tájékoztatnak az ember környezet-átalakító tevékenységéről.

Azokat a tudományokat, amelyek a nagyobb időléptékű eseményeket, a több száz, ezer, millió vagy akár milliárd évekkel ezelőtti lejátszódott eseményeket tisztázzák, annak dokumentumait, adatait összegyűjtik és szintetizálják – mint a történelem, a régészet, az őslénytani és a geológia –, összefoglaló néven *történeti* vagy *időtudományoknak* nevezzük. Az időtudományok a kulturális hatásokat és az emberi gondolkodást tükröző eszközöket,

építményeket (régészeti leleteket), a köztette válás során fel nem oldódó, szilárd vázú egykori élőlények maradványait) és a beágyazó kőzeteket vizsgálják. Vagyis azokat az anyagi formákat elemzik, amelyek a beágyazódást követően múltunkból megmaradtak.

A szemmel látható, ún. *makroszkopikus* ősmaradványok közül leggyakrabban a csigák (*Gastropoda*) és a kagylók (*Bivalvia*) héjai kerülnek elő. Meszes maradványaik a különböző tengeri, tavi, folyóvízi, barlangi vagy a szél által felhalmozott üledékrétegekben találhatók. A szinte mindenütt meglévő puhatestű-héjmaradványok vizsgálata, kiemelkedő fontosságú régészeti szempontból. A *Homo* nemzetség, az emberi nem kialakulása, felemelkedése az elmúlt két, két és fél millió év, vagyis az utolsó geológiai időszakban, a negyedidőszakban (latin eredetű nevén *kvarter*) történt. Így a puhatestűekre alapozott őslénytani vizsgálatok közül a negyedidőszaki képződményekkel foglalkozó tudományág, a *kvartermalakológia* kapcsolódik leginkább a régészeti célú kronológiai, őskörnyezeti és az egykor élt emberek táplálkozásával foglalkozó, ún. *archeozoológiai* elemzésekhez.

A régészeti szempontú malakológiai vizsgálatoknak több előnyös vonását is ismerjük. Az elpusztult puhatestűek héjai természetes úton halmozódtak fel, vagy az ember által felhasznált és az összehordott héjak hulladékhalmok formájában maradtak meg. Azokat a

lelőhelyeket, ahol emberi letelepedés nem mutatható ki, de a különböző kultúrákkal egyidős rétegek alkalmasság az egykor élt emberi közösségek őskörnyezeti hátterének vizsgálatára, *őskörnyezeti* (*paleoökológiai*) lelőhelynek nevezzük. Az emberi megtelepedési pontokon végzett kutatómunkát *környezetrégészeti*, más néven *régészeti geológiai* (*geoarcheológiai*) vizsgálatként, a lelőhelyeket pedig *geoarcheológiai* lelőhelyként különítjük el. Megkülönböztetésük oka az, hogy feldolgozásuk eltérő megközelítést igényel, mivel az egyik lelőhelytípusnál a természetes környezetben felhalmozódott csiga- és kagylóhéjakat vizsgáljuk, a másikon az elődeink által összegyűjtött maradványokat. Csak azokat a fajokat találjuk meg ugyanis a telephelyeken, amelyeket ékszerként vagy táplálékként, esetleg az edénykészítéshez használtak.

Csigaékszer, csigapénz, csigaamulett

Az emberi telephelyekre ékszerként került puhatestűeket több csoportba oszthatjuk, bár erre a célra általában csak dekoratív megjelenésű csigákat, kagylókat, agyarcsigákat (*Scaphopoda*), sőt helyenként lábasfejűeket (*Cephalopoda*) gyűjtöttek.

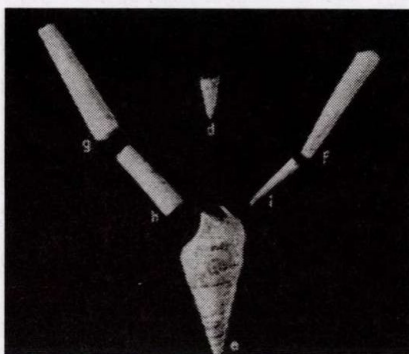
Az ékszerként felhasznált egyik csoportot azok az ősi, már az ősemberek korában is több millió éves, fosszilis csiga- és kagylóhéjak alkotják, amelye-

ket egykori tengeri rétegek felszínéről bányásztak ki, szedtek össze, illetve olyan patakhordalékban találtak, ahová ezek a héjak az egykori tengeri üledékből bemosódtak. Ezeket az ősmaradványokat már a csiszolatlan kőkori, a paleolitikum emberei is nagy becsben tartották, és különböző testrészekre akasztható ékszereket készítettek a fosszilis héjakból. Ilyen puhatestűekből készített nyakláncmaradványok kerültek elő több hazai (16 ezer és 22 ezer év közötti) felsőpaleolit telephelyről is (Esztergom, Mogyorósbánya, Jászfelsőszentgyörgy, Ságvár, Tarcál) (1. ábra).

A tengeri üledékből származó fosszilis puhatestűek csiszolatlan kőkori felhasználásának jelentőségét bizonyítják a Duna-kanyarban, a szobi paleolitikum lelőhelyén talált, szállításra váró, harmadidőszaki, mintegy 15 millió éves, tengeri üledékből gyűjtött csigahéjak raktárleletei. A betemetődött raktárleletek alapján feltételezzük, hogy a fosszilis csigákat kereskedelmi célokra is felhasználták.

Az ékszernek használt puhatestűek másik nagy csoportja az egykori emberi településekkel egyidős fajok. A különböző tengerekből, folyókból és tavakból származó dekoratív puhatestűekből a tengeri környezetből származó csigák és kagylók felhasználása jelentős. Bár a tengerparti vagy a tengerpart közelében lévő emberi megtelepedési pontokon feltárt puhatestűek esetében nehéz eldönteni, hogy táplálkozási vagy díszítési célból gyűjtötték, ismerünk olyan eseteket, amikor ez egyértelműen elkülöníthető. Csodálatos szépségű nyakláncot készített tengeri csigákból a franciaországi Crô Magnoni-barlangban élt őskőkori ember, mintegy 35 ezer évvel ezelőtt. Hasonló szépségű, mintegy 30 ezer éves, tengeri csigákból és kagylókból készült nyakláncokat találtak Ausztrália északnyugati részén is.

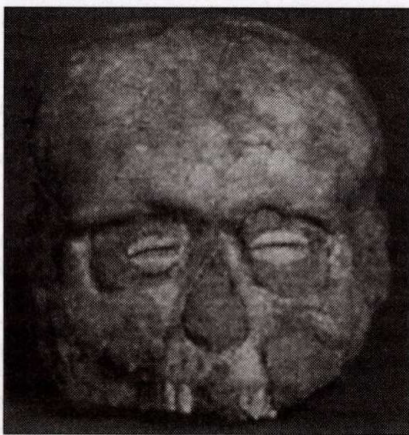
Ezeknél is fantasztikusabb az a Cavillonban feltárt felsőpaleolit koponya, amelyet a csigák frizuraként borítanak (2. ábra). A csigákat vörös színű, vasas okkerrétegbe ágyazva rögzítették a koponya tetején. Feltételezhető, hogy ennek a díszítésnek társadalmi rangjelző szerepe lehetett, csakúgy, mint az olaszországi Riviérán található Grotte des Enfants-barlangban feltárt, gazdagon díszített gyermeksíroknál. A csiga- és kagylóleletek a barlangi rajzokhoz, karcokhoz, festményekhez, a különböző csont- és kőszobrokhoz hasonlóan, a felső paleolitikumban élt emberek fejlett esztétikai érzékét és puhatestűekből készült ékszerek világmeletű terjedését, a halotti kultusz és a



1. ábra. Pilismarót-Pálrét felsőpaleolit lelőhelyről előkerült miocén tengeri csigákból (d, e) és agyarcsigákból (f, g, h, i) készült nyaklánc



2. ábra. Csigákból készített frizura a felsőpaleolit koponyán (Cavillon)



3. ábra. Kauricsiga szemek egy neolitikus emberi koponyából készített maszkon (Jerihó)

temetési szertartás kialakulását bizonyítják.

Természetesen nemcsak a vadászó, halászó, gyűjtögető életmódot folytató népcsoportok használták fel a puhatestűeket díszítésre, hanem az első, élelmiszert termelő népcsoportok, az újkőkori (neolit) közösségek is. A csigaékszer neolitikus felhasználásának

egyik legszebb példája a jerikói, a natuf kultúrához tartozó, mintegy 10 ezer évvel ezelőtti emberi koponya, ahol a gipszből készült arcnak kauricsigákból voltak a szemei (3. ábra).

Az emberi telephelyekkel egyidős tengeri csigák feltárása nemcsak a kőkorszak emberének rendkívüli esztétikai érzékét, temetkezéssel kapcsolatos vallási rítusait, hiedelemvilágát tárhatja fel, hanem segíthet tanulmányozni az egykori kereskedelmi kapcsolatokat is. Erre a legalkalmasabbak a tengeri fajok, mivel ezeket a tengerektől távolabbi helyeken – mint hazánk is –, csak kereskedelem útján lehetett beszerezni. Az ékszerként használt tengeri puhatestű leletek elterjedése alapján a beszerzés helye és a kereskedelmi útvonalak is rekonstruálhatóvá válnak. Ezek segítségével pedig már tanulmányozni lehet az egykori népcsoportok, kultúrák közötti kapcsolatokat is. A Kárpát-medencében és környékén 4500–6500 évvel ezelőtt élt újkőkori emberek rendkívüli módon kedvelték a tuskésosztriga (*Spondylus gaederopi*) nevű kagylóból készült különböző ékszereket, nyakláncokat, karpereceket. A tuskésosztriga a Földközi-tengerben élt, így a Kárpát-medencében kimutatott nagyszámú neolit telepről vagy temetkezési helyről előkerült tuskésosztrigából készült ékszerleletek alapján feltételezik, hogy az újkőkori kereskedelmi kapcsolat alakult ki az Mediterráneumban és a Kárpát-medencében élő népcsoportok között. Ezt bizonyítja az M3-as autópálya építéséhez kapcsolódó régészeti munkák során a Tiszapolgár-Csőszhalomnál feltárt sok tuskésosztriga kagylóból készült ékszeren túl, az a hajfonatdísz, amely szarvascsontból, márványból és a Földközi-tengerben is elterjedt három féle, nagy mandulakagyló (*Glycymeris glycymeris*) héjának kombinációjából áll (4. ábra).

A tengeri csigák mellett sok a helyi édesvizekből, tavakból vagy folyóvizekből, mocsári környezetből származó puhatestűek, illetve szárazföldi csigák héjainak felhasználásával készült ékszer. Az egyik legszebb példa erre szintén az autópályához kapcsolódó ásatási munkáknál Polgár-Csőszhalomnál előkerült nyaklánc: 84 darab, folyóvízben élő (a Tiszában ma is megtalálható) kavicscsiga (*Lithoglyphus nativoides*) héjból, 15 tuskésosztrigából, csiszolt gyöngyből, csiszolt márványból és szarvasfögből áll. Ugyancsak újkőkori rétegből, de Dél-Magyarországról, Gorzsáról került elő egy festőkagyló bal teknőjéből (*Unio pictorum*) készült nyakék (5. ábra).

Ezek a példák bizonyítják, hogy a

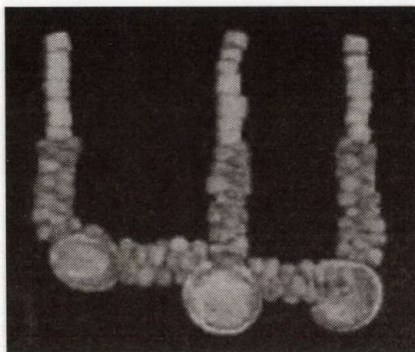
kőkorszakban értékes ékszernyers-anyagnak tartották a puhatestűek héját. A kőkorszak vége és a fémkorszak kialakulása után is használták a különböző csigákat, kagylókat, de társadalmi presztízsiük, érték kifejező funkciójuk fokozatosan háttérbe szorult a rézből, aranyból, ezüstből, bronzból, később üvegből készült ékszerek mögött.

A csiga- és kagylóékszereknek azonban az esztétikai élményen túl védő, rontásűző funkciójuk is volt. Az *amulettek* általában a gyermekek csuklójára erősítették, vagy nyakláncként használták. Ilyen amuletteket tártak fel például a 13. században Magyarországra betelepült jászok temetőiben. A csigából vagy kagylóból készült amulettek rontásűző hiedelme a kazányi tatároknál és a baskiroknál szinte napjainkig fennmaradt.

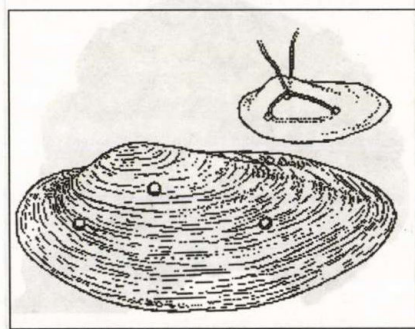
A puhatestűeket felhasználták az agyagedények díszítésénél is, ahol a fésűskagyló (*Chlamys*) bordáinak fésűszerűen kiálló végeivel különböző vonalakat karcoltak a puha, kiégetés előtt lévő agyagedény oldalára. Ez a díszítéstechnika különösen a közel-keleti, újkőkori kultúrákban terjedt el.

A bronzkorban a puhatestűek héjainak újabb felhasználási módját fejlesztették ki. Az agyagedény külső oldalába karcolt díszítésvonalakba a kagylók héjából őrlött port dörzsöltek, majd kiégették az edényt. A speciális díszítésű edények nyomán *mészbetétes edények* kultúrájának nevezett népcsoport települései a Dunántúli déli részén találhatók, de magas színvonalú fazekasmunkával készített kerámiák a Kárpát-medence szinte minden részére eljutottak.

A puhatestűeknek a felsoroltak mellett ismeretese az ókorig, őskorig visszanyúló, különös felhasználási módjai is. Bizonyos trópusi kultúrákban a puhatestűeket, elsősorban a ritka, rendkívül szép és nehezebben gyűjthető porceláncsigákat (ún. *kauricsigákat*) pénzként is használták (pénzkauri – *Cypraea moneta*). Ezeken a területeken a „pénz” inflációját egy új és gazdag kauricsiga-lelőhely felfedezése váltotta ki. Ugyancsak trópusi területen, elsősorban az Indiai-óceán partvidékén használták a tritoncsigák nagyobb házait kúrtként. A puhatestűek egyik ősi, a lábasfejűek közé sorolható csoportját alkotják a csigaházaz polipok (*Nautilus-félék*). Ezeknek a csigaházaz polipoknak kivésett héjait ivókúrtként, illetve mécsesként használták egyes indiai és kínai bronzkori kultúrákban. A tuskés és sávos bíborcsigák testnedvéből az ókortól kezdve rendkívül értékes bíborfestéket sajtoltak.



4. ábra. Nagy mandulakagylókból, szarvascsontból és márványból készült hajfonatdísz egy késő neolitikus lelőhelyről (Tiszapolgár)



5. ábra. Gorzsa-i késő neolitikus telepről előkerült *Unio* festőkagyló-medál

Az ősi „francia konyha” receptjei

Az esztétikai, vallási funkciók mellett a puhatestűeket táplálkozásra is használták. A francia konyha kedvenc alapanyagai manapság is a különböző kagylók, csigák, polipok és más puhatestűek. A franciák éti csiga iránti vágya annyira közismert, hogy a különböző kultúrák eltemetett rétegeiben, a táplálkozás után megmaradt és felhalmozódott puhatestűek héjait a *francia konyha maradványainak* nevezi a régészeti kutatás, annak ellenére, hogy az olasz, a görög, a spanyol és más tengerparti népek is jelentős mértékben fogyasztják azokat. Bár a magyar konyhán nevelkedett gyomor általában visszaautásítja a különböző puhatestűekből készült ételeket, különösen akkor, ha azt nyersen találják fel, az egykor, főleg tengerparton, nagyobb tavak vagy folyók mentén élő emberek nem voltak ilyen finnyások. Ezt bizonyítják az európai és az ausztráliai kontinens hatalmas, ember által kialakított dombjai, a *kagylóhalmok* (6. ábra). A halmok mérete helyenként elérte egy hétmeletes ház 20 méteres magasságát, hosszúságuk a 100, szélességük a 40 métert!

E szeméthalmok nagy része az étkezés után kidobált kagylóhéjból áll, de rengeteg állatcsont, növénymaradvány (termések, égett faszén stb.) és különböző kő-, csont- és faeszköz is van bennük. A halmok távolról is felismerhetők. Mivel a kidobált héjak kalciumkarbonát-tartalma savmentes környezetet ad, az állat- és embercsontok – amelyek egyébként könnyen elporladnak – megmaradtak.

A halmok mérete és konzerváló hatása miatt az egykori emberi táborokról a régészeti feltárások nyomán háromdimenziós képet kaphatunk, így ezek a könnyen megtalálható, feltárható és feltérképezhető kagylódombok a régészeknek valóságos kincsesbányák. Bármilyen hihetetlen, a felhalmozott több millió példány ellenére nem a kagylók alkották a halmokat hátrahagyó vadászó, halászó és gyűjtögető népek fő táplálékát, mivel egyetlen gímszarvas ugyanannyi energiát adhatott, mint 50 ezer osztriga. Az őslénytani és régészeti vizsgálatok alapján ezek a kagylódombok több száz, sőt helyenként több ezer szezonális megtelepedés nyomait őrzik; vannak olyan halmok, ahol szinte folyamatosan éltek 5-10 ezer évvel ezelőtt a nyugat- és észak-európai vadászok. Az ausztráliai kontinensen felhalmozódott hatalmas méretű kagylóhalmok kialakulása mintegy 30 ezer évvel ezelőtt kezdődött, és a kontinens elszigetelt fejlődése következtében a történelmi időkben is jelentős kagylómennyiséggel bővültek.

Ilyen hatalmas tömegű kagylóhéj-felhalmozódások Magyarországon ismeretlenek, mégis nagyszámú, étkezési hulladékként megmaradt kagyló és csigahéj rétegeket sikerült feltárni a nagyobb folyóink mentén fekvő emberi telephelyeken. Már az újkőkor kezdetén, a kora neolitikumban jelentős „francia konyhát” alakítottak ki az alföldi folyók (Körösök, Maros, Tisza) partján élő, balkáni, kis-ázsiai területekről bevándorolt és az Alföldön megtelepedett első élelemtermelő, az ún. „Körös-kultúrához” tartozó emberi csoportok. Gyűjtögetési tevékenységük mértékét, az egykori ártéri erdők gazdagságát, paradís környezetét és a neolitikus embereknek a puhatestűek iránti étvágát jól mutatja, hogy a 7000 éves röske-lúdvári telepükről mintegy 200 ezer éticsiga-héj (*Helix pomatia*) került elő egy szemétdöbörből.

Ezt az igen számottevő puhatestűmennyiséget is meghaladja a mintegy 5000 éves késő neolitikumi, illetve a Krisztus előtti második évezredben virágzó, középső bronzkori állandó településeken, arab eredetű tudományo-

Csigák és kagylók a régészeti kutatásokban

Az ősi francia konyhától az ásatag légűneménytanig

Második rész

SÜMEGI PÁL

Egy híres ógörög mondás szerint még az istenek sem képesek megváltoztatni azt, ami már megtörtént. A régészeti ásatások, környezetregészeti és régészeti geológiai munkában ez a kérdés úgy módosul: képesek vagyunk-e úgy rekonstruálni a múltat, ahogy az megtörtént? Az egykor élt emberekkel, közösségekkel kapcsolatban nemcsak az érdekel minket, milyen tárgyakat használtak vagy milyen ételeket fogyasztottak, hanem az is, hogy milyen környezetben éltek és hogyan használták ki egykori környezetük erőforrásait? A környezet rekonstrukciója során különböző növények és állatok maradványait használjuk fel az egykori környezet jellemzésére. Az ősmaradványok közül a csigák, kagylók időtálló héjaik révén múltunkról, egykori környezetünkről, annak változásairól őriznek emlékeket és információkat. Ezeknek a héjaknak a segítségével mintegy ablakon keresztül visszapillantathatunk az időben, és megrajzolhatjuk az egykor élt emberek környezetét.

Az elfogyasztott puhatestűek felhalmozott héjmaradványainak vizsgálataival következtethetünk az őskörnyezetre. Ez azért lehetséges, mert a negyedidőszaki képződményekben nagy tömegben található az azok a fajok, amelyek ma is a puhatestű faunák döntő részét alkotják. Így a napjainkban is élő, ún. *recens* fajokra ható legfontosabb ökológiai faktorok, mint a páratartalom, a hőmérséklet és növényzeti borítás, a talaj felszínének pH viszonyai és az egyes fajoknak ezekkel a környezeti tényezőkkel szembeni tűrőképessége (toleranciája) pontosan mérhető. Ilyen elemzésekkel olyan információk birtokába juthatunk, amelyek választ adhatnak azokra a kérdésekre is, amelyekre a régészeti adatok önmagukban nem elegendők. Megtudhatjuk például azt, hogy az egyes kultúrrétegek képződése idején milyen volt az éghajlat, milyen csapadékvizonyok uralkodtak, milyen volt a környező vegetáció, a talajviszonyok, a tenger- vagy az édesvíz kémiai és fizikai állapota.

A régészeti lelőhelyen felhalmozódott puhatestűek alapján az egyik leghíresebb őskörnyezeti elemzést a görögországi Franchthi-barlangban készítették. A barlangban a felső paleolitikumtól a késő neolitikumig folyamatosan település alakult ki. A tizenháromezer évvel ezelőtti felső paleolit vadászok még a sziklák felszínén lakó csészecsigákat (*Patella*), a kilencezer évvel ezelőtti mezolitiközösségek az iszaplakó bődöncsigákat (*Cyclope neritea*), míg a mezolitikum végén, a neolitikum kezdetén a barlangban élő emberek a homokos aljzatot kedvelő közönséges dárdcsigákat (*Cerithium vulgatum*) gyűjtögettek és fogyasztották. Ezek az adatok is azt bizonyítják – hogy mintegy 9000 évvel ezelőtt –, a jégkorszak végén, a visszahúzódó, hatalmas méretű jégtakarókból jelentős meny-

nyiségű víz olvadt ki, ami a Földközi-tenger medencéjébe is beáramlott, megváltoztatta a mediterráneum keleti részének környezeti viszonyait, s így vízborítási és bioproduktivitási maximum alakult ki az Égei-tengerben a jelenkor kezdetén. Ez a változás igen kedvező hatással volt az egykori tengerparti népek életére, élelemszerzési lehetőségeire, ezért a tengerparton jelentős emberi település alakult ki.

Természetesen a tengeri és az édesvízi puhatestűek mellett a szárazföldi csigafajok is felhasználhatók az egykori emberi környezeti viszonyok feltáráshoz és leírásához. A szárazföldi molluskafajok – sebségük és térigényük következtében – helyhez kötött élőlények, ezért kiválóan alkalmasak a lokális környezeti viszonyok feltárára. Segítségükkel jól megrajzolható, hogy a különböző környezeti változások (melegedések, hűlések, csapadékosabb, szárazabb éghajlati szakaszok, beerdősülés stb.) hatására hogyan és milyen útvonalakon terjedtek el és húzódtak vissza az eltérő környezeti viszonyokhoz alkalmazkodott állatfajok. A szárazföldi puhatestűek döntő részének rendkívül vékony volt a héja, így a betemetődést követő utólagos áthalmozódásnak, patakok, folyómedrek bevágódásának, árvizeknek vagy a lejtők menti tömegmozgásoknak stb. hatására ezek a héjak megsemmisültek, vagy a héjak felszínén az áthalmozódások egyértelmű nyomokat hagytak. Ezek alapján pontosan megállapítható, hogy az általunk vizsgált héjak eredeti helyükön vannak-e. A helyben betemetődött fauna összetétele a lokális ökológiai tényezőkkel mutat összefüggést, míg a több helyről összemosódott (például: barlangi lelőhelyről származó) kisebb-nagyobb régiók a bizonytalanabb őskörnyezetével.

A magyarországi kvartermalakkológiai adatok alapján, olyan nemzetközi összehasonlításban is kiemelkedő rendszert sikerült kidolgoznunk, amelynek segítségével a Kárpát-medencében az utolsó két és fél millió évben lejátszódott őskörnyezeti változások modellezhetővé váltak.

Régészeti szempontból az egyik legjelentősebb kvartermalakkológiai eredményt a méltán világhírű vértesszőlősi lelőhelyen sikerült felmutatni. A vértesszőlősi, középső paleolit korú lelőhelyről több, ma már nem élő, kihalt puhatestű faj került elő. Ezek az adatok azt bizonyítják, hogy a Kárpát-medencei molluszkafauna fejlődését és fajösszetételét alapvetően befolyásoló legutolsó nagyobb kihalási hullám mintegy 300-500 ezer évvel ezelőtt történt. Ebben az idő (középső pleisztocén) és kulturális (középső paleolitikum) horizontban a jelentősebb időtartamú, 10 ezer évet meghaladó mértékű, negyedidőszaki, ciklikus környezeti változások talán legszebb példáját sikerült feltárni. A faunaváltozások alapján enyhe, csapadékos éghajlatú lombos erdő → meleg, száraz sztyep → hideg, száraz sztyep → meleg, száraz sztyep → lombos erdő környezeti változások sorát sikerült feltárni. A fauna alapján azt is bizonyítani lehetett, hogy az ősember egy erőteljes, igen hosszú idejű felmelegedést (interglaciális) követő hűlés (glaciális) kezdetén élt a vértesszőlősi melegforrások környékén.

Az ősrégészeti kutatók több felső paleolit vadásztábor is feltártak a pleisztocén alatt szelek által szállított, felhalmozódott, majd közötté vált poranyagból keletkezett löszös képződményekben (Pilismarót–Pálrét, Esztergom–Gyurgyalag és Mogyorós-bánya, Jászfelsőszentgyörgy–Szűnyogos és Székes-dűlő, Basaharc–Bolhás-tető, Tarcál–Citrom-bánya, Sze-

ged-Öthalom, Madaras téglavető). A löszös rétegekbe zárt kultúrhorizontokból, a zsákmánycsontokkal, tűzhelynyomokkal és kőszközökkel együtt igen gazdag, természetes úton az üledékbe került apró, néhány milliméteres molluszkafajokat találtak. Sőt, több felsőpaleolit lelőhelyen lehetőség volt az egykori emberi jelenlét maradványait magában foglaló kultúrhorizontot, az alatta elhelyezkedő, fekvő és a felette húzódó, fedő löszös rétegeket is megvizsgálni. Ezekből a szintekből is nagyszámú puhatestű-közösséget sikerült kimutatni. Ha közébszártya emberi megtelepedési szinttel összehasonlítják az eltérő környezeti igényű fajok egyedszámát és változását, kirajzolódik a felső paleolit vadászok megjelenését megelőző, az azzal egyidős és a megjelenést követő periódusok környezete (az egykori hőmérsékleti és csapadékvizonyok, a növényzeti borítás változása stb.).

A radiokarbon-vizsgálati módszer azon a felismerésen alapszik, hogy a kozmikus sugárzás hatására ^{14}C izotópok alakulnak ki a légkörben. Ez a szénizotóp szén-dioxidá oxidálódik, majd a növények fotoszintézise során a ^{12}C atomokkal együtt beépülnek az anyagcserébe és a 14-es tömegszámú szénizotópok 5730 éves felezési idővel átalakulnak. A légkörben kozmikus hatásra keletkezett szénizotóp felvételére az anyagcsere megszűnte után már nincs lehetőség. Az elpusztult élőlényekben található „biológiai szén” izotóp összetételének mérésével (a bomlási állapot és az élő anyagban lévő szén fajlagos radioaktivitásának ismeretében) az élet-folyamatok megszűnésének ideje, azaz a minta kora kiszámítható.

Az utolsó 40–50 ezer évben lerakódott rétegekből származó faszeneken és csontokon már korábban is mértek radiokarbonkorokat. A nyolcvanas évektől kezdődően azonban Hertelendi Ede, a debreceni Atommagkutató Intézet munkatársa olyan fejlesztéseket hajtott végre, amelyek segítségével Magyarországon is korrektek és tömeges radiokarbon-méréseket lehet végezni molluszkahéjakon. Így a puhatestűek héjainak felhasználása a régészeti, öskörnyezeti kutatásokban új területtel bővült. Ennek a módszernek a segítségével a régészeti lelőhelyekkel egyidős, molluszkaanyagban gazdag, de faszeneket vagy csontokat nem tartalmazó rétegek is alkalmassá váltak radiokarbon-vizsgálatokra.

A csigák és az ásatag légkörnyezet

A kronológiai vizsgálatok mellett az egykori környezeti viszonyok megrajzolásában szerepet játszó malakológiai elemzések között kiemelkedő jelentőségű a Magyarországon kifejlesztett, nemzetközi

összehasonlításban is új, őshajlatti elemző módszer, az ún. malakohőmérő módszer. (Az őshajlatti vizsgálatokat múlt századi kifejezéssel ásatag légkörnyezetnek nevezzük.) Ennek a módszernek a felhasználásával a napjainkban különböző magassági övekben és eltérő éghajlati területeken elterjedt csigafajok negyedidőszaki rétegekben kimutatott aránya alapján lehet az egykori tenyészedő időszaki és a júliusi őshőmérsékleti viszonyokat rekonstruálni. A malakohőmérő adatai alapján a Kárpát-medencében a legjelentősebb hűlések idején 12–14 °C volt a júliusi középhőmérséklet, ez 7–10 °C-kal alacsonyabb a mai értékénél. Ugyanakkor a malakohőmérő alapján rekonstruált júliusi őshőmérsékleti görbéről leolvasható, hogy az egykori éghajlati viszonyok, a melegek és hűlések, (1000–3000 éves ciklust mutatva) folyamatosan váltakoztak. A melegek során a mai júliusi középhőmérsékletet megközelítő vagy attól csak 3–5 °C-kal alacsonyabb hőmérsékleti viszonyok uralkodtak a pleisztocén végén. Sőt, a pleisztocént követően, a holocén kezdetén, mintegy 8000–9000 évvel ezelőtt – a globális klímajavulás hatására – a mai júliusi közép-hőmérsékleti értékeket meghaladó, 22–25 °C-os őshőmérsékleti adatokat regisztráltunk a Kárpát-medencében a malakohőmérő módszerével.

Természetesen az őshőmérsékleti viszonyok alapvetően meghatározták a felső paleolit vadászainak életét, mivel a különböző éghajlati viszonyokhoz alkalmazkodott növényeket fogyasztó zsákmányállataik az egykori, ciklikusan változó környezeti tényezők hatására eltérő területekre vándoroltak. A teljes egészében a vadászatból, halászatból és gyűjtögetésből élő felső paleolit népcsoportoknak követni kellett ezeket az állatsorokat. A negyedidőszakban rendkívüli mértékű globális hőmérsékleti változások voltak Földünkön. A legerőteljesebb hűlések során a szárazföldi jégtakarók és a gleccsek olyan mértékben kiterjedtek, hogy Európa, Észak-Amerika jelentős területét – esetenként több mint felét – szárazföldi jégtakaró borította. Ugyanakkor ismeretesek olyan éghajlati szakaszok, amikor a napjainkban tapasztalható hőmérsékleti viszonyokat meghaladó mértékű felmelegedések alakultak ki. Az éghajlatváltozások hatására az egyes növényzeti övek (pl. lombos vagy fenyveserdők) ismétlődve kiterjedtek és visszahúzódtak. A különböző növényzethez kapcsolódó állatok követék a vegetáció változásait. Így az őskörkori vadászok, a néhány ezer éves klímaváltozások hatására ciklikusan, hullámszerűen jelentek meg a Kárpát-medence területén.

Adataink alapján 16–18 ezer évvel ezelőtt, a felmelegedéssel egy időben, er-

dősülés indult meg. Mozaikos, nyíltabb növényzeti foltokkal kevert, túlévelű és lombhullató fákat egyaránt tartalmazó vegyes lombú tajga alakult ki a Kárpát-medencében. Ezen, az alapvetően tajga-erdővel borított, mégis mozaikos növényzeti és talajtani viszonyokkal jellemezhető vidéken éltek a felső würm korú rénszarvascsordák és felső paleolit vadászok. Így az egykori zsákmányállatok maradványai is alátámasztják a Mollusca-fauna alapján rekonstruált ökológiai viszonyokat. Rénszarvasvadászat akkor volt, amikor az állatok csordába tömörültek, és vultak. Nyáron a tundra-, télen a tajga-övezetben tartózkodtak. Úgy tűnik, hogy 16–18 ezer évvel ezelőtt – a Kárpátok külső, északi és nyugati peremén kifejlődött jégtakaró miatt a Lengyel–Germán síkságon, a Bajor- és a Cseh-medencében kialakult európai tundraövezet és a Kárpát-medence belső peremén létrejött tajga, sztyepes tajga vagy tajgás sztyepzóna között – az egykori rénszarvascsordák évszaksosan vándoroltak. A felső paleolit vadász közösségei ezeket a csordákat követték a téli évszakokban, és időszakos vadásztáboraiknak a nyoma így maradt fenn a Kárpát-medencében. A régészeti lelőhelyekről előkerült rénszarvasok agancsainak elemzése is alátámasztja, hogy a Kárpát-medencében zsákmányolt rénszarvasokat a téli vadászati szezonban ejtették el.

Hasonló elvek és módszerek alapján rekonstruáljuk a középső kőkori, újkőkori, majd a különböző fémkorszakbeli emberek környezetét, bár az újkőkori termelőgazdálkodástól, a növénytermesztéstől és az állattenyésztéstől kezdődően a környezeti tényezők új elemmel, a növekvő emberi hatással bővültek. A beavatkozások mértéke fokozatosan meghaladta a természetes környezet hatásait, mivel a rétek, a legelők, a szántóföldek és az emberi települések kialakítása, a nyíltabb és a szárazabb területeket kedvelő molluszkák elterjedésének kedveztek. A neolitikumban kezdődő, mind erőteljesebb emberi hatás következtében a puhatestű fauna alapján az egykori hőmérsékleti viszonyok (mintegy 7000 évvel ezelőttől) már nem rekonstruálhatók, mivel az egyre jelentősebb kiterjedésű szántók, legelők, utak hatására a molluszkafauna átalakult, a nyílt területet, a szárazabb és melegebb környezetet kedvelő fajok váltak fokozatosan uralkodóvá.

Az egyik legerőteljesebb emberi hatás a malakofaunában a késő vaskorban és a római korban alakult ki a Kárpát-medencében, amikor az erdőirtások, az útépitések, a római limes kiépülésének hatására a Balkán-félsziget felől a száraz, meleg (ún. xerofil) és nyitott élőhelyeket kedvelő kőröcsiga (*Helicella obvia*) vándorolt a Kárpát-medencébe, majd a római utakat

és a Duna menti limest követve szétterjedt. Jól mutatja az emberi hatás mértékét, hogy az egészen a történelmi időkig erdőszűl, hűvös és páras mikroklímájú Duna-völgyben, a vaskor végén és a római korban kialakított utakat követve ez a xerofil kőröcsiga egészen az Alpok északi részéig felhalmozódhatott. Természetesen a középkori településhálózat kiépülése, majd az ipari társadalom, a vasút, később a gépjárműipar kialakulása és a kapcsolódó vasút- és úthálózat fejlődése is jelentős mértékben módosította a puhatestű faunát.

A velünk élő csigák, kagylók és más puhatestűek közé sorolt élőlények tehát időtálló héjaik révén múltunkról, valamennyiünk elődeiről, egykori környezetünkéről, annak változásairól, vallási hiedelmeinkről, ősi esztétikai érzékünkéről őriznek emlékeket és információkat. Ezeknek a héjaknak a segítségével mintegy ablakon keresztül visszapillantathatunk az időben. Ugyanakkor a fosszilis puhatestűek elemzése alapján is kimutatható ciklikus változások és az ember által okozott környezetátalakulások trendjeit megrajzolva nemcsak múltunkról, hanem jövőnk környezetéről is adatokat nyerhetünk.

E SZÁMUNK SZERZŐI

DR. BÁRDOS GYÖRGY biológus, ELTE élettani és neurobiológiai tanszék, Budapest; DR. BÓDY ZOLTÁN ny. egyetemi docens, Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen; DR. CSABA GYÖRGY orvos, egyetemi tanár, SOTE Genetika Sejt- és Immunbiológiai Intézet, Budapest; DR. CSERMELY PÉTER egyetemi tanár, SOTE Orvosi Vegytani, Molekuláris Biológiai és Pathobiokémiai Intézet, Budapest; DR. KOCH SÁNDOR orvosprofesszor, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest; DR. KLEIN IZABELLA kutatóorvos, PhD-ösztöndíjas; SZBK Enzimológiai Intézete, Budapest; NÉMETH GÉZA geográfus, újságíró, a Természet Világa szerkesztője, Budapest; DR. RADNÁI GYULA egyetemi docens, Eötvös Loránd Tudományegyetem, általános fizikai tanszék, Budapest; SIK ANDRÁS egyetemi hallgató, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest; SIMON TAMÁS középiskolai tanár, Alternatív Közgazdasági Gimnázium, Budapest; SÜMEI PÁL egyetemi adjunktus, ELTE, ásvány- és földtani tanszék, Budapest; DR. SZERÉNYI GÁBOR középiskolai tanár, Vörösmarty Mihály Gimnázium, Érd; TEVELI GÁBOR biológia szakos egyetemi hallgató, ELTE Természettudományi Kar, Budapest; DR. VEKERDI LÁSZLÓ könyvtáros, MTA Könyvtára, Budapest; DR. VÖRÖS GÁBOR villamosmérnök, Budapest.

Kozmikus kristályok?

Michael Grady, a New York állambeli Fredonia Egyetemének fizikusa egészen egyedi látomásait tette közre az ősrobbanásról: „Lehet, hogy a világegyetem nem más, mint egy óriási kristály, amely ötdimenziós folyadékban növekszik?” Grady elképzelése szerint az általunk érzékelt idő valójában a negyedik térdimenzió; az egyes univerzumok ütközését pedig mint a szappanbuborékokét képzei el.

Valamikor réges-régen a fizikai tér még valamiféle, saját fagyáspontja alatti hőmérsékletű folyadékkal volt telítve. A túlűtött folyadékok – mint ez az „ősfolyadék” is – aprób ránkódásra vagy nemely poszturú szennyezés, netalán egy még hidegebb kis tartomány katalizáló hatására hirtelen megfagnak, lefagnak. (Az ónos eső is túlűtött vízcseppceszkéből áll, amelyek a becsapódás okozta ránkódás nyomán azonnal jéggé fagnak.) Bármí légyen a túlűtött rendszert labilis helyzetéből kibillentő hatás, a túlűtött – különösen a „szupertúlűtött” – folyadékok szinte robbanásszerűen dermednek meg „belűről kifelé”.

S vajon a fenti forgatókönyv magában foglalja-e a vészharangok megkondulását is? Grady azt mondja, esetleg igen. Úgy véli, hogy a kristálymagok elszaporodása vezetett végső soron az ősröbannához, világegyetemünk megszűléséhez.

Grady szerint az összes titokzatos esemény a helyére kerül majd, amennyiben a világegyetem – fázismag-képződési események révén – valóban úgy jött létre, hogy az eleve jelen volt szupertűlhűtött rendszer folyadékfázisa szilárd fázisba billent át.

A Grady képzeletében megfogant folyadék nem hasonlítható egyetlen más folyadékhoz sem. A szokásos három térbeli és egy időbeli dimenziós létezés helyett Grady csodafolyadékáé négyes tér- és egy idődimenziót foglal el. „A jobb világra vágyakozás jegyében ezt én östérnek neveztem el” – mondja Grady.

Hát akkor miért van az – teszi fel az egyszerű köznép fiának fejében motoszkáló kérdést –, hogy mi csak három térdmentőt látunk, tapasztalunk? Válasza: azért, mert a mi nyomorult létünk bizony „jól oda lett ragasztva” a táguló világ szilárd felületéhez. Mert képzeljünk csak el egy egészen közönséges háromdimenziós kristályt, ami a megszokott körülmények között növekszik. A kristály és a folyadék közötti határfelület kétdimenziós, akárcsak a táguló szappanbuborékok felületei. Ám a Grady megálmodta csodafolyadék – egy idő- és négy térddimenziójával – esetében a határfelület háromdimenziós, amelyet „elképzelni is borzalom” nekünk, alacsonyabb dimenzió-

júának. „Hát ez a mi világegyetemünk!-
szögezi le gyorsan, mielőtt bárki kételkedni
kezdené. – Eddig azt hittük, háromdimenzi-
ós világegyetemben élünk, holott csak egy
négydimenziós buborék háromdimenziós
felületen kószálunk.”

No, és mi van az idővel? Grady világában az idő két – jól megkülönböztethető – változatban fordul elő. Először is, ott van az „unverzális idő”, ami csak úgy „tovaketyeg” az ősfolyadékbán. Ez az időfajta teljesen rejtve van előlünk, mivel a mi világunk csak a felületen létezik. A másik fajta idő pedig az, amit mi közvetlenül tapasztalunk. Grady szerint kizárólag azért van így, mert mi magunkkal hurcoljuk a negyedik térdimenziót, ami merőleges a fázishatárra. „Amit pedig mi idő gyanánt érzékelünk, az ténylegesen a külön térdimenzió. Ez abban különbözik más térdimenzióktól, hogy túlterjeszkedik a fázishatáron, így megközelíthetetlen.”

Grady ötletére eddig még nem érkezett közvetlen visszajelzés más fizikusoktól. *Martin Rees*, a Cambridge-i Egyetem kutatója szerint azonban az efféle felvetések, ötletek egyáltalán nem hasznatlanok. „Már csak azért is értékesek lehetnek, mivel a hagyományos kozmológiával szembeni alternatívák plauzibilitási határait vizsgálják” – mondja Rees. Amennyiben azonban bármelyik lehetőséget is kicsit komolyabban vesszük, szinte mindig következtelenségekbe bolygódnunk.

Az a kolosszális ötlet pedig, hogy a világegyetem valamiféle tágloló fázishatár lenne, először az 1980-as évek közepén ötlött fel Grady elméjében. A legutóbbi felvetés – azaz, hogy a világegyetem táglálása gyorsul, vagy legalábbis nem lassul – arra sarkallta Gradyt, hogy előhúzza ötleteit a ládafiából, részletesen is kidolgozva benyújtja őket egy cikk keretében a *Physics Letters*hez. „A fázishatár – az egészen korai világegyetemben – gyorsuló táglálása kezdhetett – véli Grady. – Végül is, ha az ősfolyadék energiát szór szét környezetébe, egészen természetes, hogy a gyorsulás lanyhul – vagy meg is szűnik –, és a táglálás egy állandó értékre áll be.”

Grady igen messzire ment a kozmológia egyik alternatívájának kitalálásában, és úgy