

A magyarországi würm korú löszök képződésének paleoökológiai rekonstrukciója Mollusca-fauna alapján¹

Reconstruction of palaeoecological conditions during the deposition of Würm loess formations of Hungary, based on molluscs

SÜMEGI Pál² — KROLOPP Endre³

(5 ábra)

Key words: malacology, palaeoecology, paleoclimatology, paleobiogeography, Hungary, loess, Würm

Abstract

Molluscs, collected from Würm (Weichselian) loess and loess-like profiles of Hungary by a method developed for high resolution stratigraphic studies, were statistically evaluated for a palaeoenvironmental reconstruction. Species were ranged according to 4 important ecological factors, namely: soil type, air humidity, temperature and vegetation. Based on temporal change in dominance, palaeoecological periods were discerned. During the Würm glacial period 5 major changes were detected by this method. Between the fourth and fifth interval so delimited (late Weichselian and late glacial periods) 9 events of short duration could be identified and their ecological significance was reconstructed.

Manuscript received: 8th January, 1995

Összefoglalás

A magyarországi würm korú löszökből és lösz jellegű üledékekből finomrétegtani módszerekkel begyűjtött és statisztikusan értékelt Mollusca anyag részletes paleoökológiai rekonstrukciót tett lehetővé. Munkánk során a szárazföldi fauna fajait 4 fő ökológiai faktor (az aljzat minősége, a páratartalom, a hőmérséklet és a növényzet) figyelembevételével csoportosítottuk. A dominanciaértékek időbeli változásait rögzítve paleoökológiai szakaszokat különítettünk el. A kvartermalacológiai vizsgálatok alapján a würm idején 5 nagyobb paleoökológiai változást lehetett rekonstruálni. A negyedik és ötödik szakaszon belül (felsőwürm és késő glaciális periódusok) 9 rövidebb időtartamú eseményt lehetett kijelölni és egyúttal paleoökológiai jellegét rekonstruálni.

¹Elhangzott az Őslénytani Szakosztály és a Magyar Tudományos Akadémia Paleontológiai Bizottsága közös rendezésében tartott előadói anketon, Budapest, 1994. április 6.

²Kossuth Egyetem, Ásvány- és Földtani Tanszék, 4010 Debrecen Pf.4

³Magyar Állami Földtani Intézet, 1143 Budapest XIV., Stefánia út 14.

1. Bevezetés

A löszös üledékek képződési körülményeiről, az ősföldrajzi, paleoökológiai – köztük paleoklimatológiai – viszonyokról a legtöbb információt a kvartermalakkológiai kutatások nyújtják. A löszből ugyanis tömegesen kerülnek elő a különböző ökológiai igényű Mollusca fajok héjai, amelyek alapján a lösz képződésének paleoökológiai feltételei rekonstruálhatók. Ismeretes az is, hogy a lösz alapanyagának lerakódása és a lösz kialakulása során a paleoökológiai feltételek több esetben, ciklusosan megváltoztak. Ezeket a változásokat akkor tudjuk rekonstruálni, ha a malakofaunában is nyomot hagynak (pl.: a fauna faj- és egyedszám összetételében, héjak méretében).

Vizsgálatunk célja az volt, hogy a löszök képződése során bekövetkezett paleoökológiai változásokat a Kárpát-medence belső területein, az eddig vizsgált feltárások (1. ábra) Mollusca faj- és egyedszám változásai alapján rekonstruáljuk.

A negyedidőszaki Mollusca-faunák túlnyomó részben ma élő fajokból állnak (KROLOPP, 1984), így a recens fajok ökológiai igényei (ANT, 1963; BOYCOTT, 1934; SOÓS, 1943, 1955–59; KERNEY et al., 1983) illetve annak pleisztocén interpretálása (HORVÁTH, 1962–72; KROLOPP, 1967; KERNEY, 1971; LOŽEK, 1964, 1990; ROUSSEAU, 1987, 1990; ROTARIDES, 1931, 1936) nyomán jól ismertek.

Napjainkban a különböző ökológiai igényű és elterjedésű Mollusca fajok egy része az általunk vizsgált területen éri el elterjedésének határát (SOÓS, 1943). Ennek oka az, hogy a Kárpát-medencében négy klímatispus (óceáni, mediterrán, kontinentális, kárpáti-hegyvidéki) éreztetni hatását (RÉTHLY, 1948; ZÓLYOMI, 1958; BACSÓ, 1959) és ezeknek az eltérő klímacentrumoknak következtében (2. ábra) a különböző ökológiai igényű, az egyes éghajlati típusokhoz kapcsolódó atlan-



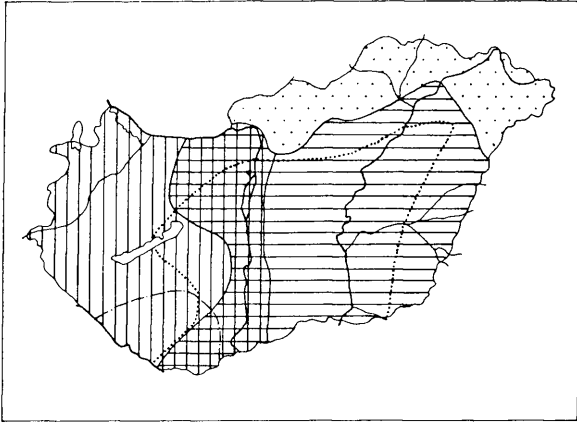
1. ábra. A legfontosabb würm korú löszfeltárások Magyarországon





Fig. 1. Main Weichselian loess outcrops in Hungary

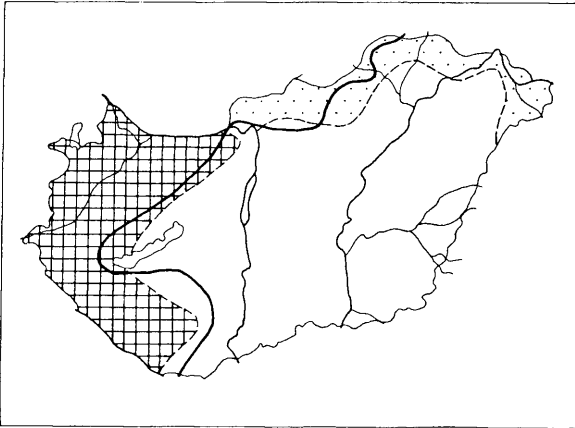
tikus, mediterrán-pontikus, kontinentális, kárpáti-szubkárpati elterjedésű fauna- és flóraelemek (BORHIDI, 1961) eltérő arányban és eltérő területi elhelyezkedéssel, de jelen vannak. Magyarország éghajlati körzeteinek elemzésénél tudnunk kell, hogy az egyes éghajlati típusok bizonyos gyakorisággal, bizonyos értékek között változva jelentkeznek (DOBOSI & FELMÉRY, 1977). Az Északi-középhegység és az Alföld ÉK-i részén kárpáti-szubkárpati hegyvidéki (boreális = Köppen-féle D klímátípus), az Alföld jelentős részén sztyepp-erdősztyepp éghajlat (Köppen-féle BS klímátípus), a Dunántúl jelentős részén meleg-mérsékelt éghajlat (Köppen-féle C klímátípus) hatása dominál. A csapadékeloszlás alapján a Dunántúl déli részén, a napfénytartam alapján a medence centrális és déli részén a szubmediterrán klíma hatása is kimutatható. Ha néhány recens, stenök Mollusca faj elterjedését (PINTÉR et al., 1979) figyelembe vesszük, jól látható, hogy azok megközelítőleg követik az egyes éghajlati típusok kiterjedését (2. ábra). Ugyanakkor ismeretes, hogy a vizsgált recens Mollusca fajok elterjedése több száz, illetve több ezer éves folyamat eredményeként alakult ki. A környezetét intenzíven átalakító neolitik kultúra megjelenésétől kezdődően, a Magyar Nagyalföldön megközelítőleg 7000–7500 BP évektől, a hegyvidéki területeken 6500 BP évektől, olyan egyre növekvő emberi hatásokkal számolhatunk (KORDOS, 1981), amelyek (erdőtirtás, szántó és legelő területek kialakítása) a nyílt területet kedvelő, szárazságtűrő Mollusca fajoknak kedveztek (FÜKÖH, 1979; LOŽEK, 1965) és az erdei környezetet igénylő fajok visszaszorulását eredményezték. Ilyen hatásoknak tudható be egyes délkelet-európai, mészkedvelő, sztyepplakó fajok térhódítása pl. az Aggteleki Karszton. Így a recens fajok elterjedésének elemzésénél az antropogén hatásra bekövetkezett módosulást is figyelembe kell venni.

A szűkebb ökológiai valenciájú, ezért kisebb elterjedésű, stenök fajok mellett természetesen nagy tűrőképességű, jelentős elterjedési területű (holarktikus, palearktikus), euriök faunaelemek is élnek területünkön. Közelebről megvizsgálva ezeket a fajokat kiderül – bár jelentős részük több kontinensen is megtalálható – ökológiai tűrőképességük korántsem széles valenciájú, megjelenésük foltszerű, így felhasználhatók a pontosabb paleoökológiai–paleoklimatológiai rekonstrukcióhoz (pl. a holarktikus elterjedésű, eurázsiai magashegységeken és cirkumpolárisan is elterjedt *Vertigo modesta* faj).

Eddigi elemzéseink alapján (KROLOPP & SÜMEGI, 1992, 1993) a pleisztocén során is a recenshez hasonló paleobiogeográfiai helyzet alakult ki a Kárpát-medencében, de a különböző éghajlati tényezők fluktuáló változásainak hatására az eltérő ökológiai igényű, és így más-más faunacentrumokhoz tartozó fajok váltakozva előretörték, illetve visszaszorultak. A lehűlések és a felmelegedések, a szárazabb, illetve csapadékosabb klímaszakaszok így igen jelentős faunamozgásokat váltottak ki a vizsgált területen és a különböző ökológiai igényű faunaelemek a környezeti tényezők változásainak hatására hol visszahúzódtak refugiumterületeikre, hol előretörték és szétterjedtek a Kárpát-medencén belül. A jelentősebb változások – a faunamigrációk mellett – egyes fajoknak a kihalását is okozhatták, főleg akkor, ha ezek a változások olyan mértékűek voltak, hogy kihatottak a fajok refugiumterületére is.



I  1  2  3  4 — 5 6



II.  7  8 — 9

Természetesen az egyes ökológiai-paleoökológiai tényezők (hőmérsékleti viszonyok, a csapadék mennyisége és eloszlása, a növényzet, a talaj, stb) egymással szoros összefüggésben változtak, illetve változnak (IVERSEN, 1958; LOZEK, 1965). A szárazföldi malakofauna megváltozása szorosan összefügg a növénytakaró alakulásával (EVANS, 1972), a vegetáció változása pedig – leszámítva a katasztrófaszerű eseményeket (pl. erdőtűz, erdőirtás, stb) – a különböző éghajlati tényezőkkel mutat összefüggést. Így a környezeti változások, illetve az egyes, elsősorban klimatikus tényezők megváltozása a negyedidőszaki szárazföldi Mollusca-fauna faj- és egyedösszetételének alakulása alapján jól rekonstruálható.

A Kárpát-medence speciális éghajlati helyzete elősegíti, hogy a viszonylag rövid ideig tartó klímafluktuációkat és ezzel az ősi környezetben beállt változásokat a löszből kinyert Mollusca-fauna alapján rekonstruáljuk. Az utolsó 30.000 év malakofaunájának változásait figyelembe véve a faunacserélődés, az egyes faunaelemeknek a faunán belül dominánssá válása megközelítőleg 1000–2000 év alatt játszódott le (SÜMEGI, 1989), így ma már a korábbi adatoknál pontosabban tudjuk a löszök kialakulásának öskörnyezeti feltételeit leírni.

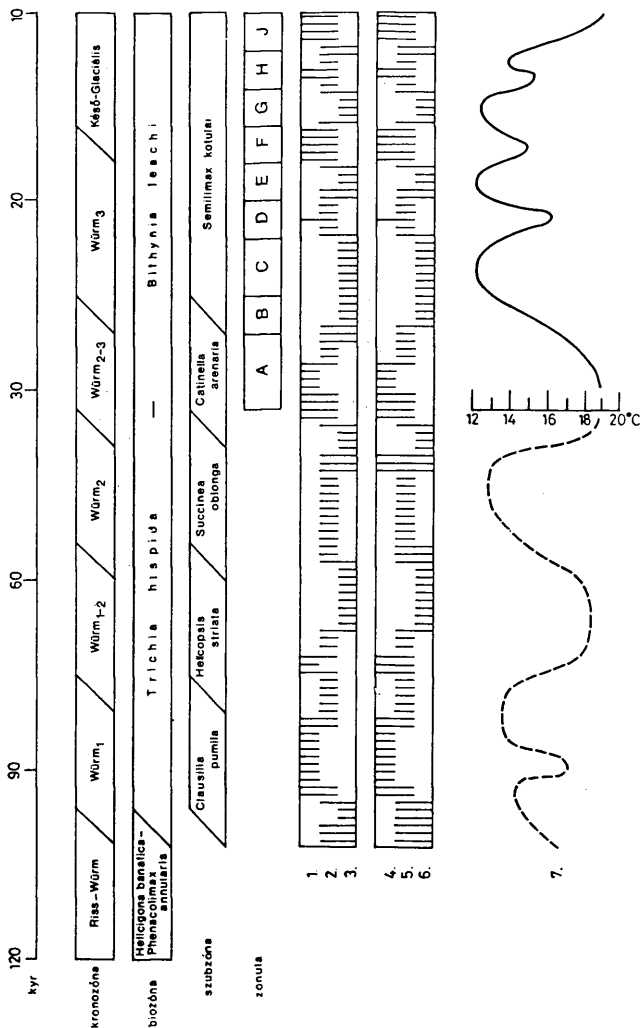
2. Módszer és az értékelés alapelvei

A magyarországi löszök keletkezésének paleoökológiai vizsgálata terén döntőnek bizonyult a malakofauna finomrétegtani-kvantitatív gyűjtési módszernek kidolgozása (KROLOPP, 1965a). Ennek lényege, hogy a makroszkópiusan homogénnek látszó löszös rétegeket finomabb (10, 20, maximum 25 cm-es) szintekre bontjuk, a szintekből 5–10 kg üledékanyagot gyűjtünk be és a malakofaunát szintenként azonos mennyiségű üledékből iszapolással nyerjük ki.

A magyarországi löszös üledékek jelentős részéből a fenti gyűjtési módszerrel mintánként több száz, esetleg több ezer Mollusca héjhoz jutunk. A Mollusca

← 2. ábra. A klímaövek kiterjedése és a recens malakofauna elterjedése Magyarországon. I. KÖPPEN-féle klímaterületek Magyarországon DOBOS & FELMÉRY (1977) nyomán módosítva: 1. Döntően boreális (kárpáti hegyvidéki) klímahatás alatt lévő terület, 2. Döntően meleg-mérsékelt (óceáni) klímahatás alatt lévő terület, 3. Az óceáni és a sztyepp-erdőssztyepp klímaterületek átmeneti övezete, 4. Döntően sztyepp-erdőssztyepp klímahatás alatt álló terület, 5. Mediterrán csapadékeloszlású régió Magyarországon, 6. Mediterrán napfénytartamú régió Magyarországon. II. Az eltérő faunacentrumokhoz tartozó Mollusca fajok elterjedése Magyarországon: 7. Kárpáti, endemikus: *Perforatella vicina* (ROSSMÄSSLER, 1842), 8. Alpi, közép-európai: *Semilimax semilimax* (FÉRUSSAC, 1802,) 9. Délkelet-európai: *Zebrina detrita* (MÜLLER, 1774)

Fig. 2. Extension of recent climatological zones and distribution of some recent mollusc species in Hungary. I. The climatic regions of KÖPPEN's system in Hungary - modified from DOBOS & FELMÉRY (1977): 1. D climatic area where Carpathian, Subcarpathian cold and wet climatic effect dominate. 2. C climatic area where mild climatic effect dominate. 3. Mixed zone between C and BS climatic areas. 4. BS climatic area where dry and warm climatic effect dominate. 5. Area of Mediterranean annual precipitation disperse in Hungary. 6. Area of Mediterranean sunlight content in Hungary. II. Distribution of recent mollusc species from different fauna centers: 7. Carpathian, endemic: *Perforatella vicina* (ROSSMÄSSLER, 1842). 8. Alpiam, Middle-European: *Semilimax semilimax* (FÉRUSSAC, 1802). 9. South-southeastern European: *Zebrina detrita* (MÜLLER, 1774)



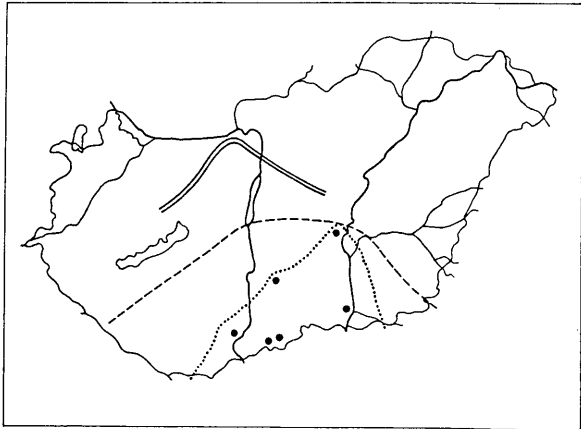
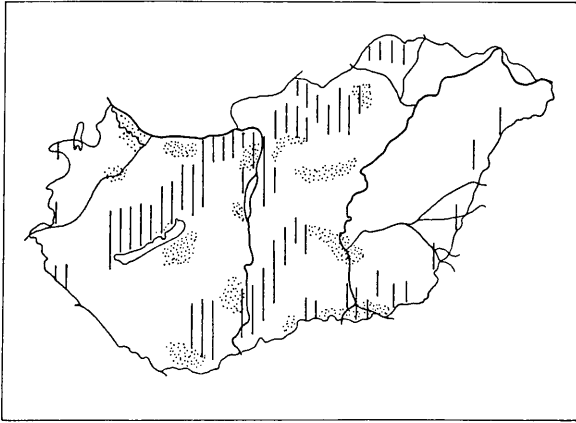
anyag statisztikus értékelése tette lehetővé a különböző löszös üledékek képződési körülményeinek a korábinál pontosabb megismerését. Az egyes fajok mintánkénti %-os arányának (dominanciájának) változásait ugyanis az időben végbemenő ökológiai változások okozták.

A hazai würm korú löszös üledékekből előkerült teresztrikus Mollusca-faunát csapadék és hőmérsékleti igénye, az aljzat minősége, a növényzeti borítottság szerint soroltuk paleoökológiai csoportokba (SÜMEGI, 1989; KROLOPP & SÜMEGI, 1992), majd az egyes csoportok arányváltozásai alapján a würm perióduson belüli tenyészidőszakok (nyári félév) csapadék, növényzeti és hőmérsékleti viszonyait rekonstruáltuk (3. ábra).

A paleoökológiai elemzéseken túl a löszökből előkerült malakofauna alapján az egyes kronológiai-sztratigráfiai szinteket is azonosítottuk a fajösszetétel és a dominancia-viszonyok alapján (KROLOPP, 1983). A felsőwürm korú löszök esetében HERTELENDI et al. (1989, 1992) munkái nyomán Magyarországon is lehetőség nyílt a Mollusca héjakon elvégzett korrekt radiokarbon elemzésre, így egymástól igen távol lévő szelvények azonos korú rétegeinek összehasonlítását is elvégezhetjük. A radiokarbon adatok elemzése lehetővé tették, hogy összehasonlított paleoökológiai-paleobiogeográfiai térképeket szerkesszünk és ezeken a térképeken az egyes faunaelemek elterjedését, dominancia-viszonyait is feltüntessük (4. és 5. ábra). Ezeknek a paleobiogeográfiai térképeknek a segítségével a különböző faunaelemek migrációs irányait, az egyes sztratigráfiai és paleoökológiai szempontból fontos fajok elterjedését, illetve elterjedésük határát, így a paleoökológiai-paleovegetációs zónák, egyúttal az egykori klíma hatásterületeinek kiterjedését is rekonstruálhattuk. Így például a kvartermalakológiai és radiokarbon elemzések alapján készített finomabb léptékű tagolás alapján a *Granaria frumentum* faj háromszor vándorolt be a würm idejéna Kárpát-medencébe. Az alsó- és középső würm határán, majd a 25.000–32.000 BP évek, illetve a 20.000–22.000 BP évek között kialakult interstadiálisok idején. Az alsówürm során a Dunántúli-középhegységben (Gerecse) is megjelent, sőt LOŽEK (1964) adatait figyelembe véve a Kisalföldön egészen az Északi-Kárpátok pereméig felhatolt. A *G. frumentum* alsówürm kori elterjedése igen hasonló az alsópleisztocén

← 3. ábra. A magyarországi felsőpleisztocén biosztratigráfiai tagolása és a csapadékviszonyok, a növényzet és a júliusi középhőmérséklet rekonstruálása malakofauna alapján. A = *Granaria frumentum*-*Vallonia enniensis* zonula, B. = *Pupilla triplicata* zonula, C. = *Vallonia tenuilabris* zonula, D. = *Vallonia costata* zonula, E. = *Columella columella* zonula, F. = *Vestia turgida*-*Punctum pygmaeum* zonula, G. = *Pupilla sterri* zonula, H. = *Columella edentula* zonula, J = *Vertigo geyeri*-*Vertigo antivertigo* zonula. 1. csapadékos klímazakasz. 2. csapadékos és száraz klímazakasz közötti átmeneti fázis. 3. száraz klímazakasz. 4. zárt erdei állapot dominanciája. 5. erdőssztyepp állapot dominanciája. 6. sztyepp állapot dominanciája. 7. a júliusi középhőmérséklet becslést és malakohőmérő módszerrel rekonstruált értékei

Fig. 3. Upper Weichselian biostratigraphic horizons in Hungary and palaeovegetation reconstruction based on mollusc fauna. A = *Granaria frumentum*-*Vallonia enniensis* zonule, B. = *Pupilla triplicata* zonule, C. = *Vallonia tenuilabris* zonule, D. = *Vallonia costata* zonule, E. = *Columella columella* zonule, F. = *Vestia turgida*-*Punctum pygmaeum* zonule, G. = *Pupilla sterri* zonule, H. = *Columella edentula* zonule, J = *Vertigo geyeri*-*Vertigo antivertigo* zonule. 1. humid climatic period, 2. transitional period between a humid and an arid phase, 3. arid climatic period, 4. closed forested phase, 5. open forested phase, 6. steppe phase, 7. July mean temperatures obtained by malacothermometer method



korú és a recens képhez (4. ábra), bár az idősebb würmből kevesebb adattal rendelkezünk. Ugyanakkor a würm₂₋₃ (25.000–32.000 BP évek) és a felsőwürm (megközelítőleg 20.000–22.000 BP évek) során a medence déli és centrális részéig nyomult be. Feltételezzük, hogy az idősebb würmben kimutatott expanziót egy hosszabb ideig tartó, erőteljesebb felmelegedés váltotta ki. A felsőwürm és középső würm határán, illetve a felsőwürmben lezajlott migrációt egy-egy rövidebb ideig tartó és/vagy kevésbé markáns felmelegedés okozhatta, így ez a termofil faunaelem nem tudott elterjedni az egész medencében. A Mende Felső Talajkomplexum szintjével egykorú szelvényszakaszokban (25.000–32.000 BP évek között) jelentős a *Granaria frumentum* faj aránya (2–30%) és elterjedésének északi határa (4. ábra) a Balatontól, Csepel-szigettől és a Zagyva torkolatától délre, megközelítőleg Tamási–Tass–Tiszacéksze vonalánál alakult ki. A 20.000–22.000 BP évek közötti interstadialisban megjelenése jelentéktelenebb arányú (0,3–5%) volt és az eddigi adatok alapján elsősorban a Duna–Tisza közének déli részére szorítkozott. Mégis alföldi elterjedésének legészakibb pontja (Lakitelek) ebben a rövid ideig tartó felmelegedési fázisban is megegyezett az előző szakaszban kialakult elterjedési határponttal. Véleményünk szerint a dominancia-értékekben kimutatható különbségek a felmelegedés mértékében jelentkező eltéréseket mutatják (3. ábra), míg a legészakibb behatolási terület a hazánk déli és centrális részén ma is kimutatható szubmediterrán klímahatás következtében alakulhatott ki (2. ábra). A három expanzió között – a különbségek ellenére – több azonosságot is megállapíthatunk, így a délről északra csökkenő dominancia-értékeket, amelyek azt bizonyítják, hogy ez a Mollusca faj a Kárpát-medence déli részéről, a Balkán félsziget északi részéről vándorolhatott be a felmelegedések során a Kárpát-medence centrális illetve északi területeire.

3. A würm korú magyarországi löszképződmények keletkezési körülményei Mollusca-fauna alapján

A magyarországi löszök és lösz-szerű képződmények jelentős része a würm során képződött. Ezekből a képződményekből előkerült faunák mind összetételükben, mind az egyes fajok dominancia-viszonyait illetően eltérnek a recens faunáktól.

A különbséget a kihalt faunaelemek (*Succinea schumacheri*, *Vertigo parcedentata*, *Vertigo pseudosubstriata*), illetve az ország területén ma nem élő fajok, így az infúziós löszökben előforduló *Lymnaea glabra*, *Gyraulus acronicus*, *Vertigo geyeri*

← 4. ábra. A *Granaria frumentum* (DRAPARNAUD, 1801) magyarországi recens és pleisztocén elterjedésének összehasonlítása. I. A *Granaria frumentum* faj idősebb pleisztocén és recens elterjedése: 1. recens, 2. alsó pleisztocén elterjedés. II. Würm korú elterjedés határvonalai: 3. alsówürm korú elterjedés, 4. 25.000–32.000 BP évek közötti megjelenés, 5. 20.000–22.000 BP évek közti elterjedés, 6. radiokarbon mérésekkel datált lelőhelyek

Fig. 4. Compare analyses of *Granaria frumentum* (DRAPARNAUD, 1801) speciesó recent and Pleistocene distributions in Hungary. I. Lower Pleistocene and recent distributions: 1. Lower Pleistocene distribution 2. recent distribution. II. Arealines of Weichselian distributions. 3. Lower Weichselian extension, 4. extension between 25.000–32.000 BP years, 5. Extension between 20–22.000 BP years, 6. findspots with radiocarbon data

és az eolikus löszökre jellemző csigák (*Catinella arenaria*, *Columella columella*, *Vertigo genesii*, *V. modesta*, *Pupilla sterri*, *Vallonia tenuilabris*, *Mastus venerabilis*, *Semilimax kotulai*, *Trichia edentula*) okozzák.

Ezeknek a fajoknak, továbbá a jelenleg kis egyedszámban jelentkező, de a löszökben domináló faunaelemek eredménye az ún. "löszfauna", amely olyan fajok együttese, amelyhez hasonló összetételű jelenleg Európában nem található meg.

A würm periódus alatt jelentős ciklikus klímaingadozás történt. Ennek hatására a Mollusca-fauna faji összetétele és mennyiségi viszonyai jelentősen és többszörösen megváltoztak (3. ábra). Ez a változás szakaszos volt az éghajlati faktorok és a velük összefüggésben lévő környezeti tényezők változásainak megfelelően. A változások alapján olyan paleoökológiai szakaszokat tudtunk elkülöníteni, amelyek nemcsak az egykori környezet rekonstrukciójára, hanem az időbeli történések miatt biosztratigráfiai tagolásra is alkalmasak (KROLOPP, 1983, 1995: biozónák és szubzónák, SÜMEGI, 1989, 1991, 1995: zonulák). Ezek a biosztratigráfiai egységek klíma- és ökosztratigráfiai egységeknek is megfelelnek.

Bár a würm faunának jelentős részét nagy tűrőképességű (euryök) fajok alkotják, de különböző szűk toleranciájú (stenök) elemek is jelentkeznek. A specialista fajok dominanciája térben és időben jellegzetesen megváltozik a környezeti tényezők változásainak megfelelően, ezért a különböző jelzőértékű Mollusca fajok időbeli megjelenését és egyedszámárányát vizsgálva a felsőpleisztocénen belül a következő paleoökológiai szakaszok rajzolódtak ki:

1. A korai würmben a riss-würm interglaciálisra jellemző enyhe és csapadékos, erdei környezetet igénylő elemek (KROLOPP, 1983: *Helicigona banatica-Phenacolimax annularis* biozóna) fokozatosan visszaszorulnak (*Mastus bielzi*, *Sosia diodontia*, *Helicigona banatica*) és a hűvösebb, szárazabb klímát elviselő fajok (*Pupilla muscorum*, *Vallonia costata*) dominanciája válik uralkodóvá (KROLOPP 1983: *Bithynia leachi-Trichia hispida* biozóna, típuslelőhely: Kulcs, magaspárt, 2,4–6,4 m). Viszonylag kiegyenlített klímán képződött ekkor a lösz, de a magyarországi alsówürm korú löszökben található hidegkedvelő, hidegtűrő Mollusca fajok (*Columella columella*, *Vertigo alpestris*, *Vallonia tenuilabris*) azt jelzik, hogy már a würm kezdetén is számolni kell rövid ideig tartó, de jelentős lehűlésekkel. Ebben a paleoökológiai szakaszban akkumulálódott – egybekötött – a Dörög-esztergomi medencében található löszös üledékek jelentős része is (KROLOPP, 1965a, 1983: *Clausilia pumila* szubzóna, Csolnok 8. sz. löszfeltárás, 2,5–3,0 m közötti szakasza), a kulcsi löszfeltárás korai würm szelvényszakasza (KROLOPP, 1965b) és feltételezhetően ide sorolható a mendei löszfeltárás 25–27 m közötti löszrétege (WAGNER, 1979a), valamint a paksi löszszelvény 23–28 m közötti rétege (WAGNER, 1979b). A fauna összetétele és a dominancia-viszonyok alapján egy hűvös, de nem kifejezetten hideg klímaszakaszban képződtek ezek a löszrétegek.

2. Az alsówürm végén, a középső würm kezdetén jelentős klímaváltozás történt. Az ebben a periódusban képződött löszökből tömegesen kerültek elő xerofil fajok, így a *Helicopsis striata*, *Pupilla triplicata* egyedei (KROLOPP, 1965a: *Helicopsis striata* szubzóna, Csolnok 8. sz. löszfeltárás 1,5–2,5 m közötti sza-

kasza). Száraz, viszonylag enyhe klímaperiódusban, döntően sztyeppjellegű növényzet jellemezte ezt a paleoökológiai szintet (würm₁₋₂).

3. A középső würmben a hidegtűrő, higrofil elemek dominálnak az eolikus löszökben. Különösen a *Succinea oblonga* egyedszáma jelentős, de a kísérőfaunában is a hidegtűrő, higrofil elemek, mint a *Columella edentula*, *Trichia hispida*, *Helicigona arbostrum* jelentkeznek (KROLOPP, 1983: *Succinea oblonga* szubzóna, szászvári téglagyári feltárás 5,75–7,0 m közötti szakasza). Az ártéri, löszszerű üledékekben a közönségesebb fajok mellett a boreális elterjedésű vízi fajok (*Valvata pulchella*, *Bithynia leachi*, *Gyraulus acronicus*) aránya válik uralkodóvá (KÓNYA et al., 1987). A Mende Felső Talajkomplexum (PÉCSI et al., 1979a) bázisát alkotó löszök alakultak ki ebben a periódusban (mendei téglagyár: 12–17 m, WAGNER, 1979a; paksi téglagyár: 8–11 m, WAGNER, 1979b; dunaszekcsői téglagyár 15–20 m, WAGNER, 1966; kulcsi magaspárt 5–9 m, KROLOPP, 1965b).

4. A középső würm végén, a felsőwürm kezdetén újabb jelentős malakofaunisztikai változások mutathatók ki a magyarországi löszökből. A hidegtűrő–hidegkedvelő fajok visszaszorultak, az enyhébb klímát kedvelő fajok (*Granaria frumentum*, *Vallonia enniensis*) dominánssá váltak és megjelent a würm_{2,3} interstadiális jellegzetes faunaeleme, a *Catinella arenaria* is (KROLOPP, 1983: *Catinella arenaria* szubzóna, szászvári téglagyár 4,0–5,75 m közötti szakasza).

5. A würm_{2,3} interstadiális követően a magyarországi löszökben a hidegkedvelő–hidegtűrő elemek (*Columella edentula*, *Columella columella*, *Vertigo parcedentata*, *Vallonia tenuilabris*) aránya vált dominánssá, az enyhébb klímát kedvelő fajok pedig eltűntek (KROLOPP, 1983: *Semilimax kotulai* szubzóna, a tihányi löszszelvény 0,5–2,5 m közötti szakasza).

A középső würm végétől a különböző malakofaunisztikai, paleoökológiai szintek kronológiai helyzete radiokarbon vizsgálatokkal is kontrollálható (HERTELENDI et al., 1989, 1992). Ezeket a vizsgálatokat főként azokon a löszszelvényeken (1. ábra) végeztük el (debreceni, lakiteleki, abonyi, szakmári téglagyárak, császártöltési, tiszalpári magaspárt), ahol a kvartermalakológiai elemzés a bioindikátor elemek jelentős változását mutatta ki (KROLOPP & SÜMEGI, 1990, 1991; NYILAS & SÜMEGI, 1989, 1992; SÜMEGI, 1989; SÜMEGI & LÓKI, 1990; SÜMEGI et al., 1990, 1992). Ezekhez az elemzésekhez csatlakoznak a régészeti (madarasi téglavető, pilismaróti, esztergomi, szeged-öthalmi felsőpaleolit) lelőhelyeken elvégzett radiokarbon és malakológiai vizsgálatok (HERTELENDI et al., 1992; KROLOPP, 1978; MOLNÁR & KROLOPP, 1978) adatai.

A magyarországi löszök radiokarbon és kvartermalakológiai vizsgálata alapján a korábbi biosztratigráfiai beosztásnak (KROLOPP, 1983, 1995) a würm végi 4. és 5. szakaszt (*Catinella arenaria* és *Semilimax kotulai* szubzónákat) tovább lehetett finomítani, és a pleisztocén végén lejátszódott paleoökológiai–paleoklimatológiai változásokat pontosabban lehetett rekonstruálni (SÜMEGI, 1989, 1995), 9 kisebb egységet, zonulát lehetett rögzíteni.

1. A kronológiai (SZÓÓR et al., 1991) és őslénytani (SÜMEGI, 1988, 1989) vizsgálatok alapján a 32.000–27.000 BP évek között képződött löszös üledékekből tömegesen kerültek elő a *Granaria frumentum*, *Pupilla triplicata*, *Vallonia enniensis* és *Chondrula tridens* fajok egyedei. A fauna összetétele azt jelzi, hogy a maihoz

hasonló klíma alakult ki a Kárpát-medencében. Ezen a klímán talajképződés indult meg és egy jellegzetes fosszilis talaj, a Mende Felső Talajkomplexum alakult ki (PÉCSI et al., 1979a). Kvartermalakovológiaiilag ezt a szintet a *Granaria frumentum*–*Vallonia enniensis* zonulába (típuslelőhelye a császártöltési magaspárt, 5,75–6,25 m közötti szakasza: 31.300±300 BP év) soroljuk. Ebbe a kvartermalakovológiai szintbe tartozik a katymári téglavető alsó fosszilis talajsintje (29.980±300 BP), valamint a lakiteleki téglagyárban feltárt löszrétegsor 4,5–6,0 m közötti szakasza is (30.000±550 BP).

2. A talajképződés végén, megközelítőleg 25.000–27.000 BP évek között a xerofil elemek közül a *Pupilla triplicata* faj vált uralkodóvá (SÜMEGI, 1988, 1989, SÜMEGI et al., 1992), jelezve az extrém száraz klímaviszonyokat. Ez a paleoökológiai szint a Magyar Nagyalföld, a Dunántúl és az Északi-középhegység előterének több pontján is kimutatható (dunaszekcsői téglagyár, madarasi téglavető, katymári téglavető, szeged-óthalmi homokbánya, lakiteleki téglagyár, tiszalpäri magaspárt, tokaji Patkó bánya, Csorgókúti bánya löszszelvénye stb.). Ezt a paleoökológiai szintet a *Pupilla triplicata* zonulába soroltuk, típuslelőhelye a látóképi löszszelvény 3,0–3,5 m közötti szakasza (25.020±500 BP év).

3. Erre a horizontra egy olyan löszös szint települt, amelyből a kifejezetten hidegkedvelő fajok (*Columella columella*, *Vallonia tenuilabris*) kerültek elő tömegesen. A kísérőfaunában enyhébb klímát kedvelő faunaelemek egyáltalán nem fordulnak elő, csak hidegtűrő és mezofil fajok (*Succinea oblonga*, *Columella edentula*, *Pupilla muscorum*). Ez a faunaösszetétel azt jelzi, hogy igen komoly lehűléssel kell számolnunk és Magyarországon ebben az időszakban (25.000–22.000 BP évek között) a hideg-kontinentális jellegű sztyeppek kerültek túlsúlyba. Ez a szint a würm egyik hidegmaximuma és a Magyar Nagyalföld jelentős részén (SÜMEGI, 1989) és a dunántúli löszökben is kimutatható (dunaszekcsői, szásvári, debreceni, hajdúböszörményi téglagyári szelvények, madarasi, katymári téglavetők, látóképi, józjai löszszelvények). Ezt a hidegmaximumot biosztratigráfiai–paleoökológiai rendszerünkben a *Vallonia tenuilabris* zonulába soroltuk (típuslelőhely a debreceni téglagyári szelvény 2,75–3,25 m közötti szakasza: 22.800±300 BP év).

Ebben a klímaperiódusban indult meg a felsőwürm infúziós löszök képződése is (KÓNYA et al., 1987; MÁRTON et al., 1990; NYILAS & SÜMEGI, 1992). Ezekben az ártereken képződött üledékekben az álló és a lassan áramló vízben egyaránt megélő fajok (*Valvatidae*, *Lymnaeidae*, *Planorbidae*) alkotják a fauna döntő részét. A szárazföldi fajok közül a vízparti elemek dominálnak (*Succinea putris*, *Succinea oblonga*, *Oxyloma elegans*). A fauna összetétele alapján a felsőwürm folyók növényzettel dúsan benőtt, széles kiterjedésű árterein képződött ez az üledéktípus. Bár az üledék döntően ártéri környezetben akkumulálódott, a faunát az időnkénti kiszáradások is befolyásolták (KROLOPP & SZÓNOKY, 1982; KÓNYA et al., 1987). A szárazabb periódusban a hidegtűrő, higrofil, ártereken élő fajok jelentkeznek a legnagyobb arányban (*Trichia hispida*). Ennek a lösztípusnak a fő képződési időszaka a felsőwürm, de kialakulása átnyúlik a késő glaciális periódusba is (SZŐÖR et al., 1987).

4. A magyarországi löszszelvények 22.000–20.000 BP évek közötti szakaszából előkerült malakofaunák alapján éghajlatváltozás történt az előzőekben leírt szinthez képest. A hidegkedvelő fajok visszaszorulnak és a mezofil, nagy tűrőképességű, többé-kevésbé higrofil elemek dominálnak (*Vallonia costata*, *Vallonia pulchella*, *Pupilla muscorum*) ebben a szintben, sőt a Magyar Nagyalföld déli és centrális részein újra megjelenik a *Granaria frumentum* faj más, ugyancsak enyhébb klímát jelző fajok kíséretében. Az előző szinthez képest relatíve enyhébb és csapadékosabb klímaperiódus alakulhatott ki ekkor és ez a paleoökológiai szint jól párhuzamosítható a Dunaújváros–Tápiósüly Lösskomplexumban (PÉCSI, 1975) kimutatott alsó humuszos (h_2) szinttel, jelezve a rövid ideig tartó talajképződés klimatikus körülményeit. Ezt a paleoökológiai szintet a *Vallonia costata* zonulába (típuslelőhely: lakiteleki téglagyári szelvény 3,0–3,2 m közötti szakasza: 21.940±400 BP év) soroltuk (SÜMEGI & LÓKI, 1990). Ehhez a paleoökológiai szakaszhoz sorolható a madarasi téglavető humuszos horizontja (21.970±300) is.

5. A rövid ideig tartó enyhülést egy újabb, erőteljes lehűlés követte 20.000–18.000 BP évek között, amikor újra a hidegkedvelő elemek aránya (elsősorban a *Columella columella* faj egyedszáma volt jelentős) vált dominánssá, a kísérő-faunából pedig kiszorultak az enyhébb klímát kedvelő elemek. Ez a változás azt jelzi, hogy a felsőwürmön belül egy újabb hidegmaximum alakult ki. Ezt a stadiális szintet mutató malakofaunát a *Columella columella* zonulába (típuslelőhely a debreceni téglagyári szelvény 2,25–2,5 m közötti szakasza: 18.090±200) soroltuk (SÜMEGI, 1989). Ebbe a zonulába sorolható a jászfelsőszentgyörgyi felsőpaleolit lelőhely alsó szintje (18.500±400 BP év, HERTELENDI, 1993), valamint a Tokaj patkó-bányai szelvény egy szakasza (18.200±300 BP év).

6. Erre a lehűlési szintre egy rendkívül jellegzetes faunaösszetételű löszréteg települt. Jellemzője, hogy a mezofil, nagyobb növényzeti borítottságot igénylő, holarktikus elterjedésű *Punctum pygmaeum* faj dominanciácsúccsal (5–70%-os arányt) jelentkezik ebben a szintben (KROLOPP & SÜMEGI, 1991), ugyanakkor a kísérőfaunában az erdei környezetet igénylő fajok, mint a kárpáti elterjedésű *Vestia turgida* (KROLOPP & SÜMEGI, 1990), az alpi-kárpáti *Semilimax kotulai* (KROLOPP, 1961), a holarktikus elterjedésű *Vitrina pellucida* (KROLOPP & SÜMEGI, 1990), valamint a boreo-alpin *Discus ruderratus* (SÜMEGI et al., 1992) is jelentős arányban jelentek meg. A fauna összetétele alapján egy relatíve enyhébb, de feltétlenül csapadékosabb klímaperiódus alakult ki a Kárpát-medencében, amelynek hatására beerdősülés és talajosodás indult meg. A beerdősülést az ebből a szintből előkerült faszenek szövettani vizsgálatai is alátámasztják (STIEBER, 1967: egyeslombú tajga állapot). A magyarországi löszökben ezt a paleoökológiai szintet a Dunaújváros–Tápiósüly Lösskomplexum felső humuszos (h_1) szintjével (PÉCSI, 1975) párhuzamosítottuk. Ehhez a szinthez gravetti típusú régészeti lelőhelyek (T. DOBOSI, 1989; T. DOBOSI et al., 1983) is kapcsolódnak. Ezt a paleoökológiai horizontot a *Punctum pygmaeum*–*Vestia turgida* zonulába (típuslelőhelye: Szeged-Öthalom I. szelvény 2,75–3,25 m közötti szakasza: 16.200±300 BP év) soroltuk (KROLOPP & SÜMEGI, 1990). A *Punctum pygmaeum* faj dominanciaeloszlása, az erdei faunaelemek, továbbá a jelentősebb növényzeti borított-

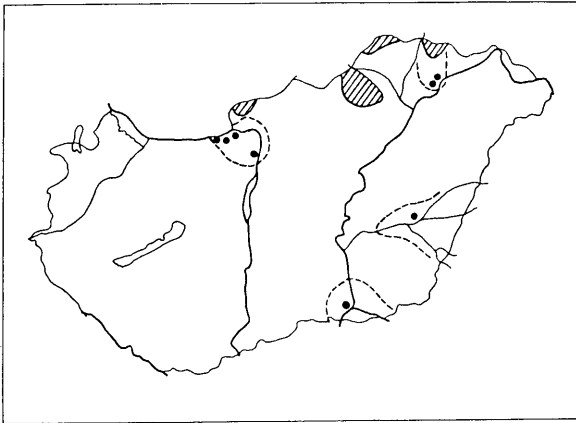
ságot igénylő fajok (*Vertigo alpestris*, *Orcula dolium*, *Discus ruderratus*, *Mastus venerabilis*, *Semilimax semilimax*, *S. kotulai*, *Vitrina pellucida*, *Vestia turgida*, *Arianta arbustorum*) megjelenése alapján, a Dunántúl és az Alföld déli részén, a közép-hegységi régióknak egyes részein (Dunazug-hegység, Tokaji-hegység), illetve folyók mentén alakulhattak ki zártabb erdők és erdőössztyepp területek ebben a klímaperiódusban. Ez a paleoökológiai állapot leginkább a mai dél-szibériai vegyeslombú tajga-erdőössztyepp zóna határán létrejött mozaikos vegetációhoz hasonlítható. A nagyobb növényzeti borítottságot igénylő fajok eloszlása bizonyítja, hogy ebben a mikrointerstadiálisban is az Észak-Balkánon, a Kárpát-medence déli részén elhelyezkedő erdőrefugiumokból terjedtek észak felé az erdei elemek. Ugyanakkor ebben az ökosztratigráfiai szakaszban kimutatott, közép-hegységeinkben található erdőszültebb területek azt bizonyítják, hogy a Kárpát-medencén belül is léteztek a pleisztocén végén reliktum erdőterületek, amelyekből a számukra kedvező éghajlati, ökológiai körülmények között az erdei elemek szétterjedtek (5. ábra).

7. Ezt a beerdősülési szintet követően egy újabb, a lehülési maximumokra jellemző faunát tartalmazó löszréteg települt. Az eddigi vizsgálatok alapján ebben a szintben jelentkeznek utoljára jelentősebb dominanciával a magyarországi löszökben a hidegkedvelő elemek (*Columella columella*, *Pupilla sterri*, *Valtonia tenuilabris*). Ez a felsőwürm végén, a késő glaciális kor kezdetén (megközelítőleg 16.000–13.500 BP évek között) kialakult stadiális horizont szinte valamennyi eddig megvizsgált magyarországi lösz-szelvényben kimutatható volt (SÜMEGI et al., 1990). A kronológiai és az őslénytani vizsgálatok (SÜMEGI et al., 1990; SZŐÖR et al., 1991) alapján feltételezzük, hogy ez a *Pupilla sterri* zonula (típuslelőhely a lakiteleki téglagyári szelvény 1,6–2,0 m közötti szakasza: 14.840 ± 300 BP év) a pollenanalízisek alapján leírt legidősebb Dryas fázissal szinkronizálható. Erre a periódusra jellemző, hogy a Magyarországról a holocén kezdetén visszaszorult *Vertigo geyeri* megjelenik az infúziós löszökben (NYILAS & SÜMEGI, 1992; SÜMEGI et al., 1990, 1992).

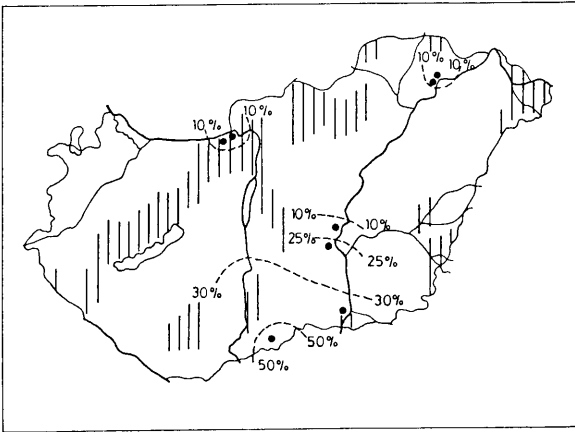
8. Ezt a hidegcúscot követően a hidegkedvelő elemek fokozatosan visszaszorultak, illetve eltűntek a magyarországi löszökből és a hidegtűrő, higrofil fajok (*Succinea oblonga*, *Columella edentula*, *Vertigo parcedentata*, *Trichia hispida*) dominancia-maximuma alakult ki 14.000–12.000 BP évek között (SÜMEGI, 1989). A fentebb említett fajok helyenként olyan tömegesen lépnek fel ebben az idő-




5. ábra. → A *Vestia turgida* (ROSSMÄSSLER, 1836) és a *Punctum pygmaeum* (DRAPARNAUD, 1801) fajok recens és würm korú elterjedésének összehasonlítása. I. A *Vestia turgida* elterjedése: 1. recens 2. würm korú lelőhelyek alapján. 3. radiokarbon mérésekkel datált lelőhelyek. II. A *Punctum pygmaeum* elterjedése: 4. recens 5. 16.000-18.000 BP évek között (a faunán belüli dominancia feltüntetésével) 6. radiokarbon mérésekkel datált lelőhelyek

Fig. 5. Compare analyses of *Vestia turgida* (ROSSMÄSSLER, 1836) and *Punctum pygmaeum* (DRAPARNAUD, 1801) species' recent and Weichselian distributions. I. Distribution of the *Vestia turgida* species: 1. recent extension, 2. Weichselian extension, 3. findspots with radiocarbon data. II. Distribution of the *Punctum pygmaeum* species: 4. recent extension, 5. extension between 16.000-18.000 BP years with dominance data of *Punctum pygmaeum*, 6. findspots with radiocarbon data



I.  1  2  3



II.  4  5  6

szakban, hogy a fauna 90%-át is alkotják. Az előző paleoökológiai szinthez képest enyhébb és főleg csapadékosabb klíma alakult ki ebben a periódusban. A "lössfauna" utolsó megjelenése köthető ehhez a faunaszinthez (*Columella edentula zonula*: debreceni téglagyári szelvény 1,25–1,5 m közötti szakasza: 13.380 ± 200 BP év). Ide sorolhatók a hajdúböszörményi, debrecen-látóképi, debrecen-józsai, hortobágy-szálkahalmi (13.000 ± 200 BP), abonyi (12500 ± 250 BP), szeged-óthalmi II. (14.000 ± 200 BP), katymári (13.300 ± 200 BP) szelvények legfiatalabb löszrétegei. Érdekessége ennek a szintnek, hogy a kárpáti elterjedésű, erdei elem, a *Mastus venerabilis* tömegesen jelenik meg benne (Szeged-Óthalom, Hódmezővásárhely, stb).

9. A 12.000 BP évet követően előbb a hidegkedvelő elemek (pl.: *Columella columella*, *Vallonia tenuilabris*) szorulnak ki a Kárpát-medence centrumából (utolsó egyedeik 11.700 ± 300 BP évnél mutathatók ki, pl: lakiteleki téglagyári szelvény 0,8–1,0 m közötti szakasza). A hidegtűrő fajok (*Succinea* spp., *Columella edentula*, *Vertigo geyeri*, *V. substriata*) aránya is lecsökkent, bár arányuk továbbra is jelentős marad. Ugyanakkor megjelennek az enyhébb klímát kedvelő fajok (*Vertigo antiwertigo*, *V. angustior*, *Pupilla triplicata*, *Chondrula tridens*, *Granaria frumentum*, *Helicopsis striata*). Ez a kevert jellegű fauna egy átmeneti éghajlati és vegetációs állapotot tükröz vissza (SÜMEGI, 1991; HERTELENDI et al., 1993, KERTÉSZ et al., 1994) és azt jelzi, hogy a hidegebb vegetációs periódusokkal jellemezhető ($12-16$ °C júliusi középhőmérsékletű), magyarországi lösz-sztyepp helyét fokozatosan átvette az enyhébb klímájú vegetációs periódusok ($16-20$ °C közötti júliusi középhőmérsékletek) alatt kialakuló tűlevelű és vegyes lombú tajgásztyepp vagy zárt tajga (WILLIS et al., 1995), felgyorsult a humuszfelhalmozódás, ugyanakkor a lösz képződése megszűnt (az eddigi adatok alapján $12.000-11.000$ BP évek között) és a löszök felszínközeli részén intenzív talajképződés indult meg. Ezt a szintet kvartermalakológiailag a *Vertigo antiwertigo-Vertigo geyeri* szubzónába (SÜMEGI in KERTÉSZ et al., 1994) soroljuk (tipuslelőhely: Jászberény, Káplár-tanyai mezolit korú régészeti lelőhely fekéjében található folyóvízi rétegösszlet $0,8-2,0$ m közötti szakasza: 12.000 ± 120 BP év). Eza a szárazföldi fajoknál leírt szubzóna megfelel az édesvízi fajoknál leírt *Valvata pulchella-Lithoglyphus naticoides* szubzónának (SÜMEGI, 1991; SÜMEGI in HERTELENDI et al., 1993).

A felsőwürm löszképződményekből előkerült malakofaunát nemcsak időben, hanem térben is megvizsgáltuk (KROLOPP, 1988b; SÜMEGI, 1989, 1991). Elemzéseink alapján a hazai felsőwürm löszök képződésének körülményei eltértek egymástól. A malakofaunisztikai azonosságok és különbségek alapján a következő területi egységek határolhatóak el:

Dél-dunántúli löszök

A különbséget a löszökben ritka *Aegopinella minor*, *Cochlodina laminata*, *Clauisilia pumila* és *Euomphalia strigella* (KROLOPP, 1988b), illetve a nemrég kimutatott *Trichia edentula* (KROLOPP, 1988a) jelenléte mutatja. A nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek aránya a würm korú löszökben meghaladja a Kárpát-medence más régiójában tapasztaltakat.

A Duna–Tisza közének löszképződményei

Az interstadiálisokban a löszön kialakult talajszintekben a xerofil (enyhébb klímát kedvelő és szárazságtűrő) Mollusca fajok (*Pupilla triplicata*, *Chondrula tridens*) aránya jelentősebb, mint az ország más részén (KROLOPP, 1966; SÜMEGI, 1988; SÜMEGI & LÓKI, 1990; SÜMEGI et al., 1992) és a Balkán felől az enyhébb klímát kedvelő elemek egészen ennek a régiónak a centrális részéig nyomultak be (pl.: *Granaria frumentum*) és itt érték el elterjedésük északi határát. Ennek oka feltehetően az, hogy – akárcsak napjainkban – az egykori vegetációs periódusok napfénytartama, hőösszege, hőmérséklete ezen a területen lehetett a legjelentősebb. Ugyanakkor a Duna–Tisza köze dél felől "nyitott", mert alacsony tengerszint feletti magasságú területek övezik, így a Balkán északi részén elhelyezkedő reliktumfoltokból a melegkedvelő fauna viszonylag gyorsan megjelenhetett itt a felmelegedések során. A Duna–Tisza közének felsőwürm korú faunafejlődése szorosan kapcsolódik a Dunántúl déli részének faunafejlődéséhez. Ez különösen a felmelegedések során lejátszódott faunamigrációkban tükröződik. Ugyanakkor a dél-dunántúli területek jelentősebb fajszáma csapadékosabb paleoökológiai viszonyokat jelez. Az eddigi kvartermalakológiai adatok alapján a Kárpát-medence déli része (Duna–Tisza köze, Dunántúli-domb-ság, Körös–Maros köze) a negyedidőszak végének interstadiálisai során a balkáni-pontikus faunakör északi határvonalát alkotta.

Északkelet-magyarországi löszök

A kontinentális, szárazságtűrő, hidegtűrő elemek (*Pupilla sterri*, *Vallonia tenuilabris*) dominanciája igen jelentős ezen a területen és arányuk meghaladja az ország egyéb területein tapasztaltakat (SÜMEGI, 1989). A felsőwürm interstadiálisok során a régió egyes területein (Hajdúság) nem alakult ki még erdőssztyepp állapot sem, hanem a hideg-hűvös klímájú sztyeppeket a felmelegedések során (*Pupilla muscorum*, *Pupilla triplicata*, *Chondrula tridens* fajokkal jellemezhető) enyhébb, de száraz klímájú sztyeppek váltották fel.

Összehasonlítva a würm során az ország területén jelentkező paleoklimatológiai különbségeket, azt tapasztalhatjuk, hogy hasonló jellegű eltérések adódnak, mint jelenleg. Az ország déli és délkeleti részén a mediterrán-szubmediterrán, a keleti részén a kontinentális, míg a nyugati országrészekeken az óceánikus hatások voltak az erősebbek és ezek a klímátényezők tükröződnek vissza a Mollusca-fauna összetételében.

Összefoglalás

A felsőpleisztocén (würm korú) löszök malakofaunája változatos képet mutat. A fauna kvalitatív és főként kvantitatív adatainak ökológiai szempontú értékelése során 5 nagyobb paleoökológiai szakaszt (biosztratigráfiai értelemben szubzónát), míg az utolsó két szakaszon belül 9 finomabb szintet (zonulát) lehetett elkülöníteni. Az egyes szakaszok, illetve szintek kronológiai helyzetét C^{14} adatokkal is rögzíteni tudtuk (3. ábra).

A Mollusca anyag paleoklimatológiai szempontú elemzése (SÜMEGI, 1989, 1995; SZŐÖR et al., 1991) igazolták, hogy a löszök képződésekor a klíma a mainál általában hűvösebb volt (a nyári félfvre vonatkoznak az adatok), azonban a klímátényezők (hőmérséklet és csapadékvizonyok, kontinentalitás, stb) széles intervallumban ciklikusan megváltoztak (3. ábra). Ezek a szakaszos változások a növénytakarót és a vele szoros összefüggésben lévő Mollusca-faunát, annak összetételét, dominancia-viszonyait többszörösen átalakították.

A magyarországi würm korú löszökben ezideig, malakológiai adatok alapján kimutatott paleoökológiai szakaszok és szintek a következők:

1. A korai würmben a riss-würm (Eem) interglaciális enyhe és csapadékos klímát, erdei környezetet igénylő faunaelemei fokozatosan visszaszorulnak és hűvösebb, szárazabb klímát elviselő fajok válnak uralkodóvá. A viszonylag kiegyenlített klíma mellett a würm kezdetén rövid ideig tartó, de igen jelentős lehűlésekkel is számolni kell.

2. Az alsówürm végén, a középső würm kezdetén száraz, viszonylag enyhe klímaperiódus következett be, főleg sztyeppjellegű növényzettel.

3. A középső würmben a hidegtűrő és nedvességigényes elemek dominanciája a hideg, de csapadékos nyári félfvek kialakulását jelzi.

4. A felsőwürm kezdetén (32.000–27.000 BP évek között) a Kárpát-medencében a maihoz hasonló klímaviszonyok mellett talajképződés zajlott (Mende Felső Talajkomplexum kialakulása), majd az interstadiális végén extrémén száraz klímaviszonyok alakultak ki (27.000–25.000 BP évek között).

Ezt az enyhébb klímaperiódust jelentős lehűlés követte és a würm egyik leghidegebb klímaszakasza alakult ki (25.000–22.000 BP évek között). Hideg, kontinentális-periglaciális jellegű sztyeppvegetáció dominált ebben a periódusban. Ugyanakkor a folyók növényzettel dúsan benőtt, széles árterein megindult az infúziós löszök képződése és ez a folyamat a késő glaciális végéig tartott.

Ezt követően egy rövid ideig tartó enyhébb és csapadékosabb klímafázis, ún. mikrointerstadiális jött létre (22.000–20.000 BP évek között), majd egy újabb erőteljes lehűlés, egy hidegmaximum alakult ki (20.000–18.000 BP évek között). A felsőwürm második hidegmaximumát követően a Kárpát-medencében egy relatíve enyhébb, csapadékos klímafázis (mikrointerstadiális) hatására beerdősülés indult meg és a hegyvidékek peremén, a vizsgált terület déli részén (Magyar Nagyalföld és Dunántúl déli része) tajgaerdők, vegyes lombú erdők jöttek létre (18.000–16.000 BP évek között).

A felsőwürm végén, a késő-glaciális kezdetén egy újabb lehűlés, stadiális szakasz alakult ki (16.000–13.500 BP évek között) és a hideg-száraz, majd hideg-csapadékos klímán erőteljes löszképződés zajlott a vizsgált területen. A Kárpát-medence centrumában ekkor mutatkoztak utóljára számottevő arányban a hidegkedvelő elemek.

Ezt a hidegmaximumot enyhébb és csapadékosabb klímafázis követte, a hidegtűrő, higrofil faunaelemek igen jelentős dominanciájával (13.500–12.000 BP évek között). 12.000–11.000 BP évek közt a klímaváltozás hatására a környezetfejlődés elérte azt a szintet, hogy a kifejezetten hidegkedvelő faunaelemek kiszorultak a magyarországi pleisztocén végi malakofaunából és ugyanakkor az

eolikus löszök képződéseinek feltételei is megszűntek a Kárpát-medence centrumában. Ennek a folyamatnak a hatására a kontinentális löszsziepppek helyét fokozatosan a klimatikus sziepppek, erdősziepppek vették át.

A malakológiai adatok szerint a magyarországi felsőwürm korú löszök képződési körülményei területileg is különböztek egymástól. Az ország DDK-i részén a mediterrán, K-i részén a kontinentális, míg nyugati részén az óceánikus hatások voltak erősebbek. Kvartermalakológiai szempontból dél-dunántúli, Duna–Tisza közti és ÉK-alföldi löszöket lehetett elkülöníteni.

A löszös képződmények malakológiai vizsgálata nemcsak a paleoökológiai viszonyok megismerése szempontjából fontos, hanem alapul szolgált egy középső- és felsőpleisztocén ökosztratigráfiai rendszer kidolgozásának is.

Köszönetnyilvánítás

A munka az OTKA T-4259 és az OTKA F-4027 pályázat támogatásával készült.

Reconstruction of palaeoecological conditions during the deposition of Würm loess formations of Hungary, based on molluscs

Pál SÜMEGI — Endre KROLOPP

Summary

The aspect of the malacofauna of the Upper Pleistocene, Weichselian loess deposits is varied. Five bigger palaeoecological intervals (biostratigraphically subzones) might be discerned based on qualitative and quantitative ecological analyse of the fauna. Palaeoecological, stratigraphical, climatological and palaeo- biogeographical analyses was carried on based on the recent and Quaternary distribution of given mollusc species.

The last two intervals might be subdivided into 9 levels (zonules). Chronological situation of some intervals and levels were clarified with C-14 data (Fig. 3). Palaeoclimatological analysis of the molluscs revealed that during the deposition of the loess the climate was generally cooler than today (SÜMEGI, 1989; SZÖR et al., 1991). This applies to the summer half year. Climatic factors (temperature and precipitation, continentality, however, changed cyclically in broad intervals (Fig. 3). These cyclic changes transformed the vegetation and with it the strongly dependent mollusc fauna, its composition, dominance of species, as well (Fig. 3). Based on malacological data the following palaeoecological intervals and levels may be discerned in the Hungarian loess deposits:

1. During the earliest Würm the Eemian (Riss-Würm interglacial) elements, which preferred a mild and humid climate and a forested environment, retreated, subsequently such species became dominant, which preferred a cooler, drier climate. At the beginning of the Würm the climate was relatively temperate, but there were some intervals of significant cooling of short duration.

2. At the end of the Early Würm and at the beginning of the Middle Würm the climate was dry, comparatively mild, and a steppe vegetation prevailed.

3. The Middle Würm is characterised by the dominance of cold tolerant and humidity preferring species, which point to cool, but humid summer periods.

4. At the beginning of the Late Würm period (32.000–27.000 years BP) the climatic conditions within the Carpathian basin were comparable to those prevailing today, and soils were formed (Mende Upper Soil Complex). At the end of this interstadial the climate became extremely dry (27.000–25.000 years BP).

This mild period was followed by a very significant cooling, resulting in one of the coldest climatic periods of the Würm (25.000–22.000 years BP). The vegetation was a cold-continental steppe. Simultaneously on the wide flood plains of rivers were densely overgrown by vegetation. In this area the formation of the infusion loess began. This process might last to the end of the late glacial period.

A milder and more humid climatic phase of short duration followed the cold one, (22.000–20.000 years BP), then in turn a strong cooling resulted again in a cold peak (20.000–18.000 years BP). This second cold peak of the Late Würm gave place to a milder, more humid climatic phase (microinterstadial, 18.000–16.000 years BP), with asprading of forest vegetation at the margin of the mountains. Simultaneously on the Great Hungarian Plain and on the southern part of Transdanubia taiga forests and mixed forests prevailed (between 18.000 and 16.000 years BP).

At the end of the Late Würm, at the beginning of the late glacial period a renewed cooling resulted in a stadial period (16.000–13.500 years BP). At the beginning of this the climate was cold and dry, later cold and humid. This resulted in a strong accumulation of loess. In the central area of the Carpathian basin this was the last period when frigophilous elements lived in a significant number.

This cold peak was followed by a milder and more humid phase. During this phase cold tolerant, hygrophilous species showed a high level of dominance (between 13.500–12.000 years BP). Between 12.000–11.000 years BP, due to a new climatic change, the frigophilous elements disappear from the malacofauna of the Hungarian late Quaternary. Simultaneously the conditions, permitting loess deposition, ended in the central parts of the Carpathian basin. Consequently the periglacial loess steppe was replaced by climatic steppe and forested steppe. Malacological data point to a spatial pattern of conditions during the deposition of the Hungarian Upper Würm loess formations. In the SSW part of the today Hungary the Mediterranean climatic influence was evident, while the eastern parts were rather continental, the western parts in turn showed oceanic influences.

Irodalom – References

- ANT, H. (1963): Faunistische, ökologische und tiergeographische Untersuchungen zur Verbreitung der Landschnecken in Nordwestdeutschland – Abhandlungen des Landesmuseums für Naturkunde Münster, 25. 125 p.
- BACSO N. (1959): Magyarország éghajlata. (Climate of Hungary) Akadémiai Kiadó, Budapest, 302 p. (in Hungarian with German summary)
- BORHIDI, A. (1961): Klimadiagramme und Klimazonale Karte Ungarns – Annales Universitatis Scientiarum Budapestiensis de Lorando Eötvös Nominatae, Sectio Biologica, 4. 21-50.
- BOYCOTT, A. E. (1934): The habitats of land Mollusca in Britain – J. Animal Ecology, 22. 1-38.
- DOBOSI Z., FELMÉRY L. (1977): Klimatológia. (Climatology) Tankönyvkiadó, Budapest, p. 500. (in Hungarian)
- T. DOBOSI, V. (1989): Jungpaläolithische Siedlung in Madaras-Téglavető – Cumania, 11. 45-58.
- T. DOBOSI V., VÓROS I., KROLOPP E., SZABÓ J., RINGER, Á., SCHWEITZER F. (1983): Upper Palaeolithic Settlement in Pilismarót-Pálrét – Acta Archaeologica Hungarica, 35. 288-311.
- EVANS, J.G. (1972): Land Snails in Archeology. Seminar Press, London-New York, 436 p.
- FÜKÖH L. (1979): Holocén barlangi üledékek puhatestűinek vizsgálata. (Malacological examination of the sediments from the Holocene caves) – Karszt és Barlang, I-II. 5-10. (in Hungarian with English summary)
- HERTELENDI, E. (1993): Radiocarbon Age of a bone sample from the Upper Palaeolithic Settlement near Jászfelsőszentgyörgy – Tisicum, 8. p. 61.
- HERTELENDI, E., CSONGOR, É., ZÁBORSZKY, L., MOLNÁR, I., GÁL, I., GYÖRFFY, M., NAGY, S. (1989): Counting system for high precision C¹⁴ dating – Radiocarbon, 32. 399-408.
- HERTELENDI, E., SÜMEGI, P., SZÓÓR, GY. (1992): Geochronologic and palaeoclimatic characterization of Quaternary sediments in the Great Hungarian Plain – Radiocarbon, 34. 833-839.
- HERTELENDI E., LÖKI J., SÜMEGI P. (1993): A Háy-tanya melletti feltárás rétegsorának szedimentológiai sztratigráfiai elemzése. Sedimentological and stratigraphic examination of the profile at the Háy-tanya excavation – Acta Geogr., Geologica et Meteor. Debrecina, 30-31. 65-75.
- HÍR, J. (1988a): Molluscs and small-mammals from loess layers of Visonta open air mining – Folia Historico-Naturales Musei Mátraensis, 13. 37-42.
- HÍR J. (1988b): Alsó pleisztocén lejtőlész előfordulás a Sajó-völgyben. (Lower Pleistocene slope loess occurrence in the Sajó valley.) – Földtani Közlöny, 118. 163-173. (in Hungarian with English summary)
- HORVÁTH, A. (1962-1972): Mollusc periods in the sediments of the Hungarian pleistocene I-VII. – Acta Biologica Szegediensis, 8. 173-192, 9. 101-115, 10. 131-143, 11. 153-164, 12. 149-158, 17. 159-166. 18. 167-180.
- IVERSEN, J. (1958): The bearing of glacial and interglacial epochs on the formations and extinction of plant taxa – Uppsala Universitet Arssk, 6. 210-215.
- KERNEY, M.P. (1971): A Middle Weichselian deposit at Halling – Kent. Proc. Geol. Ass. 82. . 1-11.
- KERNEY, M.P., CAMERON, R.A.D., JUNGBLUTH, J.H. (1983): Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropa. P. Parey, p. 384. Hamburg-Berlin.
- KERTÉSZ, R., SÜMEGI, P., KOZÁK, M., BRAUN, M., FÉLEGYHÁZI, E., HERTELENDI, E. (1994): Archeological and Paleoeological Study of an Early Holocene Settlement in the Jászság Area (Jászberény I) – Acta Geogr. Geologica et Meteor. Debrecina, 32. 5-48.
- KORDOS L. (1981): Éghajlatváltozás és környezetfejlődés. (Climatic Change and Environmental Development) – MTA X. Osztályának Közleményei, 14. 209-221. (in Hungarian with English summary)
- KÓNYA, Z., KROLOPP, E., SZÓNOKY, M. (1987): Sedimentological and paleoecological investigation of alluvial (infusion) loesses and their underlying beds in the Great Hungarian Plain (Hungary). In: PÉCSI, M. (ed.): Pleistocene environment in Hungary – Geographical Research Institut Hungarian Acad. Sci. 103-120. Budapest.
- KROLOPP E. (1961): A tihanyi felső-pleisztocén Mollusca-fauna. (The Mollusc fauna of the Upper Pleistocene from Tihany) – Földtani Intézet Évi Jelentése 1957-58-ról, 505-509. (in Hungarian with French summary)

- KROLOPP E. (1965a): A Dorog-Esztergomi-Medence pleisztocén képződményeinek biosztratigráfiai vizsgálata. (Biostratigraphical investigations of the Pleistocene formations in the Dorog-Esztergom basin) – Földtani Intézet Évi Jelentése 1963-ról, 133–145. (in Hungarian with German summary)
- KROLOPP E. (1965b): A kulcsi pleisztocén képződmények biosztratigráfiai vizsgálata. (Biostratigraphical investigation of the Pleistocene formations from Kulcs.) In: RÓNAI A., BARTHA F., KROLOPP E. (eds.) A kulcsi feltárás szelvénye – Földtani Intézet Évi Jelentése 1963-ról, 167–187. (in Hungarian with German summary)
- KROLOPP E. (1966): A Mecsek hegység környéki löszképződmények biosztratigráfiai vizsgálata. (Biostratigraphical investigations of the loess formations in the Mecsek Mountain.) – Földtani Intézet Évi Jelentése 1964-ről, 137–187. (in Hungarian with German summary)
- KROLOPP E. (1967): Pleisztocén molluszka-faunák paleoökológiai vizsgálata. (Paleoecological investigation of the Pleistocene Mollusc-fauna) – Őslénytani Viták, 8. 1–4. (in Hungarian)
- KROLOPP E. (1978): A magyarországi negyedkori üledékek abszolút kronológiai adatai. Absolute chronological data of the Quaternary sediments in Hungary – Földrajzi Közlemények, 26. 228–232. (in Hungarian and English)
- KROLOPP, E. (1983): Biostratigraphic division of Hungarian Pleistocene Formations according to their Mollusc fauna – Acta Geologica Hungarica, 26, 62–89.
- KROLOPP E. (1984): A magyarországi pleisztocén Mollusca-fajok jegyzéke. (The list of the Pleistocene Molluscs from Hungary) – Soosiana, 10–11. 75–78. (in Hungarian and German)
- KROLOPP E. (1988a): Pleisztocén csigafaunánk új faja: *Trichia edentula* (Draparnaud). (*Trichia edentula* (Draparnaud) a new species of the Pleistocene Mollusc fauna in Hungary) – Malakológiai Tájékoztató, 8. 9–10. (in Hungarian with English summary)
- KROLOPP, E. (1988b): Distribution of some pleistocene Mollusc species in Hungary. In: PÉCSI, M., STARKEL, L. (eds.): Palaeogeography of Carpathian Regions – Geographical Research Institute Hungarian Acad. Sci. 59–63. Budapest.
- KROLOPP, E. (1995): Biostratigraphic division of Pleistocene formations in Hungary according to their mollusc fauna. In: FÜKÖH, L. (ed.): Quaternary Malacostratigraphy in Hungary – Malacological Newsletter Suppl. 1, 17–78.
- KROLOPP E., SZÓNOKY M. (1982): Az ós-Körös körösladányi rétegsorának paleoökológiai és ősföldrajzi vizsgálata. (Sedimentological and palaeoecological comparison of two typical facies in the Double-Körös valley) – Alföldi Tanulmányok, 8. 43–55. (in Hungarian with English summary)
- KROLOPP, E., SÜMEGI, P. (1990): Vorkommen von *Vestia turgida* (Rossmässler, 1836) in den pleistozänen Sedimenten Ungarns – Soosiana, 18. 5–10.
- KROLOPP, E., SÜMEGI, P. (1991): Dominancia level of the species *Punctum pygmaeum* (Draparnaud, 1801): a biostratigraphical and paleoecological key level for the Hungarian loess sediments of the Upper Würm – Soosiana, 19, 17–23.
- KROLOPP E., SÜMEGI P. (1992): A magyarországi löszök képződésének paleoökológiai rekonstrukciója Mollusca-fauna alapján. (Paleoecological reconstruction of the deposition of Hungarian loess formations, according to Mollusc fauna) 247–263. In: SZÓR, Gy. (ed.): Fáciesanalitikai, paleobiogeokémiai és paleoökológiai kutatások – MTA Debreceni Akadémiai Bizottsága, Debrecen. (in Hungarian)
- KROLOPP, E., SÜMEGI, P. (1993): Pleistocene *Vertigo* species from Hungary – Scripta Geologica, Spec. Issue 2, 263–268.
- LOŽEK, V. (1964): Quartärmollusken der Tschechoslowakei – Rozpravy Ústředního ústavu geologického, 31. Praha. 374 p.
- LOŽEK, V. (1965): The relationship between the development of soils and faunas in the warm Quaternary phases – Sb. Geol. Ved. Rada A., 3, 7–33.
- LOŽEK, V. (1990): Mollusc in loess, their paleoecological significance and role in geochronology-principles and methods – Quaternary International, 7/8. 71–79.
- MÁRTON, P., PÉCSI, M., SZEBENYI, E., WAGNER, M. (1979): Alluvial loess (infusion loess) on the Great Hungarian Plain. Its lithological, pedological, stratigraphical and palaeomagnetic analyses in the Hódmezővásárhely brickyard exposures – Acta Geologica Hungarica, 22, 539–555.

- MOLNÁR, B., KROLOPP, E. (1978): Latest Pleistocene geohistory of the Bácska Loess Area – *Acta Mineralogica et Petrographica*, 23/2, 245–264.
- NYILAS, I., SÜMEGI, P. (1989): Pointing out *Cochlicopa nitens* (Gallenstein) a new species for the Pleistocene in Hungary, in the territory of the Hortobágy National Park – *Soosianna*, 17, 113–115.
- NYILAS, I., SÜMEGI, P. (1992): The Mollusc fauna at the end of the Pleistocene in Hortobágy, Hungary – *Proc. 10th Internat. Malacological Congr.* 481–486. Tübingen.
- PÉCSI M. (1975): A magyarországi löszszelvények litosztratiográfiai tagolása. (Lithostratigraphical subdivision of the loess sequences in Hungary) – *Földrajzi Közlemények*, 23, 228–239. (in Hungarian and English)
- PÉCSI, M., SZEBÉNYI, E., PEVZNER, M.A. (1979a): Upper Pleistocene Litho- and Chronostratigraphical type profile from the exposure at Mende – *Acta Geologica Hungarica*, 22, 371–389.
- PÉCSI M., SZEBÉNYI, E., SCHWEITZER, F., PÉCSI-DONÁTH, É., WAGNER, M., PEVZNER, M.A. (1979b): Complex Evaluation of Dunaföldvár Loesses and Fossil Soils – *Acta Geologica Hungarica*, 22, 513–537.
- PINTÉR L., RICHNOVSZKY A., SZIGETHY A. (1979): A magyarországi puhatestűek elterjedése. (Distribution of the recent Mollusca of Hungary) – *Soosiana Suppl.* 1. 350 p. (in Hungarian with English summary)
- PROSWITZ, T. (1992): Distribution and ecology of nine Vertiginid species in the province of Dalsland (SW Sweden) (*Pulmonata: Vertiginidae*) – *Proc. 10th Internat. Malacological Congr.* 447–449. Tübingen.
- RÉTHLY A. (1948): Magyarország éghajlata. (Climate of Hungary.) 95–149. In: RÉTHLY A., AUJENSZKY L. (eds.) *Agrometeorológia*. Quick Kiadó, Budapest, 424 p. (in Hungarian)
- ROTARIDES, M. (1931): Die Schneckenfauna ungarische Lösses und die ungarische rezente Fauna, mit besonderer Berücksichtigung der Lösses von Szeged – *Szegedi Alföldkutató Bizottság Könyvtára*, VI. Szakosztálya, *Állattani Közlemények*, 8, 1–172. Szeged.
- ROTARIDES, M. (1936): Untersuchungen über die Molluskenfauna der ungarischen Lössablagerungen – *Festschr. Embrik Strand*, 2, 1–52.
- ROUSSEAU, D.D. (1987): New approach to the Pleistocene land snail. 151–163. In: PÉCSI, M., FRENCH, H.M. (eds.): *Loess and Periglacial Phenomena* – *Akadémiai Kiadó*, Budapest.
- ROUSSEAU, D.D. (1990): Statistical analyses of loess Mollusc for Paleoecological reconstruction. *Quaternary Internat.* 7/8, 81–89.
- SOÓS L. (1943): A Kárpát-medence Mollusca faunája. (Mollusc fauna from the Carpathian basin) *Akadémiai Kiadó*, Budapest. 468 p. (in Hungarian)
- SOÓS L. (1955–1959): Molluscs. In: SZÉKESSY, A. ed.: *Fauna Hungariae*. *Akadémiai Kiadó*, 19.1. 1–32. 19.2. 1–80. 19.3. 1–158. Budapest. (in Hungarian)
- SÜMEGI P. (1988): A lakiteleki téglagyári szelvény quartermalakológiai vizsgálata. (Quartermalacological investigation of Lakitelek brickworks profile) – *Malakológiai Tájékoztató*, 8, 5–9. (in Hungarian with English summary)
- SÜMEGI P. (1989): A Hajdúság felső-pleisztocén fejlődéstörténete finomrétegtani (öslénytani, szedimentológiai és geokémiai) vizsgálatok alapján. (Upper Pleistocene geohistory of the Hajdúság region based on finestratigraphical (palaeontological, sedimentological and geochemical) investigations – *Egyetemi doktori értekezés*, 96 p. Kossuth egyetem, Debrecen. (in Hungarian)
- SÜMEGI, P. (1991): The effect of the climatic changes on the Late Pleistocene malacofauna of the Great Hungarian Plain – *Acta Biologica Debrecina*, 22. (in press)
- SÜMEGI, P. (1995): Quartermalacological analysis of Late-Pleistocene loess sediments of the Great Hungarian Plain. In: FÜKÖH, L. (ed.): *Quaternary Malacostigraphy in Hungary* – *Malacological Newsletter Suppl.* 1, 79–111.
- SÜMEGI P., LÓKI J. (1990): A lakiteleki téglagyári szelvény finomrétegtani vizsgálata. (Finestratigraphical investigations of Lakitelek brickworks profile) – *Acta Geographica, Geologica et Meteorologica Debrecina*, 26–27, 157–167. (in Hungarian with English summary)
- SÜMEGI, P., HERTELENDI, E., SZÓÓR, GY. (1991): Palaeoecological reconstruction of the last period of the Upper Würm in Hungary on the basis of malacological and radiocarbon data – *Soosiana*, 19, 17–28.

- SÜMEGI P., LÓKI J., HERTELENDI E., SZÓÓR GY. (1992): A tiszalpart magaspárt rétegsorának szedimentológiai és sztratigráfiai elemzése. (Sedimentological and stratigraphical analyses of Tiszalpart high bluff profile) – *Alföldi Tanulmányok*, 14. 75–87. (in Hungarian with English summary)
- SZÓÓR GY. & SÜMEGI P., FÉLEGYHÁZI E. (1987): Szeged környéki sekélymélységű fúrások anyagának üledékföldtani, őslénytani vizsgálata, fáciestani és paleoökológiai értékelése. (Sedimentary-geological and palaeontological investigation, faciological and palaeoecological evaluation of the shallow boreholes near Szeged) – *Acta Geographica, Geologica et Meteorologica Debrecina*, 23. 19–33. (in Hungarian with English summary)
- SZÓÓR, GY., SÜMEGI, P., HERTELENDI, E. (1991): Malacological and isotope geochemical methods for tracing Upper Quaternary climatic changes. 61–73. In: PÉCSI, M., SCHWEITZER, F. (eds.): *Quaternary environment in Hungary* – Akadémiai Kiadó, Budapest.
- STIEBER J. (1967): A madarasi löszprofil faszeneinek elemzése. (Study of the charcoals from the Madaras loess profile) – *Archaeológiai Értesítő*, 94. 192. (in Hungarian)
- WAGNER, M. (1966): Auswertung der pleistozänen Schneckenfauna von Dunaszekcső – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestiensis de Rolando Eötvös Nominatae, Sectio Geologica*, 9, 41–52.
- WAGNER, M. (1979a): Mollusc fauna of the Mende loess profile – *Acta Geologica Hungarica*, 22, 397–401.
- WAGNER, M. (1979b): Mollusc fauna of the Paks loess profile – *Acta Geologica Hungarica*, 22, 433–441.
- WILLIS, K.J., SÜMEGI, P., BRAUN, M., TÓTH, A. (1995): The late Quaternary environmental history of Bátorliget, N.E. Hungary – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 118. (in press)
- ZÓLYOMI B. (1958): Budapest és környékének természetes növénytakarója. (Natural vegetation of Budapest and its area) 511–642 In: PÉCSI M. (ed.): *Budapest természeti képe* – Budapest. 744 p. (in Hungarian)

A kézirat beérkezett: 1995. január 8.