

## Negyedidőszaki éghajlati ciklusok a Mecsek környéki löszök puhatestű faunájának változása alapján

Tóth Árpád

**Abstract:** *Quaternary Climatic Cycles According to the Changes of the Mollusc Fauna of the Loesses in the Environs of Mecsek Mountains*

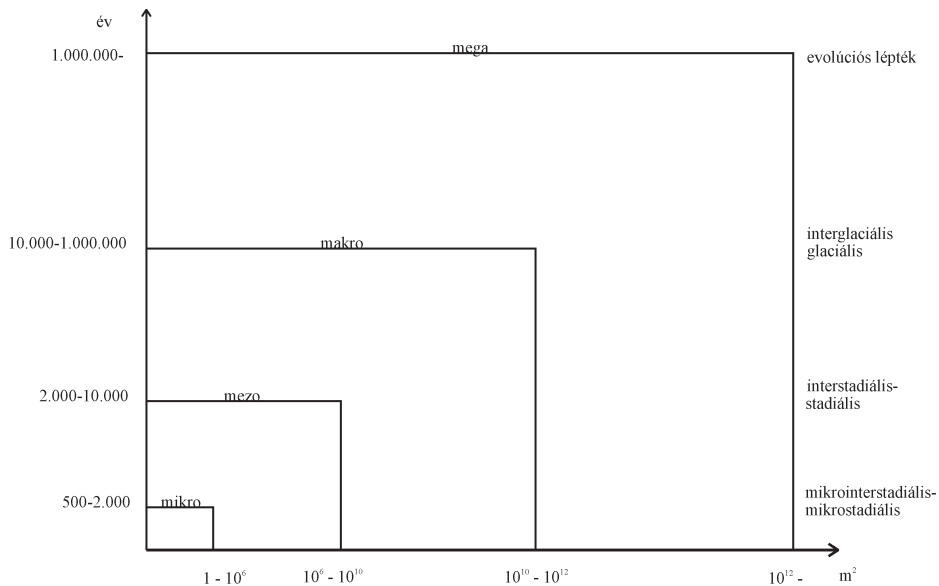
The cyclic climatic changes can be identified by Mollusc-fauna from loess layers during Late Quaternary. However, not only species composition but number of Mollusc faunas' dominance changes also refers to the climatic variability. Use of measures created on the basis of these changes is general in the ecology. We applied these measures to two geological profiles seemed to be suitable for the analysis around the Mecsek Mountain. According to our results it can be assessed that these ecological – statistical measures are suitable to identify the changes in the climate during the Quaternary glaciation.

**Key-words:** Quaternary malacology, Paleocology, Hungary

### 1. Bevezetés

A geológiai ciklusok kimutatására számos eljárás létezik. A módszerek többsége a lerakódott üledékekből mutatja ki a ciklikus változásokat, és következtet a ciklusok hosszára.

A ciklikusság végig követhető a földtörténet során. Őskörnyezeti vizsgálatok alapján több szintű tér- és időskálán történnek a változások (Delcourt–Delcourt, 1991). A legnagyobb, megaszintű változások kategóriája pl. átfogja a negyedidőszakot, így annak vizsgálatára nem alkalmas, ellentétben a többi, egymásba ékelődő egységgel. A makroméretű vál-



1. ábra. A ciklikus folyamatok szintjei Delcourt - Delcourt (1991) szerint

tozások közé sorolhatók a glaciálisok-interglaciálisok, míg a stadiálisok-interstadiálisok a néhány évezredes mezociklusoknak felelnek meg (1. ábra).

Egyes ciklusok és a Föld pályaelemei változásának periódusa között összefüggés állapítható meg. Az excentricitás és a precesszió, melyek hatására bekövetkezett változások markánsan jelentkeznek az üledékekben, makroszintű folyamatokat eredményeznek. Ilyen ciklusokat más, negyedidőszak előtt keletkezett üledékekből is kimutattak (Hinnov–Goldhammer, 1991, Olóriz et al., 1992). Pollenvizsgálatok ugyanakkor egy, a 19–23.000 éves precessziós ciklusoknál kisebb periódusú ciklust is kimutattak a negyedidőszaki eljegesedés kezdetekor. A szub-Milankovic-ciklus periódusa 15.000 év vagy annál valamivel kevesebb (Willis et al., 1999). Magyarországi kvarter képződményekből egészen rövid időléptékű (1000–3000 éves) szub-Milankovic-ciklusokat negyedidőszaki Mollusca fauna alapján több esetben is kimutattak (Sümegei–Krolopp, 1995, Sümegei, 1996, Sümegei–Hertelendi, 1998, Sümegei et al. 1998, 1999).

A negyedidőszaki eljegesedési szakaszok kimutatására a polleneken kívül jó lehetőséget kínálnak a löszökben előforduló puhatestűek. A Mollusca-fauna, a fajok ökológiai tűrőképessége végeessége miatt, igazodik a mindenkori hőmérséklet- és nedvességviszonyokhoz, valamint a növényzeti borítottsághoz. Ez szolgáltatja az alapot arra, hogy néhány, az ökológiában használatos egyszerű függvény és mutató segítségével megpróbáljuk kimutatni az egyes lehűlési és felmelegedési szakaszokat.

## 2. A módszer

Az üledékekben előforduló puhatestűek fajösszetételbeli és egyedszámváltozásai utalnak a klimatikus és a környezeti változásokra. A Mollusca-fauna értékelésénél így a faj- és az egyedszámot egyaránt figyelembe vettük, és segítségükkel a következő mutatókat számoltuk ki.

Az egyes szintekben előforduló puhatestű-fajok számából határozható meg a Sorensen-index:

$$SOR = \frac{2a}{2a + b + c},$$

ahol  $a$  a mindkét összehasonlítandó mintában előforduló fajok száma,  $b$  a csak a későbbi mintában,  $c$  pedig a csak a korábbi mintában meglévő fajok számát jelenti. Ezt az indexet korábban már sikerrel alkalmazták a hazai kvartermalakkológiai anyag statisztikai elemzésénél (Molnár–Sümegei, 1990, 1992).

Ebből egyszerűen kifejezhető a Lance és Williams-féle nemmetrikus különbözőségi mérték:

$$BLWMN = \frac{b + c}{2a + b + c}.$$

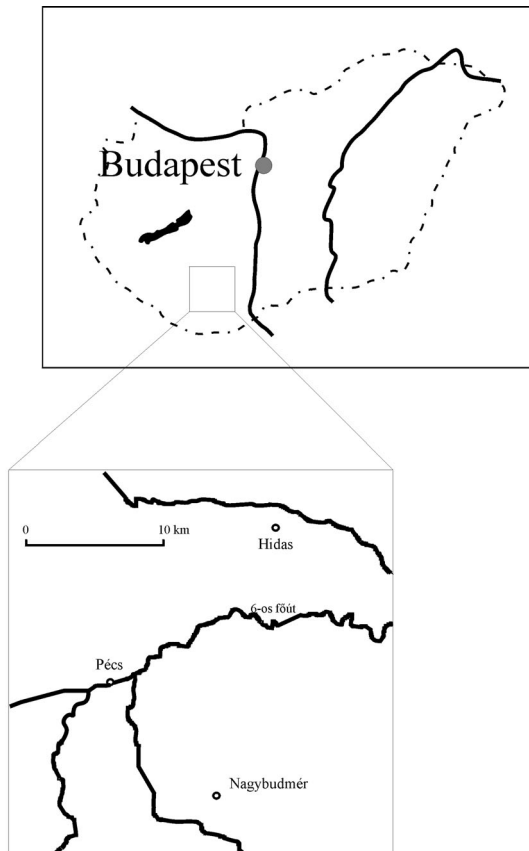
Ennek 100-szorosa (tehát százalékban kifejezett értéke) fajkicserélődési indexként ismert (Schoener, 1988), ami a két összehasonlított szint közötti fajváltozás mértékét mutatja.

A fajszámhoz hasonlóan az egyedszámváltozás is jellemezhető. Erre használatos a Bray-Curtis-féle mérték, amely

$$BC_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n |x_{ik} - x_{ij}|}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{2}(x_{ij} + x_{ik})}$$

alakú mutató, ahol  $i = 1, \dots, n$  a szelvényben előforduló fajok száma,  $x_{ik}$  a  $k$ -edik (későbbi) mintában az  $i$ -edik faj egyedszáma,  $x_{ij}$  pedig a  $j$ -edik (korábbi) mintában az  $i$ -edik faj egyedszámát jelenti. Ez a képlet tulajdonképpen az egyedszámok százalékos eltérését fejezi a két mintában.

A változások iránya (az előző szinthez képest csökkenő vagy növekedő faj- és egyedszám) is ábrázolható, amit egy egyszerű különbségképzéssel érhetünk el a számlálóban (ezt az RD-vel jelzett görbék mutatják). Feltüntetjük továbbá azt, hogy az egyes szintekben az összegyedszámból milyen arányban részesednek az alternatív, tehát a két szint közül egyidejűleg csak az egyikben megtalálható fajok ( $1 - GL$ ,  $RD(1 - GL)$ ).



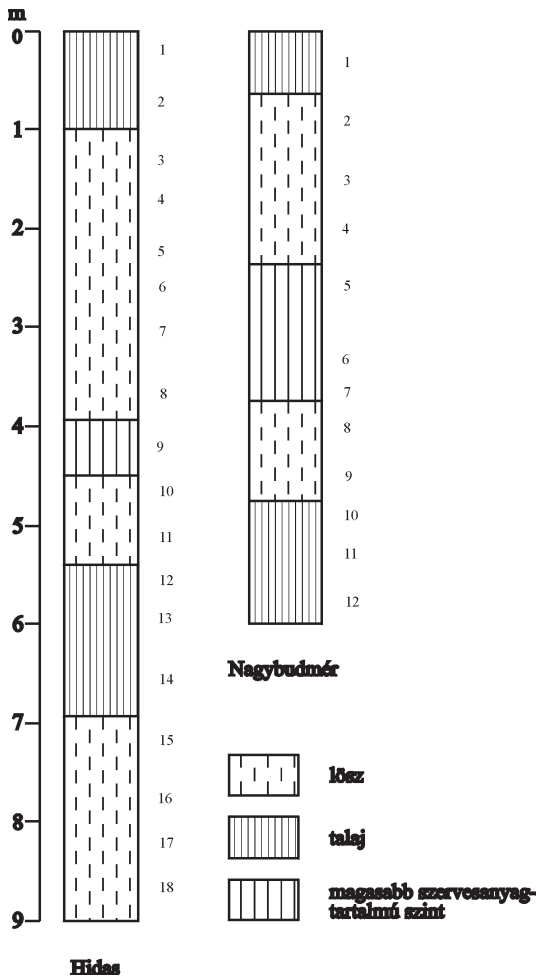
2. ábra. A vizsgált feltárások földrajzi elhelyezkedése

### 3. A hidasi és a nagybudméri feltárás szedimentológiai jellemzése

A módszert a Mecsek környéki Hidas és Nagybudmér közelében található feltárásokra alkalmaztuk. A választást az indokolta, hogy a hidasi feltárás a hegység északi, a nagybudméri pedig a déli lejtőjén található, és ez a mikroklimatikus eltérés már megjelenik a fauna összetételében (2. ábra).

A feltárások szedimentológiai és malakológiai vizsgálatát Krolopp Endre végezte el (Krolopp, 1966).

A két szelvény szedimentológiai jellege hasonló, sőt, beilleszthető a Mecsek környéki negyedidőszaki képződmények ideális szelvényébe. Ez három szárazföldi löszréteget és közrefogva két „vályogszintet” tartalmaz. A vályog itt a szelvény agyagosabb és magasabb szer-



3. ábra. A hidasi és a nagybudméri lösz-feltárás szelvénye

vesanyag-tartalmú (talajosodás jeleit mutató) részeit jelöli. A talajosodott szintek melegebb klímán alakultak ki, míg a löszös rétegek a lehülési szakaszokat reprezentálják.

Ez a tagozódás csak a hidasi feltárásban található meg teljes kifejlődésében, míg Nagybudmérien a szelvény csak az alsó talajszintig követhető (3. ábra). Látható ugyanakkor, hogy a nagybudméri szelvény felső humuszos szintje (3,70–2,30 m) erőteljesebben kifejlődött, mint a Hidasnál, ahol ugyanez a szint csak 60 cm-es vastagságban nyomozható (4,50–3,90 m).

#### 4. A Mollusca-fauna jellemzése

A két feltárás puhatestű faunája és a faunában bekövetkezett változások jellege nagyban megegyezik.

A hidasi szelvény legalsó löszrétegében egy hidegtűrő faj, a *Succinea oblonga* dominál, de a többi hidegtűrő kis számban fordul elő, és azok is főleg a szint alsó részén. Ez a szakasz a másik feltárásnál hiányzik. Keletkezésekor hűvös, csapadékos klíma volt jellemző.

Az alsó talajszintek kis számú faunát tartalmaznak, amit főleg melegkedvelő fajok alkotnak.

A középső löszszintek jellegzetessége, hogy hiányoznak a hidegtűrők, és dominánsak a szárazságtűrő fajok. Ez arra utal, hogy az enyhe klíma tovább folytatódott, de valamelyest szárazabbá vált.

A felső humuszos szinteket is a melegkedvelő fajok dominanciája jellemzi, bár az egyedszám, főleg a nagybudméri szelvényben, nagyon lecsökken, ami szintén a humuszos szint erősebb kifejlődését támasztja alá.

A felső löszös szakaszokban a melegkedvelők aránya rohamosan csökken, a hidegkedvelők pedig itt fordulnak elő a legnagyobb arányban. A klíma tehát az előzőhöz képest hidegebb lett, ugyanakkor a zárt területen élők alacsony aránya a legalsó löszréteg keletkezésekor jellemző éghajlatnál szárazabbra utal.

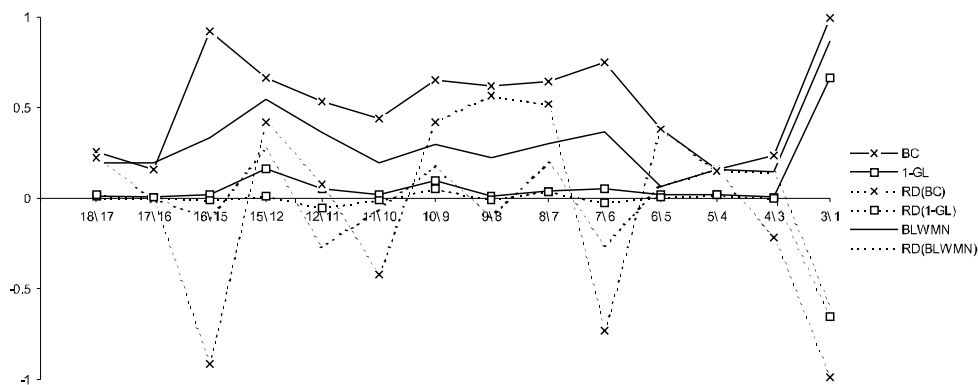
További érdekessége a faunáknak, hogy néhány faj (mind nagy tűrőképességűek) végig megtalálható a szelvényben. Majdnem folyamatosan jelen van az enyhébb klímát kedvelő, szárazságtűrő *Pupilla triplicata*, amely az enyhébb szakaszokban nagy arányban figyelhető meg. Csaknem állandó jelenléte (a hűvösebb szakaszokban is) a mediterrán hatás eredménye lehet. A két feltárás között mikroklimatikus eltérésre utal az, hogy Nagybudmérien a melegkedvelők aránya nagyobb, mint a hidasi szelvényben. Ez a különbség a két feltárás földrajzi fekvéséből adódik.

#### 5. Alkalmazás és eredmények

Az említett indexeket kiszámoltuk mindkét feltárás mintáira. Minden esetben két, egymást követő olyan mintát hasonlítottunk össze, amely tartalmaz puhatestűeket. Így ahol nem egy a különbség a két mintát jelző szám között, az azt jelenti, hogy a hiányzó számmal jelzett mintában nincsen fauna.

### 5.1. A hidasi feltárás jellemzése

A hidasi szelvény esetében az első markáns változás a 15. számmal jelzett szintben jelentkezik. Itt jelentős egyedszámcsökkenés – RD(BC) – és valamivel kisebb mértékű fajszámcsökkenés – RD(BLWMN) – figyelhető meg az előző szakaszhoz képest. A fajkicserélődés legnagyobb mértékét ezt követően tapasztaljuk. Mindez egybeesik a klímaváltozással és a talajszint megjelenésével: a korábbi hideg éghajlatot enyhe klíma követi, lehetővé téve ezzel a talajosodási folyamatok megindulását. Az alternatív fajok aránya is itt a legnagyobb (1 – GL), ami azt mutatja, hogy egymáshoz viszonyítva közvetlenül a talajszint alatti és feletti részen tér el legjobban a fauna összetétele az egész szelvényben (4. ábra).

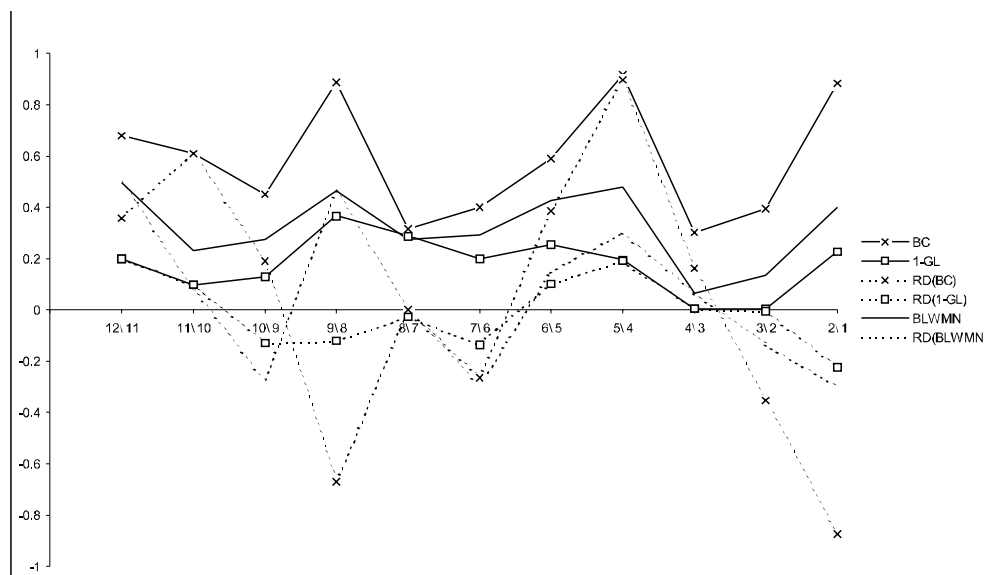


4. ábra. A hidasi feltárás puhatestű-faunájának közösségi mutatói

A középső löszszint megjelenése az egyedszám enyhe növekedésével esik egybe, majd az előzőnél kisebb mértékű egyedszámcsökkenés jelzi a felső humuszos szintet, amely azonban nem fejlődött ki markánsan a szelvényben. Ezt követően egy helyi maximumot figyelhetünk meg a faj és az egyedszám változását mutató görbéken (BLWMN és BC). Ezek RD görbéi mutatják, hogy a változást mindkét esetben növekedés okozza, vagyis új fajok jelennek meg. A csúcs összefüggésbe hozható a nedvességigényes fajok nagyobb arányával, ami a klíma csapadékosabbá válását jelenti.

A 8\7-es és 7\6-os értékek szintén egy nagyobb fajösszetételbeli változást mutatnak (3,5–2,5 m között). Az első esetben ezt fajszámnövekedés okozza, ami egyedszám-növekedéssel párosul (pozitív RD értékek), míg a másodikban az RD-görbék negatívak, tehát csökkenés van faj- és egyedszámban egyaránt. Ez ebben az esetben a fokozatos faunakicserélődés jelzi a klíma hidegebbé válásának hatására.

Ezt követően a recens talajszintig jelentősebb változás nem következik be a faunában, tehát a hideg klíma állandósult a szelvény ezen szakaszára. Az utolsó, szélsőséges értékek a talajt jelzik.



5. ábra. A nagybudméri feltárás puhatestű-faunájának közösségi mutatói

## 5.2. A nagybudméri feltárás jellemzése

Mindjárt az első két érték igen magas, mind a faj-, mind pedig az egyedszámváltozás tekintetében. Az RD-értékek ingadozóak, és az alternatív fajok aránya is jelentős. Ez a zavart szakasz egybeesik az alsó talajszinttel. Valóban, a talajszintekben a puhatestűek száma általában alacsony a kilügződés következtében, és a kis (pl. 10–20 darabos) egyedszám esetén viszonylag kis növekedés vagy csökkenés is jelentős változásokat eredményez az egymáshoz viszonyított arányokban (5. ábra).

A következő, alacsonyabb értékek kiegyensúlyozottabb faunaképre utalnak. A fauna összetétele alapján enyhe, száraz klíma uralkodott az üledékek képződése idején.

Ezt követően (9.8-as érték, 4,0 m) helyi maximum figyelhető meg a faj- és az egyedszám-változásban (BLWMN ill. BC görbék). A fajösszetételbeli változást fajszám-növekedés okozza, az egyedszámváltozást viszont annak csökkenése. Tehát új fajok jelennek meg (ez az 1 – GL görbéről is leolvasható), viszont az egyedszám az előző szinthez képest sokkal alacsonyabb. A megjelenő fajok higrofil és szubhigrofil csigák, ami az éghajlat csapadékosabbá válását jelzi. A jelentős egyedszámcsökkenés pedig a felső humuszos szint megjelenésének köszönhető.

2,30 m-ig (5.4) elég nagyok a faj- és az egyedszámváltozást mutató BLWMN- és BC-értékek, majd az említett szintben újabb maximum figyelhető meg. A fajok számának változását itt is fajszám-növekedés okozza, az igen nagy pozitív RD(BC) -érték viszont azt jelzi, hogy az egyedszám jelentősen növekedett. A fajkicserélődés a hidegtűrő fajok megjele-

nésére utal, azaz a klíma hidegebbé vált, míg a puhatestűek egyedszámában bekövetkezett növekedés a humuszos szint végét jelenti.

A szelvény felső részén jelentős változás nem tapasztalható, kivéve a recens talajszintre utaló értékeket.

## 6. Következtetések

A puhatestű-fauna fajösszetételének és egyedszámának változásait kifejező mutatók és az éghajlat- valamint az ökoszisztéma-változások alapján az alábbi megállapítások tehetők.

A két feltárás faunaösszetétel-beli jellegzetességei alapján megállapított klímaváltozások kimutathatók a fauna faj- és egyedszámváltozását leíró indexekből. Erre a Lance és Williams-féle mérték kiugró értékei utalnak, ami százalákban kifejezve nagyobb fajkicserélődést jelent. A szelvényben ez a fajok számának növekedését jelenti. Ezekben a szintekben az alternatív fajok aránya is magasabb, ami azt jelzi, hogy új fajok jelennek meg.

Az egyedszámváltozás leírására használatos Bray-Curtis-féle mutató kiugróan magas értékei, nagy negatív RD-értékekkel talajszint megjelenését valószínűsíti. Különösen jól megfigyelhető ez a nagybudméri szelvény esetében, ahol a BC-görbék két helyi maximuma mutatja a humuszos szint kezdetét és végét, első esetben az egyedszám lecsökkenésével (negatív RD(BC)), a szint felső részén pedig az egyedszám növekedésével (pozitív RD(BC)). Talajszintek jelenlétére utalnak a faj- és az egyedszámra utaló görbék ingadozó, zaklatott értékei is.

A BC-mutató egyébként a klímaváltozásra is reagálnak, bár ezt a fajszámváltozást kifejező BLWMN -görbékkel együtt célszerű nézni, különben félrevezető eredményt kaphatunk.

Megállapítható tehát, hogy a negyedidőszaki puhatestűek faj- és egyedszámváltozásait mutató indexek és az azok alapján felrajzolt görbék alkalmasak a stadiális-interstadiális jellegű mezociklusok megjelenítésére.

## Irodalom

- Delcourt, H. R.–Delcourt, P. A. (1991): *Quaternary Ecology*. – Chapman and Hall, London.
- Hinnov, L. A.–Goldhammer, R. K. (1991): Spectral analysis of the Middle Triassic Latemar Limestone. – *Journal of Sedimentary Petrology*, 61 (7): 1173–1193.
- Krolopp, E. (1966): A Mecsek-hegység környéki lösz-képződmények biosztratigráfiai vizsgálata. – A Magyar Állami Földtani Intézet évi jelentése az 1964. évről, pp 173–191.
- Krolopp, E.–Sümegei, P. (1995): Palaeoecological reconstruction of the Late Pleistocene, Based on Loess Malacofauna in Hungary. – *GeoJournal*, 26: 213–222.
- Molnár, A.–Sümegei, P. (1990): Classification and ordination methods in the division of the Pleistocene malacological zones of Debrecen I. profile. – *Soosiana*, 18: 11–16.
- Molnár, A.–Sümegei, P. (1992): Klasszifikációs és ordinációs módszerek pleisztocén malakológiai zónák lehatárolásához. (In: Szöör, GY. ed. *Fáciesanalitikai, paleobiogeokémiai és paleoökológiai kutatások*.) – MTA Debreceni Bizottsága, Debrecen, pp. 37–42.
- Olóriz, F.–Rodríguez-Tovar, F. J.–Chica-Olmo, M.–Pardo, E. (1992): The marl-limestone rhythmites from the Lower Kimmeridgian (Platynota Zone) of the central Prebetic and their relationship with variations in orbital parameters. – *Earth and Planetary Science Letters*, 111: 407–424.



- Schoener, T. W. (1988): On testing the MacArthur-Wilson model with data on rates. – *American Naturalist*, 133: 847–864.
- Sümegei, P. (1997): Az ÉK-magyarországi löszterületek összehasonlító őskörnyezeti és sztratigráfiai értékelése.– Kandidátusi értekezés, p.120. Debrecen.
- Sümegei, P.–Hertelendi, E. (1998). Reconstruction of microenvironmental changes in Koppasz Hill loess area at Tokaj (Hungary) between 15.000-70.000 BP years.– *Radiocarbon*, 40: 855-863.
- Sümegei, P.–Krolopp, E.–Hertelendi, E. (1998): A Ságvár-Lascaux interstadiális őskörnyezeti rekonstrukciója. – *Acta Geographica, Geologica et Meteorologica Debrecina*, 34: 165-180.
- Sümegei, P.–Magyari, E.–Daniel, P.–Hertelendi, E.–Runder, E. (1999): A kardoskúti Fehértó negyedidőszaki fejlődéstörténetének rekonstrukciója. – *Földtani Közlöny*, 129: 479-519.
- Willis, K. J.–Kleczkowski, A.–Briggs, K. M.–Gilligan, C. A. (1999): The Role of Sub-Milankovitch Climatic Forcing in the Initiation of the Northern Hemisphere Glaciation. – *Science*, 285: 568–571.

TÓTH, Árpád  
JATE Földtani és Őslénytani Tanszék  
Szeged Pf. 658  
H-6772

