

A héj morfo-hőmérő módszer és alkalmazásai a paleoökológiában

The shell morpho-thermometer method and its uses in palaeoecology

SÓLYMOS Péter¹ – SÜMEGI Pál² – DOMOKOS Tamás³

(3 ábra, 4 táblázat)

Tárgyszavak: paleoklimatológia, Gastropoda, Mollusca, morfometria, aktuopaleontológia
Key words: palaeoclimatology, Gastropoda, Mollusca, morphometry, actuopaleontology

Abstract

Palaeotemperature can be calculated using the equation of the regression line of the present time climatic data and morphometric properties of recent *Granaria frumentum* (DRAPARNAUD 1801) populations; this is the so called shell morpho-thermometer method. For testing the shell morpho-thermometer we used the malaco-thermometer method. This is based on recent area of some gastropod species. We investigated *G. frumentum* containing layers of loess at Katymár and Császártöltés in order to compare the estimated values of morpho- and malaco-thermometer methods. The differences between the values estimated by the two methods are under 2.0 °C. This range is acceptable in comparison with other estimation methods.

Összefoglalás

A héjak paramétereinek vizsgálatán alapuló héj morfo-hőmérő alapja a *Granaria frumentum* (DRAPARNAUD 1801) morfometriai jellemzői és bizonyos klimatikus tényezők (hőmérséklet, páratartalom) közötti kapcsolat. A héj morfo-hőmérő teszteléséhez a malako-hőmérő módszert alkalmaztuk. Ez a módszer a csigafajok recens elterjedési adatain alapul. A két módszer által kapott őshőmérsékleti adatok összevetésére Katymár és Császártöltés lösz szelvényeinek *G. frumentum*ot tartalmazó sztratigráfiai horizontjait használtuk fel. Az eltérések egyik esetben sem haladták meg a 2 °C-t, ami a különböző egyéb őshőmérséklet meghatározási módszerek eltéréseit figyelembe véve elfogadhatónak tekinthető.

Bevezetés

A szárazföldi csigák (Mollusca, Gastropoda) más élőlénycsoportokkal szemben számos előnyös tulajdonsággal rendelkeznek. Jól fosszilizálódnak, héjuk faji szintű határozást tesz lehetővé (KROLOPP 1983). A héjakat felépítésükből és méretükből következően a szállítódási és áthalmazódási folyamatok rendkívül érzékenyen érintik, ezért minden esetben a helyben, autochton (in situ) módon felhalmozódott héjakat kell megvizsgálnunk a negyedidőszaki szárazföldi rétegekben (EVANS 1972). A Kárpát-medence belső területein található negyedidőszaki Mollusca-faunának döntő része, mintegy 80%-a ma is él (FÜKÖH et al. 1995). Ezért

¹ Debreceni Egyetem, Evolúciós Állattani és Humánbiológiai Tanszék, H-4032 Debrecen, Egyetem tér 1., E-mail: solymos@tigris.klte.hu

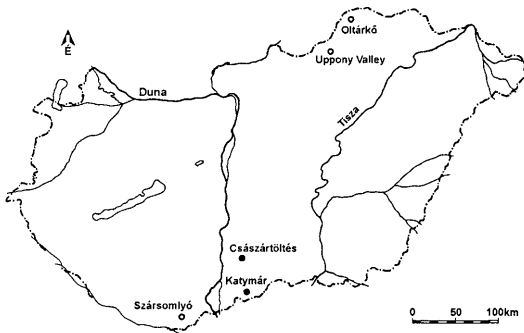
² Szegedi Tudományegyetem, Földtani és Őslénytani Tanszék, H-6722 Szeged, Egyetem u. 2., E-mail: sumegi@geo.u-szeged.hu

³ Békés Megyei Múzeumok Igazgatósága, H-5601 Békéscsaba, Pf. 46.

az aktualizmus elvének felhasználásával a recens környezeti, klimatológiai, biogeográfiai megfigyelések és vizsgálatok jól hasznosíthatók a kvartermalakológiai kutatások során.

Vizsgált terület

Az itt bemutatandó héj morfo-hőmérő és malako-hőmérő (SÜMEGI 1989, 1996, HERTELENDI et al. 1992) módszerek összevetésére Katymár és Császártöltés (1. ábra) lösz szelvényeinek *Granaria frumentum*ot tartalmazó sztratigráfiai horizontjait használtuk fel. A császártöltési szelvényből (5,75–6,25 m, kor: $31\,300 \pm 330$ BP év, deb-1484) származó anyag a Mende Felső Talajkomplexumhoz tartozik és a *Granaria frumentum* – *Vallonia enniensis* zonula locus typicus-a



1. ábra. A pleisztocén lösz szelvények (teli körök) és a recens mintavételi helyek (üres körök) elhelyezkedése

Fig. 1 Location of Pleistocene loess profiles (filled circles) and recent sampling areas (empty circles)

(KROLOPP & SÜMEGI 1995). A Katymár I. szint (9,00–9,25 m, kor: $29\,828 \pm 554$ BP év, deb-3058) szintén a „Mende Felső Talajkomplexumhoz” tartozik. A Katymár II. szint (6,00–6,25 m) kora $23\,749 \pm 360$ BP év (deb-3064). A sztratigráfiai szintek korának megállapítása radiokarbon módszer segítségével történt (HERTELENDI et al. 1989).

A vizsgált recens anyag a Kereszteskőről (Upponyi-szoros) (FÜKÖH 1980, DOMOKOS & FÜKÖH 1984), a Szársomlyó-hegy D-i oldaláról (Villányi-hegység) (SÓLYMOS 1996, SÓLYMOS & NAGY 1997) és az Oltárkőről (Aggteleki-karszt: Nagyoldal) származik. A mintavételi helyek mindegyik esetben D-i kitérségű sztyepp-rét, sziklagyep, illetve sziklagyepmozaikos karsztbokorerdő társulások.

Anyag és módszer

A héjak paramétereinek vizsgálatán alapuló héj morfo-hőmérő alapja a *Granaria frumentum* morfológiai jellemzői és bizonyos klimatikus tényezők (hőmérséklet, páratartalom) közötti kapcsolat. DOMOKOS & FÜKÖH (1984) szerint a magasabb mikroklimatikus középhőmérséklet hatására nő a nagyobb méretű csigaházak előfordulásának gyakorisága a vizsgált hőmérséklettartományban (19,7–22,8 °C). A héj morfo-hőmérőt DOMOKOS (1985) alkalmazta a Horváti-lik holocén üledékeinek lokális környezeti rekonstrukciójához. Jelen munkában a módszer alkalmazási lehetőségeit mutatjuk be nagyobb térbeli (regionális) léptékben. Ennek alapja a *G. frumentum* morfológiája és a makroklimatikus tényezők közötti kapcsolat (SÓLYMOS & DOMOKOS 1999).

A *Granaria frumentum* füves, sziklás helyeken élő melegkedvelő-szárazságtűrő csigafaj. Elterjedése Észak-alpi-közép-európai, recens areájának déli határa Bulgáriában található. (AGÓCSY 1965, KERNEY et al. 1983, SOÓS 1943).

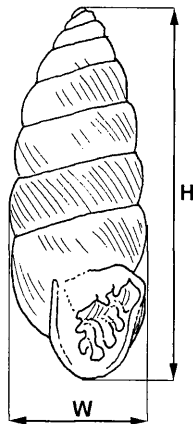
A házak magasságát (H) és szélességét (W) 0,1 mm-es pontossággal mértük. A mérést tarkoduzzanattal és megvastagodott, peremszerűen kitérmedett szájadékszegéllyel rendelkező ép házakon végeztük (2. ábra). Meghatároztuk az egyedek nyúltságát (H/W), majd a mintavételi populációk H, W és H/W értékeiből mérésterjedelmet, számtani közepet, móduszt, mediant, minimumot, maximumot és szórást számítottunk.

Az őshőmérsékletet a recens *G. frumentum* populációk és recens klímaadatok felhasználásával illesztett regressziós egyenes egyenletéből számolhatjuk ($R=0,6848$, $R_2=0,4691$, $F(1.16)=14,137$, $p<0,0017$, Standard hiba: 0,3932, 1. 3. ábra):

$$PT_1 = \frac{AM - 2,1747}{0,2824}$$

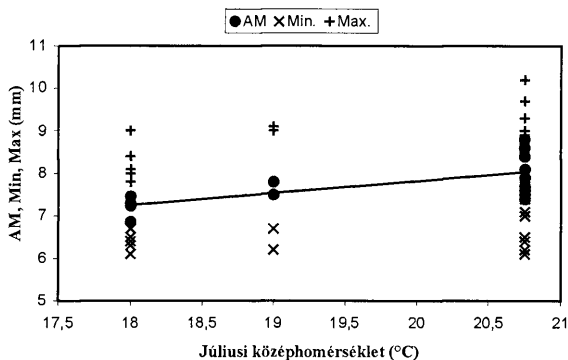
ahol PT_1 a héj morfo-hőmérő módszer segítségével becsült hőmérséklet, AM a vizsgált (fosszilis) populáció héjmagasság értékeinek számtani átlaga. A regresszió során MAROSI & SOMOGYI (1990), valamint PÉCSI (1989) klímaadatait használtuk fel (3. ábra).

A héj morfo-hőmérő teszteléséhez a malako-hőmérő módszert (SÜMEGI 1989, 1996, HERTELENDI et al. 1992) alkalmaztuk. Ez a módszer a csigafajok recens elterjedési adatain alapul. Az egyes csigafajokra vonatkozó minimum és maximum hőmérsékleti értékeket, illetve az aktivitási tartomány értékeit a I. táblázat



2. ábra. A *Granaria frumentum* váza a mért paraméterekkel

Fig. 2 The shell of the *Granaria frumentum* with the measures parameters. H = height, W = width



3. ábra. A makroklimatikus tényezők és a recens *Granaria frumentum* populációk statisztikai paramétereinek (AM: számtani közép, Min., Max.) kapcsolata három mintavételi terület alapján: Szársomlyó (20,8 °C-os júliusi középhőmérséklet), Oltárkő (19,0 °C-os júliusi középhőmérséklet), Kereszteskő (18,0 °C-os júliusi középhőmérséklet MAROSI & SOMOGYI 1990, PÉCSI 1989 alapján) (SÓLYMOS & DOMOKOS 1999)

Fig. 3. Connection between macroclimatic factors and means of height (AM), minimum (Min) and maximum (Max) values of recent *Granaria frumentum* populations from three sampling areas: Szársomlyó (July mean temperature is 20.8 °C), Oltárkő (July mean temperature is 19.0 °C), Kereszteskő (July mean temperature is 18.0 °C) (July mean temperatures after MAROSI & SOMOGYI 1990, PÉCSI 1989) (SÓLYMOS & DOMOKOS 1999)

I. táblázat. A malako-hőmérő módszerhez felhasznált fajok optimális hőmérsékleti és aktivitási tartományértékei (SÜMEGI 1989, 1996)
Table I Optimal temperatures and activity ranges of gastropod species used for malaco-thermometer method (SÜMEGI 1989, 1996)

Faj	Optimum (°C)	Aktivitási tartomány (°C)
<i>Pupilla muscorum</i>	16 ± 1	10–22
<i>Pupilla triplicata</i>	20 ± 2	16–24
<i>Vallonia costata</i>	17 ± 1	10–24
<i>Vallonia tenuilabris</i>	9 ± 2	4–14
<i>Granaria frumentum</i>	21.5 ± 1	17–26
<i>Clausilia dubia</i>	16 ± 1	12–20
<i>Punctum pygmaeum</i>	16 ± 1	10–22
<i>Vitrea crystallina</i>	15 ± 1	11–21
<i>Trichia hispida</i>	15 ± 1	10–20

mutatja. A hőmérséklet a fosszilis közösségek bizonyos fajainak relatív gyakoriságai alapján számolható az alábbi egyenlet szerint:

$$PT_2 = \frac{\sum_{i=1}^n A_i T_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

ahol PT_2 a malako-hőmérő segítségével kalkulált hőmérsékleti érték, A_i az i -edik faj relatív gyakorisága, T_i az i -edik faj optimális hőmérsékletértéke, n a becslés során felhasznált fajok száma.

A becsült őshőmérsékleti értékek természetesen a vegetációs időszakra vonatkoznak, mivel a csigafajok csak az év bizonyos szakában aktívak.

Eredmények

A fosszilis *Granaria frumentum* populációk morфомetriai jellemzői (II. táblázat) és a csigafajok relatív gyakoriságai (III. táblázat) alapján mindkét módszer segítségével becsültük a három fosszilis szintre jellemző júliusi középhőmérő-

II. táblázat. A fosszilis *Granaria frumentum* populációk morфомetriai jellemzői
Table II Size distribution characteristics of the measured *Granaria frumentum* populations

		AM	MO	ME	SD	Min	Max	d
Katymár I. N=33 29 828 BP év	H	7,2	7,1	7,1	0,47	6,4	8,0	1,7
	W	2,6	2,5	2,6	0,11	2,5	3,1	0,6
	H/W	2,73	2,70	2,71	2,02	2,05	3,10	1,05
Katymár II. N=30 23 749 BP év	H	7,1	7,2	7,1	0,39	6,2	7,9	1,7
	W	2,7	2,7	2,7	0,12	2,5	3,1	0,6
	H/W	2,59	2,90	2,58	0,207	2,04	3,11	1,06
Császártöltés N=28 31 300 BP év	H	7,3	7,1	7,4	0,29	6,7	7,9	1,2
	W	2,7	2,7	2,7	0,08	2,5	2,8	0,3
	H/W	2,72	2,71	2,71	0,110	2,50	2,96	0,47

N: mintaelemszám, H: házmagasság, W: házszélesség, H/W: nyúltsági index, AM: számtani átlag, MO: módusz, ME: medián, SD: szórás, Min: minimum, Max: maximum, d: mérésterjedelem

N: number of cases, H: height, W: width, H/W: elongation index, AM: arithmetic mean, MO: mode, ME: median, SD: standard deviation, Min: minimum value, Max: maximum value, d: range of measuring

sékletet (IV. táblázat). A Katymár I. szint (29 828 BP év) esetén a morfo-hőmérő módszer 1,7 °C-al alulbecsülte a malako-hőmérő értékét. A Katymár II. szint (23 749 BP év) esetén a morfo-hőmérő 0,5 °C-al becsülte alá a másik módszer értékét. A császártöltési szint (31 000 BP év) vizsgálatok viszont a morfo-hőmérő módszer segítségével 1,2 °C-al magasabb hőmérséklet adódott, mint a malako-hőmérő segítségével. A tapasztalt eltérések nem haladják meg a 2 °C-t, az átlagos eltérés 1,1 °C.

A becsült hőmérséklet értékek és a Mollusca-fauna összetétele egyaránt a maihoz hasonló klímát jelez a felső-würm *Granaria frumentum* – *Vallonia enniensis* zonula (KROLOPP & SÜMEGI 1995) korai fázisában (Katymár I. és Császártöltés, 32 000–27 000 BP év). A Katymár II. szint átmenetet mutat a megelőző hűvösebb klímafázis (*Vallonia tenuilabris* zonula, 25 000–22 000 BP év) és a rákövetkező enyhébb, humid klímafázis (*Vallonia costata* zonula, 22 000–20 000 BP év) között.

A malako-hőmérő módszer segítségével a két katymári szint között 1,6 °C-os júliusi középhőmérséklet csökkenést lehetett kimutatni, a morfo-hőmérő módszerrel ez a lehülés 0,4 °C-nak adódott. A lehülési tendencia mindkét

III. táblázat. A fosszilis szintek csigafajainak relatív gyakoriság értékei
Table III Relative frequencies of the gastropod species found in the three fossil layers

Species	Katymár I.	Katymár II.	Császár-töltés
<i>Succinea oblonga</i> (DRAPARNAUD 1801)	–	–	16,10
<i>Cochlicopa lubrica</i> (MÜLLER 1774)	–	–	0,20
<i>Cochlicopa lubricella</i> (PORRO 1833)	–	–	0,70
<i>Vertigo pygmaea</i> (O.F. MÜLLER 1774)	–	–	11,20
<i>Pupilla triplicata</i> (STUDER 1820)	78,51	21,56	5,70
<i>Pupilla muscorum</i> (LINNAEUS 1758)	6,37	4,25	23,60
<i>Vallonia costata</i> (O.F. MÜLLER 1774)	10,57	24,56	21,70
<i>Vallonia pulchella</i> (O.F. MÜLLER 1774)	–	–	11,90
<i>Vallonia enniensis</i> (GREDLER 1856)	–	–	0,80
<i>Vallonia tenuilabris</i> (A. BRAUN 1843)	–	0,34	-
<i>Punctum pygmaeum</i> (DRAPARNAUD 1801)	0,34	26,63	0,40
<i>Granaria frumentum</i> (DRAPARNAUD 1801)	0,17	8,83	1,60
<i>Chondrula tridens</i> (O.F. MÜLLER 1774)	0,51	–	2,00
<i>Vitrea crystallina</i> (O.F. MÜLLER 1774)	–	0,46	-
<i>Helicopsis striata</i> (O.F. MÜLLER 1774)	0,85	1,44	0,80
<i>Euconulus fluvius</i> (O.F. MÜLLER 1774)	0,17	4,25	1,30
<i>Limacidae</i>	2,39	1,15	0,10
<i>Clausilia dubia</i> DRAPARNAUD 1805	0,06	0,11	-
<i>Nesovitrea hammonis</i> (STRÖM 1765)	0,06	3,21	0,40
<i>Trichia hispida</i> (LINNAEUS 1758)	–	0,11	1,40
<i>Bradybaena fruticum</i> (O.F. MÜLLER 1774)	–	3,10	0,10

módszer segítségével kimutatható volt, de annak mértéke eltér egymástól. Ez az eltérés azonban egyik esetben sem haladta meg a 2 °C-t.

Következtetések

A *Granaria frumentum* megjelenése a Kárpát-medence negyedidőszaki rétegeiben a meleg periódusokra jellemző, ezért más fajok morфомetriai analízise

IV. táblázat. A héj morfo-hőmérő (PT₁) és a malako-hőmérő (PT₂, SÜMEGI 1989, 1996) módszer alapján becsült júliusi középhőmérséklet értékek

Table IV Estimated July mean temperatures for the different layers with shell morpho-thermometer method (PT₁) and with malaco-thermometer method (PT₂) (SÜMEGI 1989, 1996)

	PT ₁ (°C)	PT ₂ (°C)
Katymár I.	17,7	19,4
Katymár II.	17,3	17,8
Császártöltés	18,2	17,0

is szükséges a klíma pontosabb jellemzéséhez. Az aktuálpaleontológiai vizsgálatok a héj morfo-hőmérő módszer kalibrálásához és így az abszolút hőmérsékleti adatok megadásához elengedhetetlenül fontosak. Minél pontosabb paleoklimatológiai módszerek állnak rendelkezésre, annál pontosabb lehet az őskörnyezeti tényezők becslése, és ezáltal több adat válik összehasonlíthatóvá.

A környezeti és éghajlati változások modellezéséhez elengedhetetlen a

negyedidőszaki klímaváltozások lokális és globális vizsgálata. A pontos modellezéshez elengedhetetlen több tudományterület eredményeinek egységesítése. Ehhez a numerikus módszerek alkalmazása szolgáltathatja az egyik kommunikációs kapcsolatot a paleoökológia és más tudományterületek között.

Irodalom – References

- AGÓCSY P. 1965: Hazai csigafajaink elterjedését megszabó klímátényezők vizsgálata. – *Állattani Közlemények* 52, 21–27.
- DOMOKOS, T. 1985: A Horváti-likből (Uppony) előkerült holocén *Granaria frumentum* (DRAPARNAUD) morfológiai vizsgálata és kora. – *Malakológiai Tájékoztató* 5, 9–13.
- DOMOKOS, T. & FÜKÖH, L. 1984: A *Granaria frumentum* (DRAPARNAUD 1801) héjmorfológiája klímavizsgálatok tükrében (Gastropoda: Chondrinidae). – *Fol. Hist. Nat.-mus. Matr.* 9, 91–107.
- EVANS, J. G. 1972: *Land Snails in Archaeology*. – Seminar Press, London-New York. 436 p.
- FÜKÖH, L. 1980: Adatok az Upponyi-szoros csigafaunájához. – *Fol. Hist.-nat. Mus. Matr.* 6, 137–145.
- FÜKÖH, L., KROLOPP, E. & SÜMEGI, P. 1995: Quarternary Malacostratigraphy in Hungary. – *Malacological Newsletter. Suppl.* 1, Gyöngyös, 219 p.
- HERTELENDI, E., CSONGOR, É., ZÁBORSKY, L., MOLNÁR, I., GÁL, I., GYÖRFFY, M. & NAGY, S. 1989: A counter system for high precision C¹⁴ dating. – *Radiocarbon* 32, 399–406.
- HERTELENDI, E., SÜMEGI, P. & SZÖÖR, Gy. 1992: Geochronological and paleoclimatic characterization of Quarternary sediments in the Great Hungarian Plain. – *Radiocarbon* 34/3, 833–839.
- KERNEY, M. P., CAMERON, R. A. D. & JUNGLUTH, J. H. 1983: *Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas*. – P. Parey. Hamburg–Berlin, 384 p.
- KROLOPP, E. 1983: Biostratigraphic division of Hungarian Pleistocene formations according to their mollusc fauna – *Acta Geologica Hungarica* 26, 69–82.
- KROLOPP, E. & SÜMEGI, P. 1995: Palaeoecological reconstruction of the Late Pleistocene, based on loess malacofauna in Hungary. – *Geojournal* 36, 2/3, 213–222.
- LYELL, C. 1830–33: *Principles of Geology*. – I–VI. Murrey Press, London.
- MAROSI, S. & SOMOGYI, S. (eds) 1990: *Magyarország kistájainak katasztere. I–II*. – MTA Földrajztudományi Kutató Intézet. Budapest, 1023 p.
- PÉCSI M. (ed.) 1989: *Magyarország nemzeti atlasza*. – Kartográfiai Vállalat. Budapest, 395 p.
- SÓLYMOS, P. 1996: Ecological and biogeographical investigation of the recent mollusc fauna of Szársomlyó (S Hungary), southern side. – *Malakológiai Tájékoztató* 15, 61–67.
- SÓLYMOS, P. & NAGY, A. 1997: The recent mollusc fauna of the Szársomlyó (S Hungary): spatial pattern and microclimate. – *Malakológiai Tájékoztató* 16, 35–42.
- SÓLYMOS, P. & DOMOKOS, T. 1999: A possible connection between macroclimate and shell morphometry of *Granaria frumentum* (DRAPARNAUD 1801) (Gastropoda, Chondrinidae). – *Malakológiai Tájékoztató* 17, 75–82.
- SOÓS, L. 1943: A Kárpát-medence Mollusca-faunája. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 478 p.
- SÜMEGI, P. 1989: A Hajdúság felső pleisztocén fejlődéstörténete finomrétegtani (öslényntani, szedimentológiai, geokémiai) vizsgálatok alapján. – Doktori értekezés, KLTE, Debrecen, Kézirat, 75 p.
- SÜMEGI P. 1996: Az ÉK-magyarországi löszterületek összehasonlító öskörnyezeti rekonstrukciója és rétegtani értékelése. – Kandidátusi értekezés, KLTE, Debrecen, Kézirat, 120 p.