

Balaton környéki biotópokból (Tihany, Külső-Somogy) származó *Granaria frumentum* (DRAPARNAUD, 1801) héjmorfológiájának klímafüggése (Gastropoda: Chondrinidae)

¹DOMOKOS TAMÁS, ²SÓLYMOS PÉTER és ³KOVÁCS CSONGORÉ

¹H-5600 Békéscsaba, Rábay utca 11., e-mail: tamasdomokos@freemail.hu

²Alberta Biodiversity Monitoring Institute, University of Alberta T6G 2E9 Alberta, Canada., e-mail: solymos@ualberta.ca

³H-7400 Kaposvár, Zárda utca 2. Nagyboldogasszony Iskolaközpont., e-mail: domokosevi@gmail.com

Tisztelettel ROTARIDESZ MIHÁLY (Gyulafehérvár, 1893 – Budapest, 1950) születésének 120. évfordulójára

DOMOKOS T., SÓLYMOS, P. & KOVÁCS, CS-NÉ: *The influence of climate on the shell morphometry of Granaria frumentum* (DRAPARNAUD, 1801) in the environs of the Balaton (Gastropoda: Chondrinidae).

Abstract: We present morphometric results for eight populations (680 specimens) collected from different *Granaria frumentum* habitats from Tihany and Külső-Somogy. Macroclimatic features of different sampling areas are unchanged, but in spite of the fact we found differences in some instances between size characteristics and distribution curves of the sampled populations. By our opinion these deviations were generated by microclimatic differences of the different habitats. Therefore morphometry based climate reconstruction requires more research and validation.

Keywords: Hungary, landsnails, mollusca, shell morphometry, macroclimate, morpho-thermometer methods

Bevezetés

1. A szárazföldi molluszkák minimális mozgékony-sága, kvázi kötött életmódja megköveteli élőhelyük mikroklíma változásaihoz való maximális alkalmazkodásukat. A szárazföldi csigák aktív, E1 létállapotuk (DOMOKOS 1995, 2002) kivételével a talaj (redzina, mezősegi stb.) felszínén, azt borító detrituszban, a takaró növényzet szubsztrátumában tartózkodnak. Ennek hőmérséklete – adott makroklíma esetén – jelentősen eltérhet a talaj tulajdonságaitól, a talajfelszín morfológiájától, kitettségétől/ lejtőszögétől; a szubsztrátum víz- és páratartalmától függően.

DOMOKOS et al. 2004 akáccal és tölgygel borított somosi holtmederben, (Sarkad, Sarkad-Remetei-erdő), Ny–K irányú transzekt mentén tanulmányozták a talajfelszín morfológiájában meglévő különbségek mikroklímatológiai, malakocönológiai hatását (2002. aug.16/17.). A beárnýkolt, 3,5 m relatív mélységű meder két oldalának legmagasabb és legmélyebb pontja között a hőmérséklet napi átlagában 0,5–1,0°C, a relatív páratartalmában pedig 6,5% különbséget észleltek. A nagynak nem nevezhető differencia ellenére a malakocönózisban, ökológiai fajcsoportokban, a malakocönózis szerkezeti karakterisztikaiban (összegyedszám, élő egyedek %-a, abundancia, dominancia) jól érzékelhető eltérések mutatkoztak.

A kitettség következtében meglévő hőmérsékleti különbségek – az előbb említett 0,5–1,0 °C-nál – lényegesen jelentősebb is lehetnek. Erre korábban már DÖVÉNYI et al. 1977 és NAGY 1992 is rámutatott.

DÖVÉNYI et al. 1977 a Szabadkígyósi puszta (Békés megye: Szabadkígyós) legnagyobb relatív magasságú (6,5 m) kunhalmán, az 1976-os nyári napforduló idején, tanulmányozta többek között a mikroklíma hőmérséklet elemét is. A kunhalom északi és déli oldalán mért talajfelszíni maximális hőmérséklete között 5,8 °C, 20 cm-es magasságban mért léghőmérséklet maximumai között csupán 2,3°C eltérés mutatkozott a déli oldal javára.

NAGY 1992 a Bükkben végzett mikroklíma mérései is igen tanulságosak. A közel 50 m-es szintkülönbségű Szentléleki völgy (Miskolc, Hámor) talpa és felső pereme között a napi (1983. júl. 14.) átlaghőmérséklet – 2 cm-re a talaj felszínétől – északi kitettségű oldalon 22,4°C, a délin pedig 24,0°C volt, ami azt jelenti, hogy a különböző expozíciójú lejtők átlaghőmérséklete között 1,6°C különbség adódott.

Az Ásotffá-tető (Kisgyőr) különböző kitettségű (D, É), a talajfelszíntől különböző magasságban (2, 5, 20 cm) egy napon (1988. aug. 31.) keresztül mérte a mikroklímát. A déli és északi kitettségű oldalon 20–5–2 cm magasságban, az átlaghőmérsékletekben 1,3–2,0–3,1 °C, a 20 cm magasságban mért maximumokban pedig 0,9°C különbség adódott.

NAGY & SÓLYMOS (2002) az Aggteleki-karszt egyik 10 m mély gyepes (*Polygalo /major/* – *Brachypodietum pinnati*) töbrében végzett mikroklíma vizsgálatokat 1998–1999-ben. Az északi és déli kitettségű oldalak napi átlaghőmérséklete között nem találtak eltérést 2 m magasságban. A napi átlaghőmérséklet különbsége 2,4 °C-nak adódott közvetlenül a talaj felszíne felett (2cm). Az Aggteleki-karszt Alsó-hegyi erdősült (juhar- és bükk-elegyes cseres-tölgyes) 10–30 m relatív mélységű töbrében a csigaegyüttesek összetételét és abundancia viszonyát jelentősen befolyásolta a töbrémorfológia és a kitettség (KEMENCEI et al. 2014).

A fenti mérőhelyeken kapott adatok összevetése sok buktatót rejt magában, hiszen többek között földrajzi helyzetükben (Északi-Középhegység, DK-Alföld), morfológiájukban (kunhalom, hegytető, völgy, meder), kitettségükben (É–D, K–Ny), makroklímájukban, fedettségükben (gyep, lágyszárú, erdő, töbrő) és a mért adatok kiértékelésének, feldolgozásának mikéntjében is különböznek egymástól. A 6,5 m magasságú szabadkígyósi kunhalom és kisgyőri Ásotffá-tető É-i és D-i oldalán 20 cm magasságban mért hőmérsékleti maximumok rangsorában a kunhalom 1,4°C-al meg-

előzi az Ásottfa-tetőt. Ez plauzibilis, ha figyelembe vesszük a délkelet-magyarországi pusztában fekvő gyeppel borított kunhalom klimatikus adottságait.

A ~ 50 m szintkülönbségű Szentléleki völgy és a 3,5 m mély sarkadi holtmeder klímaviszonyainak összevetése elsőre erőltetettnek tűnik, hiszen a völgy nagyságrenddel mélyebb, hőmérsékletprofilja pedig aszimmetrikus, szemben a meder megközelítően szimmetrikus voltával. Mindenképpen arra lehet számítani, hogy a 15-ször mélyebb völgyben – még azonos makro- / lokális klíma esetén is – nagyobb lesz a fenti és lenti hőmérséklet különbség. NAGY 1992 és DOMOKOS et al. 2004 szerint – a 2 cm szintben illetve a talaj felszínén mért hőmérsékletet azonosnak véve (fraus pial) – a völgy két oldalán 1,0–1,0°C-nak, a meder oldalain pedig 0,5–1,0°C-nak adódik a különbség. Tekintettel arra, hogy a hőmérsékleti gradiens függőleges komponense a völgyben 0,02°C/m, a mederben viszont 0,14 és 0,28°C között változik, a csigaegyüttesek karakterisztikái a mederben lesznek változatosabbak.

A klíma különböző puhatestű fajok héjmorfológiájára, cönológiai viszonyaira kifejtett hatását hazánkban – LAIS 1925, 1926 nyomán – korábban ROTARIDESZ 1927, 1931, AGÓCSY 1961, 1962, 1966, FÜKÖH 1980 is vizsgálta. Az idő előrehaladtával a szerzők klímaelemek szempontjából kvalitatív szemlélete kvantitatívra váltott, majd a kutatások klíma-rekonstrukció irányába fordultak (DOMOKOS 1982–83, 1987, 1992, 2001, 2002, DOMOKOS & FÜKÖH 1984, SÜMEGI 1989, 1996, SÓLYMOS 1996, SÓLYMOS & NAGY 1997, SÓLYMOS & DOMOKOS 1999, SÓLYMOS & SÜMEGI 1999, SÓLYMOS et al. 2002, BABA & DOMOKOS 2002).

Az abiotikus faktorok közül a klimatikus tényezők két eleme (hőmérséklet, páratartalom) és a *Granaria frumentum* házának mért és számított paraméterei (magasság, szélesség, nyúltság) közötti kapcsolatot először DOMOKOS & FÜKÖH 1984, 1986 tanulmányozta. Az Upponyi-szoros déli (Kereszteskö) és északi (Símakő) kitettségű szikláin élő *Granaria frumentum* házainak magasság és szélesség eloszlásában, gyakorisági görbéinek lefutásában hőmérséklettől és páratartalomtól függő különbséget mutattak ki, a házak nyúltságában (magasság/szélesség mérőszáma) viszont nem tapasztaltak eltérést. A július első felére (1978. július 1–14.) számított középhőmérséklet emelkedésével, a relatív páratartalom átlagok csökkenésével a különböző kitettségű helyeken nőtt a ház magasságának és szélességének a módusza. Sejtésük szerint az optimum 21°C-on, a minimum pessimum 19°C alatt, a maximum pessimum pedig 23°C alatt volt.

Néhány évvel később SÜMEGI 1989 a *Granaria frumentum* optimumát $21,5 \pm 1$ °C-ban, aktivitási tartományát pedig 17–26 °C-ban adta meg. Tehát Sümegi megközelítően hasonló optimumot, de 5°C-kal tágabb vitális zónát tételez fel. Ezen nem csodálkozunk, ha figyelembe vesszük, hogy Sümegi a faj egész areájára vonatkozó értéket ad meg.

SÓLYMOS 1996 a csigaegyüttesek cönológiai és ökológiai viszonyait a Szársomlyó (Villányi hegység) déli oldalának kilenc biotópjában vizsgálta. Nyílt, átmeneti jellegű és zárt területeken karakteres különbséget

mutatott ki az egyes puhatestű fajok előfordulásában, abundanciájában, implicite egyes területek mikroklímájában.

A következő lépésként a déli kitettségű mintahe-lyek mikroklímáját vizsgálva SÓLYMOS & NAGY 1997 megállapították, hogy az élőhely 0 és 2 m magasságban mért mikroklímája hatást gyakorol a molluszkák cönózisára.

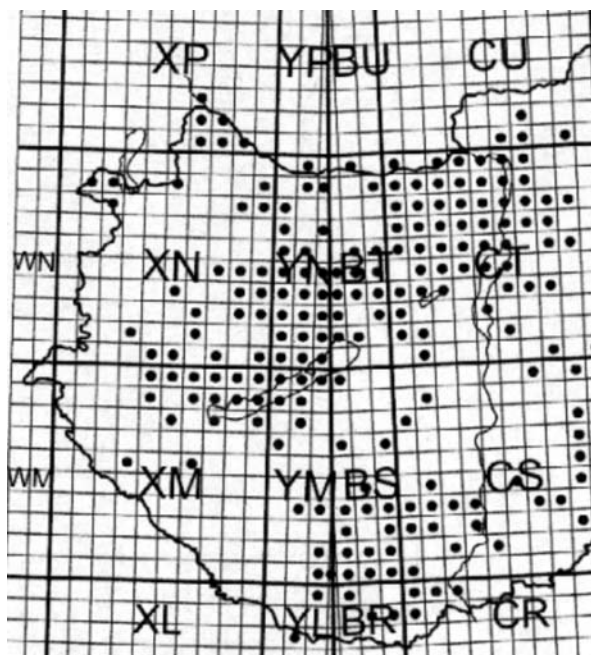
Később SÓLYMOS & DOMOKOS 1999 irodalmi makroklímaadatok birtokában (MAROSI & SOMOGYI eds. 1990, PÉCSI et al. 1989) vizsgálta a *Granaria frumentum* morfológiai plaszticitását. Megállapították, – és ezzel alátámasztották a korábbi eredményeket (DOMOKOS & FÜKÖH 1984, 1986) – a házak mérete a júliusi közép-hőmérséklettel pozitív, az évi csapadékmennyiséggel pedig negatív kapcsolatban áll.

A következő években – DOMOKOS 1985 munkáját követve –, SÓLYMOS & SÜMEGI 1999, SÓLYMOS et al. 2002 a korábbi eredmények paleoklimatológiai és paleoökológiai alkalmazásának lehetőségeiről is beszámolt.

2. Az 1970-es évek végén a balatoni Fekete-part környékének malakofaunáját Domokos Tamás és Kovács Gyula tanulmányozta (DOMOKOS & KOVÁCS 1982). Fel-tűnt a két kutatónak, hogy a Balatont különböző távol-ságban kísérő magaspart egyes szakaszai és a távo-labbi dombok löszgyepei jelentős *Granaria frumentum* populációkat rejtene. 1980 és 1987 között – az előbbi tapasztalatok birtokában – Domokos későbbi vizsgál-atok céljára, egyeléssel jelentős példányszámú sokfogú magcsiga anyagot gyűjtött, amelyet a Munkácsy Mihály Múzeum (Békéscsaba) puhatestű-gyűjteményében helyezett el. E minták héjmorfológiai vizsgálatát annak idején el is végezte, de a nyert statisztikai eredmények kiértékelésére, közlésére a mai napig nem került sort.

Mivel a dél-dunántúli Szársomlyón 1996-ban gyűj-tött csigaegyüttes anyagon már történtek biogeográfiai (SÓLYMOS 1996), a domináns *Granaria frumentum* fajon pedig héjmorfológiai vizsgálatok (SÓLYMOS & DOMOKOS 1999), kézenfekvőnek tűnt egy tihanyi és hét somogyi dombosági biotópból (Balatonszárszó, Szőlád, Kötcsé) származó korábbi minta további feldolgozása, és a nyert paraméterek szársomlyói mintával történő öss-zehasonlítása.

Természetesen a vizsgálatok nem zárulnak le véglegesen, hiszen a *Granaria frumentum* viszonylag gyakori és nagy abundanciájú előfordulásai lehetővé teszik a további gyűjtések adatsorainak a feldolgozá-sát is (1. ábra). („Napos, füves lankákon, a földön, a fű töve körül, azonkívül sziklákon, régi kőfalakon és kövek alatt rendszeren tömegesen található...Nálunk gyakori, Az Alföldön és a Dunántúlon általánosan el-terjednek mondható...” – írja Soós 1943 klasszikus munkájában.)



1. ábra: *Granaria frumentum* előfordulások a Dunán-túl 10 km x 10 km-es UTM hálózatos megjelenítésben (PINTÉR & SUARA 2004)

Fig. 1.: Occurrence of the *Granaria frumentum* in Transdanubian part of the Hungary in 10 km x 10 km UTM grid system (PINTÉR & SUARA 2004)



2. ábra: A gyűjtőhelyek vázlatos elhelyezkedése Somogy megyében

Fig.2.: The topographic sketch map of the sampling site in Somogy county

Anyag és módszer

A vizsgálatok alapját – a bevezetésben már említett – 8 db 1980-es évekből származó adatsor (összesen 680 példány) képezte:

1. YN 10: Tihany, Ciprián-forrás közeli ligetes rész, É-i kitettség, 1982.08. 21. (100)
2. YM 19: Balatonszárszó, Kültelek u., magaspart, akácos, lágyszárú, 1980.10.17. (80)
3. YM 19: Balatonszárszó, Kültelek u., magaspart, akácos, lágyszárú, 1985.06. 27. (100)
4. YM 19: Balatonszárszó, Kültelek u. magaspart, akácos, lágyszárú, 1987. (100)
5. YM 19: Balatonszárszó, Tábor u., homokbánya, ÉNY-i expozíciójú löszgyep, 1987.08.30. (100)
6. YM 18: Balatonszárszó, Almahegy, NY-i kitettségű homokfal, löszgyep, 1983.08. 27.(50)
7. YM 18: Szőlád, ÉNY-i kitettségű domboldal, bebokrosodó löszgyep, 1983.07.02.(50)
8. YM 18: Kötse, Ny-i kitettségű domboldal, bebokrosodó löszgyep, 1981.08.18. (100)

Zárójelben feltüntettük a gyűjtött egyedek számának azon részét, amelyet statisztikai számításokhoz felhasználtunk, azaz megadjuk a mintaelemszámot is.

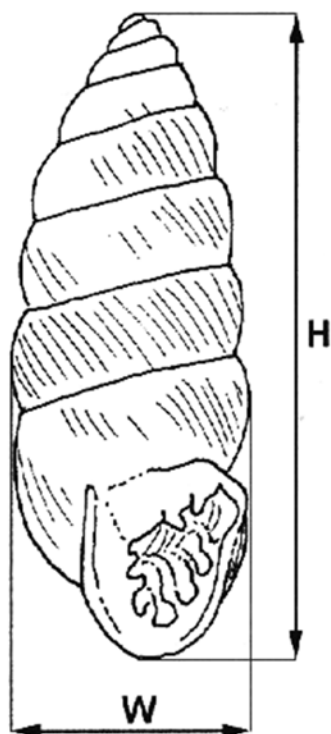
Ezek a gyűjtőhelyek Tihanyban és Külső-Somogyban (2. ábra), PINTÉR & SUARA 2004 puhatestű katalógusában megtalálható – YN 10, YM 19, YM 18 jelű 10 km x10 km-es UTM kvadrátban fekszenek. Az 1. és a 2–5., valamint a 6. és 8. gyűjtőhely között megközelítően 10–10 km a távolság.

A minták makroklíma szempontjából egységesen a 11–12 °C évi, 20–21 °C júliusi átlaghőmérsékletű; 650–700 mm évi, 40–60 mm júliusi csapadékmennyiségű területről származnak (AMBRÓZY et al. 2003), és térben – Tihany kivételével – megközelítően É–D irányt követik. (Tihany Balatonszárszótól ÉÉK-i irányba esik.) Az előbbi klímaelemek adatait az „Időjárás havijelentés Magyarországról” OMSZ kiadvány 1974 és 1985 közötti időszakára számolva: 10,5 °C évi, 20,7 °C júliusi átlaghőmérséklet; 610 mm évi, 60 mm júliusi csapadékmennyiség adódik.

Minden minta esetében, itt is felmerült a gyűjtött példányok létállapotának kérdése (DOMOKOS 1995). A tihanyi és a hét külső-somogyi mintasorban csupán 10% körüli volt az élő (E1 és E2 létállapotú) egyedek száma. A többi példányhoz rendelhető egzisztálási idő megállapítása igen bizonytalan, annál is inkább, mert az is előfordulhat, hogy az élő állat elveszti házának periosztrákum rétegét, és első pillanatra fosszilisnek is tűnhet. A *Granaria frumentum* háza viszonylag vastag falú, ezért nehezen pusztul, ráadásul a löszös talajok jelentős mésztartalma fékezi a mészváz korrózióját. Mivel a klímaelemek értékeinek átlaga akár évenként csökkenhet vagy növekedhet, a kifejlődő házak mére-

te a növekedési periódusának (1–2 év) megfelelően kisebb vagy nagyobb lehet. A helyzetet tovább bonyolítja az a tény, hogy azonos időpontban „startoló” példányok mérete ab ovo szórást mutat. A tapasztalt variabilitás tehát részben örökletes, részben pedig ökológiai gyökerű. Az elmondottakból kitűnik, hogy ideális eredményhez csak akkor juthatunk, ha csak E 1 és E 2 létállapotú egyedeket gyűjtünk a mintánkba. Ezt az igényt a megkívánt mintaelemszámmal összeegyeztetni még sziszifuszi munkával sem mindig lehet. Ráadásul minél nagyobb területről gyűjtjük be a mintát, a különböző klimatikus adottságú biotópokból származó egyedek összekeveredésének valószínűsége annál nagyobb lesz. A posteriori megoldás – igényünket kiterjesztjük E 3, E 4 létállapotú példányokra is (SÓLYMOS & DOMOKOS 1999). Ezt annál is inkább megtehetjük, hiszen az irodalmi makroklímaelemek (hőmérséklet, páratartalom stb.) több évtizedes megfigyelés alapján nyert átlagok.

A nyolc biotóp közül csupán ötben sikerült a kiértékelés szempontjából praktikus 100 mintaelemet gyűjteni. A legkisebb minták csupán 50 elemesek, de így is 20-al meghaladják a minimális mintaelemszámot (DOMOKOS 1982).



3. ábra: A *Granaria frumentum* mért paraméterei: H = magasság, W = szélesség (SÓLYMOS et al. 2002)

Fig. 3.: The shell of the *Granaria frumentum* with the measured parameters.

H = height, W = width (SÓLYMOS et al. 2002)

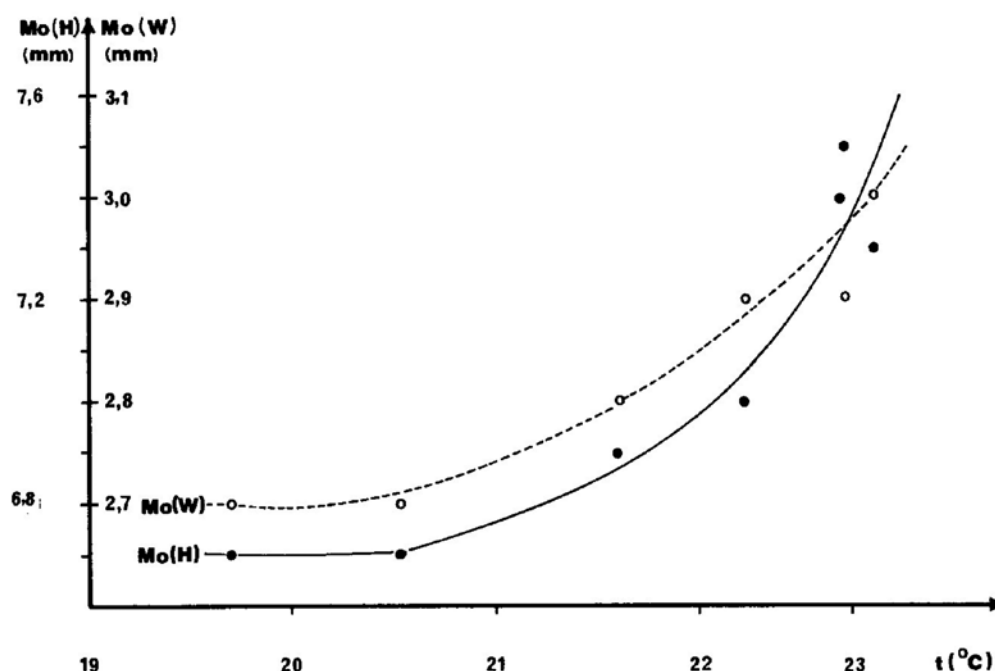
A magasság (H) és szélesség (W) értékek mérését tolmérővel végeztük 0,1 mm alatti pontossággal; ép, kitüremlett szájadékszegéllyel rendelkező egyedeken (3. ábra). A szájadék tolmérő alsó mozgó pófájával érintkező pontja, és a felső pofa ház csúcsával érintkező pontján át fektetett egyenes csak látszólag merőleges a pófákra. Ennek oka az érintkező pontokon fellépő sűrűlódás, amely megakadályozza a ház kicsúszását, annak nem merőleges állapotában is. A mérést követő feldolgozás után megrajzoltuk a gyakorisági görbéket, amelyek abszcisszáján a hagyományokhoz híven 0,3 (H), illetve 0,1 (W , H/W) az osztályköz (DOMOKOS 1982). Minden esetben sort kerítettünk a nyúltság (H/W) kiszámítására is.

A mérés során nyert paraméterekből meghatározott morfolometriai jellemzőket és az azok segítségével meghatározott „alakhőmérsékleteket” (PT, PT1), valamint az irodalomból származó júliusi középhőmérsékletet (JMT) az 1. táblázatban foglaltuk össze. Egyes mintákhoz rendelhető „alakhőmérsékleteket” (PT) a magasság (H) és szélesség (W) móduszok (MO), illetve az átlagmagasságok (AM) segítségével határoztuk meg. A PT értékét a *Granaria frumentum* MO értékeinek júliusi középhőmérséklet függését bemutató grafiknról (4. ábra) olvastuk le (DOMOKOS & FÜKÖH 1984 – Fig. 4.), illetve az átlagmagasság ismeretében számítottuk ki SÓLYMOS & SÜMEGI 1999 regressziós egyenest leíró egyenletéből [$PT1 = (AM - 2,1747)/0,2824$]. Ez utóbbi úton kapott értéket megkülönböztetésül jelöltük PT1-el. A regressziós egyenlethez szükséges adatokat a Szársomlyón, az Ol-tárkón és a Kereszteskőn gyűjtött *Granaria frumentum* magasság (H) adatainak számtani átlagából és az irodalomból átvett júliusi középhőmérséklet adatokból (MAROSI & SOMOGYI 1990, PÉCSI et. al. 1989) nyerte Soly-mos Péter és Sümegi Pál. Szeretnénk hangsúlyozni, hogy a 4. ábra abcisszáján látható mikroklíma értékekkel paralel változnak, az un. lokális makroklíma értékek, amelyek az eltérő felvételi helyből és évből adódóan eltérhetnek a regionális makroklímától.

Eredmények

A. Eloszlásgörbék

A tolméteres mérés jó reprodukálhatóságát mutatja, hogy az 1987-es balatonszárszói minta (4. számú gyűjtőhely) elemeinek ismételt lemérése után kapott frekvencia értékek viszonylag jó megegyezést mutatnak. Az alap és kontroll mérés egyes paramétereinek átlaga között csupán – 0,02 (H), – 0,01 (W) mm illetve 0,00 (H/W) eltérés (0,1 % alatti) mutatkozott (5. és 6. ábra, 1. táblázat), annak ellenére, hogy a két mérés során az egyes osztályközbe tartozó H – W – H/W értékek akár 3 – 6 – 7 %-al is eltérhetnek egymástól. A kismértékű méretcsökkenés – véleményünk szerint – a mérés során bekövetkező csekélyke kopással hozható összefüggésbe. A magasság (H) értékek egycsúcsú enyhén jobbra ferde; a szélesség (W) egycsúcsú, megközelítően szimmetrikus; a nyúltság (H/W) az alap sorozatnál enyhén balra, a kontrollnál pedig jobbra ferde eloszlást mutat.



4. ábra: A *Granaria frumentum* móduszainak (MO) júliusi középhőmérséklet függése (DOMOKOS & FÜKÖH 1984)
 Fig. 4.: Relationship between modes (MO) of the *Granaria frumentum* and July mean temperature (DOMOKOS & FÜKÖH 1984)

A következő két ábrán (7. és 8.) egy tihanyi (1.) és egy szárszói (4.) erdei minta, valamint négy gyepminta magasság (H) értékeinek eloszlása látható.

Átnézve az erdős és a gyepek biotópok magasság értékeinek eloszlását, megállapítható, hogy a gyepek frekvencia görbéi aszimmetrikusabbak, illetve a normális eloszlástól bal oldali törésük különbözteti meg. A szárszói gyepek (5. minta) jobbra ferde eloszlása és baloldali törése a legszembetűnőbb a gyepek között. Érdekes a tihanyi (1.) és a szárszói (4.) minta viszonylag jó kongruenciája (7. ábra).

Legkisebb értékeket a szárszói homokbánya feletti, Balatonhoz legközelebb fekvő gyepminta mutatja, ezt követi a szőládi, kötcsei és az almahegyi gyepek. A szárszói gyepminta alacsonyabb gyakorisági értékei feltehetően a Balaton közelségével, nagy víztömegének kiegyenlítő hatásával magyarázható (DOMOKOS & KOVÁCS 1982, TÜSKÉS 2007). Érdekes, hogy a frekvencia görbék eltolódásának sorrendje nem felel meg a Balatontól való távolság növekedésének a sorrendjével. Az almahegyi minta frekvencia görbéje, a bányafal feletti pozíciójából következően, melegebb mikroklímája miatt tolódhat el a magasabb értékek felé. Az almahegyi és a kötcsei mintasor átlagmagassága 0,1; MO-a és ME-ja 0,2 mm-rel; szórása csupán 0,07-al tér el egymástól.

A következő két ábra (9. és 10.) három, különböző évben (1980, 1985, 1987) gyűjtött szárszói minta magasságának (H), szélességének (W) és nyúltságának (H/W) frekvenciagörbéit szemlélteti. Az előbb sorolt 2., 3., 4. minta ugyanabban az akácokban került begyűjtésre.

Ami első pillanatra szembetűnik: a magasság (H) és szélesség (W) eloszlásgörbéi az évek múlásával a kisebb értékek felé tolódnak el, azaz az erdei mikroklímában az évek előrehaladtával csökkenő júliusi átlaghőmérséklet valószínűsíthető. A nyúltság (H/W) eloszlása – az 1985-ös évi 2. minta okán – a fenti regulától eltér. A 2. minta eloszlásgörbéjénél, a többihez képest, hegyesebb profil figyelhető meg. Ez a kiugró viselkedés a kisebb – 100 helyett 80 – mintaszámmal hozható összefüggésbe (!)

Meglepő, hogy egymástól légvonalban megközelítően 10 km-re fekvő, két különböző időpontban gyűjtött, különböző expozíciójú tihanyi (1. minta: 1982, É-i kitettség) és szárszói minta (4. minta: 1987), bizonyos szélesség (W) és nyúltság (H/W) osztályközeinek értékei milyen jól megközelítik egymást. Csupán a szárszói minta frekvencia értékei mutatnak némi eltolódást a nagyobb értékek irányába (11. ábra).

B. Morfológia a statisztikai jellemzők tükrében és a kalkulált héj morfo-hőmérsékletek

A statisztikai jellemzők és az alakhőmérsékletek meghatározása után, a makrohőmérsékleti adatok beszerzését követően készült el az 1. táblázat.

Az 1. táblázatot megtekintve látható, hogy a centrális tendencia értékek (AM, MO, ME) alapján a gyakorisági függvények csupán kismértékű balra és jobbra eloszlást mutatnak. A szórás értékek között lényeges különbség nem észlelhető, még a kisebb mintaelemszámok esetében sem.

A vizsgált régióban a magasság értékek (H) 5,8 és 8,4 mm, a szélesség (W) értékek 2,3 és 3,1 mm, a nyúltságok (H/W) pedig 2,1 és 3,1 közötti értékeket vesznek fel.

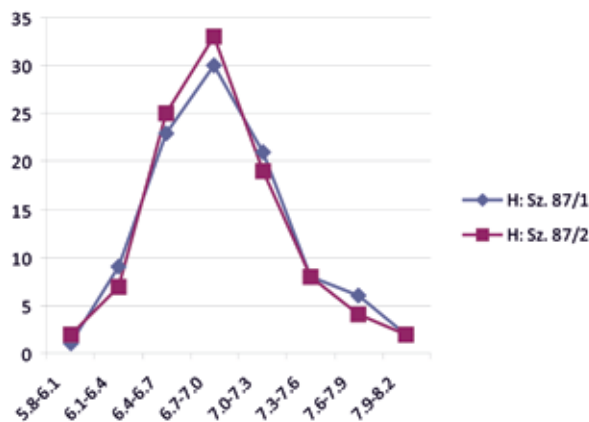
A tihanyi és az 1987. évi szárszói erdei minta statisztikai jellemzőiben csupán a századokban mutatkozik eltérés. A négy gyepminta átlagmagasság és nyúltság értékeiben – kivéve az almahegyit – dél felé haladva növekvő tendencia tapasztalható. Az előbbi észleletekkel szemben, a nyúltságban nem jelentkezik az almahegyi minta devianciája (7. és 8. ábra).

Visszatérve a három szárszói erdei minta (2., 3., 4.) paramétereinek diszkussziójához, megállapíthatjuk, hogy az évek múlásával a paraméterek statisztikus jellemzői csökkenést mutatnak. Ennek a klímaváltozás, vagy a véletlen lehet az oka. Ez utóbbinak ellentmond a szélesség és nyúltság mérőszámaiban megmutatkozó néhány százados, a magasság értékekben megmutatkozó 0.21 mm-es különbség.

1. táblázat: *Granaria frumentum* populációk morfometriai jellemzői és a júliusi alakhőmérsékletek (PT, PT1)
Table 1.: Size distribution characteristics of the measured *Granaria frumentum* populations and estimated July mean temperatures (PT, PT1) with shell morpho-thermometer method

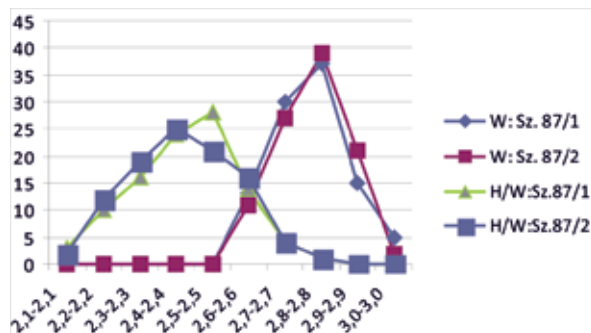
N: mintaelemszám/number of cases, H: házmagasság/height, W: szélesség/width, H/W: nyúltság/elongation, AM: számtani átlag/arithmetic mean, MO: módusz/mode, ME: medián/median, SD: szórás/standard deviation, Min: minimum/ minimum value, Max: maximum/ maximum value, d: mérésterjedelem/range of measurement
PT according to FÜKÖH & DOMOKOS 1984 szerint, PT1: according to SÓLYMOS & SÜMEGI 1999 szerint

Gyűjtőhely	Paraméterek	Statisztikai jellemzők								Hőmérsékletek (°C)		
		N	AM	MO	ME	SD	Min	Max	d	PT	PT1	JMT
1. Tihany, Ciprián-f. (1982)	H (mm)	100	6.84	6.8	6.8	0.45	6.0	8.4	2.4	21.2	16.5	20-21
	W (mm)		2.74	2.8	2.8	0.09	2.6	3.0	0.4	21.6		
	H/W		2.44	2.5	2.4	0.15	2.2	2.8	0.6			
2. B. szárszó, magaspart, akácos (1980)	H (mm)	80	7.19	7.3	7.2	0.38	6.4	8.4	2.0	22.6	17.7	
	W (mm)		2.82	2.8	2.8	0.09	2.6	3.0	0.4	21.6		
	H/W		2.51	2.5	2.5	0.12	2.3	2.8	0.5			
3. B. szárszó, magaspart, akácos (1985)	H (mm)	100	6.98	6.8	7.0	0.33	6.2	8.0	1.2	21.2	17.0	
	W (mm)		2.81	2.8	2.8	0.09	2.6	3.1	0.5	21.6		
	H/W		2.44	2.4	2.4	0.12	2.1	2.8	0.7			
4. B. szárszó, magaspart, akácos (1987)	H (mm)	100	6.83	6.8	6.8	0.40	6.0	7.9	1.9	21.2	16.4	
	W (mm)		2.77	2.8	2.8	0.09	2.6	3.0	0.4	21.6		
	H/W		2.42	2.4	2.4	0.14	2.1	2.8	0.7			
2., 3. és 4. összevont minta	H (mm)	280	6.98	6.8	7.0	0.39	6.0	8.4	2.4	21.2	17.0	
	W(mm)		2.80	2.8	2.8	0.09	2.6	3.1	0.5	21.6		
	H/W		2.45	2.4	2.45	0.13	2.1	2.8	0.7			
2., 3. és 4. minta stat. jellemzőinek átlaga	H(mm)	3	7.00	6.9	7.0	0.37	6.0	8.4	2.4	21.7	17.1	
	W(mm)		2.80	2.8	2.8	0.09	2.6	3.1	0.5	21.6		
	H/W		2.44	2.5	2.4	0.13	2.2	2.8	0.6			
5. B. szárszó, magaspart, gye (1987)	H (mm)	100	6.74	6.7	6.7	0.46	5.8	8.1	2.3	19.6!	16.1	
	W (mm)		2.76	2.7	2.7	0.10	2.6	3.0	0.4	19.6!		
	H/W		2.38	2.5	2.4	0.14	2.1	2.7	0.6			
6. B. szárszó, Almahegy, h. fal (1983)	H (mm)	50	7.32	7.4	7.4	0.37	6.4	8.2	1.8	22,6	18.2	
	W (mm)		2.77	2.8	2.8	0.09	2.6	3.0	1.4	21.6		
	H/W		2.59	2.6	2.6	0.13	2.3	2.8	0.5			
7. Szőlád, domboldal, (1983)	H (mm)	50	7.00	7.0	7.0	0.43	6.3	8.1	1.8	22.1	17.1	
	W(mm)		2.79	2.8	2.8	0,11	2.3	3.0	0.7	21.6		
	H/W		2.46	2.5	2.45	0.17	2.2	3.1	0.9			
8. Kötcsé, domboldal (1981)	H (mm)	100	7.22	7.6	7.2	0.44	6.1	8.4	2.3	23.0	17.8	
	W (mm)		2.85	2.9	2.9	0.09	2.7	3.1	0.4	22.3		
	H/W		2.49	2.5	2.5	0.11	2.2	2.9	0.7			
8. minta AM átlaga	H(mm)	8	7.01	6.8						21.2	17.1	

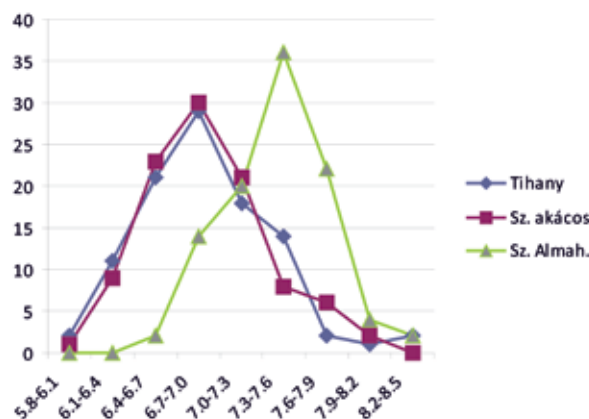


5. ábra: A 4. minta alap (négyzet) és kontroll (gyémánt) mérés során nyert magasság értékek gyakorisági eloszlása

Fig. 5.: The height (H) distribution of the *Granaria frumentum* population from sample 4. Square is base and diamond is control mensuration

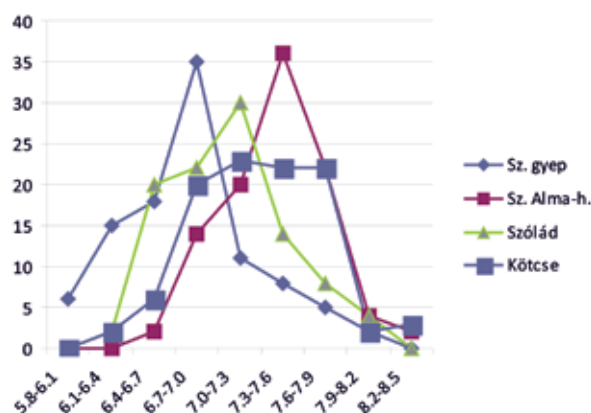


6. ábra: A 4. minta alap (/1) és kontroll (/2) mérés során nyert szélesség (W – gyémánt, négyzet,) és nyúltság (H/W – háromszög, x) frekvencia értékei
 Fig. 6.: The height (H) and elongation (H/W) distribution of the *Granaria frumentum* population from sample 4. Diamond and square is base, triangle and X is control mensuration



7. ábra: Különböző biotópokból származó *Granaria frumentum* minták magasság (H) értékeinek frekvencia görbéi (gyémánt: 1. minta, négyzet: 4. minta, háromszög: 6. minta)

Fig. 7.: The height (H) distribution of *Granaria frumentum* populations from different sampling sites (diamond: sample 1., square: sample 4., triangle: sample 6.)



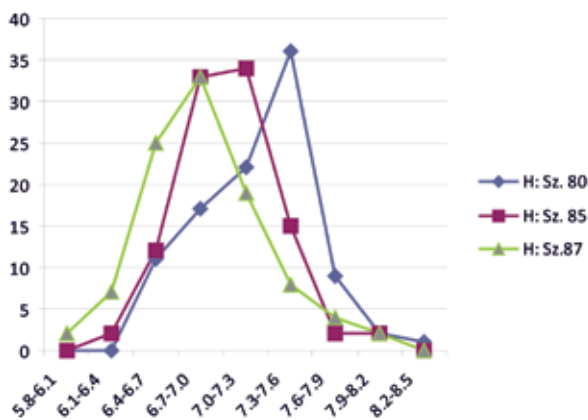
8. ábra: Különböző biotópokból származó *Granaria frumentum* minták szélesség (H) értékeinek frekvencia görbéi (gyémánt: 5. minta, négyzet: 6. minta, háromszög: 7. minta, nagyobb négyzet: 8. minta)

Fig. 8.: The height (H) distribution of *Granaria frumentum* populations from different sampling sites (diamond: sample 5., square: sample 6., triangle: sample 7., larger square: sample 8.)

A héj morfo-hőmérő módszerrel meghatározott hőmérsékleti értékek és a makrohőmérséklet összehasonlítása lehangoló, visszas eredményre vezet. A magasság MO-ból számítva 21,2–23,0, szélesség MO-ból számítva 21,6–22,3 °C között változnak a grafikus úton meghatározott PT értékek. Ezek az értékek a 20–21 °C makroklimánál max. 2 osztályközzel (2 °C-al) magasabbak. A regressziós egyenes egyenletéből számított PT1 értékek viszont ~ 3 °C-al alacsonyabbak a 20–21 °C makroklima (JMT) értéknél: 16,1–18,2 °C közöttiek.

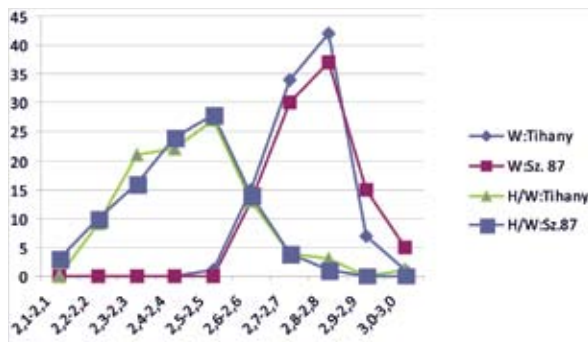
Összefoglalás

Tihanyi-szárszói eredményeink rámutatnak arra, hogy a *Granaria frumentum* héjmorfológiája viszonylag kis térbeli léptékben (10–20 km) is jelentős variabilitást mutat, ami az élőhelyek helyi klímáelemeinek héjnövekedésre gyakorolt hatásának tudható be. A vizsgált gyepminták esetében, dél felé haladva, jól érzékelhető a héj paramétereinek enyhe növekedése



9. ábra: *Granaria frumentum* minták magasság (H) értékeinek frekvencia görbéi (gyémánt: 2. minta, négyzet: 3. minta, háromszög: 4. minta)

Fig. 9.: Distribution curves of height (H) of *Granaria frumentum* (diamond: sample 2., square: sample 3 triangle: sample 4)



11. ábra: *Granaria frumentum* minták szélesség (W: gyémánt – 1., négyzet – 4. minta) és nyúltság (H/W: háromszög – 1., x – 4. minta) értékeinek frekvencia görbéi

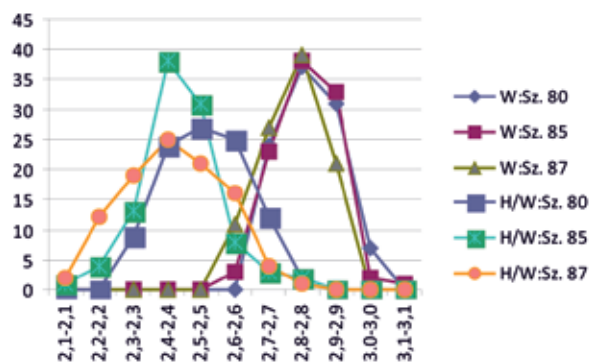
Fig. 11.: The width (W: diamond – sample 1., square – sample 4.) and elongation (H/W: triangle – sample 1., x – sample 4.) curves of the *Granaria frumentum* populations

A héj morfo-hőmérővel meghatározott értékek makroklimájával történő összevetése problémákat vet fel. A meghatározás metódusától függően +2 és -3°C eltérés adódhat.

A tihanyi-szárszói biotópok H és W értékeire kapott 5,8–8,4 x 2,3–3,1 mm értékeket érdemes összehasonlítani néhány irodalmi adattal.

Soós 1943 klasszikus monográfiájában az előbbieknél nagyobb értéket ad meg (6–12 x 2,7–3,8 mm), ami érthető, hiszen a szerző a Kárpát-medencében gondolkodik, az ott található alfajokat is számításba veszi.

KERNEY et al. É- és Közép-Európa határozójában szereplő dimenziók: 6,5–8 x 2,7–3,0 mm. Ezek az általunk megadott értékeknél szűkebbek. Igaz, zárójelben diplomatikusan megjegyzik: „oft erheblich größer”/ gyakran jelentősen nagyobb.



10. ábra: *Granaria frumentum* minták szélesség (W: gyémánt: 2., négyzet: 3. minta, háromszög: 4. minta) és nyúltság (H/W: x: 2. minta., csillag: 3. minta, kör: 4. minta) értékeinek frekvencia görbéi

Fig. 10.: The width (W: diamond – sample 2., square – sample 3., triangle – sample 4.) and elongation (H/W: x – sample 2., star – sample 3., circle – sample 4.) curves of the *Granaria frumentum* populations

FEHÉR et al. (2010) a Közép-európai faj mérettartományát 6–8,9 x 2,5–3,1 mm-ben adja meg. Ez utóbbi értékekhez esnek közelebb a szárszói adatok, ami evidens, hiszen Fehér Zoltán, Deli Tamás és Solyms Péter a dimenziók megadásánál elvonatkoztattak az alfajoktól.

WELTER-SCHULTES 2012 európai szárazföldi puhatestűekkel foglalkozó határozójában H és W értékre szűkebb intervallumokat ad meg: 6,5–8,0 x 2,7–3,0 mm. Ez azért meglepő, mert a szerző által megadott értékek a *Granaria frumentum* Közép-Európától DK-Bulgáriáig terjedő areájára vonatkoznak (WELTER-SCHULTES 2012).

SÓLYMOS & DOMOKOS 1999 a Balatontól 115 km-rel DDK-re fekvő, 20,8 °C-os júliusi átlaghőmérsékletű – praktice az általunk vizsgált terület makroklimájával megegyező (20–21°C) – villányi Szársomlyó hegyen 1996-ban és 1997-ben gyűjtött 726 darab *Granaria frumentum* egyed házának statisztikáját készítette el. A nyert magasság (H) Max adatai között több mintában 9 mm feletti érték fordult elő, de a csúcstól egy 10,2 mm-es magasságú héj tartja. E helyen a szélességek (W) AM-je néhány mintában elérte a 3,3 mm-t, a Max-a pedig a 3,7 mm-t. A Szársomlyón tapasztalt dimenziók: 6,1–10,2 x 2,8–3,7 mm. Ezek az értékek, amelyek leginkább megközelítik Soós Lajosét (Soós 1943).

A Balaton környéki nyolc minta magasság átlagából számított 7,01 mm-es átlag (1. táblázat) 1,95 mm-rel kisebb – a megközelítően 115 km-rel délebbre fekvő – a Villányi-hegységi Szársomlyó (442 m) 9 mintája átlagának átlagától (8,95 mm). (Ez utóbbi értéket SÓLYMOS & DOMOKOS 1999 cikkének 1. táblázata alapján számítottunk ki.) A nyolc minta összevonásával kapott magasság MO-ból meghatározott alak hőmérséklet (PT) 21,2°C, a regressziós egyenessel számított 8,95 mm-es AM-hez pedig ~24°C júliusi átlaghőmérséklet tartozik. Ez utóbbi ~3°C magasabb a regionális meteorológiai adatoknál

(MAROSI & SOMOGYI 1990), de jól jellemezheti az extrém déli kitettségű élőhely klímáját. A kitettségéből fakadó klimatikus változatosság jelentős héjmorfometriai variabilitást eredményez, amely nagyban nehezíti a héjmorfológia és a makroklíma közötti kapcsolat általánosítását térben és időben (pl. klíma rekonstrukció). Az általánosításokhoz további összehasonlító vizsgálatokra van szükség.

Köszönetnyilvánítás

Suara Róbertnek az UTM koordináták revíziójáért; Puskás Mártának, az OMSZ könyvtárosának sokirányú segítségéért tartozunk köszönettel.

Irodalom

- AGÓCSY P. 1961: Hazai csigafajaink elterjedését megszabó klímátényezők vizsgálata. – Állattani Közlemények, 52: 21–27. Budapest.
- AGÓCSY P. 1962: A study of the climatic factors influencing the distribution of Mollusc species Hungary. – Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici, 54: 473–481. Budapest.
- AGÓCSY, P. 1966: Néhány éticsiga populáció vizsgálata. – Állattani Közlemények, 53: 13–19. Budapest.
- AMBRÓZY P. et al. (eds) 2003: Magyarország éghajlati atlasza. Climate Atlas of Hungary. Országos Meteorológiai Szolgálat. Hungarian Meteorological Service. Budapest.
- BÁBA, K. & DOMOKOS, T. 2002: Seasonal malacological investigations on the willow forest fauna (Csigáserdő) on the active flood plain of the Fekete-Körös River near Dénesmajor. – NEV Malakologischen Gessellschaft, 10: 31–42. Rankweil.
- DOMOKOS, T. 1982: Morphometrical study of the chronocline of *Granaria frumentum* (Draparnaud, 1801) (Gastropoda: Chondrinidae). – Miscellanea Zoologica Hungarica, 1: 45–51. Budapest.
- DOMOKOS T. 1982–83: Shell morphometry of *Chondrula tridens* (O.F. Müller) from the surroundings of Békéscsaba (Gastropoda, Enidae). – Soosiana, 10–11: 125–134. (in English with Hungarian abstract). Baja.
- DOMOKOS T. 1985: A Horváth-likból (Uppony) előkerült holocén *Granaria frumentum* (Draparnaud) morfológiai vizsgálata és kora. – Malakológiai Tájékoztató, 5: 9–13. Gyöngyös.
- DOMOKOS T. 1987: A klíma hatása a *Helicigona banatica* csigafaj házáinak alakjára jellemzőire egyik alföldi előfordulása helyén. – Alföldi Tanulmányok, XI: 45–60. Békéscsaba.
- DOMOKOS T. 1992: A klíma hatása a *Helicigona banatica* csigafaj házáinak morfológiájára Makó-Landori-erdőben. – Fol. Hist.-nat. Mus. Matr., 17: 189–198. Gyöngyös.
- DOMOKOS T. 1995: A Gastropodák létállapotáról, a létállapot osztályozása a fenomenológia szintjén. – Malakológiai Tájékoztató, 14: 79–82. Gyöngyös.
- DOMOKOS T. 2001: Data on the shell morphology of the *Chilostoma banatica* (E. A. Rossmässler, 1838) and its climate dependence in the Sitka Forest (Békés County, Gyulavári) (Mollusca, Gastropoda). Adatok a *Chilostoma banatica* (E. A. Rossmässler, 1838) Sitkai-erdőből (Békés megye, Gyulavári) gyűjtött egyedek héjmorfológiájához és annak klímafüggéséhez (Mollusca, Gastropoda) – Soosiana, 29:11–26. Nagykovács.
- DOMOKOS T. 2002: *Cochlodina laminata* (Montagu, 1803) létállapotának klíma okozta változásairól békéscsabai (Békés megye) megfigyelések alapján. – Malakológiai Tájékoztató, 20: 35–46. Gyöngyös.
- DOMOKOS T. ÉS FÜKÖH L. 1984: A *Granaria frumentum* (Draparnaud, 1801) héjmorfológiája a klímátológiai vizsgálatok tükrében. – Fol. Hist.-nat. Mus. Matr., 9:91–107. Gyöngyös.
- DOMOKOS, T. & FÜKÖH, L. 1986: Relationship between microclimate and the shellmorphometry of *Granaria frumentum* (Draparnaud, 1801) (Gastropoda, Chondrinidae) – Proceedings of the 8 th International Malacological Congress, Budapest, 69–74 pp.
- DOMOKOS T., ÉS KOVÁCS, GY. 1982: A balatoni Fekete-part és környékének malakofaunája. – Állattani Közlemények, 69: 61–68. Budapest.
- DOMOKOS T., LENNERT J. ÉS SÓLYMOS P. 2004: Száraz holtág malakológiai, mikroklimatológiai vizsgálata a Sarkad-Remetei-erdőben (Békés megye), és a *Hygromia kovacsi* előfordulási körülményei. – Malakológiai Tájékoztató, 22: 87–95. Gyöngyös
- DÖVÉNYI Z., MOSOLYGÓ L., RAKONCZAI J. ÉS TÓTH J. 1977: Természeti és antropogén folyamatok földrajzi vizsgálata a kigyósi pusztá területén. – Békés megyei Természetvédelmi Évkönyv, 2: 43–72. Békéscsaba.
- FEHÉR, Z., DELI, T. & SÓLYMOS, P. 2010: Revision of *Granaria frumentum* (Draparnaud, 1801) (Mollusca, Gastropoda, Chondrinidae) subspecies occurring in the eastern part of the species range. – Journal of Conchology, 40: 201–217. London.
- FÜKÖH L. 1980: Adatok az Upponyi-szoros csigafaunájához. – Fol. Hist.-nat. Mus. Matr. 6: 137–145. Gyöngyös
- KEMENCEI, Z., FARKAS, R., PÁLL-GERGELY, B., VILISICS, F., NAGY, A., HORNING, E. & SÓLYMOS, P. 2014: Microhabitat associations of land snails in forested dolinas: implications for coarse filter conservation. – Community Ecology. in press.
- KERNEY, M. P., CAMERON, R. A. D. & JUNGBLUTH, J. H. 1983: Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas. Verlag Paul Parey. 1–384 p. Hamburg und Berlin.
- LAIS, R. 1925: Dr. Hans Kauffmann's hinterlassene Schneckensammlung. Ein Beitrag zur Kenntnis der Schneckenfauna Südbadens und ihrer Beziehungen zum Klima. – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br. 25:1–74. Naumburg.
- LAIS, R. 1926: Klima und Schneckenhaus. Aus Natur und Museum. Frankfurt am Main.
- MAROSI S. ÉS SOMOGYI S. (eds.) 1990: Magyarország kistájainak katasztere. I–II. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet. 1023 p. Budapest.
- NAGY, A. & SÓLYMOS, P. 2002: Relationship between microclimate and Orthoptera assemblages in different exposures of a dolina. – Articulata, 17(1): 73–84. Rednitzhembach.
- NAGY L. 1992: Microclimate types in the southern Bükk. – Abstracta Botanica, 16 (2): 87–90. Budapest.
- OMSZ: Időjárás havijelentés Magyarországról 1974 és 1985 közötti számai. – OMSZ Budapest.
- PÉCSI M. et al. (eds.) 1989: Magyarország nemzeti atlasza. Kartográfiai Vállalat. Budapest.
- PINTÉR L. ÉS SUARA R. 2004: Magyarországi puhatestűek katalógusa hazai malakológusok gyűjtései alapján [Catalogue of the Hungarian molluscs based on the collectings of Hungarian malacologists]. – in: Fehér, Z. & Gubányi, A. (eds.): A magyarországi puhatestűek elterjedése [Distribution of the Hungarian molluscs] II. Magyar Természettudományi Múzeum, 547 pp. Budapest.
- ROTARIDESZ M. 1927: A variabilitásról és tanulmányozásának módszereiről. – Állattani Közlemények, 24: 143–163. Budapest.

- ROTARIDESZ M. 1931: A lősz csigafaunája összevetve a mai faunával, különös tekintettel a Szeged vidéki lőszökre. – A Szegedi Alföld-kutató Bizottság Könyvtára. VI. szakosztály. Állattani Közlemények, 8: 1–180. Szeged.
- SÓLYMOS, P. 1996: Ecological and biogeographical investigation of the recent mollusc fauna of Szársomlyó (S Hungary), southern side. – *Malakológiai Tájékoztató*, 15: 61–67. Gyöngyös. (in English with Hungarian abstract)
- 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. Gyöngyös.
- SÓLYMOS, P., FARKAS, R., KEMENCEI, Z., PÁLL-GERGELY, B., VILISICS, F., NAGY, A., KISFALI, M. & HORNING, E. 2009: Microhabitat scale survey of land snails in dolinas of the Alsó-hegy, Aggtelek National Park, Hungary. – *Mollusca*, 27(2): 167–171. Dresden.
- SÓLYMOS P. & NAGY A. 1997: The recent mollusc fauna of the Szársomlyó (S Hungary): spatial pattern and microclimate. – *Malakológiai Tájékoztató*, 16: 35–42. Gyöngyös.
- SÓLYMOS P. ÉS SÜMEGI P. 1999: The shell morpho-thermometer method and its application in palaeoclimatic reconstruction. – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis, Sectio Geologica*, 32: 137–148. Budapest.
- SÓLYMOS P., SÜMEGI P. ÉS DOMOKOS T. 2002: A héj morpho-hőmérő módszer és alkalmazásai a paleoökológiában. – *Földtani Közöny*, 132/különszám, 257–263. Budapest.
- Soós L. 1943: A Kárpát-medence Mollusca-faunája. – In: Magyarország természetrajza, I. Állattani rész. Magyar Tudományos Akadémia, 478 pp. (+XXX). Budapest.
- SÜMEGI P. 1989: A Hajdúság felső pleisztocén fejlődéstörténete finomrétegtani (öslénytani, szedimentológiai, geokémiai) vizsgálatok alapján. – Doktori értekezés, Debrecen, Kézirat, 75 pp.
- SÜMEGI P. 1996: Az ÉK-magyarországi lőszterületek összehasonlító öskörnyezeti rekonstrukciója és rétegtani értékelése. – Kandidátusi értekezés, KLTE, Debrecen, Kézirat, 120 pp.
- TÜSKÉS T. 2007: Természeti környezet. – in: MAURER, T. (ed.): Szántód községtörténet. Szántód Község Önkormányzata, 18–26 pp. Szántód.
- WELTER-SCHULTES, F. 2012: European non-marine molluscs, a guide for species identification. Planet Poster Editions. 679 pp+ Q 1–70. Göttingen.