

Acta Biol. Debr. Oecol. Hung 16: 175–186, 2007

MEIOFAUNA-KUTATÁSOK A DUNA HIPORHEÁLIS RÉGIÓJÁBAN

OERTEL NÁNDOR¹ – NOSEK JÁNOS¹ – PONYI JENŐ²

¹MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Magyar Dunakutató Állomás, 2131 Göd, Jávorka S. u. 14., oer63@ella.hu, nosek@botanika.hu

²MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézet, 8237 Tihany Klebelsberg Kuno u. 3., ponyi@tres.blki.hu

MEIOFAUNA INVESTIGATIONS IN THE HYPORHEIC ZONE OF THE RIVER DANUBE

N. OERTEL¹ – J.N. NOSEK¹ – J. PONYI²

¹Hungarian Danube Research Station of the Hungarian Academy of Sciences, H-2131 Göd, Jávorka S. u. 14. Hungary, oer63@ella.hu, nosek@botanika.hu

²Hungarian Academy of Sciences, Balaton Limnological Research Institute, H-8237 Tihany, Klebelsberg Kuno u.3. Hungary, ponyi@tres.blki.hu

KIVONAT: A nagy folyók, így a Duna esetében is, a jelenlegi kutatások előterében áll az üledékfelszínen és az üledékben élő társulások strukturális és funkcionális – a detritusz alapú táplálékhálózat menti – kapcsolatainak feltárása. Első lépésként – az üledék szervesanyag-készletének meghatározása mellett – az üledéklakó makro- és meiofauna közösségek és állományaik tér- és időbeli változásának feltárását kezdtük meg a Dunakanyarban két jellegzetes depozíciós partszakaszon. A 11 magasabb taxon csoportból domináns a Nematoda és az Oligochaeta, a 17 faji szintig azonosított taxonból pedig a *Limnocythere inopinata* (Baird) Ostracoda faj. A taxonok jelentős hányada az üledék felső 5 centiméteres rétegében fordul elő, 10-15 centiméter között számuk jelentősen csökken, ill. sok esetben hiányoznak. Az egyedszám maximumok (átlagosan a három rétegben talált egyedek 74%-a) az üledék felső 5 centiméteres rétegében jelentkeznek. Az egyes csoportoknál – mint pl. a kistrákok esetében – rövidtávon megfigyelhetők bizonyos térbeli eltérések egy-egy faj jelenléte vagy hiánya alapján, de tendenciózus vagy szignifikáns különbséget, amely köthető lenne a lokálisan eltérő áramlási és alzatviszonyokhoz, nem támasztott alá az adatok matematikai-statisztikai elemzése sem.

ABSTRACT: In large rivers – such as the Danube – present research focuses on the structural and functional aspects of the detrital food web of the benthic communities. As first step – simultaneously with the determination of the benthic organic matter pool – the spatial and temporal changes of the hyporheic meiofauna community were explored at two depositive sections of the river Danube. Nematods and oligochaetes dominated the 11 higher taxa founded during the sampling period, while 17 taxa determined to species level was dominated by *Limnocythere inopinata* (Baird) ostracod species. The

greater proportion of the taxa preferred the upper 5 cm layer of the sediment, while taxa enormously decreased in number vertically or as in many cases they were absent in the 10-15 cm layer. The individual number was also the highest in the upper 5 cm layer in average the 74% of the total individual number founded in the total depth. The individual number generally increased from early summer to late autumn. In the case of certain groups (e.g. the crustaceans) some short lasting spatial differences can be detected on the basis of species presence or absence, but definitive tendencies caused by local currents or sediment characteristics was not verified by the detailed statistical evaluation of available data.

Key words: Meiofauna, hyporheic zone, Danube, qualitative and quantitative changes in space and time

Bevezetés

A nagy folyók ökológiai kutatottsága több területen is hátrányban van a kisebb vízfolyásokhoz képest. Bizonyos élettájak és életforma típusok – mint például a pelagiálban a plankton és a nekton – jobban felderítettek, míg az üledékfelszíni és az üledékben lévő vízi élettáj (bentál) életközössége a bentosz kevésbé ismert. Az üledék és az azt átitató interszticiális víz alkotja az ún. hiporheikus régiót, amelynek jelentősége – mint a partiszűrészű ivóvíznyerés térsége, vagy mint a katasztrófaszerű szennyezések utáni rekolonizáció forrása – a növekvő kutatottság miatt egyre jobban kibontakozik. Az egymástól sokszor módszertanilag is és a kutatások célkitűzését tekintve is különválasztott – üledékfelszíni és az üledékben lévő – vízi élettáját a makro- és meiozoobentosz szervezetei népesítik be. E két csoport – sokszor mesterséges – elválasztása is a gyakorlati vizsgálódás szempontjai és lehetőségei szerint, mérettartományok alapján történik, holott például fejlődési stádiumaik fokozatos átmenetein keresztül, vagy éppen az anyagforgalomban betöltött szerepük folytán egy egységes rendszernek a részei.

JÜRGEN SCHWOERBEL két alapvető cikkének (1961, 1964) hatására az ezt követő évtizedekben megélné a folyóvízi hiporheikus régió állatvilágának kutatása, nemcsak Európában (BRETSCHKO 1981, HYNES 1983, ROGULJ et al. 1994, DOLE-OLIVIER et al. 1994, POSPISIL 1994, ROBERTSON et al., 1995, ROUCH és DANIELOPOL 1997, WARD et al., 1998), hanem az amerikai kontinensen is (PENNAK és WARD 1986, WILLIAMS 1989, BOULTON et al. 1992). Magyarországon a hiporheikus régióra és a meiozoobentoszra vonatkozó adat kevés és nagyon szórványos. Az interszticiális régió kutatását Ponyi kezdte el a Dunában (PONYI és PONYI 1961) és a Mecsek-hegység egyik patakjában (PONYI és PONYI-né 1962). Nagy folyóink közül a Tiszát is tanulmányozta 1959-ben (Ponyi 2000). Dunai faunisztikai ismereteink eddig elsősorban litorális zóna üledékfelszíni makroszkopikus gerinctelenjeiről vannak (OERTEL et al. 2005).

Számos munka célkitűzése, hogy a folyóvizek üledékfelszínén és az üledékében élő állatokról ismert élőhelyi és ökológiai tudásunkat egységes rendszerbe foglalja (BOULTON 2000, MALARD et al. 2000). Az folyóvízi ökoszisztémák nagy rugalmassága a tér-időbeli heterogenitásnak köszönhető. Éppen ezért különösen jelentősek a refugiumként működő interszticiális élőhelyek a folyókat ért diszturbanciák, szennyezések kivédésében és a rehabilitációban. Egy holisztikus folyóvízi táplálékhálózat feltárása elképzelhetetlen az energiaáramlásban döntő szerepet játszó interszticiális folyamatok ismerete nélkül. Az interszticiumban élő

szervezetek közössége (metazoa) a bioszféra összprodukcijához és energia áramlásához igen jelentős mértékben járul hozzá, mégis kevés ilyen jellegű adattal rendelkezünk (WARD et al. 1998). A meiobentosz jelentősége abban is megnyilatkozik, hogy míg szénben kifejezett biomasszája egyes becslések szerint egyötöde a makrobentozénak, addig az éves produkcióban való részvétele azonos nagyságrendű lehet azzal (BEL és COULL 1980, KUIPERS et al. 1981, PLATT 1981, GIÉRE 197). Folyóvizekben a meiofauna egyedszámok nagyon nagyok lehetnek, a funkcióban betöltött szerepük ennek ellenére kevésbé ismert. A bentosz produkciójában és biomasszájában játszott relatív jelentősége szezonálisan változik és függ a lokális térbeli, folyóvízi viszonyoktól (mint pl. a szediment szemcsemérete, áramlás viszonyok az interszticiális térben) (HAKENKAMP és MORIN 2000). A meiofauna nagyon fontos tápanyagforrása a makro- és meiobentosz főbb fogyasztó szervezeteinek is (SCHMID-ARAYA és SCHMID 2000). Mind a makrofauna, mind pedig a meiofauna eloszlása skálafüggő módon változik a táplálék mennyiségétől és minőségétől, a predációtól, a diszperziótól, a helyi áramlási dinamikáktól és az alzat karakterisztikáitól. A C:N aránnyal is kifejezhető szervesanyag minősége és térbeli elhelyezkedése a mederben alakítja a meiofauna foltszerű elhelyezkedését, a közösség struktúráját és élettörténetének jellemzőit. Természetesen azok a faktorok, amelyek kis skálán meghatározzák a meiofauna eloszlását, nagyobb skálákon is hasonlóan hatnak (TRISKA et al. 1983, TATE és HEINY 1995, SWAN és PALMER 2000).

Módszertani (mintavételi) nehézségek miatt hiányzanak a megbízható mennyiségi – abundancia, biomassza – adatok. A társulások szerkezetéről és működéséről, valamint azoknak a táplálékhálózatban betöltött szerepéről csak ezek ismeretében lehet képet alkotni. A kutatás célkitűzése, hogy a Duna litorális zónájában az üledékfelszínen és az üledékben élő társulások strukturális és funkcionális – a detritusz alapú táplálékhálózat menti – kapcsolatait feltárjuk. Ennek első fázisaként az üledék szervesanyag-készletének meghatározása mellett fel kell tárni az üledéklakó makro- és meiofaunát, állományaik tér- és időbeli változását. A vizsgálatokat a magyar Duna középszakaszának két depozíciós, de hidrológiailag és anyagforgalmilag lokálisan jellegzetesen eltérő partszakaszán végeztük (TÓTH et al. 2006), első lépésként vizsgálva a táplálékhálózat alapjául szolgáló struktúrát és az abban résztvevő funkcionális csoportokat, arányaikat és azok térbeli (vertikális), valamint időbeli (évszakos) változását.

Anyag és módszer

Mintavételi helyek

Két depozíciós partszakaszt vizsgáltunk négy mintavételi ponton: Kismarossal (1688 fkm) szemközt a lassú áramlású partélnél (KIM1P - 47.49.05 N/19.01.61 E) és a gyorsabb áramlású, sodorhoz közeli területen (KIM1S - 47.49.07 N/19.01.61 E); Gödnél (1669 fkm) a Gödi-sziget alsó csúcsánál, a mellékág kifolyásnál lassabb áramlású területen (GÖD1P - 47.40.94 N/19.07.57 E) és a szigetcsúcs főág felé eső oldalán, erősebb áramlás mellett (GÖD1S - 47.40.94 N/19.07.56 E). A partélhez közeli mintavételi helyeken lassabb az áramlás (maximum 0,1 m/sec), a meder anyagát – a frakciók szemcsemérete alapján – iszap és homok alkotja. A sodorhoz közelebbi helyeket erősebb az áramlás (0,8 m/sec), a mederanyagot finom homok, homok és kavics jellemzi (TÓTH et al. 2006).

Mintavételi időpontok

A mintavételekre, négy időpontban (2005. június 26., augusztus 15., szeptember 23. és november 11.) került sor a budapesti vízmércén mért 114–259 cm közötti vízállásnál. Ez a vízállás tartomány teszi lehetővé a parti zónában az azonos helyekről való mintavételt.

Mintavételi módszerek

Üledékmintát 4 cm átmérőjű core-mintavevővel vettünk. Az üledékmagot mélység szerint 0-5, 5-10, 10-15 cm-es rétegekre bontottuk és további laborfeldolgozásig 70%-os alkohollal rögzítettük. A mennyiségi értékelhetőség és összehasonlíthatóság miatt a 12,56 cm² felületű üledékmag 5 cm-es rétegenkénti teljes (62,8 cm³) térfogatát vizsgáltuk a továbbiakban és erre számoltuk az egyedszámokat is. A meiobentosban élő fauna optimális kinyerésének megállapítása céljából előzőleg hat különböző (185 és 30 µm közötti) lyukbőségű hálót próbáltunk ki. A laboratóriumi elővizsgálatok alapján a 85 µm-es planktonháló bizonyult megfelelőnek, mely az üledék átmosására használt (13x10x8 cm méretű) műanyag edény, 6 cm átmérőjű szájnyílására lett ráhelyezve. Az egyes taxonok azonosításához a következő határozókat használtuk (KLIE 1938, BRONSTEIN 1947, RYLOV 1948, BORUTZKY 1952, KIEFER 1960, DUSSART 1967, 1969, DÉVAI 1977, GULYÁS és FORRÓ 1999).

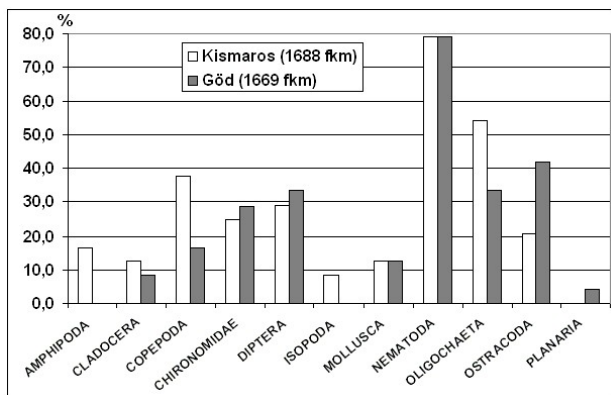
Eredmények és értékelés

A négy időpontban, négy mintavételi helyen és három mélységben talált meiofauna taxonok előfordulását az 1a. és 1b. táblázat összegzi. 11 magasabb taxon csoport (Nematoda, Oligochaeta, Diptera, Chironomidae, Cladocera, Copepoda, Ostracoda, Planaria, Mollusca, Amphipoda, Isopoda), és ezen belül 17 faj előfordulását regisztráltuk. Az összes eset 79 %-ában a Nematoda csoport fordult elő, ezt követte sorrendben az Oligochaeta (44%), Diptera és Ostracoda (31-31%), Chironomidae és Copepoda (27-27%), valamint a Cladocera (10%) csoport. A fajok közül leggyakrabban a *Limnocythere inopinata* (Baird) (21%) Ostracoda rákot találtuk az üledékmintákban.

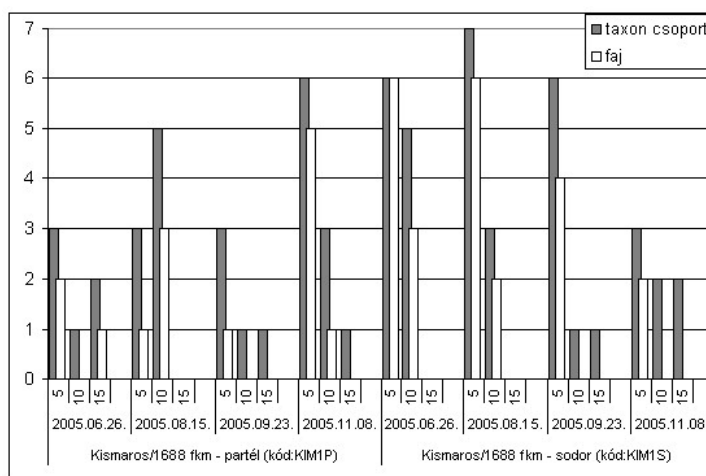
A kismarosi és gödi mintavételi helyeken talált taxon csoportok előfordulási gyakoriságát az 1. ábra mutatja. Amphipoda és Isopoda csak Kismarosnál, Planaria csak Gödnél fordult elő. A kismarosi kismarost a Copepodák, Gödöt pedig az Ostracodák gyakoribb előfordulása jellemzi.

A teljes vizsgálati periódusra számolt átlagos csoportszám szerint leggazdagabb a kismarosi sodorvonalhoz közeli, gyorsabb áramlású hely (KIM1S) (3,0), ezt követi sorrendben a gödi mellékág alsó kifolyása (GOD1P) (2,5), Kismarosnál a partél (KIM1P) (2,4), valamint a gödi sziget sodorvonal felé eső partszakasza (GOD1S) (2,1).

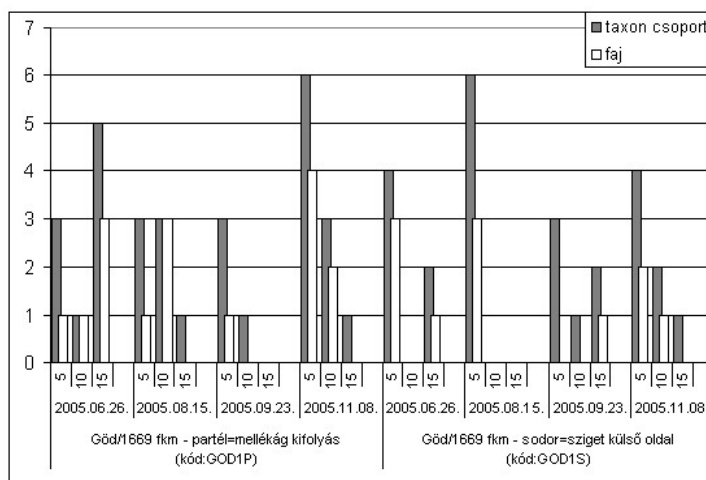
Az 2a. és 2b. ábra jól mutatja, hogy az átlagok mögött milyen helyi, mélységbeli és évszakos különbségek vannak. A taxonok jelentős hányada az üledék felső 5 centiméteres rétegében fordul elő, 10-15 centiméter között számuk jelentősen csökken, ill. sok esetben hiányoznak. Mindkét helyen (Kismarosnál és Gödnél) – és elsősorban a felső 5 cm-es rétegben – a lassabb folyású partéleken nyártól-ősz végéig növekszik, a gyorsabb áramlású helyeken csökken a taxonszám.



1. ábra. A hiporheális régióban előforduló taxon csoportok gyakorisága Kismarosnál (1688 fkm) és Gödnél (1669 fkm) az összes minta (két alhely x három réteg x 4 időpont) százalékában kifejezve



2a. ábra. Meiofauna taxon csoportok és fajok számának alakulása a hiporheális régióban Kismarosnál (1688 fkm) mélység (0-5, 5-10 és 10-15 cm-es réteg) és idő szerint

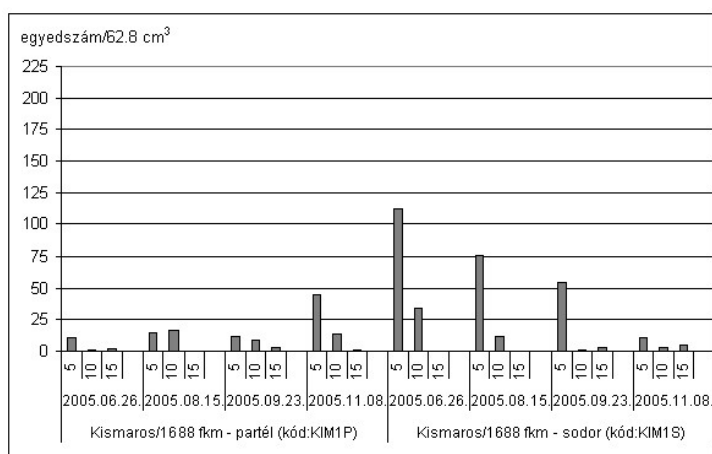


2b. ábra. Meiofauna taxon csoportok és fajok számának alakulása a hiporheális régióban Gödnél (1669 fkm) mélység (0-5, 5-10 és 10-15 cm-es réteg) és idő szerint

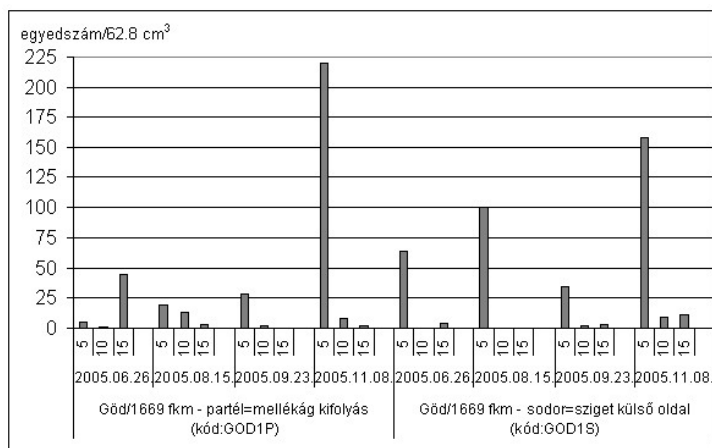
A faji szintig meghatározott kisrák csoportok egyes tagjai alapján bizonyos különbségek fedezhetők fel az egyes partszakaszok között: pl. az *Iliocryptus sordidus* (Liévin) Ostracoda csak nyári gödi mintából, 15-cm-es rétegből, míg a Cladocera-k közül az *Alona quadrangularis* (O.F. Müller) és a *Macrothrix hirsuticornis* Normann & Brady a kismarosi partszakasz felső 5 cm-es rétegből került elő. A *Nitocra hibernica* (G. S. Brady) Harpacticoida csak a kismarosi nyári-őszeleji mintákból ismert.

A meghatározott kisrák többsége széles elterjedésű: pl. az *Alona quadrangularis* az időszakos kisvizek kivételével minden víztípusban megtalálható; az *Iliocryptus sordidus* kozmopolita fenéklakó, szűrőkészüléke segítségével finom detrituszt szűr ki a szervesanyag-tartalmú lágy üledékből; a *Macrothrix hirsuticornis* palearktikus elterjedésű faj, a legkülönbözőbb típusú vizek fenékközeli régiójában megtalálható; a *Cypria ophthalmica* az egész világon elterjedt; a *Nitocra hibernica* (Brady) édesvizekben és gyengén brakkvizekben is előforduló euritop faj.

A 3a. és 3b. ábrák összegzik az üledékminták 5 cm-es rétegeire (azok 62,8 cm³ térfogatára) számolt egyedszámokat. A négy időpont és a három réteg (0-15 cm) összesített adatait tekintve legnagyobb egyedszámú (386) a gödi sziget sodorvonala felé eső, erősebb áramlású, mintavételi helye (GOD1S). Ezt követi a mellékág alsó, feltöltődő szakasza (GOD1P) (347), a kismarosi, sodorhoz közelebbi mintavételi hely (KIM1S) (312) és a partél (KIMP) (130). A gyorsabb áramlású, a gödi sziget külső sodorvonala felé eső mintavételi helyén az átlagosan legkisebb taxonszámhoz a legmagasabb egyedszám párosul. Az egyes mintavételi helyeken minden időpontban a legmagasabb egyedszámok (átlagosan a három rétegben talált egyedek 74%-a) az üledék felső 5 centiméteres rétegében jelentkeznek, nyár végétől késő ősziig növekvő tendenciával, kivéve a kismarosi, gyorsabb áramlású mintavételi helyet, ahol éppen fordított ez a tendencia. A felső 5 centiméteres rétegben a késő őszi mintákban jóval magasabb egyedszám jellemezte a gödi, mint a kismarosi szakaszt.



3a. ábra. Meiofauna taxon csoportok összegyedszámának alakulása a hiporreális régióban Kismarosnál (1688 fkm) mélység (0-5, 5-10 és 10-15 cm-es réteg) és idő szerint (egyed/62.8 cm³ mintatér fogatban kifejezve)



3b. ábra. Meiofauna taxon csoportok összegyedszámának alakulása a hiporheális régióban Gödnél (1669 fkm) mélység (0-5, 5-10 és 10-15 cm-es réteg) és idő szerint (egyed/62.8 cm³ mintatérfogóban kifejezve)

Következtetések

A Dunakanyarban két jellegzetesen depozíciós partszakaszon a mederüledék hiporheális régiójának alapozó feltárása során a hiánypótló faunisztikai adatok regisztrálása mellett először értékeltük a folyam kora nyár és ősz közötti, kisvízes periódusában a meiofauna térbeli (horizontális és vertikális), ezen belül időbeli változásait. A 11 magasabb taxon csoportból domináns a Nematoda és az Oligochaeta, a 17 faji szintig meghatározott taxonból pedig a *Limnocythere inopinata* (Baird) Ostracoda faj. A feldolgozásból faji szintig ismert kistrákok a legkülönbözőbb víztípusokban elterjedt, euritop fajok közé tartoznak. A meiofauna mind minőségét (taxonösszetétel) mind mennyiségét (denzitás) tekintve helytől és időtől függetlenül a leggazdagabb a mederüledék felső 5 cm-es rétegében.

Az egyes csoportoknál – mint pl. a kistrákok esetében – megfigyelhetők bizonyos tér- és időbeli különbségek egy-egy faj jelenléte vagy hiánya alapján. A fent felsorolt általánosan felismert tendenciákon túlmenően azonban az első évi felmérés adatainak matematikai-statisztikai elemzése is a meiofauna tér- és időbeli heterogén megjelenését dokumentálja a hiporheális régióban.

A jelenlegi adatok összevetése a világirodalomban találhatóakkal – elsősorban a változatos és eltérő módszerek miatt – igen nehéz, sokszor nem is indokolt. Egy azonban egyértelműen látszik, hogy a különböző kisebb és nagyobb vízfolyásokban a meiofauna összetétele térben jelentős különbséget mutathat (WARD et al, 1998). Az irodalmi adatok arra is utalnak, hogy a kistrákok faji összetétele jellemző lehet az egyes vízfolyásokra.

A munka faunisztikai részének folytatása során különösen fontos feladatnak látszik, a Harpacticidák alapos vizsgálata, mivel eddig főleg juvenilis egyedek formájában kerültek elő. Reményeink szerint a meiofaunára vonatkozó minőségi és mennyiségi adatok folyamatban lévő további regisztrálása és összevetése az áramlásra, az üledék szemcseméretére és frakcióinak szervesanyag-tartalmára vonatkozó adatokkal választ adhat a finomabb tér és idő skálán bekövetkező a folyamatok irányultságára.

Köszönetnyilvánítás

A kutatómunka az OTKA T/046180 számú pályázata keretében folyt. A szerzők köszönetüket fejezik ki Kelényiné Welner Irmának és Starkné Mecsónbel Ildikónak a minták előzetes feldolgozásában nyújtott segítségükért.

Felhasznált irodalom

- BELL, S. S. – COULL, B. C. (1980): Experimental evidence for a model of juvenile macrofauna-meiofauna interactions. In: TENORE, K. R. – COULL, B. C. (eds): Marine benthic dynamics. – University of South Carolina Press. Columbia, SC., pp. 179-192.
- BORUTZKY, E. W. (1952): Harpacticoida presznih vod. – In: Fauna SzSzsZR III/4, Izdagyeltszvo Akagyemii Nauk SzSzsZR, Moszkva & Leningrad, 424 pp.
- BOULTON, A. J. – VALETT, H. M. – FISHER, S. G. (1992): Spatial distribution and taxonomic composition of the hyporheos of several Sonoran desert streams. – Arch. Hydrobiol. 125: 37-61.
- BOULTON, A. J. (2000): The functional role of the hyporheos. – Verh. Internat. Verein. Limnol. 27: 51–63.
- BRETSCHKO, G. (1981): Vertical distribution of zoobenthos in an alpine brook of the RITRODAT-LUNZ study area. – Verh. Internat. Verein. Limnol. 21: 873-876.
- BRONSTEIN, Z. S. (1947): Ostracoda presznih vod. – In: Fauna SzSzsZR II/1, Izdagyeltszvo Akagyemii Nauk SzSzsZR, Moszkva & Leningrad, 339 pp.
- DÉVAI, I. (1977): Az evezőlábú rákok (Calanoida és Cyclopoida) alrendjeinek kishatározója. – Vízügyi Hidrobiológia 5, 220 pp.
- DOLE-OLIVIER, M.-J. - MARMONIER, P. – CREUZÉ DES CHÂTELLIERS, M. – MARTIN, D. (1994): Interstitial fauna associated with the alluvial floodplains of the Rhone river (France). pp: 313-346. – In: Gibert, J., Danielopol D. L. & Stanford J. A. (eds.) Groundwater Ecology. – Academic Press, San Diego, 571 pp.
- DUSSART, B. (1967): Les copépodes des eaux continentales D'Europe occidentale, Tome I: Calanoides et Harpacticoides. – Collection „Faunes et Flores actuelles” N. Boubée & Cie 3, place Saint-André-des-Arts, Paris-VI, 500 pp.
- Dussart, B. (1969): Les copépodes des eaux continentales D'Europe occidentale Tome II: Cyclopoides et Biologie. – Collection „Faunes et Flores actuelles” N. Boubée & Cie 3, place Saint-André-des-Arts, Paris-6°, 292 pp.
- GIERE, O. (1973): Oxygen in the marine hygropsammal and the vertical microdistribution of oligochaetes. – Mar. Biol. 21: 180-189.
- GULYÁS, P. - FORRÓ L. (1999): Az ágascsápú rákok (Cladocera) kishatározója 2. (bővített) kiadás. – Vízi Természet- és Környezetvédelem 9. 237 pp.
- HAKENKAMP, C. C. – MORIN, A. (2000): The importance of meiofauna to the lotic ecosystem functioning. – Freshwater Biology 44(1): 165-175.
- HYNES, H. B. N. (1983): Groundwater and stream ecology. – Hydrobiologia 100: 93-99.
- KIEFER, F. (1960): Ruderfusskrebse (Copepoden). – Kosmos-Verlag, Stuttgart, 97 pp.
- KLIE, W. (1938): Krebstiere oder Crustacea, III: Ostracoda, Muschelkrebse. Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise, 34: 1–230. Jena, Gustav Fischer Verlag.

- KUIPERS, B. R. – DE PAWJ, W. – CREUTZBERG, F. (1981): Energy flow in a tidal flat ecosystem. – *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 5: 215-221.
- MALARD, F. – WARD, J. V. – ROBINSON, C. T. (2000): An expanded perspective of the hyporheic zone. – *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27: 431–437.
- OERTEL, N. – NOSEK, J. – ANDRIKOVICS, S. (2005): A magyar Duna-szakasz litorális zónájának makroszkopikus gerinctelen faunája (1998-2000). – *Acta. Biol. Debr. Oecol. Hung.* 13: 159-185.
- PENNAK, R. W. – WARD, J. V. (1986): Interstitial faunal communities of the hyporheic and adjacent groundwater biotopes of a Colorado mountain stream. – *Arch. Hydrobiol.* 74: 356-396.
- PLATT, H. M. (1981): Meiofaunal dynamics and the origin of metazoa. In: GREENWOOD P. H. (ed): *The evolving biosphere.* – Cambridge University Press, Cambridge, pp. 207-216.
- PONYI, J. (2000): Fauna-vizsgálatok a Tisza partszegélyén 1959-ben. – *Hidrológiai Tájékoztató* pp. 50-57.
- Ponyi, E. J. – Ponyi, L. (1961): Daten über einige in dem interstitiellen Wasser der Donau lebenden Tiere bei Bratislava. – *Biologia* 16: 838-841.
- Ponyi, J. – Ponyi, J.-né (1962): Adatok a Mánfa-patak (Mecsek-hegység) intersticiális faunájának ismeretéhez. – *Állattani Közlemények* 49: 91-96.
- POSPISIL, P. (1994): The groundwater fauna of a Danube aquifer in the wetland Lobau at Vienna, Austria. pp: 347 – 366. – In: Gibert, J., Danielopol D. L. & Stanford J. A. (eds.) *Groundwater Ecology.* – Academic Press, San Diego, 571 pp.
- ROBERTSON, A. L. – LANCASTER, J. – HILDREW, A. (1995): Stream hydraulics and the distribution of microcrustacea: a role for refugia? – *Freshwater Biology* 33: 469-484.
- ROGULJ, B. – MARMONIER, P. – LATTINGER, R. – DANIELOPOL, D. (1994): Fine-scale distribution of hypogean Ostracoda in the interstitial habitats of the rivers Sava and Rhone. – *Hydrobiologia* 287: 19-28.
- ROUCH, R. – DANIELOPOL, D. L. (1997): Species Richness of Microcrustacea in Subterranean Freshwater Habitats. Comparative Analysis and Approximate Evaluation. – *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 82: 121-145.
- RYLOV, V. M. (1948): Cyclopoida presznih vod. – In: *Fauna SzSzsZR III/3, Izdagyeltszvo Akagyemii Nauk SzSzsZR, Moszkva & Leningrad*, 318 pp.
- SCHMID-ARAYA, J. M. – SCHMID, P. E. (2000): Trophic relationship: integrating meiofauna into a realistic benthic food web. – *Freshwater Biology* 44(1): 149-163.
- Schwoerbel, J. (1961): Über die Lebensbedingungen und die Besiedlung des hyporheischen Lebensraumes. – *Arch. Hydrobiol.* 25: 182-214.
- Schwoerbel, J. (1964): Die Bedeutung des Hyporheals für die benthische Lebensgemeinschaft der Fließgewässer. – *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 15: 215-226.
- SWAN, C. M. – PALMER, M. A. (2000): What drives small-scale patterns in lotic meiofauna communities? – *Freshwater Biology* 44(1): 109-121.
- TATE, C. M. – HEINY, J. S. (1995): The ordination of the benthic invertebrate communities in the South Platte River Basin in relation to environmental factors. – *Freshwater Biology* 33: 439-454.
- TÓTH, B. – NOSEK, J. – OERTEL, N. (2006): Spatial and temporal changes in the benthic organic matter at the depositive and erosive zones of the Hungarian Danube. In: *Proceedings 36th International Conference of IAD.* – Austrian

- Committee Danube Research /IAD, Vienna. ISBN 13: 978-3-9500723-2-7. pp. 404-409.
- TRISKA, F. J. – SEDELL, J. R. – CROMACK, K. JR. – GREGORY, S. V. – MCCORISON, F. M. (1983): Nitrogen budget for a small coniferous forest stream. – *Ecol. Modell.* 4: 62-73.
- WARD, J. V. – BRETSCHKO, G. – DANIELOPOL, D. – GIBERT, J. – GONSER, T. – HILDREW, A. G. (1998): The boundaries of river systems: the metazoan perspective. – *Freshwater Biology* 40(3): 531-569.
- Williams, D. (1989): Towards a biological and chemical definition of the hyporheic zone in two Canadian rivers. – *Freshwater Biology* 22: 189-208.