

MAKROGERINCTELEN EGYÜTTESEK ÖSSZETÉTELE KÉT KÖZÉPHEGYSÉGI PATAKBAN - A PATAK RENDŰSÉG ÉS A GÁZLÓ-MEDENCE SZERKEZET SZEREPE

ERŐS TIBOR¹ – SCHMERA DÉNES² – CSER BALÁZS³ – CSABAI ZOLTÁN³ – MURÁNYI DÁVID⁴

¹„VITUKI” Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet Kht, Budapest

²MTA Növényvédelmi Kutatóintézete, Budapest

³PTE TTK Általános és Alkalmazott Ökológia Tanszék, Pécs

⁴Magyar Természettudományi Múzeum Állattára, Budapest

COMPOSITION OF MACROINVERTEBRATE ASSEMBLAGES IN TWO SUBMONTANE STREAMS – THE INFLUENCE OF STREAM ORDER AND RIFFLE-POOL STRUCTURE

T. ERŐS¹ – D. SCHMERA² – B. CSER³ – Z. CSABAI³ – D. MURÁNYI⁴

¹VITUKI Kht, Budapest

²Plant Protection Institute of the H. A. S., Budapest

³University of Pécs, Department of General and Applied Ecology, Pécs

⁴Hungarian Natural History Museum, Budapest

ABSTRACT: We examined the seasonal assemblage composition and biomass pattern of macroinvertebrate assemblages in two streams of the Börzsöny mountain in riffle and pool habitat types. Clear similarities and differences in species composition were found between riffles and pools. Biomass values showed significant differences between seasons. Biomass was higher in the second order stream in between stream comparisons and in riffles in between riffle-pool comparisons, although these differences were not significant in each season. Composition based on mass percentage was determined largely by *Ephemeroptera*, *Trichoptera*, *Amphipoda*, *Coleoptera*, *Chironomidae*, and other *Diptera* groups, showing large differences between seasons and habitat types. Multivariate analyses showed that riffle-pool habitat structure predominantly determined the similarity of the assemblages based on mass percentage, however seasonal and between stream differences also contributed to differences in assemblage composition.

Key words: macroinvertebrates, streams, riffle, pool, assemblage structure

Bevezetés

A vízfolyások élőlényegyütteseinek szerveződését meghatározó tényezők közül kiemelt szerep jut az élőhely abiotikus jellemzőinek (HYNES 1970, ALLAN 1995). Az élőhely hidrológiai és geomorfológiai sajátosságai erősen meghatározzák pl. a bentikus makrogerinctelen szervezetek térbeli eloszlási mintázatát (WRIGHT és LI 2002, SCHMERA 2004), vagy a halak élőhely használatát és populáció dinamikáját (ERŐS et al. 2003). Kisvízfolyásokban az élőhely szerkezete kis térbeli léptékeknél is igen erősen változhat, ami a makrogerinctelen együttesek foltos térbeli eloszlásához vezethet (LANCASTER 2000).

Középhegységi patakjaink makrogerinctelen szervezeteinek összetételéről az utóbbi években különösen sok tanulmány született (pl. ANDRIKOVICS és KÉRI 1991, CSÖRGITS 2000, SCHMERA 1999). A munkák döntően a makrogerinctelen együttesek összetételének változásait elemzik a vízfolyások hosszanti szelvénye mentén. Hiányos ismeretekkel rendelkezünk azonban arról, hogy miként határozza meg az élőhely kisebb léptékű heterogenitása a makrogerinctelen együttesek összetételét, térbeli eloszlási mintázatát.

Dolgozatunkban a bentikus makrogerinctelen együttesek szerkezetét vizsgáljuk a Börzsöny egy másodrendű és egy harmadrendű patakjában, gázló és medence (riffle-pool) élőhelyfoltokban. Vizsgálataink célja elsősorban annak megismerése volt, hogy a két térbeli lépték – 1) gázló-medence heterogenitás, 2) másod és harmad rendű patak szakasz – közül melyik lépték, milyen szerepet tölt be a makrogerinctelen együttesek kialakulása/összetétele szempontjából.

Anyag és módszerek

A makrogerincteleneket rétegzett random mintavételi eljárás szerint, Surber mintavevővel ($0,0625 \text{ m}^2$ – $25 \times 25 \text{ cm}$) gyűjtöttük, a másodrendű Bernecei-patakból és a Kemence-patak harmadrendű szakaszáról, öt alkalommal: 2000 június, 2000 augusztus, 2001 április, 2001 augusztus, 2001 október. A másodrendű és a harmadrendű patak szakaszokat jellemző, tipikus gázlók (sekély, gyors vízáramlással és kavicsos-köves aljzattal jellemezhető élőhelyfolt) és medencék (mély, lassú vízáramlással, döntően homokos-iszapos aljzattal jellemezhető élőhelyfolt) kiválasztása előzetesen, többváltozós matematikai módszerek segítségével (ordináció - PCA) történt (részletesen ld. ERŐS és GROSSMAN 2005). A vizsgálatok során összesen 130 Surber minta anyagát dolgoztuk fel.

A rögzített mintavevő zsákjába a kereten belüli mederanyagot, azt kb. 6 cm mélységig felszedve, belesöpörtük. Ezt követően a durvább aljzatalakotokat (nagyobb kavicsok, kövek, faágdarabok) a zsákban lemostuk, lekapartuk, majd a mintavétel helyére visszahelyeztük. A hálóban maradt anyagot többször átszűrtük, majd 4%-os formalinban tartósítottuk. Laboratóriumban a mintákat sztereomikroszkóp segítségével a főbb makrogerinctelen taxonok szintjén válogattuk.

Az időpont és taxon szerint szétválogatott mintákat fiolákba helyeztük és 4%-os formalinban tároltuk. A biomassa számításokhoz az állatokat csoportonként külön-külön egy $0,0001 \text{ g}$ pontosságú analitikai mérleg segítségével mértük le. Nedves tömeget mértünk, előtte az állatokról papírvattával leittattuk a formalint (SPECZIÁR és BÍRÓ 1998). A tegzesek tömegét tegesz nélkül mértük le. A nyert adatok birtokában kiszámítottuk az egyes Surber mintákban a teljes makrogerinctelen biomasszákat, majd élőhely típusra, ill. időpontra vonatkoztatva a Surber minták

átlagos makrogerinctelen tömegét. A származtatott adatokat mintánként 1 m^2 alapterületre standardizáltuk és használtuk fel az elemzésekben. Az előfordulásuk és biomasszájuk alapján is gyakori, sokféle családot tartalmazó makrogerinctelen rendeket (Coleoptera, Ephemeroptera, Trichoptera) családok szerint is szétválogattuk és kiszámoltuk a család szerinti tömegszázalékos részesedést az egyes élőhely típusokban. A minták tartalmának részletes meghatározása során összesen 90 taxont különítettünk el (1. táblázat).

Statisztikai értékelés

Ismételt mérésű, kétféle ANOVA elemzésekkel teszteltük a makrogerinctelen szervezetek biomasszájának (g m^{-2}) gázló-medence foltok, patakok, és mintavételi időpontok közötti különbségeit. Külön elemzésekkel értékeltük a 2000 és a 2001-ben gyűjtött mintákat. *Post hoc* elemzésekkel vizsgáltuk a négy élőhelyre (Bernecei gázló, Bernecei medence, Kemence gázló, Kemence medence) vonatkozó átlagos biomassza értékek közötti különbségeket időpontok szerinti bontásban. A Kolmogorov-Szmirnov próba nem mutatott szignifikáns eltérést a normál eloszlástól (szignifikancia szint = 0,1), ezért nem alkalmaztunk transzformációt a biomassza adatokra a statisztikai kiértékeléseknél.

Cluster analízis segítségével arra kerestük a választ, hogy milyen hasonlóságot mutatnak a különböző gyűjtési időpontokból származó másod és harmadrendű szakaszok gázló, illetve medence élőhelyeinek makrogerinctelen együttese. Az elemzések alapadatául a főbb makrogerinctelen csoportok (Amphipoda, Ephemeroptera, Chironomidae, egyéb Diptera, Oligochaeta, Coleoptera, Trichoptera, Plecoptera, Heteroptera, Megaloptera, Lamellibranchiata, Gastropoda, egyéb) átlagos tömeg%-os gyakoriságait használtuk fel. Többféle cluster analízist készítettünk, változtatva mind a hasonlósági függvényt mind pedig az osztályozó módszer típusát. Az elemzések nagymértékben azonos eredményt adtak, ezért az eredményeket egy semleges, az irodalomban gyakran alkalmazott módszer, az Euklideszi távolság, csoportátlag (UPGMA) alapján szemléltetjük (PODANI 1997).

Eredmények és értékelésük

A Bernecei-patakból 72, a Kemence-patakból 61 taxont azonosítottunk (1. táblázat). A leggyakoribb előfordulású csoportok a Bernecei-pataokban az Amphipoda, Ephemeroptera, Chironomidae, egyéb Diptera, Coleoptera és a Trichoptera taxonok voltak. A Kemence-pataokban az Ephemeroptera, Chironomidae, egyéb Diptera, Oligochaeta és a Trichoptera taxonok voltak a leginkább elterjedtek. A ritkább előfordulású taxonok közül kizárólag a Bernecei-pataokban fordultak elő a Megaloptera lárvák (*Sialis sp.*), a Kemence-pataokban pedig a Hirudinea és az Isopoda (*Asellus aquaticus*) csoportok. A gázlókon a Plecoptera, Gastropoda (*Ancylus fluviatilis*), Amphipoda, a medencékben az Oligochaeta és a Sphaeriidae csoportok nagyobb előfordulási gyakorisága volt szembevetendő.

Az ismételt mérésű ANOVA-elemzések szignifikáns különbségeket mutattak a makrogerinctelen szervezetek biomasszájának évszakos mennyiségi összehasonlításakor (2. táblázat). A két patak, valamint a gázló és medence élőhely típusok makrogerinctelen biomasszájának „évszakon belüli” összehasonlítása jelezte, hogy a biomassza évszaktól függően eltérő mintázatot mutatott a patakok, és a gázló és medence élőhely típusok között, illetve e tényezők közötti interakció hatása is eltérő mértékű volt. A makrogerinctelen szervezetek 1 m^2 -re számított teljes biomasszája a Bernecei-patak gázló élőhelyén átlagosan 7,8 –

32,6 g, a medence élőhely típusban 3,4 – 20,8 g, míg a Kemence-patak gázló élőhely típusában 5,3 – 27,1 g, a medence élőhely típusban pedig 1,6 – 17,2 g között változott (1. ábra). A patakok közül a Bernecei-patak, az élőhely típusok közül pedig a gázló élőhely-foltok makrogerinctelen biomasszája mutatott inkább magasabb értékeket, azonban a különbségek a két patak között illetve az élőhely típusok között nem minden esetben voltak statisztikailag igazolhatóak, ezért nehéz egyértelműen általánosítani. Például 2000 júniusában rendkívül nagy tömegben fordultak elő a Kemence-patak gázlóin és medencéiben az árvaszúnyog lárvák, ami miatt igen magas biomassza értéket becsültünk a „Kemence medence” élőhely típusra ($17,2 \pm 6,4$ g). Minden más időpontban azonban a Kemence medence élőhely típusban volt a legkisebb a makrogerinctelenek biomasszája (1,7 – 4,3 g).

A makrogerinctelen együttesek tömegszázalék (T%) adatokon alapuló mennyiségi összetételében nagyfokú évszakos ingadozások voltak megfigyelhetők az egyes élőhely típusokon belül és között (2. ábra). A Bernecei-patakban az élőlényegyüttes összetétele kisebb mértékű évszakos ingadozásokat mutatott, mint a Kemence-patakban. A cluster analízis alapján az élőhely típusa erősebben határozta meg az együttesek összetételét mint az évszakos változások (3. ábra). A makrogerinctelen összetétel hasonlósági/különbözőségi mintázatához mindkét térbeli lépték hozzájárult, nagyobb mértékű volt azonban a minták szétválása gázlók és medencék szerint, mint patakok szerint. A mintavételi időpontok szerinti különbségekre példa a Kemence-patak gázló és medence élőhelyeiről 2000 júniusában gyűjtött minták; amelyek egymáshoz igen hasonlóak voltak, azonban a többi mintától határozottan elkülönültek.

1. táblázat. A Bernecei- és a Kemence-patakból kimutatott makrogerinctelen taxonok jegyzéke. B-G: Bernecei-patak gázló; B-M: Bernecei-patak medence; K-G: Kemence-patak gázló; K-M: Kemence-patak medence. A számok az egyes taxonok előfordulási gyakoriságát (%) mutatják a Surber mintákban, élőhelytípusok szerint. *a diptera csoportra megállapított előfordulási gyakorisági értékek a Chironomidae csoport kivételével értendők.

Taxon		B-G	B-M	K-G	K-M
Hydrozoa	<i>Hydra sp.</i>	-	2.7	-	-
Platyhelminthes		2.4	2.7	8.3	-
Oligochaeta		42.9	67.6	62.5	88.9
Hirudinea		0.0	0.0	20.8	11.1
	<i>Erpobdella vilnensis</i>			+	+
	<i>Helobdella stagnalis</i>				+
Mollusca					
Ancylidae	<i>Ancylus fluviatilis</i>	31.0	5.4	45.8	14.8
Sphaeriidae	<i>Pisidium spp.</i>	4.8	32.4	4.2	14.8
Acari			+	+	+
Isopoda					
Asellidae	<i>Asellus aquaticus</i>	-	-	25.0	29.6
Amphipoda					
Gammaridae	<i>Gammarus sp.</i>	95.2	75.7	62.5	3.7

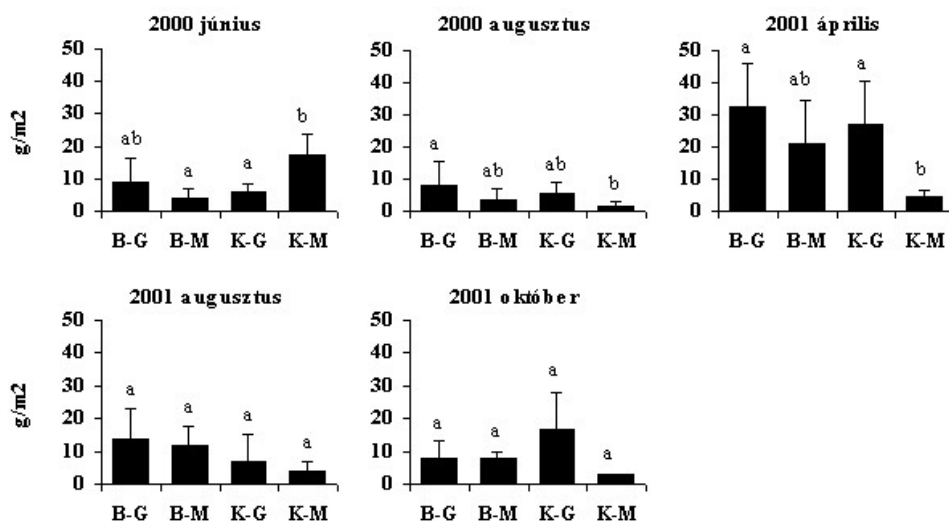
Ephemeroptera		97.6	97.3	95.8	66.7
Baetidae	<i>Centroptilum luteolum</i>	+	+		
	<i>Centroptilum pennulatum</i>	+			
	<i>Cloeon simile</i>		+		
	<i>Procloeon bifidum</i>				+
	<i>Baetis fuscatus</i>	+		+	
	<i>Baetis rhodani</i>	+		+	+
	<i>Baetis scambus</i>				+
	<i>Baetis vernus</i>	+			
	<i>Baetis sp.</i>	+	+	+	+
	Baetidae	+	+	+	+
Heptageniidae	<i>Ecdyonurus macani?</i>			+	
	<i>Ecdyonurus starmachi?</i>	+			
	<i>Ecdyonurus torrentis</i>	+			
	<i>Ecdyonurus sp.</i>	+		+	
	<i>Rhithrogena carpatoalpina</i>	+			
	<i>Rhithrogena semicolorata</i>	+			
	<i>Rhithrogena sp.</i>	+		+	
	<i>Electrogena quadrilineata</i>	+	+	+	
	<i>Heptagenia flava</i>			+	
	<i>Epeorus sylvicola</i>	+			
	Heptageniidae	+	+	+	+
Leptophlebiidae	<i>Habrophlebia fusca</i>	+			
	<i>Habrophlebia lauta</i>	+	+		
	<i>Habrophlebia sp.</i>	+		+	
	<i>Habroleptoides confusa</i>	+			
	<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	+	+	+	
	Leptophlebiidae	+	+	+	+
Caenidae	<i>Caenis macrura</i>	+	+	+	+
Ephemeridae	<i>Ephemera danica</i>	+	+	+	+
Ephemerellidae	<i>Ephemerella ignita</i>	+		+	
Odonata		3.0	5.4	33.3	29.6
Calopterygidae	<i>Calopterix virgo</i>	+	+		
Gomphidae	<i>Gomphus vulgatissimus</i>			+	+
	<i>Onychogomphus forcipatus</i>			+	+
Plecoptera		40.5	8.1	20.8	-
	<i>Nemoura cinerea</i>		+		
	<i>Nemoura spp.</i>	+	+	+	
	<i>Leuctra digitata</i>	+			
	<i>Leuctra spp.</i>	+		+	
	<i>Protonemura intricata</i>	+			
	<i>Brachyptera risi</i>			+	
Heteroptera		7.1	13.5	4.2	22.2
Corixidae			+		+

Nepidae	<i>Nepa cinerea</i>	+	+	+	+
	<i>Ranatra linearis</i>	+	+	+	+
Megaloptera					
Sialidae	<i>Sialis sp.</i>	28.6	27.0	-	-
Trichoptera		83.3	51.4	87.5	51.9
Beraeidae	<i>Beraeodes minuta</i>	+			
Hydropsychidae	<i>Hydropsyche bulbifera</i>			+	
	<i>Hydropsyche contubernalis</i>			+	
	<i>Hydropsyche instabilis</i>			+	+
	<i>Hydropsyche saxonica</i>	+	+	+	+
Leptoceridae	<i>Athripsodes bilineatus</i>	+	+		
Limnephilidae	<i>Anabolia furcata</i>	+	+		
	<i>Glyptotaelius pellucidus</i>	+			
	<i>Halesus digitatus</i>	+			
	<i>Potamophylax nigricornis</i>	+			
	<i>Potamophylax rotundipennis</i>	+	+	+	+
Philopotamidae	<i>Philopotamus montanus</i>			+	
Polycentropodidae	<i>Cyrnus trimaculatus</i>	+	+	+	+
	<i>Plectrocnemia conspersa</i>	+			+
	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	+	+	+	+
Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila fasciata</i>	+	+	+	+
Coleoptera		90.5	59.5	58.3	11.1
Elmidae	<i>Elmis sp. lárva</i>	+	+	+	
	<i>Elmis aenea imágó</i>	+			
	<i>Limnius sp lárva</i>	+	+	+	
	<i>Limnius volmarcki imágó</i>			+	
Dryopidae	<i>cf. Helichus substriatus lárva</i>	+	+	+	+
Gyrinidae	<i>Gyrinus sp. lárva</i>	+	+	+	
	<i>Gyrinus substriatus imágó</i>		+		
	<i>Orectochilus villosus lárva</i>	+		+	
Dytiscidae	<i>Platambus maculatus lárva</i>	+	+		+
	<i>Platambus maculatus imágó</i>	+			
Hydraenidae	<i>Hydraena riparia imágó</i>	+		+	
Diptera*		85.7	45.9	95.8	77.8
Tipulidae		+		+	+
Simuliidae		+	+	+	+
Limoniidae					+
Culicidae					+
Ceratopogonidae		+	+	+	+
Empididae			+		
Psychodidae		+	+		
Tabanidae		+		+	
eDiptera					+
Chironomidae		97.6	100.0	95.8	92.6

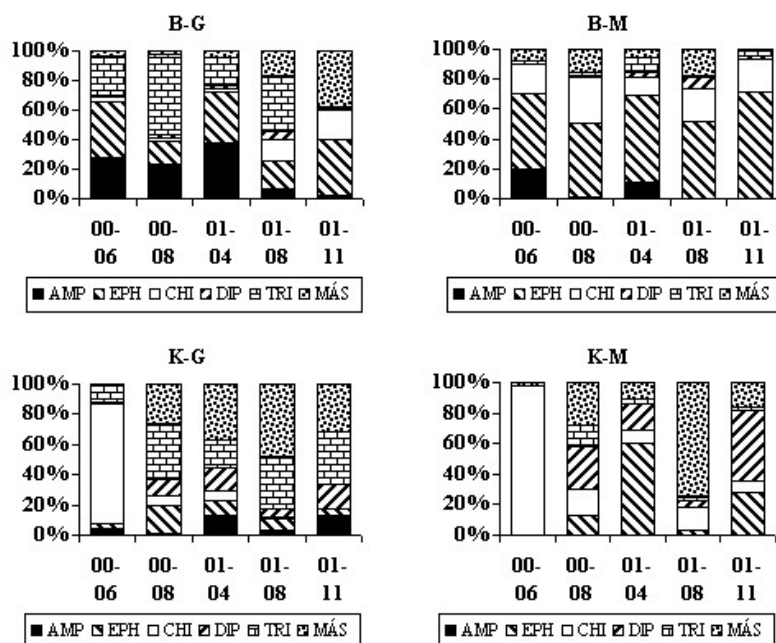
2. táblázat. A patakok, az élőhely foltok típusának és az évszakos különbségek hatása a makrogerinctelen szervezetek sűrűségére (egyed/m²). Az ismételt mérésű varianciaanalízisek összefoglaló táblázata.

variáció forrása	2000 június és augusztus				2001 április, augusztus, október			
	df	MS	F	p	df	MS	F	p
patak	1	0,133	1,162	0,289	1	2,012	14,500	0,005
gázló-medence folt	1	0,024	0,209	0,651	1	3,000	21,617	0,002
patak x gázló-medence folt	1	1,142	10,020	0,003	1	0,559	4,028	0,080
csoporton belül	33	0,114			8	0,139		
évszak	1	1,199	10,367	0,003	2	4,185	12,127	0,001
évszak x patak	1	0,913	7,896	0,008	2	1,070	3,099	0,073
évszak x gázló-medence folt	1	0,846	7,317	0,011	2	0,799	2,316	0,131
évszak x patak x gázló-medence folt	1	0,923	7,984	0,008	2	0,132	0,383	0,688
csoporton belül	33	0,116			16	0,345		

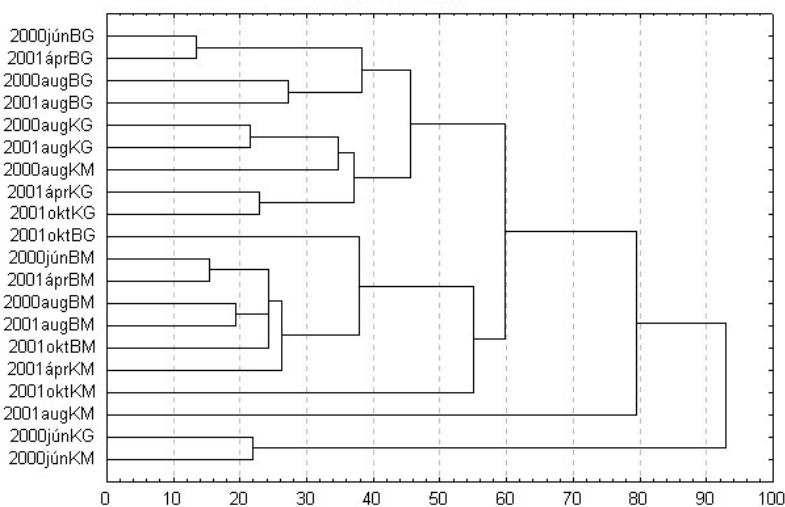
Az *Ephemeroptera*, *Trichoptera*, *Coleoptera* csoportok családok szerinti összetétele (tömeg%) az élőhely típusokban a 4. ábrán tekinthető meg. Az Ephemeroptera családok közül a Caenidae (*Caenis macrura*) és a Baetidae a Kémence-pataokban volt gyakori. Az Ephemeridae (*Ephemerella danica*) nagyobb arányban fordult elő a medencében mint a gázlón. Ezzel szemben a Heptageniidae szinte kizárólag a gázlón fordult elő. A Trichoptera családok közül a Limnephilidae nagyobb mennyiségben a Bernecei-patakra, míg a Hydropsichidae a Kémence-patakra volt jellemző. Gázló-medence léptékben pedig a Hydropsichidae előfordulása a gázlókra, míg a Polycentropodidae inkább a medencékre volt jellemző. A *Coleoptera* összetételében nem volt határozott különbség sem a patakok közötti, sem a gázló-medence foltok közötti összehasonlításban.



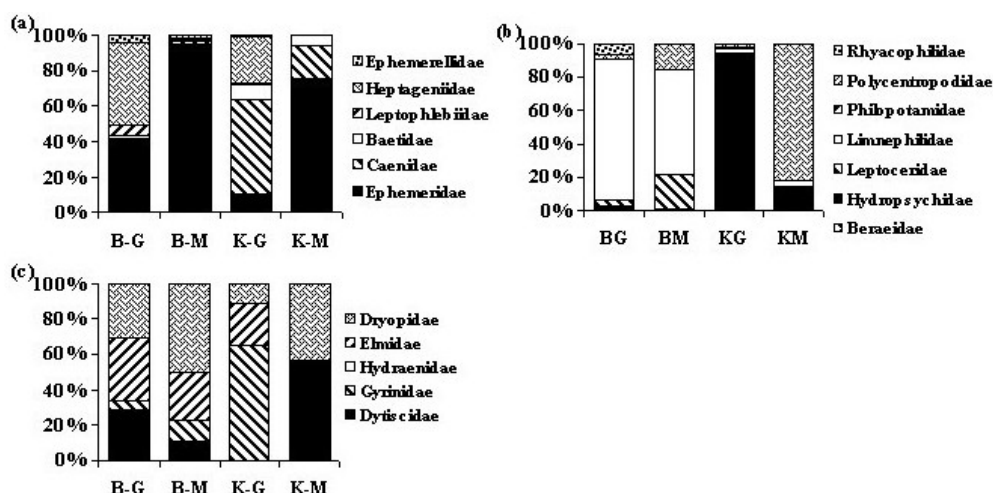
1. ábra. A makrogerinctelen szervezetek átlagos biomasszája (g m⁻²) a Bernecei- és a Kémence-patak gázló és medence élőhelytípusaiban. B-G: Bernecei-patak gázló; B-M: Bernecei-patak medence; K-G: Kémence-patak gázló; K-M: Kémence-patak medence. Az azonos betűvel jelölt biomassa értékek nem különböznek szignifikánsan p=0,05 szinten.



2. ábra. A makrogerinctelen együttesek összetétele (tömeg%) a Bernecei- és a Kemence-patak gázló és medence élőhely típusaiban. B-G: Bernecei-patak gázló; B-M: Bernecei-patak medence; K-G: Kemence-patak gázló, K-M: Kemence-patak medence. Jelmagyarázat: 00-06, 2000 június; 00-08, 2000 augusztus; 01-04, 2001 április; 01-08, 2001 augusztus; 01-11, 2001 november. AMP: Ampipoda; EPH: Ephemeroptera; CHI: Chironomidae; DIP: egyéb Diptera; TRI: Trichoptera; MÁS: egyéb csoportok.



3. ábra. Az élőhely típusok makrogerinctelen együtteseinek hasonlósági mintázata évszakos felmérések alapján (euklideszi távolság, csoportátlag). BG: Bernecei-patak gázló; BM: Bernecei-patak medence; KG: Kemence-patak gázló; KM: Kemence-patak medence.



4. ábra. Az Ephemeroptera (a), Trichoptera (b), Coleoptera (c) csoportok családok szerinti összetétele (tömeg%) az egyes élőhely típusokban. B-G: Bernecei-patak gázló; B-M: Bernecei-patak medence; K-G: Kemence-patak gázló; K-M: Kemence-patak medence.

Összefoglalás

A kontrasztos gázló-medence szerkezettel jellemezhető vízfolyás szakaszok kialakulása hazánkban elsősorban a középhegységi patakok és kisebb folyók középső és alsó, hegylábi/dombvidéki szakaszára jellemző (ERŐS és SEVCSIK 2004). Eredményeink rámutatnak a gázló-medence léptékű élőhelyi heterogenitás kiemelt jelentőségére a patakok makrogerinctelen együtteseinek térbeli szerveződésében ezeken a szakaszokon. A gázló-medence léptékű élőhelyi heterogenitás mellett, a patakok közötti különbségek és az egyes makrogerinctelen csoportok évszakos dinamikája is jelentős mértékben befolyásolja a makrogerinctelen együttesek összetételéről nyerhető képet patakjainkban.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton is köszönetünket fejezzük ki Juhász Péternek a Hirudinea, Kovács Tibornak az Odonata csoport tagjainak meghatározásában nyújtott segítségével.

Felhasznált irodalom

ANDRIKOVICS, S. – KÉRI, A. (1991): Winter macroinvertebrate investigations along the Bükkös stream (Visegrádi Mountains, Hungary). – Opusc. Zool. Budapest. 24: 57–67.

- CSÖRGITS, G. (2000): Composition and long-term changes of the invertebrate macrofauna in two streams of the Pilis Mountains, Hungary. – *Opusc. Zool. Budapest.* 32: 27–49.
- ALLAN, D.J. (1995): *Stream ecology. Structure and function of running waters.* Kluwer Academic Publishers. pp. 388.
- ERŐS, T., – BOTTA-DUKÁT, Z. – GROSSMAN, G.D. (2003): Assemblage structure and habitat use of fishes in a Central-European submontane stream: a patch based approach. – *Ecology of Freshwater Fish* 12: 141–150.
- ERŐS, T., – GROSSMAN, G.D. (2004): Fish biodiversity in two Hungarian streams: a landscape based approach. 162: 53-71.
- ERŐS, T. – SEVCSIK, A. (2004): Halfajegyűtesek összetétele a Duna-Ipoly Nemzeti Park patakjaiban – hegyvidéki, dombvidéki és síkvidéki kisvízfolyások összehasonlítása. *Hidrológiai Közöny* 84: 34-36.
- HYNES, H.B.N. (1970): *Ecology of running waters.* – University of Toronto Press, Ontario, Canada.
- LANCASTER, L. (2000): Geometric scaling of microhabitat patches and their efficacy as refugia during disturbance. – *Journal of Animal Ecology* 69: 442–457.
- PODANI, J. (1997): *Bevezetés a többváltozós biológiai adatfeltárás rejtelseibe.* – Scientia Kiadó, Budapest
- SCHMERA, D. (1999): Tegzesegyűtesek (Insecta: Trichoptera) közösségszerkezeti változásai a Bernecei-patak (Börzsöny hegység) mentén. – *Természetvédelmi Közlemények* 8: 173–183.
- SCHMERA, D. (2004): Spatial distribution and coexistence patterns of caddisfly larvae (Trichoptera) in a Hungarian stream. – *Internat. Rev. Hydrobiol.* 89: 51–57.
- SPECZIÁR, A. – BÍRÓ, P. (1998): Spatial distribution and short-term changes of benthic macrofauna of Lake Balaton (Hungary). – *Hydrobiologia* 389: 203–216.
- WRIGHT, K. K. – LI, J. E. (2002): From continua to patches: examining stream continuum structure over large environmental gradients.– *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 59: 1404–1417.