

A *HYDROPSYCHE SAXONICA* MCLACHLAN, 1884 (TRICHOPTERA: HYDROPSYCHIDAE) KÜLÖNBÖZŐ VÍZFOLYÁSOKBÓL SZÁRMAZÓ LÁRVÁINAK MORFOMETRIAI ÖSSZEHAISONLÍTÁSA

COZMA NASTASIA JULIANNA¹ – MÓRA ARNOLD²

¹DE TTK Hidrobiológiai Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

²MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézete, 8237 Tihany, Klebelsberg Kuno u. 3.

MORPHOMETRIC COMPARISON OF *HYDROPSYCHE SAXONICA* MCLACHLAN, 1884 (TRICHOPTERA: HYDROPSYCHIDAE) LARVAE IN VARIOUS WATERCOURSES

N.J. COZMA^{1*} – A. MÓRA²

¹University of Debrecen, Department of Hydrobiology, Egyetem tér 1. H-4032 Debrecen, Hungary

²Balaton Limnological Research Institute, Hungarian Academy of Sciences, Klebelsberg Kuno út 3., H-8237 Tihany, Hungary

*Corresponding author, e-mail: cozma.nastasia@gmail.com

KIVONAT: A hálószővő Hydropsychidae fajok ökológiai igényeik miatt széles körben használt bioindikátor szervezetek. Együtteseik összetétele, valamint lárváik morfológiai elváltozásai jól jelzik a vízszennyezéseket. Jelen vizsgálat célja a *Hydropsyche saxonica* lárvák egymástól különböző földrajzi távolságokra lévő, különböző adottságokkal jellemezhető vizekből származó állományainak összehasonlítása morfológiai jelek alapján. A 2001 és 2010 között gyűjtött *H. saxonica* lárvák hét vízfolyásból származnak. A morfológiai vizsgálathoz 28 testméretet vettünk fel. Eredményeink alapján a nagy földrajzi távolságra lévő vízfolyások populációi között nem tapasztalható egyértelmű különbség. A vizsgált vízfolyások közül kettőben, melyeknek áramlási sebessége és turbulenciája nagyobb a többi vízfolyásénál, szignifikánsan nagyobb méretűek a lárvák. Ez arra utal, hogy ennek a két környezeti paraméternek hatása van a *Hydropsyche saxonica* lárvák testméretére.

Kulcsszavak: morfológiai elemzés, hálószővő tegzesek, hidromorfológia

ABSTRACT: The net-spinning species of Hydropsychidae are commonly used as bioindicators, because of their ecological features. The structure of their communities, and morphometric deformities of larvae can indicate water pollution. The aim of the present study is to explore the morphological differences between larvae of *Hydropsyche saxonica* from watercourses with different conditions. Larvae of *H. saxonica* were collected from seven streams between 2001 and 2010. We marked 28 body traits for morphometrical investigation. Our results did not show obvious difference between populations

in far geographical regions. Specimens from two streams with higher current velocity and turbulency were significantly larger than those from the other watercourses. It suggests that these two parameters have effect on the body size of *Hydropsyche saxonica* larvae.

Key words: morphometrical analysis, net-spinning caddisflies, hydromorhology

Bevezetés

A vízi szervezetek jelenléte vagy hiánya, a vízi életközösségek összetétele számos biotikus és abiotikus tényezőhöz köthető (pl. PASTUCHOVÁ et al. 2008; POLLARD és YUAN 2006), ezért gyakran használják őket a vízminőség értékelésére. A vízirovarok közül a tegzeseket (Trichoptera), mint indikátor-szervezeteket a vízminőség becslésében, az ökológiai állapot leírásában régóta és széles körben alkalmazzák. A tegzese együttesek szerkezetének jellemzői, csakúgy, mint az egyes egyedek morfológiai elváltozásai jól használhatók a szennyezések indikálására (JENDEREDJIAN et al. 2007). Különösen igaz ez a megállapítás a Hydropsychidae család tagjaira, ugyanis minden vízfolyástípusban megtalálhatók, de a különböző víztértípusok szerinti eloszlásuk jellegzetes, valamint érzékenyen reagálnak a környezeti változásokra (HIGLER és TOLKAMP 1983). Az is ismert, hogy a *Hydropsyche* fajok esetében a hidrológiai és hidromorfológiai tényezők a különböző mikrohabitatok inter- és intraspecifikus felosztásában is szerepet játszanak (OSBORNE és HERRICKS 1987). A család lárváinak morfológiai elváltozásai (pl. kopoltyúk deformációi) és a különböző szennyezőanyagok mennyisége között VOURI és KUKKONEN (2002), valamint SKINNER és BENNETT (2007) összefüggést mutatott ki. A környezeti stressz mérésére használják még a szervezeteknél fellelhető fluktuáló aszimmetriát. BONADA és WILLIAMS (2002) szerint a *Hydropsyche morosa* faj esetében több testméret alapján a szennyezés mértéke pozitívan korrelált a fluktuáló aszimmetria előfordulásának számával.

A *Hydropsyche saxonica* McLachlan 1884 (Trichoptera: Hydropsychidae) hazánkban viszonylag gyakori, elsősorban kisebb dombvidéki, ritkábban hegyvidéki vízfolyások jellegzetes tegzese. Szennyezettebb vízfolyásokban is előforduló, tágtűrűsű faj (MÓRA et al. 2006; NÓGRÁDI és UHERKOVICH 2002).

Munkánk célja a különböző földrajzi távolságokra lévő, valamint különböző hidromorfológiai adottságokkal jellemezhető vizekből származó *H. saxonica* lárváállományok közötti morfometriai eltérések feltárása.

Anyag és módszer

A vízfolyások, melyekből a lárvák származnak, a Balaton vízgyűjtő területén, valamint a Cserehátban (Rakaca) található (1. táblázat). Mind a hét víztér azonos típusba tartozó, meszes alapkőzetű, kis- vagy közepes vízgyűjtőjű, dombvidéki kisvízfolyás (MÓRA et al. 2011), ugyanakkor a vízfolyásokon belül a mintavételi helyek eltérő vízminőséggel és áramlási viszonyokkal jellemezhetők. Ezekben a vízfolyásokban a *H. saxonica* általánosan elterjedt, gyakori faj (MÓRA és CSABAI 2002; MÓRA et al. 2007, 2008).

A lárvák gyűjtése 2001-ben, 2006-ban, 2008-ban és 2010-ben történt, a kövek felszínéről közvetlen kézi egyeléssel (1. táblázat). A gyűjtött egyedeket 70%-os etanolban tartósítottuk. A határozáshoz PITSCH (1993), valamint WARINGER és GRAF (1997) munkáit használtuk.

Fejzsélesség alapján kiválasztottuk az V. lárvastádiumú (fejzsélesség: 1,4–1,8 mm) egyedeket (EDINGTON és HILDREW 1995), így összesen 86 tegzeslárva testméreteit vettük fel (1. táblázat). A méréseket okulárskálával ellátott sztereomikroszkóp segítségével végeztük. A vizsgált testméretek kiválasztásánál az erősen szklerotinizált testrészeket részesítettük előnyben, ugyanis ezek méretét nem befolyásolja a tartósítás, elváltozásuk csak környezeti hatásokkal hozható összefüggésbe (BONADA és WILLIAMS 2002). A 28 választott testméret a következő: fejhossz (FH), fejzsélesség (FSZ), 1. jobb tibia hossza és szélessége (JTH1; JTSZ1), 1. jobb femur hossza és szélessége (JFH1; JFSZ1), 2. jobb tibia hossza és szélessége (JTH2; JTSZ2), 2. jobb femur hossza és szélessége (JFH2; JFSZ2), 3. jobb tibia hossza és szélessége (JTH3; JTSZ3), 3. jobb femur hossza és szélessége (JFH3; JFSZ3), 1. bal tibia hossza és szélessége (BTH1; BTSZ1), 1. bal femur hossza és szélessége (BFH1; BFSZ1), 2. bal tibia hossza és szélessége (BTH2; BTSZ2), 2. bal femur hossza és szélessége (BFH2; BFSZ2), 3. bal tibia hossza és szélessége (BTH3; BTSZ3), 3. bal femur hossza és szélessége (BFH3; BFSZ3), jobb karom hossza (JKH), bal karom hossza (BKH).

Az adataink nem normál eloszlásúak, valamint varianciájuk inhomogén, így a mért jellegek közül Kruskal–Wallis teszt segítségével választottuk ki azokat, amelyek a vízterek között szignifikáns eltérést mutattak. A páronkénti összehasonlítást Mann–Whitney teszttel végeztük. A hét víztér esetében kiszámoltuk a szignifikánsan eltérő testméretek minimum-, maximum-, átlag-, szórás- és CV% értékeit (2. táblázat). Az egyes vízterek közötti különbségeket az összes mért testméret alapján klaszter-analízissel (a különbségek maximalizálásán alapuló Ward-módszerrel) és nem parametrikus MANOVA-val (Bray–Curtis különbségesség) is vizsgáltuk (PODANI 1997). Az elemzésekhez PAST 1.98 szoftvert (HAMMER et al. 2001) használtunk.

1.táblázat. Az egyes vízterekben és különböző években gyűjtött egyedek száma.

Rövidítés	Víztér elnevezése	Északi szél.	Keleti hossz.	UTM kód	Tszf (m)	2001	2006	2008	2010	össz.
EV	Eger-víz (Monostorapáti)	46°55'41"	17°33'42"	XN90	158		9		1	10
KS	Köröshegyi-séd (Köröshegy)	46°49'56"	17°53'52"	YM29	118		1		9	10
KV	Koroknai-vízfolyás (Csömend)	46°34'02"	17°30'24"	XM96	116				12	12
RB	Rakaca, a Barakonyi-pataknál (Rakacaszend)	20°49'30"	48°27'04"	DU86	170	10			4	14
TP	Tapolca (Raposka)	46°51'02"	17°25'28"	XM89	124				10	10
VP	Világos-patak, Váradi malom (Nemesvita)	46°50'02"	17°24'25"	XM89	104			2	8	10
ZA	Zala (Csöde)	46°50'21"	16°32'30"	XM18	213			20		20

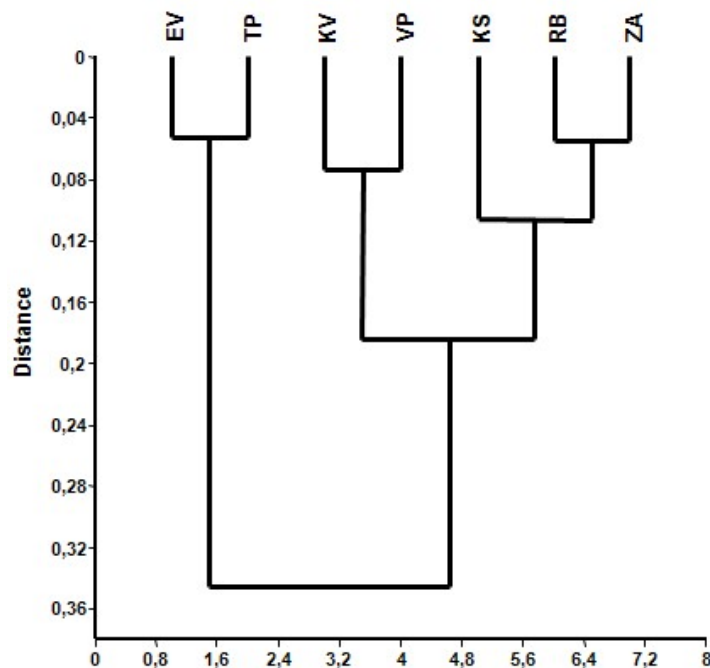
Eredmények

A Kruskal–Wallis teszt alapján a mért 28 testméret közül 12 esetében (FSZ, FH, JTH1, JFH1, JFH3, JFSZ3, BTH1, BFSZ1, BTH2, BTH3, JKH, BKH) tapasztaltunk szignifikáns különbséget az egyes vizek lárvaik között. Elsősorban a fej szélesség, a fejhosszúság, a karmok és egyes lábak alapján különböztek az egyes élőhelyekről származó egyedek (2. táblázat). Több esetben előfordult, hogy ugyanazon lábpár esetében csak az egyik oldali jelleg mutatott szignifikáns különbséget, a másik oldali nem.

Általánosan elmondható, hogy a Tapolcából és az Eger-vízből származó példányok a karmokon kívül minden egyéb testméretben nagyobbak bizonyultak, mint a többi víztérből származók. Utóbbiakban a *H. saxonica* lárvaik testméretei közel azonosak voltak, csak néhány testméretben tértek el egymástól.

A klaszter-analízis az összes jelleg alapján 2 fő csoportot hozott létre. Az egyik csoportot az Eger-víz és a Tapolca képezi. A másik csoportban a Koroknai-vízfolyás és a Világos-patak külön ágat képez a Kőröshegyi-séd, a Rakaca és a Zala alkotta csoporttal szemben (1. ábra).

A NPMANOVA alapján (3. táblázat) is elmondható, hogy az Eger-víz és a Tapolca *H. saxonica* állományai szignifikánsan különböztek a többi vízfolyás állományaitól. A páronkénti összehasonlítás során a legtöbb szignifikánsan eltérő testméret az Eger-víz és a Koroknai-vízfolyás, az Eger-víz és a Világos-patak, a Tapolca és a Koroknai-vízfolyás, valamint a Tapolca és a Világos-patak állományai között volt (3. táblázat).



1. ábra. A vizsgált vízfolyások osztályozása klaszter-analízissel (Ward-módszer), a *H. saxonica* lárvaik átlagos testméretei alapján (a vizek neveinek rövidítései az 1. táblázat szerint).

2. táblázat. A vízfolyások között szignifikáns eltérést mutató testméretek a Kruskal–Wallis teszt alapján (a vízfolyások és a testméretek rövidítése az 1. táblázat és az Anyag és módszer fejezetben leírtak szerint).

	EV	KS	KV	RB	TP	VP	ZA	H	p
FSZ									
átlag	1,8	1,73	1,65	1,675	1,82	1,7	1,7	28,66	<0,001
Std.E.	0,026	0,021	0,015	0,021	0,013	0,037	0,019		
CV%	1,434	1,234	0,914	1,242	0,733	2,148	1,109		
min.	1,7	1,6	1,6	1,55	1,8	1,6	1,5		
max.	1,9	1,8	1,7	1,8	1,9	1,9	1,8		
FH									
átlag	1,9	1,81	1,775	1,746	1,91	1,76	1,763	27,77	<0,001
Std.E.	0,033	0,01	0,022	0,024	0,018	0,031	0,021		
CV%	1,754	0,552	1,226	1,349	0,94	1,736	1,215		
min.	1,7	1,8	1,7	1,575	1,8	1,6	1,55		
max.	2	1,9	1,9	1,9	2	1,9	1,9		
JTH1									
átlag	0,408	0,39	0,365	0,366	0,403	0,364	0,401	23,68	<0,001
Std.E.	0,008	0,007	0,006	0,008	0,01	0,008	0,007		
CV%	2,055	1,709	1,782	2,219	3,267	2,315	1,778		
min.	0,375	0,35	0,325	0,3	0,325	0,325	0,35		
max.	0,45	0,425	0,4	0,4	0,45	0,4	0,45		
JFH1									
átlag	0,995	0,955	0,885	0,979	0,985	0,92	0,97	21,09	0,002
Std.E.	0,026	0,016	0,017	0,015	0,017	0,022	0,014		
CV%	2,617	1,692	1,949	1,535	1,742	2,42	1,479		
min.	0,85	0,9	0,8	0,875	0,875	0,825	0,85		
max.	1,15	1,05	0,975	1,075	1,05	1,025	1,1		
JFH3									
átlag	1,178	1,133	1,096	1,15	1,17	1,068	1,135	13,77	0,032
Std.E.	0,023	0,022	0,024	0,019	0,033	0,022	0,015		
CV%	1,937	1,948	2,154	1,69	2,791	2,096	1,331		
min.	1,05	1,05	0,95	1	1,05	0,975	1,025		
max.	1,3	1,3	1,225	1,225	1,325	1,2	1,3		
JFSZ3									
átlag	0,373	0,363	0,342	0,355	0,36	0,328	0,359	22,83	<0,001
Std.E.	0,006	0,004	0,006	0,006	0,006	0,006	0,005		
CV%	1,566	1,149	1,644	1,678	1,535	1,781	1,364		
min.	0,35	0,35	0,325	0,325	0,325	0,3	0,325		
max.	0,4	0,375	0,375	0,4	0,375	0,35	0,4		

2. táblázat. (folytatás).

	EV	KS	KV	RB	TP	VP	ZA	H	p
BTH1								21,9	0,001
átlag	0,395	0,41	0,375	0,381	0,438	0,425	0,4		
Std.E.	0,011	0,009	0,01	0,012	0,007	0,012	0,007		
CV%	2,799	2,263	2,722	3,24	1,536	2,908	1,87		
min.	0,325	0,375	0,3	0,25	0,4	0,375	0,35		
max.	0,45	0,475	0,425	0,45	0,475	0,5	0,475		
BFSZ1								12,92	0,044
átlag	0,525	0,495	0,494	0,488	0,518	0,488	0,485		
Std.E.	0,016	0,014	0,009	0,021	0,007	0,011	0,006		
CV%	3,094	2,896	1,883	4,392	1,258	2,325	1,147		
min.	0,425	0,425	0,45	0,225	0,5	0,425	0,425		
max.	0,625	0,575	0,55	0,55	0,55	0,55	0,525		
BTH2								16,1	0,013
átlag	0,56	0,545	0,51	0,529	0,565	0,548	0,524		
Std.E.	0,014	0,009	0,012	0,014	0,011	0,009	0,006		
CV%	2,508	1,647	2,292	2,709	2	1,729	1,223		
min.	0,475	0,5	0,45	0,425	0,5	0,5	0,475		
max.	0,6	0,575	0,575	0,625	0,625	0,6	0,575		
BTH3								18,87	0,004
átlag	0,565	0,54	0,544	0,546	0,588	0,543	0,52		
Std.E.	0,031	0,015	0,008	0,013	0,009	0,019	0,012		
CV%	5,527	2,691	1,401	2,439	1,586	3,438	2,222		
min.	0,3	0,425	0,5	0,475	0,55	0,45	0,375		
max.	0,65	0,575	0,6	0,625	0,625	0,65	0,575		
JKH								18,97	0,004
átlag	0,33	0,298	0,304	0,321	0,31	0,3	0,316		
Std.E.	0,006	0,006	0,004	0,004	0,006	0,006	0,004		
CV%	1,89	1,961	1,37	1,378	1,783	2,152	1,186		
min.	0,3	0,275	0,275	0,3	0,275	0,275	0,275		
max.	0,35	0,325	0,325	0,35	0,325	0,325	0,35		
BKH								18,25	0,006
átlag	0,33	0,303	0,310	0,32	0,313	0,293	0,319		
Std.E.	0,006	0,008	0,004	0,005	0,006	0,005	0,004		
CV%	1,89	2,599	1,197	1,462	1,789	1,824	1,379		
min.	0,3	0,275	0,3	0,3	0,275	0,275	0,275		
max.	0,35	0,35	0,325	0,35	0,325	0,325	0,35		

3. táblázat. Az NPMANOVA szignifikáns értékei (p -értékek) (NS=nem szignifikáns) és a páronkénti összehasonlítás során szignifikánsan eltérő testméretek száma (a vízterek nevének rövidítései az 1. táblázat szerint).

	EV	KS	KV	RB	TP	VP	ZA
EV		0,0205	0,0012	0,0158	NS	0,0039	0,0031
KS	5		0,0355	NS	0,0062	NS	NS
KV	14	5		NS	0,0002	NS	0,017
RB	3	1	3		0,0015	NS	NS
TP	1	6	11	5		0,0019	0,0002
VP	10	2	3	6	10		0,0329
ZA	7	1	4	1	6	4	

Diszkusszió

Az a tapasztalatunk, miszerint ugyanazon lábpár esetében csak az egyik oldali jelleg mutatott szignifikáns különbséget a vízterek között, a másik oldali pedig nem, aszimmetriára enged következtetni. BONADA és WILLIAMS (2002) szerint a különböző nehézfém- és egyéb szennyezések hatással vannak az egyes állományok különböző paramétereire, és a környezeti stressz mértéke hatással van a fluktuáló aszimmetria előfordulásának valószínűségére több testméret alapján. Bár eredményeink szintén fluktuáló aszimmetria meglétére utalnak, jelen dolgozatunkban ennek értékelésére nem vállalkoztunk.

Eredményeink alapján elmondhatjuk, hogy a különálló földrajzi régióban található Rakaca tegzesállománya morfometriailag nem különbözik szignifikánsan a balatoni befolyók állományaitól (KV, VP, KS, ZA), tehát esetünkben a populációk közötti morfometriai különbségekre a földrajzi távolság nincs hatással. Ebből arra következtethetünk, hogy az általunk vizsgált tegzesállományok közötti morfometriai különbségek oka a lokálisan ható tényezőkben (pl. az esetleges szennyezés mértéke, a vízfolyások különböző hidrológiai és hidromorfológiai adottságai) keresendők.

A legtöbb vizsgálat a szennyezettséggel hozza összefüggésbe a morfológiai jellegek alakulását (pl. BONADA és WILLIAMS 2002; VUORI és KUKKONEN 2002), és csak kevés foglalkozik a vízfolyások természetes változatosságából adódó eltérésekkel. Az Eger-víz és a Tapolca tegzeslárváinak nagyobb mérete azzal magyarázható, hogy a többi vízfolyáshoz képest nagyobb vízmélység, gyorsabb vízáramlás, és a makrolítál nagyobb aránya jellemző ezekre a patakokra. OSBORNE és HERRICKS (1987) tanulmánya rámutat arra, hogy az általuk vizsgált 4 *Hydropsyche* faj esetében a legtöbb lárvá olyan mikrohabitatokban tenyészik, ahol a spirális áramlás, a turbulencia nagyobb. Kimutatták azt is, hogy a fajok közötti nagy, fajon belül (szomszédos stádiumok között) viszont kisebb méretbeli átfedések adják az alapját a mikrohabitatok felosztásának. A fajok közötti nagy méretbeli átfedések ellenére az általuk vizsgált fajok esetében a legnagyobb testméretekkel rendelkező egyedek nagyobb vízsebesség esetén is megtalálják életfeltételeiket. Mindemellett egy fajon belül is a testméret alapján történik a mikrohabitat-szelekció. Összefoglalva elmondható, hogy az áramlási mintázat és a vízsebesség szabják meg, milyen méretű lárvák foglalják el az egyes mikrohabitatokat. Ez alapján esetünkben is a tegzeslárvák robosztusabb testalkata a nagyobb vízsebességgel, valamint a nagyobb kövek miatti nagyobb turbulenciával hozható összefüggésbe.

Bár eredményeink alapján a vízmélység és a vízsebesség hatása egyértelműnek tűnik, más tényezők is hatással lehetnek a tegzeslárvák morfológiai jellemzőire. Ilyen hatása lehet például a vízfolyásokat érő szennyezéseknek (JENDEREDJIAN et al. 2007), amelyek sajnos a kérdéses vízfolyások egy részében (pl. Koroknai-vízfolyás, Világos-patak) is jelentősnek mondhatók. A jelenleg rendelkezésre álló adatok alapján azonban nem dönthető el egyértelműen, hogy a tapasztalt morfológiai különbségek csak a vízfolyások közötti természetes eltérésekből erednek, vagy pedig az antropogén hatásoknak is van szerepük.

Köszönetnyilvánítás: Munkánkat az OTKA–NKTH (CNK 80140) pályázata támogatta. Köszönettel tartozunk Dr. Szabó László Józsefnek a statisztikai elemzésben és Antal Lászlónak a terepi munkában nyújtott segítségéért.

Felhasznált irodalom

- BONADA, N. – WILLIAMS, D. (2002): Exploration of the utility of fluctuating asymmetry as an indicator of river condition using larvae of the caddisfly *Hydropsyche morosa* (Trichoptera: Hydropsychidae). – *Hydrobiologia* 481: 147–156.
- EDINGTON, J.M. – HILDREW, A.G. (1995): A revised key to the caseless caddis larvae of the British Isles with notes on their ecology. – *Freshwater Biological Association Scientific Publications* 53, 134 pp.
- HAMMER, Ø. – HARPER, D.A.T. – RYAN, P.D. (2001): PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. – *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9 pp., http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- HIGLER, L.W.G. – TOLKAMP, H.H. (1983): Hydropsychidae as bio-indicators. – *Environmental Monitoring and Assessment* 3: 331–341.
- JENDEREDJIAN, K. – HAKOBYAN, S. – JENDEREDJIAN, A. (2007): Use of benthic invertebrates as indicators of pollution origin in agricultural and urban areas. In: A. EBEL, A. – DIVITASHVILI, T. (szerk.): Air, water and soil quality modelling for risk and impact assessment. – NATO Security through Science, Series C: Environmental Security, pp. 217–220.
- MÓRA, A. – CSABAI, Z. (2002): Lárvaadatok a Cserehát és környéke tegzesfaunájához (Trichoptera). – *Folia Historico-naturalia Musei Matraensis* 26: 252–261.
- MÓRA, A. – JUHÁSZ, P. – KISS, B. – MÜLLER, Z. (2006): Faunistical results of the Trichoptera investigations carried out in the frames of the ecological survey of the surface waters of Hungary (ECOSURV) in 2005. – *Folia Historico-naturalia Musei Matraensis* 30: 359–367.
- MÓRA, A. – BARNUCZ, E. – BODA, P. – CSABAI, Z. – CSER, B. – DEÁK, CS. – PAPP, L. (2007): A Balaton környéki kisvízfolyások makroszkópikus gerinctelen faunája. – *Acta Biologica Debrecina, Supplementum Oecologica Hungarica* 16: 105–167.
- MÓRA, A. – BODA, P. – CSABAI, Z. – CSER, B. – DEÁK, CS. – HORNYÁK, A. – JAKAB, T. – KÁLMÁN, Z. – KECSŐ, K. – KOVÁCS, T. Z. – PAPP, L. – POLYÁK, L. – SOÓS, N. (2008): A Zala és befolyói makroszkópikus gerinctelen faunája. – *Acta Biologica Debrecina, Supplementum Oecologica Hungarica* 18: 123–180.
- MÓRA, A. – SZIVÁK, I. – DEÁK, CS. – BODA, R. – CSABAI, Z. – SÁLY, P. – TAKÁCS, P. – ERŐS, T. – BÍRÓ, P. (2011): Environmental factors influencing the distribution of EPT assemblages in streams of Lake Balaton's catchment area, Hungary. – *Zoosymposia* 5 (in press)

- NÓGRÁDI, S. – UHERKOVICH, Á. (2002): Magyarország tegzesei (Trichoptera) [The caddisflies of Hungary (Trichoptera)]. – Dunántúli Dolgozatok, Természettudományi sorozat 11: 1–386.
- OSBORNE, L.L. – HERRICKS, E.E. (1987): Microhabitat characteristics of *Hydropsyche* (Trichoptera:Hydropsychidae) and the importance of body size. – Journal of the North American Benthological Society 6: 115–124.
- PASTUCHOVÁ, Z. – LEHOTSKÝ, M. – GREŠKOVÁ, A. (2008): Influence of morphohydraulic habitat structure on invertebrate communities (Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera). – Biologia 63: 720–729.
- PITSCH, T. (1993): Zur Larvaltaxonomie, Faunistik und Ökologie mitteleuropäischer Fließwasser-Köcherfliegen (Insecta: Trichoptera). – Landschaftsentwicklung und Umweltforschung S8, 316 pp.
- PODANI, J. (1997): Bevezetés a többváltozós biológiai adatfeltárás rejtelmeibe. – Scientia Kiadó, Budapest, 412 pp.
- POLLARD, A.I. – YUAN, L. (2006): Community response patterns: evaluating benthic invertebrate composition in metal-polluted streams. – Ecological Applications 16: 645–655.
- SKINNER, K.M. – BENNETT, J.D. (2007): Altered gill morphology in benthic macroinvertebrates from mercury enriched streams in the Neversink Reservoir Watershed, New York. – Ecotoxicology 16: 311–316.
- VUORI, K.-M. – KUKKONEN, J.V.K. (2002): Hydropsychid (Trichoptera, Hydropsychidae) gill abnormalities as morphological biomarkers of stream pollution. – Freshwater Biology 47: 1297–1306.
- WARINGER, J. – GRAF, W. (1997): Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven: unter Einschluß der angrenzenden Gebiete. – Facultas-Universitätsverlag, Wien, 286 pp.

