

ČASOPRIESTOROVÉ ZMENY SPOLOČENSTVA POTOČNÍKOV (TRICHOPTERA) TOKU DEMÄNOVKA

PAVEL BERACKO & JOZEF LUKÁŠ

Department of Ecology, Comenius University, Mlynská dolina B2,
SK-842 15 Bratislava, Slovakia [beracko@fns.uniba.sk]

Abstract: Temporal and spatial distribution patterns of lotic larval trichopteran assemblages were investigated in Demänovka stream (West Carpathians). Qualitative samplings were performed seasonally from October 1995 to August 1997 in seven sampling sites. Five caddisflies species assemblages were distinguished based on Bray–Curtis dissimilarity coefficients. Partitioning the variance over the spatio-temporal scales indicated that the spatial parameter (50%) was far more important in explaining the variation in species composition. The same results we found out in some caddisflies assemblages metrics. High diversity values were related to the middle reaches, while the highest seasonal variability of this index was in the lower reaches of stream. The significantly highest equitability of caddisflies assemblages was found in spring area. The significantly highest values of saprobic index with considerable seasonal variability were found in the lower reaches of stream. Analysis of functional feeding group distribution patterns clearly showed dominance of predators, scrapers and grazers across a longitudinal gradient of stream. The upper and lower reaches of the stream were with strong seasonal shifts between feeding groups.

Key words: caddisfly assemblages, seasonality, altitude, metrics.

ÚVOD

Ekosystém tečúcich vôd je otvorená mnohorožmeraná štruktúra, ktorá je úzko prepojená s okolitým prostredím. VANNOTE et al. (1980) definuje vodný tok ako flexibilný systém, ktorý reflektuje environmentálne podmienky okolitého prostredia. Benthické bezstavovce sú ako súčasť vodných ekosystémov senzitívne na environmentálne podmienky vodného toku (LEOPOLD 1994). Čas a priestor sú dva rozmery navodzujúce zmeny v spoločenstve makrozoobentosu vo vodnom prostredí (OERTIL 1995). Priestorová a časová dynamika faktorov pôsobiacich vo vodnom prostredí, ako je teplota, koncentrácia rozpusteného kyslíka, pH, iónová koncentrácia, hĺbka, substrát a interakcie s inými organizmami vedú k zmenám štruktúry benthických spoločenstiev (HYNES 1963). Rôznorodosť

a komplexnosť vodného habitatu má za následok diverzifikáciu ekologickej niky v komplexe prírodného prostredia (BAZZAZ 1975). Podľa teórie riečného kontinua (VANNOTE et al. 1980) dochádza v longitudinálnom profile tokov k výrazným zmenám parametrov vodného prostredia. Jedným z týchto parametrov, patriacich do morfológických charakteristík toku je heterogenita mikrohabitátov, ktorá má výrazný dosah na štruktúru, diverzitu a zastúpenie FFG (Functional feeding groups) benthických bezstavovcov vo vodnom toku (ROSENBERG & RESH 1996, DIEHL & KORNIJOV 1998, MCA-BENDROTH et al. 2005). V pozdĺžnom profile toku dochádza taktiež k zmenám fyzikálno-chemických atribútov vodného prostredia, predovšetkým teplotnému režimu, prietoku, typu a rýchlosti prúdenia (MINSHALL 1984, CULP et al. 1986, WARD 1992, ALLAN 1995).

BERACKO P, LUKÁŠ J & CHVOJKA P, 2011: Spatio-temporal changes of caddisfly assemblages (Trichoptera) of the Demänovka stream. *Folia faunistica Slovaca*, 17 (1): 11–20. [in Slovak]

Received 24 November 2011

~

Accepted 20 January 2012

~

Published 31 January 2012

Tabuľka 1. Fyziografické a fyzikálne charakteristiky skúmaných profilov Demänovky.

Lokalita	Geografické súradnice	Namorská výška (m)	Sklon toku (%)	Šírka toku (m)	Priem. hĺbka (m)	Max. teplota (°C)
S1	N48° 57' 11,3" E19° 37' 2,6"	1350	14,9	1,25	0,12	8,7
S2	N48° 58' 57,9" E19° 35' 53,7"	940	11,4	6	0,3	10,8
S3	N48° 59' 21,7" E19° 35' 24,6"	870	6,6	6,5	0,3	10
S4	N49° 0' 04,0" E19° 35' 0,2"	810	3,7	9	0,3	8
S5	N49° 1' 10,8" E19° 34' 40,7"	740	2,9	12	0,3	11
S6	N49° 3' 17,0" E19° 34' 40,8"	635	2,3	13	0,3	12
S7	N49° 4' 22,0" E19° 35' 34,7"	590	1,8	11	0,5	9,8

Land use (%)	Ihličnaté lesy	lúky	kroviny	sídla	polia	pastviny
Povodie	60,9	11,2	6,6	4,9	13,5	2,9

Potočníky (Trichoptera) patria medzi druhovo najpestrejšiu skupinu vodného hmyzu (MACKAY & WIGGINS 1979). Larvy potočnickov tvoria dôležitý článok v kolobe látok a energie vo vodných ekosystémoch (BENKE & WALLACE 1997). Vo vodnom toku majú zastúpenie vo všetkých typoch potravných gild (WALLACE & MERRITT 1980) a zároveň sú potravnou zložkou mnohých druhov rýb (WIGGINS 1996). V dôsledku rôznej sensitivity jednotlivých taxónov k environmentálnym podmienkam vodného toku sú larvy potočnickov využívané v biomonitoringu a posudzovaní vplyvu antropogénnej činnosti na ekosystém vodných tokov (MOULTON & STEWART 1996, BARBOUR et al. 1999). Na úrovni lokálnych abiotických a biotických interakcii sa štruktúrou spoločenstiev potočnickov zaoberali viacerí autori (napr. WALLACE 1975a, b, WALLACE & MALAS 1976, KRNO 1982, MCAULIFFE 1984, KRNO et al. 1996, CARDINALE et al. 2002). Rozdiely v štruktúre a v niektorých ekologických parametroch charakterizujúcich spoločenstvo potočnickov sa výrazne odzrkadľujú na regionálnej úrovni (KILBANE & HOLOMUZKI 2004, GALBRAITH et al. 2008).

Cieľom našej štúdie bolo charakterizovať zmeny v štruktúre a niektorých kvantitatívnych

parametroch (dominancia, diverzita, ekvitalita, zastúpenie FFG) spoločenstiev potočnickov v časopriestorovom rozmere vodného toku.

MATERIÁL A METÓDY

Opis lokality

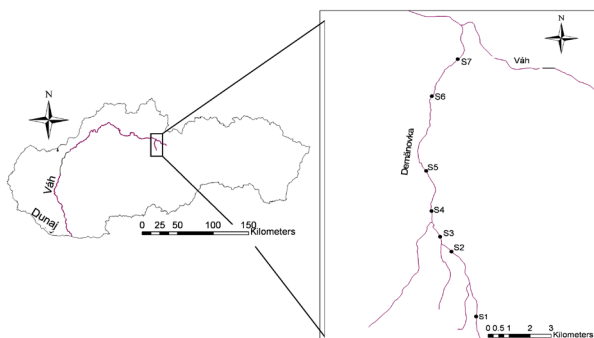
Demänovka (Obr. 1) hydrograficky patrí do povodia horného Váhu, pramení v Nízkych Tatrách (geomorfologický podcelok – Ďumbierske Tatry) v nadmorskej výške 1570 m. Je tokom 4. rádu s plochou povodia 61 km². V hornej časti je geologické podložie toku tvorené granitoidmi, kým v spodnej časti tok preteká pásmom vápencov. Pri vstupe do krasového územia sa časť vody Demänovky stráca v ponoroch. Fyziografické a morfológické charakteristiky vodného toku na skúmaných lokalitách a celého povodia Demänovky sú uvedené v Tab. 1.

Metódy odberu a spracovania vzoriek

Semikvantitatívne vzorky potočnickov ako súčasť celého makrozoobentosu boli odoberané sezónne (apríl – máj, august, október) od októbra 1995 do augusta 1997. Vzorky makrozoobentosu sme odoberali hydrobiologickou sieťou (25 x 25 cm) zo všetkých prítomných mikrohabitatov v toku metódou „kicking technique“. Odobraný materiál bol fixovaný v 4% formaldehide. Larvy potočnickov boli určované na úroveň druhu s využitím identifikačných kľúčov WARINGER & GRAF (1997), SEDLÁK (1980).

Štatistické spracovanie dát

Využitie krajiny (land use) povodia Demänovky sme vyhodnotili využitím dátovej vrstvy CORINE land cover v prostredí programu ARGIS 9.2. Podobnosť spoločenstiev potočnickov na základe relatívnej druhovej početnosti, diverzity, equitability, saprobného indexu spoločenstva a potravných gild v priestorovom (longitudinálny profil toku) a časovom (sezónnosť) rozmere toku bola vyhodnotená



Obrázok 1. Mapa Demänovky s označením skúmaných lokalít.

Tabuľka 2. Zoznam zistených druhov potočníkov a ich relatívna početnosť na skúmaných lokalitách.

Druhy	Kód	Lokalita						
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
<i>Rhyacophila dorsalis</i> (Curtis, 1834)	Rdor						3,64	7,17
<i>Rhyacophila fasciata</i> Hagen, 1859	Rfas	11,11	2,52					
<i>Rhyacophila glareosa</i> Mclachlan, 1867	Rgla		9,14					
<i>Rhyacophila mocsaryi</i> Klapalek, 1898	Rmoc				6,94	11,02	0,4	4,99
<i>Rhyacophila nubile</i> (Zetterstedt, 1840)	Rnub				4,90	6,12	14,89	26,77
<i>Rhyacophila obliterata</i> Mclachlan, 1863	Robl					0,67	0,79	0,75
<i>Rhyacophila polonica</i> Mclachlan, 1881	Rpol	5,56		3,5	8,73			2,19
<i>Rhyacophila pubescens</i> Pictet, 1834	Rpub	10,74	4,31		0,41		1,32	7,84
<i>Rhyacophila tristis</i> Pictet, 1835	Rtri	24,44	34,13	47,4	14,61	16,52		0,7
<i>Rhyacophila vulgaris</i> Pictet, 1836	Rvul		11,05	4,89	0,64	1,01		
<i>Agapetus ochripes</i> Curtis, 1834	Aochr		2,93	0,92		1,40		
<i>Glossosoma conformis</i> Neboiss, 1963	Gcon			1,83				
<i>Philopotamus ludificatus</i> Mclachlan, 1878	Plud	6,67						
<i>Philopotamus montanus</i> (Donovan, 1813)	Pmon				1,66			
<i>Wormaldia copiosa</i> Mclachlan, 1868	Wcop				0,83			
<i>Plectrocnemia geniculata</i> Mclachlan, 1871	Pgen				0,83			
<i>Tinodes unicolor</i> (Pictet, 1834)	Tuni				2,57			
<i>Micrasema minimum</i> Mclachlan, 1876	Mmin				1,37		42,9	26,7
<i>Drusus annulatus</i> (Stephens, 1837)	Dann	3,33	3,24	0,91	15,30	24,44	2,56	4,62
<i>Drusus biguttatus</i> (Pictet, 1834)	Dbig	5,56	7,83	0,91	8,98	16,54	16,05	2,19
<i>Drusus discolor</i> (Rambur, 1842)	Ddis	9,26	4,52	0,87	26,69	17,92	0,26	0,23
<i>Ecclisopteryx dalecarlica</i> Kolenati, 1848	Edal		5,51	2,9	3,19	2,69	7,86	6,05
<i>Ecclisopteryx madida</i> Mclachlan, 1867	Emad		12,71	14,36	0,28		5,41	3,26
<i>Chaetopteryx polonica</i> Dziedzielewicz, 1889	Cpol	3,70						
<i>Chaetopteryx vilosa</i> (Fabricius, 1789)	Cvil	1,85						
<i>Pseudopsiloptyx zimneri</i> Mclachlan, 1876	Pzim		0,15	0,91				3,29
<i>Halesus digitatus</i> (Schrank, 1781)	Hdig					0,66		
<i>Halesus radiatus</i> (Curtis, 1834)	Hrad				2,07			
<i>Halesus rubricolis</i> (Pictet, 1834)	Hrub	11,11	1,38	21,05				
<i>Halesus tessellatus</i> (Rambur, 1842)	Htes					1,01		
<i>Melampophylax nepos</i> (Mclachlan, 1880)	Mnep		0,58				2,42	
<i>Micropterna sequax</i> Mclachlan, 1875	Mseq							0,47
<i>Potamophylax luctuosus</i> (Piller et Mitterpacher, 1783)	Pluc							1,39
<i>Lithax niger</i> (Hagen, 1859)	Lnig	6,67						
<i>Sericostoma personatum</i> (Spencer, 1826)	Sper						1,50	1,39

Tabuľka 3. Výsledky párového porovnania ANOSIM. Celkový výsledok ANOSIM – $R = 0,79$, $p < 0,01$.

Bloky – signifikantne odlišujúce sa skupiny lokalít vytvorené postupným zhlukovaním lokalít na základe relatívnej druhovej početnosti. Bloky: A – L1; B – L2, L3; C – L4, L5; D – L6, L7.

Bloky	A	B	C	D
A	-	$p = 0,012$	$p = 0,012$	$p = 0,015$
B		-	$p = 0,003$	$p = 0,002$
C			-	$p = 0,002$
D				-

Tabuľka 4. Výsledky ANOSIM – analýza sezónnej zmeny spoločenstiev potočnickov v blokoch vytvorených v Tab. 3.

Bloky	A	B	C	D
R-štatistika	$R = 0,002$	$R = -0,33$	$R = 0,012$	$R = 0,015$
pravdepodobnosť	$p = 0,67$	$p = 0,93$	$p = 0,79$	$p = 0,13$

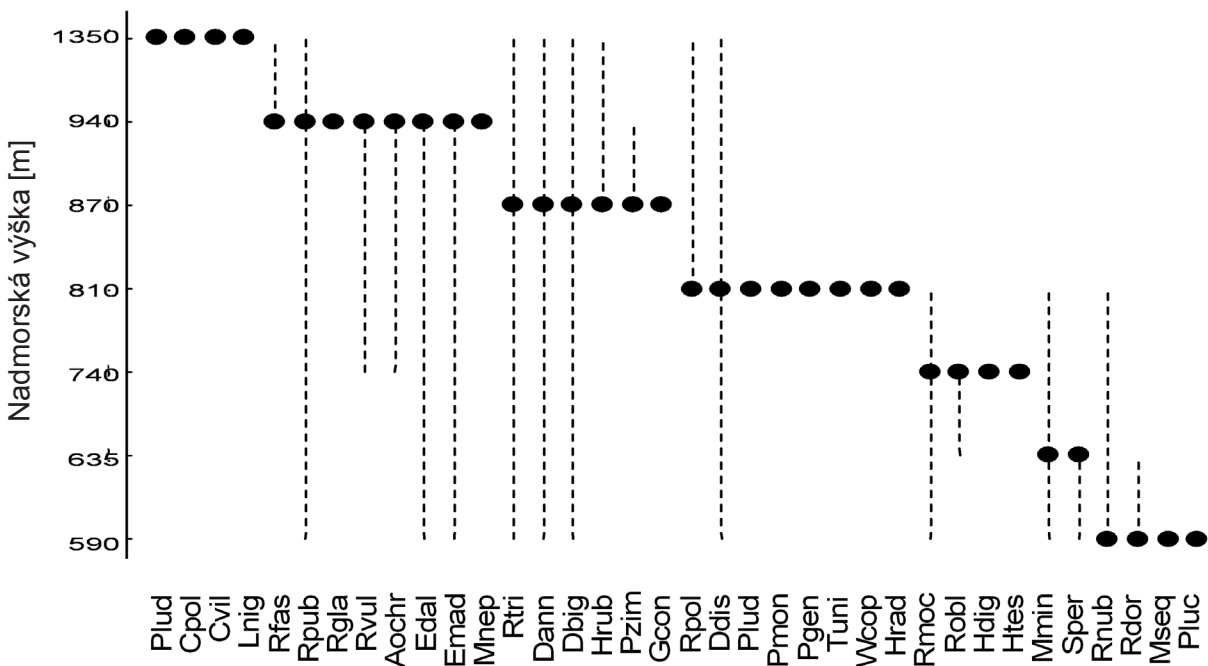
neparametrickou analýzou podobnosti (ANOSIM). ANOSIM porovnáva priemernú vnútroskupinovú a medziskupinovú podobnosť vopred zadefinovaných skupín (CLARKE 1993). Vnútroskupinová variabilita oproti medziskupinovej variabilite je testovaná Monte-Carlo permutačným testom s testovacím kritériom R a k nemu príslušnou hladinou pravdepodobnosti. V analýze podobnosti bola použitá Bray-Curtisova metrika pre výpočet vzdialenosti medzi objektami a Monte-Carlo permutačný

test s 1000 permutáciami. Pre vizualizáciu výsledkov na základe ANOSIM a určenie časopriestorového gradientu prostredia sme použili korešpondenčnú analýzu (CA). Pre identifikáciu objektov, ktoré najviac prispievajú k diferencii medzi skupinami sme použili procedúru SIMPER. Pre určenie podielu, akým prispieva časový a priestorový rozmer toku na variabilitu spoločenstva potočnickov sme použili čiastkové ordinácie v kanonickej korešpondenčnej analýze (CCA), kde ako faktory prostredia bol zadefinovaný časový a priestorový rozmer toku. Všetky štatistické analýzy sme vytvárali v prostredí štatistického programu PAST (HAMMER et al. 2001).

VÝSLEDKY

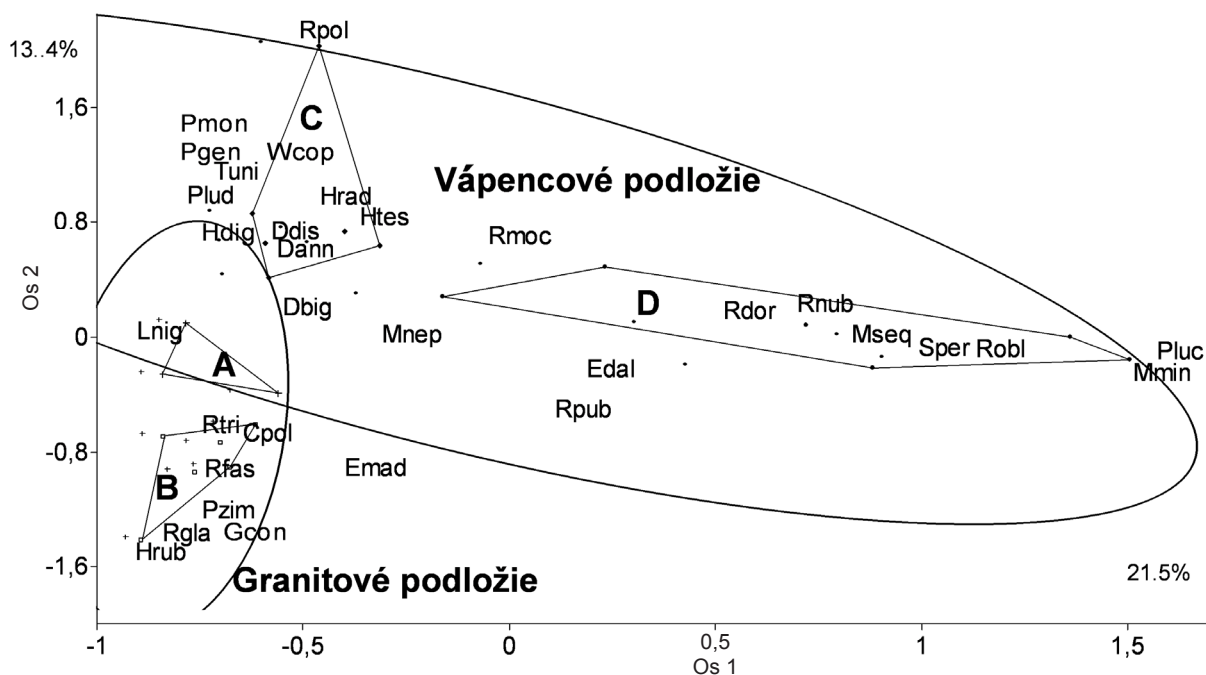
V toku Demänovka sme počas dvoch rokov výskumu identifikovali 35 druhov potočnickov patriacich do 11 čeľadí. Zoznam zistených druhov a ich relatívna abundancia v spoločenstve na skúmaných lokalitách sú uvedené v Tab. 2. Najvyššiu druhovú pestrosť spoločenstva sme zaznamenali v strednom úseku Demänovky na lokalite 4, kde sme identifikovali až 18 druhov potočnickov. Najnižšia druhová pestrosť bola zaznamenaná v podpramenej oblasti – lokalita 1. Hypsometrické rozšírenie zistených taxónov potočnickov v toku Demänovka je zobrazené na Obr. 2. Na základe druhovej štruktúry potočnickov Demänovky sa v ANOSIM ($R = 0,79$, $p < 0,01$) vyčlenili 4 signifikantne odlišné spoločenstvá potočnickov (Tab. 3).

Spoločenstvo A (L1): Spoločenstvo potočnickov vysoko položených horských tokov a kaňonovitých



Obrázok 2. Hypsometrická distribúcia druhov potočnickov v toku Demänovka.

• – maximálna relatívna početnosť druhu



Obrázok 3. Priestorová a časová variabilita taxocenózy potočnickov v toku Demänovka.

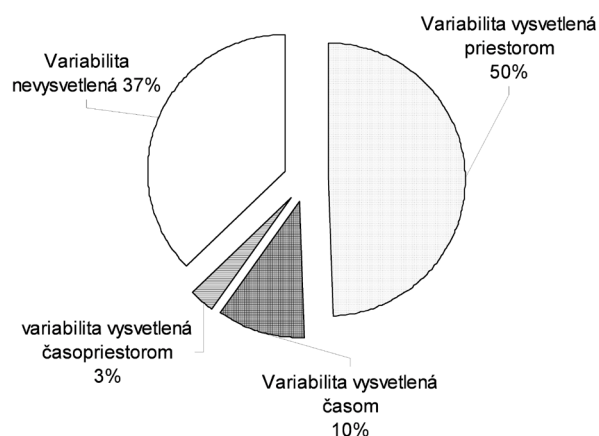
Lokality sú zoskupené do signifikantne odlišujúcich sa blokov vytvorených na základe ANOSIM v Tabuľke 3. Elipsy ohraničujú plochu s 95% pravdepodobnosťou vytvorenú na základe taxocenózy potočnickov v granitovej a vápencovej časti toku. Bloky: A – L1; B – L2, L3; C – L4, L5; D – L6, L7. Kódy druhov vychádzajú z Tabuľky 2.

dolin. Spoločenstvo je tvorené druhmi s univoltinným životným cyklom, čo podmieňuje aj jeho vysokú stabilitu počas roka (Tab. 4). Charakteristickými druhmi cenózy sú *Chaetopteryx polonica*, *Philopotamus ludificatus*, *Lithax niger*.

Spoločenstvo B (L2 – L3): Spoločenstvo potočnickov vodnatejších horských tokov. Spoločenstvo tvoria druhy s univoltinným životným cyklom, čo sa odzrkadľuje v jeho vysokej stabilite počas roka (Tab. 4). Dominantné postavenie v cenóze má *Rhyacophila tristis* a *Ecclisopteryx madida*, pričom diferenciačnými druhmi sú *Glossosoma conformis*, *Rhyacophila glareosa*, *Melampophylax nepos*, *Ecclisopteryx madida*, *Pseudopsilopteryx zimmeri*.

Spoločenstvo C (L4 – L5): Spoločenstvo potočnickov podhorských vodnatejších tokov. V cenóze sa vyskytujú druhy s univoltinným vývinovým cyklom, iba druh *Rhyacophila nubila* je charakterizovaný ako semivoltinný. Dominantne postavenie v spoločenstve majú druhy *Drusus annulatus*, *Drusus discolor* a *Rhyacophila tristis*. Charakteristickými druhmi sú *Philopotamus montanus*, *Plectrocnemia geniculata*, *Tinodes unicolor*, *Wormaldia copiosa*, *Halesus radiatus*, *Halesus digitatus* a *Halesus tessellatus*.

Spoločenstvo D (L6 – L7): Spoločenstvo potočnickov podhorských vodnatejších tokov. V cenóze sa vyskytujú druhy s univoltinným vývinovým cyklom, pričom oproti ostatným spoločenstvám sa výrazne presadzujú druhy so semivoltinným životným cyklom. Dominantné postavenie v cenóze majú druhy *Rhyacophila nubila* a *Micrasema*



Obrázok 4. Výsledok čiastkových ordinačii v kanonickej korešpondenčnej analýze (CCA).

minimum. Charakteristickými druhmi sú *Sericostoma personatum*, *Rhyacophila dorsalis*, *Micropterna sequax* a *Potamophylax luctuosus*. Druhovú stabilitu spoločenstva počas roka je výrazne najnižšia oproti predchádzajúcim spoločenstvám (Tab. 4).

V ordinačnom diagrame CA (Obr. 3) prvá os predstavuje variabilitu v spoločenstve D a zároveň jeho odlišnosť od ostatných, kým druhá os vyjadruje rozdielnosť v spoločenstvách A, B, C.

Testovaním podobnosti vo vnútri 4 identifikovaných spoločenstiev potočnickov (A–D) vzhľadom k časovému rozmeru toku sme zistili, že druhová štruktúra taxocenózy A, B, C je počas roka pomerne stabilná (Tab. 4). Výrazné sezónne zmeny tesne pod

Tabuľka 5. Výsledky ANOVA základných metrick spoločností potočníkov v časopriestorovom rozmere Demänovky. Bloky – signifikantne odlišujúce sa skupiny lokalít vytvorené na základe maximálnej odlišnosti daných parametrov spoločností v longitudinálnom profile toku. Sezónna variabilita základných parametrov spoločností testovaná separátne pre signifikantne odlišné bloky vytvorené v longitudinálnom rozmere.

	Longitudinálny rozmer	Sig. rozdiel	Sezónny rozmer	Sig. rozdiel
Diverzita	F = 2,08 p = 0,15		F = 0,94 p = 0,41	
Equitabilita	F = 2,29 p = 0,05	L1 > L2-L7	L2-L7: F = 0,61 p = 0,56	
Saprobný index	F = 11,98 p < 0,05	L1-L5 < L6-L7	L1-L5: F = 0,02 p = 0,98	
			L6-L7: F = 12,79 p < 0,05	Október, Apríl > August

Tabuľka 6. Výsledky párového porovnania ANOSIM. Celkový výsledok ANOSIM – R = 0,32, p < 0,01.

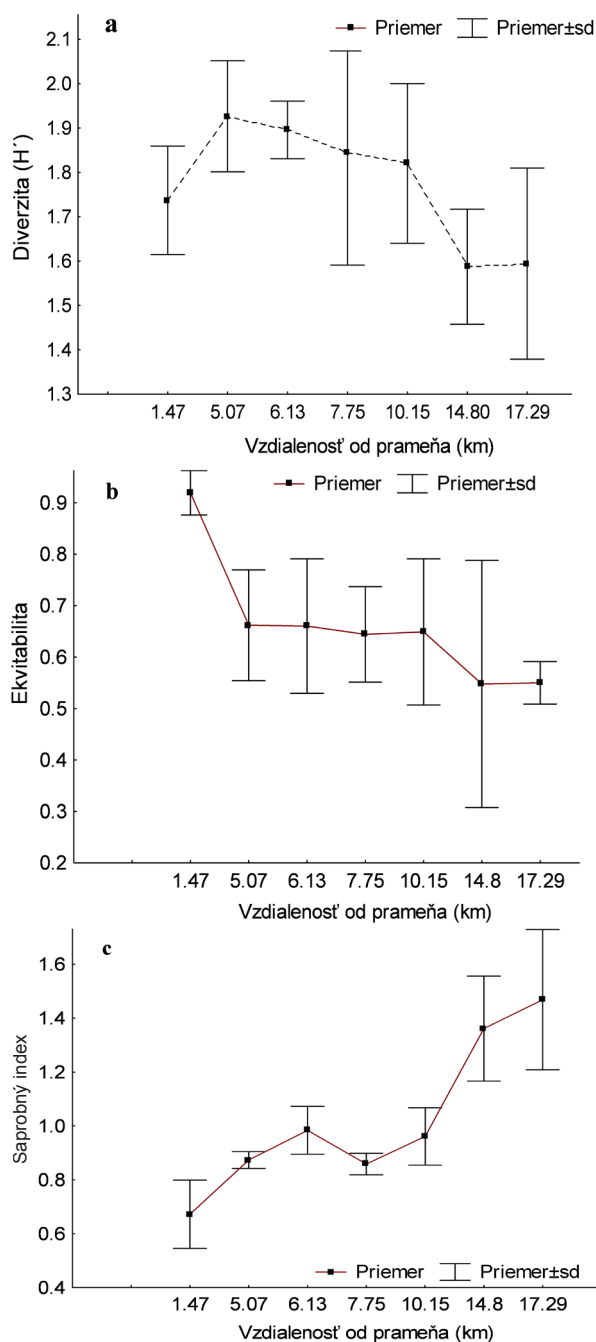
Bloky – signifikantne odlišujúce sa skupiny lokalít vytvorené postupným zhlukovaním lokalít na základe podielu jednotlivých potravných gíld. Bloky: X – (L1, L2, L3); Y – (L4, L5); Z – (L6, L7)

Bloky	X	Y	Z
X	-	p = 0,029	p = 0,015
Y		-	p = 0,017
Z			-

hladinou významnosti sme identifikovali v štruktúre trichopteroocenózy D (R = 0,015, p = 0,13). V čiastkových ordináciách v CCA sme identifikovali ako najvýznamnejší parameter priestorový rozmer vodného toku, keď vysvetľoval až 50% z celkovej variability v druhových dátach (Obr. 4).

Najvyššie hodnoty indexu diverzity spoločnosti sme zistili v strednom úseku Demänovky (L2 – L5), pričom najvyššiu medzisezónnu variabilitu hodnôt tento index dosahuje od spodnej časti stredného úseku smerom k ústiu (L4–L7) (Obr. 5a). Najvyššiu vyrovnanosť s nízkou medzisezónnou variabilitou spoločnosti potočníkov vykazovalo v podpramennom úseku (Obr. 5b). Saprobný index spoločnosti vzrastá v smere riečného kontinua s najväčšou variabilitou hodnôt v dolnom úseku Demänovky (Obr. 5c). V Tab. 5 sú zobrazené výsledky analýzy rozptylu porovnania hodnotených metrick v časovom a priestorovom rozmere trichopteroocenózy Demänovky.

Postupným rozdeľovaním lokalít na základe podielu potravných gíld sa v pozdĺžnom profile Demänovky vytvorili tri signifikantne odlišné skupiny (Tab. 6). Najväčšiu nepodobnosť sme zistili medzi vytvorenými skupinami X a Z (38,24) (Tab. 7). Najvyšším podielom na nepodobnosti medzi všetkými vytvorenými skupinami majú predátori (Tab. 7), ich podiel v trichopteroocenóze klesá od prameňa po ústie. Opačný trend ako u predátorov sme zistili u potravných skupiny spásace/zoškorabávače.



Obrázok 5. Časopriestorová variabilita základných parametrov spoločnosti potočníkov (a – diverzita, b – equitabilita, c – saprobný index) na skúmaných lokalitách.

Tabuľka 7. Výsledky analýzy SIMPER vyjadrujúce podiel jednotlivých potravných gíld na nepodobnosti medzi blokmi lokalít vytvorenými v ANOSIM v Tab. 6.

Potravné gíldy	Podiel na nepodobnosti	Kumulatívny podiel na nepodobnosti - %	Percentuálny podiel	
X-Y: nepodobnosť: 28,69			X	Y
predátory	9,933	34,63	55,3	43,3
spásače a zoškrabávače	8,767	65,19	24,4	35
drviče	4,437	80,66	13,6	7,32
pasívni filtrátory	4,329	95,75	4,16	10,6
zberače/ zhŕňače	1,219	100	2,55	3,84
X-Z: nepodobnosť: 38,24			X	Z
predátory	15,95	41,7	55,3	32,4
spásače a zoškrabávače	10,93	70,3	24,4	41,5
drviče	8,03	91,3	13,6	23,2
pasívni filtrátory	2,063	96,69	4,16	0,0993
zberače/ zhŕňače	1,264	100	2,55	2,85
Y-Z: nepodobnosť: 36,39			Y	Z
predátory	12,73	34,99	43,3	32,4
spásače a zoškrabávače	8,826	59,24	35	41,5
drviče	8,184	81,73	7,32	23,2
pasívni filtrátory	5,253	96,16	10,6	0,0993
zberače/ zhŕňače	1,396	100	3,84	2,85

Tabuľka 8. Výsledky ANOSIM – analýza sezónnej zmeny spoločenstiev potočnickov v blokoch vytvorených v Tab. 6.

Bloky	X	Y	Z
R- štatistika	R = 0,028	R = -0,22	R = -0,13
pravdepodobnosť	p = 0,14	p = 0,94	p = 0,34

Ich podiel vzrastá od prameňa k ústiu. Zastúpenie jednotlivých potravných gíld vo vytvorených troch skupinách vzhľadom k časovému rozmeru toku sa signifikantne nemení (Tab. 8). Najvyššiu variabilitu v podiele jednotlivých potravných skupín v priebehu roka sme zistili v dolnej časti Demänovky – Z (L6, L7).

Zmeny spádu, substrátu, rýchlosti toku súvisia so zmenami spoločenstiev ako na úrovni druhového zloženia, tak na úrovni trofických skupín (HAWKINS & SEDELL 1981). Zmeny v percentuálnom zastúpení drvičov, spásačov a zoškrabávačov v pozdĺžnom profile Demänovky potvrdzujú charakter zmien v trofickej štruktúre makrozoobentosu v teórii riečneho kontinua (RCC) (VANNOTE et al. 1980).

DISKUSIA

V taxocenóze potočnickov Demänovky bolo identifikovaných 35 druhov, čo je mierne nižšia druhová pestrosť ako determinovali v horských a podhorských úsekoch nízkotatranských tokov KRNO (1982) (44 druhov) resp. NOVIKMEC (2005) (42 druhov). V spomínaných dvoch štúdiách sa však autori venovali výskumu spoločenstva potočnickov okrem hlavného toku povodia aj ďalším prítokom. Nižšia rôznorodosť podmienok vodného biotopu je tak pravdepodobne dôsledkom absencie niektorých hlavne vzácnejších druhov zistených vo vyššie zmieňovaných dvoch prácach. JUSKO et al. (2009) zaznamenali v pozdĺžnom profile Bačkovského potoka 30 taxónov potočnickov, kde podobne ako v našich zisteniach dominovali druhy s univoltinnou životnou stratégiou. Výrazne vyššiu druhovú pestrosť trichoptercenózy oproti našim zisteniam identifikovali KRNO et al. (1996) v ritrálových úsekoch tokov povodia Turca, kde zaznamenali až 71 druhov. V nami skúmanom toku oproti Turcu v spoločenstve absentujú hlavne druhy z čeľade Hydroptychidea a viaceré druhy z čeľade Limnephilidae a Goeridae. Vo všeobecnosti larvy druhov z čeľade Hydroptychidea preferujú hrubší stabilný typ substrátu, toky s vyššou rýchlosťou prúdu a stabilitou

prietokov (GEORGIAN & THORP 1992). Zo zástupcov čelade Limnephilidae a Goeridae absentujú hlavne algofágne druhy. V povodí Demänovky boli pre horské, málo vodnaté toky charakteristické druhy s európskym až juhoeurópskym rozšírením *Lithax niger*, *Rhyacophila fasciata*, *Philopotamus ludificatus*, *Chaetopteryx polonica* (MALICKY & BARNARD 2005). Na druhej strane v podhorských vodnatějších tokoch sa vyskytovali druhy s stredoeurópskym až euroasijským rozšírením *Rhyacophila nubila*, *Rhyacophila mocsaryi*, *Micrasema minimum*, *Ecclisopteryx dalecarlica* (MALICKY & BARNARD 2005).

V pozdĺžnom profile Demänovky sme identifikovali štyri odlišné taxocenózy potočnickov, čo korešponduje zo zisteniami KRNA (1978, 1982), kde v longitudinálnom profile povodia Revúcej a Lubčianky od epiritrálu po hyporitrálu vyčlenil rovnako štyri rôzne spoločenstvá potočnickov. Spoločenstvo A sa vyčlenilo na základe druhov (*Chaetopteryx polonica*, *Philopotamus ludificatus*, *Lithax niger*), ktoré sú charakteristické pre epiritrálové až krenálové úseky tokov (BOTOSANEANU 1957, SZCZESNY 1975, KRNO 1982). Pre spoločenstvo B boli typické druhy (*Glossosoma conformis*, *Rhyacophila glareosa*, *Melampophylax nepos*, *Ecclisopteryx madida*, *Pseudopsilopteryx zimmeri*), ktoré dominantne osídľujú horské vodnatejšie potoky (SOWA & SZCZESNY 1970, SZCZESNY 1975, KRNO 1982). Druhy spoločenstva C (*Philopotamus montanus*, *Plectrocnemia geniculata*, *Tinodes unicolor*, *Wormaldia copiosa*, *Halesus radiatus*, *Halesus digitatus* a *Halesus tessellatus*) osídľujú prevažne podhorské potoky a malé podhorské rieky (BRAUKMANN 1987, PITSCH 1993, WARINGER & GRAF 1997). Druhy *Sericostoma personatum*, *Rhyacophila dorsalis*, *Micropterna sequax* a *Potamophylax luctuosus* sú typické pre spoločenstvo D, kde ťažiskom ich výskytu sú metaritrálové až hyporitrálové úseky tokov (HIGLER & SOLEM 1986, ZAŤOVIČOVÁ & NOVÍKMEC 2003). Nadmorská výška, rád toku a habitatová heterogenita sú parametre, ktoré najviac vplyvajú na štruktúru trichoptercenózy v longitudinálnom profile vodného toku (HUGHES 2006, MISERENDINO & BRAND 2007, GASHI & IBRAHIMI 2008, DINAKARAN & ANBALAGAN 2010). HUGHES (2006) zistila, že s nárastom počtu k organickému znečisteniu tolerantných taxónov potočnickov vzrastá sezónna variabilita v druhovom zložení spoločenstva, čo jasne korešponduje s našimi výsledkami. Najvyššia diverzita spoločenstva bola determinovaná v metaritrály, pričom najnižšie sezónne výkyvy sme zaznamenali v podprameňom úseku Demänovky. S klesajúcou nadmorskou výškou klesá vyrovnanosť spoločenstva a zároveň stúpa sezónna variabilita equitability. Podobný trend diverzity spoločenstva potočnickov v pozdĺžnom profile vodného toku zistili SKUJA & SPUNGIS (2010). Saprobny index spoločenstva vzrastá v smere teórie riečného kontinua. ŠPORKA et al. (2009) zistili negatívnu lineárnu závislosť medzi

nadmorskou výškou a hodnotami saprobného indexu celého spoločenstva makrozoobentosu na referenčných a monitorovacích tokoch. Rozdiely v sezónnych hodnotách saprobného indexu sme určili v dolnom úseku Demänovky, keď podobne ako udávajú ALVAREZ-CABRIA et al. (2010) signifikantne najnižšie hodnoty saprobného indexu sme identifikovali v letnom období.

ZÁVER

V toku Demänovka sme zistili výskyt 35 druhov potočnickov patriacich do jedenástich čeladi. Najpočetnejšie boli zastúpené druhy čelade Rhyacophilidae, a podčelade Drusinae. Z výskumu časopriestorovej zmeny spoločenstva potočnickov možno konštatovať, že priestorový rozmer toku má výrazne vyšší dosah na druhovú štruktúru, diverzitu, ekvitalitu a saprobný index spoločenstva ako časový rozmer vodného toku. V celom pozdĺžnom profile Demänovky z hľadiska zastúpenia jednotlivých potravných gíld dominovali predátori a spásace/zoškrabávače, pričom k najvýraznejšiemu sezónnemu posunu v podiele potravných gíld dochádza v dolnom profile Demänovky.

POĎAKOVANIE

Výskum bol podporený grantovou agentúrou VEGA, projekt č. 2/0059/09 a č. 11/077/00

LITERATÚRA

- ALLAN DJ, 1995: Stream ecology-structure and function of running waters. *Chapman & Hall, London*, 388pp.
- ÁLVAREZ-CABRIA M, BARQUÍNA J & JUANESA JA, 2010: Spatial and seasonal variability of macroinvertebrate metrics: Do macroinvertebrate communities track river health. *Ecological Indicators*, 10/2: 370–379.
- BARBOUR MT, GERRITSEN J, SNYDER BD, STRIBLING JB. 1999: Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, benthic macroinvertebrates and fish, Second edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C.
- BAZZAZ FA, 1975: Plant species diversity in old-field successional ecosystems in southern Illinois. *Ecology*, 56: 485–488.
- BENKE AC & WALLACE JB, 1997: Trophic basis of production among riverine caddisflies: implications for foodweb analysis. *Ecology*, 78: 1132–1145.
- BOTOSANEANU L, 1957: Badania nad chruščikami (Trichoptera) Rumunii. *Polskie pismo entomol.*, 26: 383–433.
- BRAUKMANN U, 1987: Zoözoologische und saprobiologische Beiträge zu einer allgemeinen regionalen Bachtypologie. *Arch. Hydrobiol.*, 26: 1–355.
- CARDINALE BJ, PALMER MA & COLLINS L, 2002: Species diversity enhances ecosystem functioning through interspecific facilitation. *Nature*, 415: 426–429.
- CLARKE KR, 1993: Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18: 117–143.

- CULP JM, WRONA FJ & DAVIES RW, 1986: Response of stream benthos to drift and fine sediment deposition versus transport. *Canadian Journal of Zoology*, 64: 1345–1351.
- DIEHL S & KORNÍJOŤ R, 1998: Influence of submerged macrophytes on trophic interactions among fish and macroinvertebrates. Pp. 24–46. In: JEPPESEN EM, SONDERGAARD M & CHRISTOFFERSEN K (eds), *The Structuring Role of Submerged Macrophytes in Lakes*. Springer-Verlag, New York.
- DINAKARAN S & ANBALAGAN S, 2010: Spatio-temporal dynamics of caddisflies in streams of southern Western Ghats. *Journal of Insect Science*, 10: 1–15.
- GALBRAITH HS, VAUGHN CC & MEIER KC, 2008: Environmental variables interact across spatial scales to structure trichopteran assemblages in Ouachita Mountain rivers. *Hydrobiologia*, 596: 401–411.
- GASHI A & IBRAHIMI H, 2008: Spatial and temporal distribution of Trichoptera larvae in the Mirusha River (Kosova). *Ferrantia*, 55: 57–60.
- GEORGIAN T & THORP JH, 1992: Effects of microhabitat selection on feeding rates of net-spinning caddisfly larvae. *Ecology*, 73: 229–240.
- HAMMER Q, HARPER DAT & RYAN PD, 2001: PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and data analysis. *Paleontologia Electronica*, 4: 1–9.
- HAWKINS CP & SEDELL JR, 1981: Longitudinal and seasonal changes in functional organization of macroinvertebrate communities in four Oregon streams. *Ecology*, 62: 387–397.
- HIGLER LWG & SOLEM JO, 1986: Key to the larvae of North-east European *Potamophylax* species (Trichoptera, Limnephilidae) with notes on their biology. *Aquatic Insects*, 8: 159–169.
- HUGHES SJ, 2006: Temporal and spatial distribution patterns of larval trichoptera in Madeiran streams. *Hydrobiologia*, 553: 27–41.
- HYNES HBN, 1963: *The Biology of Polluted Water*. Liverpool University Press, Liverpool, 202 pp.
- JUSKO J, ČIAMPOROVÁ-ZAŤOVIČOVÁ Z & MANKO P, 2009: Potočníky (Trichoptera) Bačkovského potoka (Slanské vrchy). *Folia Oecologica (Prešov)*, 1: 81–88.
- KILBANE GM & HOLOMUZKIJ R, 2004: Spatial attributes, scale, and species traits determine caddisfly distributional responses to flooding. *Journal of the North American Benthological Society*, 23: 480–493.
- KRNO I, 1978: Zoobentos rieky Revúcej a jej prítokov. *Biologické práce SAV (Bratislava)*, 24/2: 63–122.
- KRNO I, 1982: Štruktúra a dynamika makrozoobentosu riečky Lupčianky a jej prítokov (Nízke Tatry). *Biologické práce SAV (Bratislava)*, 28: 1–132.
- KRNO I, 1996: Ecological factors influence on stoneflies (Plecoptera) distribution in various river basin of the Slovenský Kras (Slovak Karst) mountain range biosphere reserve. *Ekológia (Bratislava)*, 15: 261–281.
- KRNO I, POMICHAL P & DEGMA P, 1996: Caddisflies (Trichoptera). In: KRNO I (ed.), *Limnology of the Turiec river basin (West Carpathians, Slovakia)*. *Biológia (Bratislava)*, 51 (Suppl. 2): 10–13.
- LEOPOLD LB, 1994: *A View of the River*. Harvard University Press, Cambridge, 298 pp.
- MACKAY RJ & WIGGINS GB, 1979: Ecological Diversity in Trichoptera. *Annual Review of Entomology*, 24: 185–208.
- MCABENDROTH L, FOGGO A, RUNDLE SD & BILTON DT, 2005: Unravelling nestedness and spatial pattern in pond assemblages. *J. Anim. Ecol.*, 74: 41–49.
- MCAULIFFE JR, 1984: Competition for space, disturbance, and the structure of a benthic stream community. *Ecology*, 65: 894–908.
- MALICKY H & BARNARD P, 2005: Fauna Europaea: Trichoptera. Fauna Europaea version 1.2, <http://www.faunaeur.org>
- MINSHALL GW, 1984: Aquatic insect-substratum relationships. Pp. 358–400. In: RESH VH & ROSENBERG DM (eds), *The Ecology of Aquatic Insects*, Praeger Publishing, New York.
- MISERENDINO ML & BRAND C, 2007: Trichoptera assemblages and environmental features in a large arid Patagonian river. *Fundamental and Applied Limnology / Archiv für Hydrobiologie*, 169 (4): 307–318.
- MOULTON SR & STEWART KW, 1996: Caddisflies (Trichoptera) of the Interior Highlands of North America. *Mem. Am. Entomol. Inst.*, 56: 1–313.
- NOVIKMEC M, 2005: Caddisflies (Insecta, Trichoptera) communities of selected tributaries of the river Hron. *Acta Fac. Ecol. (Zvolen)*, 13: 41–46.
- OERTIL B, 1995: Spatial and temporal distribution of the zoobenthos community in a woodland pond (Switzerland). *Hydrobiologia*, 300/301: 195–204.
- PITSCH T, 1993: Zur Larvaltaxonomie, Faunistik und Ökologie mitteleuropäischer Fließwasser-Köcherfliegen (Insecta: Trichoptera). *Landschaftsentwicklung und Umweltforschung, Tech. Univ., Berlin*, 316 pp.
- ROSENBERG DM & RESH VH, 1996: Use of insects in bio-monitoring. Pp. 87–97. In: MERRITT RW & CUMMINS KW (eds): *An introduction to the Aquatic Insects of North America*. 3rd ed. Kendall/Hunt Publishing, Dubuque, Iowa.
- SEDLÁK E, 1980: Řád Chrostíci – Trichoptera, pp. 163–225. In: ROZKOŠNÝ R (ed.), *Klíč vodních larev hmyzu, Academia, Praha*.
- SKUJA A & SPUNĚGIS V, 2010: Influence of environmental factors on the distribution of caddisfly (Trichoptera) communities in medium-sized lowland streams in Latvia. *Estonian Journal of Ecology*, 59: 197–215.
- SOWA R & SZCZĘSNY B, 1970: Widelnice (Plecoptera) i chruściki (Trichoptera) Babiej Góry. *Ochrona Przyrody*, 35: 221–268.
- SZCZĘSNY B, 1975: Caddis-flies (Trichoptera) of the River Raba. *Acta Hydrobiol.*, 1: 35–51.
- ŠPORKA F, PASTUCHOVÁ Z, HAMERLÍK L, DOBIAŠOVÁ M & BERACKO P, 2009: Assessment of running waters (Slovakia) using benthic macroinvertebrates – derivation of ecological quality classes with respect to altitudinal gradients. *Biologia (Bratislava)*, 64: 1196–1205.
- VANNOTE RL, MINSHALL GW, CUMMINS KW, SEDELL JR & CUSHING CE, 1980: The river continuum concept. *Canadian Journal of Fishery and Aquatic Science*, 37: 130–137.
- WALLACE JB, 1975a: The larval retreat and food of *Arcopsyche*; with phylogenetic notes on feeding adaptations in Hydropsychidae larvae (Trichoptera). *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 68: 167–173.
- WALLACE JB, 1975b: Food partitioning in net-spinning Trichoptera larvae: *Hydropsyche venularis*, *Cheumatopsyche etrona*, and *Macronema zebratum* (Hydropsychidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 68: 463–472.
- WALLACE JB & MALAS D, 1976: The significance of the elongate, rectangular mesh found in capture nets of

- fine particle filter feeding Trichoptera larvae. *Arch. Hydrobiol.*, 77: 205–212.
- WALLACE JB & MERRITT RW, 1980: Filter-feeding ecology of aquatic insects. *Annual Review of Entomology*, 25: 103–132.
- WARD JV, 1992: Aquatic Insect Ecology. 1. Biology and Habitat. *John Wiley & Sons, Inc., New York*, 438 pp.
- WARINGER J & GRAF W, 1997: Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven: unter Einschluss der angrenzenden Gebiete. *Facultas-Universitätsverlag, Wien*, 286 pp.
- WIGGINS B, 1996: Larvae Of The North American Caddisfly Genera (Trichoptera). 2nd edition. *University Of Toronto Press, Toronto*, 457 pp.
- ZAŘOVIČOVÁ Z & NOVÍKMEC M, 2003: Trichoptera, pp. 160–175. In: ŠPORKA F (ed.), Vodné bezstavovce (makrovertebrata) Slovenska, súpis druhov a autekologické charakteristiky. (Slovak Aquatic Macroinvertebrates, checklist and catalogue of autecological notes), *Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava*.