

PÚPOSSZÚNYOGOK (DIPTERA: SIMULIIDAE) TÉRBELI ELOSZLÁSA ÉS BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐI A BALATON VÍZGYÚJTÓ TERÜLETÉN

DEÁK CSABA¹ – SZIVÁK ILDIKÓ² – MÓRA ARNOLD³

¹Tiszántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség Mérőállomása, 4025 Debrecen, Hatvan u. 16.

²PTE TTK Általános és Alkalmazott Ökológiai Tanszék, 7624 Pécs, Ifjúság útja 6.

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

FACTORS INFLUENCING THE SPATIAL DISTRIBUTION OF PREIMAGINAL BLACKFLIES (DIPTERA: SIMULIIDAE) AT THE CATCHMENT AREA OF LAKE BALATON

CS. DEÁK^{1*} – I. SZIVÁK² – A. MÓRA³

¹Laboratory of the Trans-Tiszanian Environmental Protection, Nature Conservation and Water Authority, Hatvan u. 16., H-4025 Debrecen, Hungary

²University of Pécs, Department of General and Applied Ecology, Ifjúság útja 6., H-7624 Pécs, Hungary

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

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

KIVONAT: Az intenzív faunisztikai vizsgálatoknak köszönhetően évről évre egyre több adattal rendelkezünk a magyarországi púposzúnyogok elterjedésével kapcsolatban, azonban a fajok ökológiai jellemzőiről szinte semmit sem tudunk. A vizsgálat során 14 mintavételi helyen történtek mennyiségi mintavételek, ezen kívül kilenc vízkémiai paraméter mérésére, valamint 47 különböző léptékű környezeti változó (vízgyűjtő léptékű, partszegélyt jellemző táji változók, illetve lokális élőhelyi változók) felvételezésére is sor került. A fajok denzitása és a környezeti változók kapcsolatát kanonikus korrespondencia analízissel (CCoA) elemeztük. A kimutatott tíz cseszlefaj térbeli eloszlását elsősorban a lokális változók, azok közül is az aljzat minősége (pszammál, xilal és akál aránya) határozta meg. A nagy térléptékű változók közül a lakott területek aránya volt hatással a *Simulium erythrocephalum* és a *Simulium lundstromi*, valamint a *Simulium aureum* fajcsoport eloszlására.

Kulcsszavak: cseszlék, AQEM, környezeti változók, kanonikus korrespondencia analízis

ABSTRACT: The spatial distribution of simuliid species were examined at the catchment area of Lake Balaton in relation to some environmental variables. Samples were taken using the AQEM protocol at 14 stream sites in summer of

2008. Nine chemical parameters of the streams were measured and 47 environmental variables were also established at different spatial scales (catchment, riparian and local scale). Altogether ten species were found, among them the two most frequent species were the *Simulium lundstromi* and the *Simulium trifasciatum*. Environmental factors which may affect the distribution of preimaginal blackflies were analysed by Canonical Correspondence Analysis (CCoA). The distribution patterns of the ten simuliid taxa were mostly determined by local variables such as microhabitat characteristics (ratio of psammal, akal, xylal). At large scale the ratio of the built-up area was responsible for the spatial distribution of *Simulium erythrocephalum*, *Simulium lundstromi* and *Simulium aureum*-group.

Key words: blackflies, AQEM protocol, quantitative sampling, Canonical Correspondence Analysis

Bevezetés

A púposzúnyogok fontos alkotóelemei a vízi rovarfaunának a legtöbb áramló víztípusban (GILLER és MALMQVIST 1998, FELD et al. 2002), ahol kedvező körülmények között jelentős mennyiségben fordulhatnak elő (CURRIE és ADLER 2008). Térbeli eloszlásukat többek között az aljzat minősége, felszíne, a vízfolyás hidraulikus viszonyai, a táplálékellátottság, a vízmélység, a zavarás, más élőlények jelenléte stb. határozzák meg (ADLER et al. 2004). MALMQVIST et al. (1999) szerint az élőhelyekben gazdag vízfolyásokban, jó táplálékellátottság mellett diverz cseszle közösség alakulhat ki. Mivel a púposzúnyogok lárvái passzív szűrő szervezetek, ezért térbeli előfordulásukban a víz fizikokémiai paraméterei közül kiemelt jelentősége van a vízsebességnek (CROSSKEY 1990, FELD et al. 2002). Noha a víz hőmérséklet a vízi makrogerinctelenek számára az egyik legfontosabb környezeti változó, a simuliidák mikroeloszlásában csak kis szerepe van, hasonlóan a víz oldott oxigén tartalmához (CROSSKEY 1990). A *Simulium equinum* lárvája rövid ideig ugyan, de 10%-os oxigén telítettséget is képes elviselni (CARLSSON 1967). Jelentős szerepe van továbbá a vízínövényzetnek is, mert növeli a patakon belüli fizikai környezet komplexitását (PEDERSEN 2003).

Az eloszlási mintázatok azonban attól függően, hogy milyen léptékben vizsgálják, meglehetősen változatosak (SCHNEIDER 1994). Púposzúnyog lárvák mennyiségi eloszlását vizsgálták már kis térléptékben, amikor is a vízsebesség és vízmélység bizonyult a legfontosabb eloszlást meghatározó tényezőnek (COLBO és WOTTON 1981, CRAIG és GALLOWAY 1987). Nagyobb térskálán egyes vízfolyás-szakaszokat és különböző patakokat vontak be a kutatásba (ADLER és MCCREADIE 1997, MCCREADIE és ADLER 1998) és a lárvák eloszlásának szempontjából a patakméret, a mederanyag, a vízkémia, a rendelkezésre álló aljzatok minősége, tengerszint feletti magasság és tájképi jellemzők voltak fontosak (ADLER et al. 2004, MCCREADIE et al. 2004, 2005).

Annak ellenére, hogy ez a rovarcsoport szinte minden áramló vízben jelen van, az eddig hazánkban kimutatott fajok autökológiájáról és mennyiségi előfordulási jellemzőiről semmilyen információval nem rendelkezünk. Ezt a hiányosságot igyekszünk pótolni az első mennyiségi mintavételen alapuló simuliidológiai vizsgálattal, melynek során legalább részben választ szeretnénk kapni arra, hogy milyen környezeti tényezők felelősek az adott fajok térbeli eloszlásáért.

Anyag és módszer

A makrogerinctelenek mennyiségi vizsgálatára a Balaton vízgyűjtőjének kisvízfolyásain, a tó északi és déli befolyóin, illetve a Zalán és befolyóin, összesen 14 mintavételi helyen került sor (1. táblázat). A mennyiségi mintavételeket 2008 nyarán (július 23. és augusztus 2. között) végeztük. A mintavételek a Víz Keretirányelv során alkalmazott és nemzetközileg is elfogadott AQEM módszer szerint történtek (AQEM CONSORTIUM 2002), amely egy, a folyóvízi makrogerinctelen szervezeteken alapuló egységes ökológiai minősítő eljárás (HERING et al. 2003, 2004). A módszer szerint az adott mintavételi helyen megtalálható élőhelyeket (mikrohabitatok) százalékos borítottságuknak megfelelő arányban kell mintázni (multi-habitat sampling). Egy minta 20 részmintából (sample unit) áll, melyet az öt százaléknál nagyobb részarányú élőhelyekről veszünk, míg az ennél kisebb arányú élőhelyekről nem történik mennyiségi mintavétel. A vizsgálat sorozat szinte az összes vízi makroszkopikus gerinctelen taxonra (Mollusca, Malacostraca, Insecta) kiterjedt, közülük jelen munkánkban egy eddig Magyarországon még jóformán alig vizsgált csoporttal, a púposzúnyogokkal foglalkozunk (DEÁK 2008, DEÁK és MÓRA 2009).

Vizsgálataink során számos környezeti változó mérését is elvégeztük. A vízkémiai paraméterek (vízhőmérséklet, vezetőképesség, pH, összes sótartalom, oldott oxigén, nitrogén- és foszforformák) mellett különböző térléptékű: 1. vízgyűjtőt jellemző, nagy térléptékű táji változók (vízgyűjtő terület nagysága, foltosság, lakott területek, egyéb mesterséges felszínek, mezőgazdasági területek, erdők, egyéb természetes vegetációval borított területek, vizes élőhelyek, állóvizek aránya, települések száma, a mintavételi helyhez legközelebb eső település távolsága, a mintavételi hely feletti településtől való távolság, tótól való távolság); 2. partszegélyt jellemző, közepes térléptékű táji változók (erdő, ligeterdő, legelő, rét, gabonátábla, település, vizes élőhely és út aránya); 3. közvetlen élőhelyi, kis térléptékű változók (tengerszint feletti magasság, ártér szélesség, parti vegetáció aránya, vízszélesség, vízmélység, vízsebesség, abiotikus és biotikus élőhelyek aránya) felvétele is megtörtént.

1. táblázat. A mintavételi helyek jegyzéke.

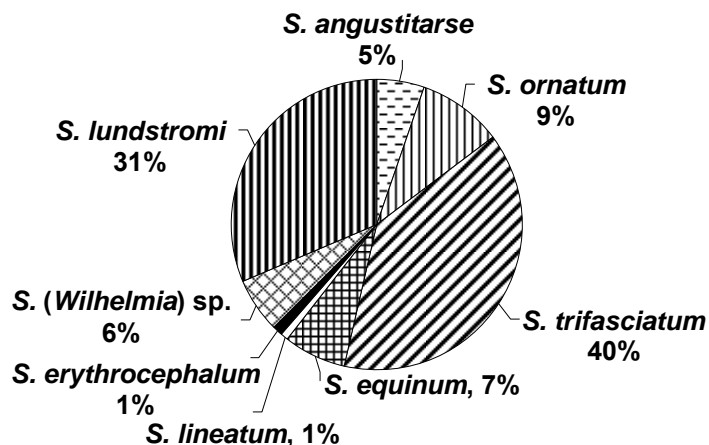
Mintavételi hely neve	Kód	Koord. (ÉSZ)	Koord. (KH)
Denke-patak (Pankasz)	DENK01	46°50'12.23"	16°29'56.67"
Egervíz (Monostorapáti)	EGER03	46°55'38.38"	17°33'35.34"
Felső-Válicka (Bak)	FELV01	46°43'49.07"	16°51'08.70"
Koroknai-vízfolyás	KORO01	46°34'16.24"	17°29'52.95"
Sárvíz (Zalaszentlőrinc)	SÁRV02	46°54'48.37"	16°52'30.73"
Szévíz (Kisbucsa)	SZÉV02	46°49'36.82"	16°56'03.53"
Szévíz (Pölöske)	SZÉV03	46°44'29.00"	16°55'45.57"
Tapolca (Raposka)	TAPO01	46°51'00.38"	17°25'19.77"
Tapolca (Szigliget)	TAPO02	46°48'25.10"	17°25'44.67"
Világos-patak, Váradimalom	VILÁ01	46°49'58.88"	17°24'07.13"
Zala (Csöde)	ZALA01	46°50'21.68"	16°32'30.11"
Zala, Budafa (Zalalövő)	ZALA09	46°50'59.88"	16°37'37.02"
Zalapataikai-patak (Zalalövő)	ZPAT01	46°50'53.11"	16°36'05.94"
Zala-Somogyi-határárok (Ormándpuszta)	ZSHA01	46°29'41.7"	17°12'30.61"

A púposszúnyog fajgyűttesek térbeli eloszlása és a környezeti változók közötti kapcsolatot kanonikus korrespondencia analízissel (CCoA) elemeztük (PODANI 1997), mely módszer kiválóan használható a hidroökológiai vizsgálatokban is (TER BRAAK és VERDONSCHOT 1995). A kanonikus korrespondencia analízis eredményeként a koordináta-rendszer tengelyei a környezeti változók lineáris kombinációi lesznek (ún. "kötött" ordináció). A tengelyekkel erősen korreláló változók felelősek az adatokban rejlő varianciáért, vagyis kiderül, hogy a mért környezeti változók közül melyek befolyásolhatják leginkább a púposszúnyog fajgyűttesek térbeli eloszlását. Az elemzés előtt az egyes környezeti változókat a fajgyűttesekre gyakorolt hatásuk alapján, előzetes leválogatás (forward selection) módszerrel rangsoroltuk és választottuk ki. Ezen hatások, illetve a korrelációs elemzés statisztikai szignifikanciáját random Monte Carlo permutációs teszttel állapítottuk meg. Az értékelést CANOCO for Windows Ver. 4.55 programcsomag segítségével végeztük (TER BRAAK és SMILAUER 2002). A CANOCO elemzésekhez a szórásdiagramokat a CanoDraw program 4.14 verziójával készítettük.

Eredmények

Összesen tíz púposszúnyog taxont (hét fajt, egy fajcsoportot és két alnemet) azonosítottunk a vizsgált 14 mintavételi helyen (2. táblázat), melyek közül – a mintákban található összes egyedszám alapján – két faj, a *Simulium trifasciatum* (40%) és a *Simulium lundstromi* (31%) volt domináns (1. ábra).

A vizsgált környezeti változók közül szignifikánsan hat tényező volt felelős a púposszúnyogok térbeli eloszlásának alakulásáért (3. táblázat). Ezek közül a vizsgálatunkban sem a mért vízkémiai paraméterek, sem pedig a mintavételi szakaszt övező partszegélyt jellemző táji változók nem voltak meghatározóak a fajgyűttesek térbeli mintázatának kialakításában.



1. ábra. A vizsgálatok során kimutatott púposszúnyog taxonok százalékos aránya (<1%) az összes egyedszám alapján.

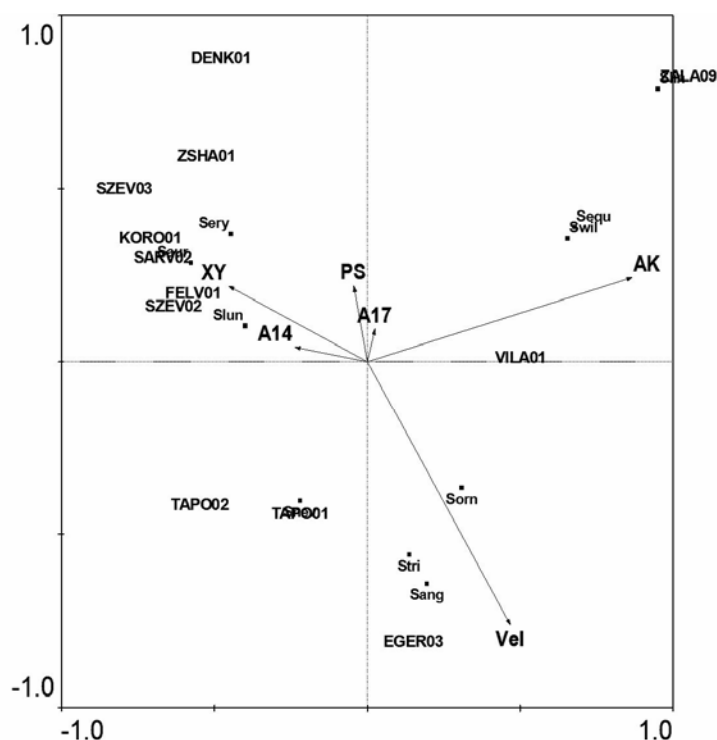
2. táblázat. Az egyes mintavételi helyeken kimutatott púposzúnyog taxonok jegyzéke.

	Mintavételi helyek													
Taxonok	DENK01	EGER03	FELV01	KORO01	SÁRV02	SZÉV02	SZÉV03	TAP001	TAP002	VILÁ01	ZALA09	ZALA01	ZPAT01	ZSHA01
<i>S. angustitarse</i>		●								●			●	
<i>S. ornatum</i>		●								●	●	●	●	
<i>S. trifasciatum</i>		●						●		●		●	●	
<i>S. equinum</i>										●	●	●		
<i>S. lineatum</i>											●	●		
<i>S. erythrocephalum</i>				●						●				●
<i>S. (Nevermannia) sp.</i>								●						
<i>S. (Wilhelmia) sp.</i>										●	●	●		
<i>S. aureum</i> -csoport				●	●									
<i>S. lundstromi</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				●

3. táblázat. A kanonikus korrespondencia (CCoA) elemzésben szereplő környezeti változók rangsora a cseszle közösségekre gyakorolt hatásuk alapján (forward selection). (Kum. var.: kumulatív variancia; var %: az egyes változók százalékos részesedése az összes varianciából (1,91); p-érték: a Monte Carlo permutációs teszt szignifikancia szintje.

Kód	Név	var %	kum. var.	p-érték
AK	akál (közvetlen abiotikus élőhelyi változó)	31,94	0,61	0,002
Vel	vízsebesség (közvetlen abiotikus élőhelyi változó)	25,13	1,09	0,014
A14	lakott területek aránya (vízgyűjtő léptékű táji változó)	14,66	1,37	0,008
PS	pszammál (közvetlen abiotikus élőhelyi változó)	12,57	1,61	0,006
A17	erdők aránya (vízgyűjtő léptékű táji változó)	9,95	1,8	0,004
XY	xilál ((közvetlen biotikus élőhelyi változó)	3,14	1,86	0,038

A hat változóból csak kettő (lakott területek százalékos aránya és az erdők aránya) volt nagy térleptékű, míg a maradék négy (vízsebesség, akál %, pszammál %, xilál %) közvetlen élőhelyi változók voltak, azaz a simuliidák térbeli eloszlását elsősorban a mikrohabitat jellemzői, közülük is az aljzat minősége határozta meg. A *Simulium erythrocephalum*, a *Simulium lundstromi* és a *Simulium aureum* fajcsoport tagjai elsősorban az emberi hatásoknak kitett, homokos aljzatú, fa aljzatban gazdag és lassú áramlású vízfolyásokhoz kötődtek. Ezzel szemben a *Simulium ornatum*, *Simulium trifasciatum* és *Simulium angustitarse* a nagyobb vízsebességű és antropogén hatásoktól kevésbé zavart vizeket preferálták. A *Wilhelmia* alnembe tartozó három taxon kifejezetten a Zalában fordult elő nagyobb egyedszámban és a durvább mederanyagot részesítették előnyben.



2. ábra. A púposzúnyogok térbeli eloszlását befolyásoló környezeti tényezők (az első kanonikus tengely szignifikanciája: $F = 3,215$; $p = 0.002$; az összes kanonikus tengely szignifikanciája: $F = 32,610$, $p = 0.002$; faj-környezet korreláció 1. tengely: 0,999; 2. tengely: 0,984; az első két tengely által magyarázott varianciarányad a fajok esetében: 66,6 %; a fajok-környezeti változók kapcsolata esetében: 68,3 %). (A környezeti változók kódjait ld. 3. táblázat, a taxonok rövidítése: Sery: *Simulium erythrocephalum*, Saur: *Simulium aureum* fajcsoport, Slun: *Simulium lundstromi*, Stri: *Simulium trifasciatum*, Sang: *Simulium angustitarse*, Sorn: *Simulium ornatum*, Swil: *Simulium (Wilhelmia) sp.*, Sequ: *Simulium equinum*, Slin: *Simulium lineatum*, Snev: *Simulium (Nevermannia) sp.*).

Diszkusszió

A magyarországi sík- és dombvidéki púposzúnyog faunáról egyre több faunisztikai adattal rendelkezünk (DEÁK 2008, DEÁK és KOVÁCS 2009), azonban a térbeli eloszlásukat befolyásoló tényezőkről egyelőre szinte semmit sem tudunk. Számos biotikus és abiotikus faktor lehet hatással a cseszlék lárváinak és bábjaiknak térbeli eloszlására (ROSS és MERRITT 1987), ugyanakkor ezek a hatások skálafüggők is (SCHNEIDER 1994, MCCREADIE és ADLER 1998). Vizsgálatunk során arra kerestük a választ, hogy különböző térléptéken vizsgálva, melyek azok a környezeti változók, amelyek közvetve, vagy közvetlenül befolyásolhatják a cseszlék mennyiségi térbeli eloszlását a Balaton vízgyűjtő területén található patakokban.

Összesen 10 különböző rangú taxont mutattunk ki a vizsgált 14 vízfolyásban, ami alapvetően nem sok, azonban nagyjából megegyezik ADLER et al. (2004) által leírtakkal, miszerint egy adott mintavételi szakaszon általában három-négy faj fordul elő. A begyűjtött lárvák összes egyedszáma alapján két faj volt domináns, a *Simulium trifasciatum* és a *Simulium lundstromi* (1. ábra). Mindkét faj multivoltin, azaz évente több generációja is kifejlődik (LECHTHALER és CAR 2005), ezért állandóan jelen vannak a számukra kedvező vízfolyásban.

A vizsgált 47 környezeti változó közül sem a vízkémiai, sem pedig a partszegélyt jellemző változók (közepes térlépték) nem voltak hatással a simuliida taxonok térbeli eloszlására, noha tudjuk, hogy pl. a pH (ADLER et al. 2004), a nitrogénformák és KOLP (BERNOTIENÉ 2006), oxigénháztartás (GALLARDO-MAYENCO és TOJA 2002) befolyásolhatják az egyes fajok eloszlási viszonyait.

A kanonikus korrespondencia elemzés előtt alkalmazott előzetes leválogatás (forward selection) feltárta, hogy az általunk vizsgált vízfolyásokban összesen hat olyan környezeti tényező volt, ami nagy valószínűséggel felelős volt a cseszle taxonok térbeli előfordulásáért (2. ábra). Ezek közül csak kettő (lakott területek és az erdők aránya) volt nagy térléptékű változó, a többi lokális, közvetlen élőhelyi változó volt (a vízsebesség, a homok, fa, a sóder aránya). A *Simulium erythrocephalum* kapcsolatát a lakott területek arányával az magyarázhatja, hogy ez a faj jelentős mértékben képes elviselni az emberi zavarást, sőt a degradált, erősen módosított és/vagy mesterséges síkvidéki vízfolyásokat kedveli (BASS 1998, CAR és LECHTHALER 2002, ILLÉŠOVÁ és HALGOŠ 2003). A *Simulium aureum* fajcsoportba tartozó fajok többsége sík- és dombvidéki patakokban fordul elő leggyakrabban, néhányuk (pl. *Simulium angustipes*) pedig jól tolerálja az antropogén beavatkozásokat, szennyezéseket (ILLÉŠOVÁ és HALGOŠ 2003). A *Simulium lundstromi* alapvetően síkvidéki fajnak tekinthető (SEITZ 1992, CAR és LECHTHALER 2002), a növényzettel dúsan benőtt patakokban fordul elő (BASS et al. 1995). Lárvái leginkább a *Sparganium erectum* leveleihez kötődnek, és hasonlóan a másik két fajhoz preferálják az alacsonyabb vízsebességet, valamint tolerálják a szerves szennyezést, illetve a magasabb víz hőmérsékletet (KAZANCI 2006). E három faj egyébként gyakran fordul elő egy élőhelyen (BASS et al. 1995). Ezzel szemben a *Simulium ornatum*, *Simulium trifasciatum* és a *Simulium angustitarse* az erősebben áramló vízfolyásokat preferálták. Annak ellenére, hogy a *Simulium ornatum* alapvetően szinte minden vízfolyástípusban megtalálható, e három faj a kisebb, permanens áramlású és durvább mederanyagú patakokat kedveli és gyakran együtt is fordulnak elő (LECHTHALER és CAR 2005). A *Wilhelmia* alnembe tartozó taxonok közül a megtalált két faj, a *Simulium equinum* és a *Simulium lineatum* alapvetően nagyobb vízfolyásokban élnek (LECHTHALER és CAR 2005, BERNOTIENÉ 2006). Vizsgálataink során szinte kivétel nélkül a Zalából kerültek elő. Bár vizsgálataink szerint inkább a sóderes aljzathoz kötődtek, BERNOTIENÉ (2006) munkájában e két faj lárvái inkább a homokos mederanyagot preferálják.

A cseszle fajok szesszilis élőlények, helyváltoztatásuk korlátozott, így térbeli mintázatukat – számos egyéb környezeti tényező (pl. vízsebesség, vízmélység, táplálékellátottság, hőmérséklet) mellett – elsősorban az aljzat minősége és mennyisége határozza meg (MALMQVIST et al. 1999, ADLER et al. 2004). Jelen munkákban összesen három aljzattal kapcsolatos változó volt szignifikánsan hatással a púposzúnyogok lárváinak mennyiségi térbeli eloszlására. Eredményeink alapján, hasonlóan a szakirodalomban leírtakkal (LAUTENSCHLAGER és KIEL 2005) a vizsgált fajok közül a *Simulium erythrocephalum* és a *Simulium ornatum* fajcsoport tagjai nem kötődtek kifejezetten egy bizonyos aljzathoz.

Köszönetnyilvánítás – Munkánkat az OTKA 69033 számú pályázata támogatta. Köszönet illeti Erős Tibort, Sályi Pétert és Takács Pétert a nagy- és közepes térléptékű változók felméréseért és a vízkémiai mérések elvégzéseért. A mintavételben a Pécsi Tudományegyetem (dr. Csabai Zoltán, Boda Réka, Drótos Renáta, Kálmán András, Kálmán Zoltán, Kovács Tamás Zoltán, Nagy Zsuzsanna, Soós Nándor) és a Debreceni Egyetem (Árva Diána, Pelsőczy Katalin) munkatársai és hallgatói voltak segítségünkre.

Felhasznált irodalom

- ADLER, P. H. – CURRIE, D. C. – WOOD, D. M. (2004): The blackflies of North America. – Cornell University Press, Ithaca, New York, 941 pp.
- ADLER, P. H. – MCCREADIE, J. W. (1997): The hidden ecology of blackflies: sibling species and ecological scale. – *American Entomologist* 43: 153–161.
- AQEM CONSORTIUM (2002): Manual for the application of the AQEM method. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of Water Framework Directive. Version 1.0, February 2002.
- BASS, J. A. B. – CROSSKEY, R. W. – WERNER, D. (1995): On the European blackfly *Simulium lundstromi* and inclusion of *S. latigonium* as a new synonym within this species. – *British Simuliid Group Bulletin* 5: 7–19.
- BASS, J. A. B. (1998): Last-instar larvae and pupae of the Simuliidae of Britain and Ireland. A key with brief ecological notes. – *Freshwater Biological Association, Scientific Publication* 55: 1–102.
- BERNOTIENĖ, R. (2006): On the distribution of black fly larvae in small lowland rivers in Lithuania. – *Acta entomologica serbica, Supplementum* 115–124.
- CAR, M – LECHTHALER, W. (2002): First records of *Simulium (Hellichiella) latipes* (Meigen), *Simulium ibariense* Zivkovich és Grenier, *Simulium codreanui* (Sherban) and the occurrence of *Simulium bezzii* (Corti) (Diptera: Simuliidae) in Austria. – *Limnologica* 32: 248–254.
- CARLSSON, G. (1967): Environmental factors influencing blackfly populations. – *Bulletin of the World Health Organisation* 37: 139–150.
- COLBO, M.H. – WOTTON, R.S. (1981): Preimaginal blackfly bionomics. In: LAIRD, M. (ed.): *Blackflies: The future for biological methods in integrated control*. – Academic Press, London, 209–226.
- CRAIG, D.A. – GALLOWAY, M.M. (1987): Hydrodynamics of larval blackflies. In: KIM, K.C. and MERRITT, R.W. (eds.): *Blackflies: Ecology, population management and annotated world list*. – Pennsylvania State University, University park, 171–185.
- CROSSKEY, R. W. (1990): *The Natural History of Blackflies*. – John Wiley and Sons, Chichester, 711 pp.
- CURRIE, D. C. – ADLER, P. H. (2008): Global diversity of black flies (Diptera: Simuliidae). – *Hydrobiologia* 595: 469–475.
- DEÁK, Cs. (2008): Adatok néhány északkelet-magyarországi síkvidéki vízfolyás púposszúnyog-faunájához (Diptera: Simuliidae). – *Acta biologica debrecina Supplementum oecologica hungarica* 18: 37–44.
- DEÁK, Cs. – KOVÁCS, K. (2009): Púposszúnyogok (Diptera: Simuliidae) faunisztikai vizsgálata észak-dunántúli vízfolyásokban. – *Hidrológiai Közöny* 89: 99–101.

- DEÁK, CS. – MÓRA, A. (2009): Blackflies from the inflows of Lake Balaton and the first records of *Simulium trifasciatum* Curtis, 1839 in Hungary (Diptera: Simuliidae). – *Acta biologica debrecina Supplementum oecologica hungarica* 20: 57–64.
- FELD, C. – KIEL, E. – LAUTENSCHLÄGER, M. (2002): The indication of morphological degradation of streams and rivers using Simuliidae. – *Limnologica* 32: 273–288.
- GALLARDO-MAYENCO, A. – TOJA, J. (2002): Spatio-temporal distribution of simuliids (Diptera) and associated environmental factors in two Mediterranean basins of Southern-Spain. – *Limnetica* 21: 47–57.
- GILLER, P. S. – MALMQVIST, B. (1998): *The Biology of Streams and Rivers*. – Oxford University Press, 296 pp.
- HERING, D. – BUFFAGNI, A. – MOOG, O. – SANDIN, L. – SOMMERHÄUSER, M. – STUBAUER, I. – FELD, C. – JOHNSON, R. K. – PINTO, P. – SKOULIKIDIS, N. – VERDONSCHOT, P. – ZAHRADKOVA, S. (2003): The development of a system to assess the ecological quality of streams based on macropoinvertebrates – design of the sampling programme within the AQEM project. – *International Review of Hydrobiology* 88: 345–361.
- HERING, D. – MOOG, O. – SANDIN, L. – VERDONSCHOT, P.F.M. (2004): Overview and application of the AQEM assessment system. – *Hydrobiologia* 516: 1–20.
- ILLÉŠOVÁ, D. – HALGOŠ, J. (2003): Phenology of blackflies (Diptera: Simuliidae) in the Gidra River basin. – *Acta Zoologica Universitatis Comenianae* 45: 77–83.
- KAZANCI, N. (2006): Ordination of Simuliidae and climate change impact. – *Acta entomologica serbica, Supplementum* 69–76.
- LAUTENSCHLAGER, M. – KIEL, E. (2005): Assessing morphological degradation in running waters using blackfly communities (Diptera. Simuliidae): Can habitat quality be predicted from land use? – *Limnologica* 35: 262–273.
- LECHTHALER, W. – CAR, M. (2005): *Simuliidae – Key to larvae and pupae from Central and Western Europe*. – CD-Rom Edition, Vienna.
- MALMQVIST, B. – ZHANG, Y. – ADLER, P. H. (1999): Diversity, distribution and larval habitats of North Swedish blackflies (Diptera: Simuliidae). – *Freshwater Biology* 42: 301–314.
- MCCREADIE, J. W. – ADLER, P. H. (1998): Scale, time, space and predictability: species distributions of preimaginal black flies (Diptera: Simuliidae). – *Oecologia* 114: 79–92.
- MCCREADIE, J. W. – ADLER, P. H. – HAMADA, N. (2005): Patterns of species richness for blackflies (Diptera: Simuliidae) in the Nearctic and Neotropical regions. – *Ecological Entomology* 30: 201–209.
- MCCREADIE, J. W. – HAMADA, N. – EUGENIA-GRILET, M. (2004): Spatial-temporal distribution of preimaginal blackflies in Neotropical streams. – *Hydrobiologia* 513: 183–196.
- PEDERSEN, M. L. (2003): Physical habitat structure in lowland streams and effects of disturbance. – PhD thesis, National Environmental Institute, Copenhagen, 83 pp.
- PODANI, J. (1997): *Bevezetés a többváltozós biológiai adatfeldolgozás rejtelmeibe*. – Scientia Kiadó, Budapest, 412 pp.
- ROSS, D. H. – MERRITT, R. W. (1987): Factors affecting larval black fly distributions and population dynamics. In: K. C. Kim and R. W. Merritt (eds.): *Blackflies: Ecology, population management and annotated world list*. – Pennsylvania State University, University park, 90–108.

- SCHNEIDER, D. C. (1994): Quantitative ecology: spatial and temporal scaling. – Academic Press, San Diego.
- SEITZ, G. (1992): Verbreitung und Ökologie der Kriebelmücken (Diptera: Simuliidae) in Niederbayern. – *Lauterbornia* 11: 1–231.
- TER BRAAK, C. J. F. – VERDONSCHOT, P. F. M. (1995): Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. – *Aquatic Sciences* 57: 255–289.
- TER BRAAK, C. J. F. – SMILAUER, P. (2002): CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows User's guide: Software for Canonical Ordination (ver. 4.5). – Biometrics, Wageningen és České Budejovice, 500 pp.