

Acta Biol. Debr. Oecol. Hung. 21: 115–125, 2010

KÉTSZÁRNYÚAK (DIPTERA) TÉR- ÉS IDŐBELI ELŐFORDULÁSI SAJÁTOSSÁGAI MECSEKI KISVÍZFOLYÁSOKBAN LÁRVAADATOK ALAPJÁN

MÉHES NIKOLETTA – KOVÁCS TAMÁS ZOLTÁN – SZIVÁK ILDIKÓ

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

SPATIO-TEMPORAL VARIATION OF DIPTERA ASSEMBLAGES IN THE SMALL WATERCOURSES OF THE MOUNTAINS MECSEK BASED ON LARVAL DATA

N. MÉHES – T.Z. KOVÁCS – I. SZIVÁK*

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

*Corresponding author, e-mail: szivaki@gamma.ttk.pte.hu

KIVONAT: A hazai kisvízfolyások Diptera lárvá közösségeivel foglalkozó munkák nagy része faunisztikai jellegű közlemény és elsősorban a Chironomidae és Simuliidae családokra irányul. Kevés tanulmány foglalkozik a vízben élő Diptera lárvák ökológiai szempontú vizsgálatával, és különösen kevés az olyan munka, amely az összes vízhez kötődő családot figyelembe veszi. E munka célja megismerni a mecseki patakokban előforduló Diptera lárvák térbeli és szezonális eloszlását, illetve az ezek kialakulását szabályozó abiotikus tényezők szerepét. A mintákat 2009 májusában, júliusában és októberében 10, előre kijelölt mintavételi szakaszon vettük. A mintavételezés AQEM protokoll alapján „multihabitat sampling” eljárással történt. A környezeti faktorok és a közösségek térbeli eloszlása közötti összefüggések feltárása érdekében többváltozós statisztikai adatelemzéseket (PCA, RDA) végeztünk. Munkánk eredményeként kimutattuk, hogy a Mecsek két földrajzi tájegységéhez tartozó patakokban eltérő összetételű Diptera közösségek találhatóak. Az alapkőzet szerinti térbeli eloszlásokat vizsgálva megállapítottuk, hogy a vörös homokkőves aljzatú patakok különböznek az alkáliabázis tufás és meszes alapkőzetű patakoktól. Kimutattuk, hogy a mért abiotikus szabályozó tényezők közül a nátrium-, kálium- és hidrogénkarbonát-ion koncentráció, a patakparti, illetve a partmenti domboldalak vegetációjában található természetes élőhelyek száma, valamint az aljzat minősége jelentős hatást gyakorolt a Diptera lárvá együttesek térbeli eloszlására.

Kulcsszavak: Diptera, AQEM protokoll, PCA, RDA, alapkőzet, környezeti változók

ABSTRACT: Some faunistical investigations have been known on Diptera assemblages (especially on Chironomidae and Simuliidae) of the Hungarian streams. At the same time a few studies were only carried out on the ecology of stream flies, dealing with all aquatic forms of Diptera families. Our aim was to

explore the spatio-temporal variation of Diptera assemblages and their relationships with selected environmental variables directly characterizing the sampling sites. Our study were carried out in May, July and October of 2009. Samples were collected at ten locations in the Mecsek Mountains. Samples were taken according to the AQEM protocol at 10 stream section with different environmental conditions. Multivariate analyses (PCA, RDA) were used for evaluating. Differences were found between the Diptera assemblages of the two geographical regions of Mecsek Mountains. The assemblages of red sandstone streams sharply differed from the assemblages of streams with alkalidiabase volcanic sediments and limestone bedrock. The distribution of Diptera assemblages was highly affected by sodium-, kalium- and hydrocarbonate-ion concentration, structure of riparian vegetation and type of sediment.

Key words: Diptera, AQEM protocol, PCA, RDA, bedrock, environmental variables

Bevezetés

A vízfolyásokban élő Diptera lárvák közösségeiről igen kevés ismerettel rendelkezünk. Vizsgálatuk során komoly nehézséget okoz, hogy a legtöbb család lárváit nem ismerjük és néhány taxon (pl. Chironomidae, Simuliidae) kivételével a lárvák fajszintű azonosítása a morfológiai bélyegek alapján nem lehetséges egyértelműen. Hazai és nemzetközi munkák alapján Diptera lárvák közösségekre vonatkozó ökológiai ismereteink elsősorban a Chironomidae és a Simuliidae családokra korlátozódnak (pl.: ÁRVA et al. 2009, CROSSKEY 1990). A cseszlék (Simuliidae) minden áramló vízben megtalálhatók, szűrőgető életmódjuk miatt fontos tagjai a makrogerinctelen közösségeknek (GILLER és MALMQVIST 1998, ILLÉŠOVÁ et al. 2008). Az árvaszúnyogok (Chironomidae) tömeges jelenlétük miatt jelentős táplálékforrást jelentenek más gerinctelen és gerinces ragadozó szervezeteknek. Egyes fajaik erősen szennyezett vizekben is előfordulhatnak, így mennyiségi és minőségi előfordulásuk az adott élőhely ökológiai állapotának jellemzésére szolgálhat (PINDER 1986).

A hazai kisvízfolyások Diptera lárvák közösségeivel foglalkozó munkák nagy része faunisztikai jellegű közlemény és elsősorban a Chironomidae és a Simuliidae taxonokra irányul (pl. DEÁK 2008, DEÁK és MÓRA 2009, MÓRA és BÍRÓ 2007, MÓRA et al. 2007, MÓRA et al. 2008). Kevés munka foglalkozik a vízben élő Diptera lárvák minőségi és/vagy mennyiségi értékelésével az összes vízhez kötődő család figyelembe vételével (FICSÓR és NAGY 2009, KOVÁCS 2008, TÓTH et al. 2005), illetve a kétszárnyúlárva közösségek tér- és időbeli előfordulási mintázatainak vizsgálatával (BERCZIK és PHAM NGOC 1991, MÓRA et al. 2003, SZÍTÓ 2000).

Munkákban a mecseki patakokban előforduló Diptera lárvák térbeli eloszlását és ezek szezonális változását mutatjuk be. Vizsgáljuk az abiotikus szabályozó tényezők szerepét a Diptera lárvák mennyiségi eloszlására. Továbbá célunk megismerni a vizsgált patakok alapközetének hatását a Diptera közösségek térbeli előfordulási mintázataira.

Anyag és módszer

A Diptera lárvák mintavételezése 2009 májusában, júliusában és októberében 10 mintavételi helyen történt (1. táblázat). A mintavételi helyeket a Mecsek-hegységben előforduló három különböző típusú alapkőzetten (mészkő, vörös homokkő, alkálidiabáz tufa) futó patakok között egyenlő számban, előzetes faunisztikai vizsgálatok alapján jelöltük ki.

1. táblázat. A mintavételi helyek a mecseki patakokon

Kód	Helyszín	Koordináták	
		ÉSZ	KH
1	Bicsérdi-vízfolyás (Bakonya)	46°05'13.50"	18°05'28.90"
2	Bodai-vízfolyás (Boda)	46°05'12.10"	18°03'13.90"
3	Hidasi-völgy felső folyása (Hosszúhetény)	46°12'29.70"	18°21'04.70"
4	Hidasi-völgy alsó folyása (Komló)	46°11'39.10"	18°19'03.80"
5	Ól-völgy (Szászvár)	46°15'48.70"	18°22'02.00"
6	Petőczy-árok (Bakonya)	46°07'16.60"	18°03'42.20"
7	Réka-völgy (Mecseknádasd)	46°13'17.10"	18°26'05.20"
8	Vár-völgyi-patak, Iharos-kút (Magyaregregy)	46°13'21.90"	18°20'06.80"
9	Vár-völgyi-patak, Máré-forrás (Magyaregregy)	46°13'39.98"	18°19'19.39"
10	Vízfő-forrás (Orfű)	46°08'20.66"	18°09'41.92"

A mintavételeket a Víz Keretirányelv során alkalmazott, nemzetközileg is elterjedt és elfogadott AQEM mintavételi protokoll szerint végeztük (AQEM CONSORTIUM 2002). A módszer lényege a „multi-habitat mintavételezés”, melynek során arra törekedtünk, hogy a vizsgált 100 méter hosszúságú patakszakaszon a lehető legtöbb típusú mikrohabitatból vegyünk mintát. Ezt úgy tettük, hogy a protokollban előírt 20 alminta darabszámát a patakszakaszon előforduló mikrohabitatok százalékos borítottságának arányában osztottuk el. Csak az 5%-os borítottságot meghaladó mikrohabitatokról vettünk mintákat. Almintaként a mintavételezés 0,25×0,25 m-es területről „kick and sweep” módszerrel, kézháló segítségével történt. A mintákat terepen 70 %-os etanolban tartósítottuk. A Diptera lárvák családszintű azonosítását laboratóriumban, KRISKA (2008) munkája alapján végeztük.

Minden alkalommal a helyszínen és a laborba beszállított minták alapján rögzítettük a fontosabb fizikai (pl.: vízsebesség, vízmélység, mederszélesség, hőmérséklet, vezetőképesség), kémiai (pl.: oldott oxigén, szerves anyag tartalom, pH, NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, PO₄²⁻) és partmenti vegetációra vonatkozó paramétereket.

A mintavételi helyeken előforduló Diptera lárvák térbeli eloszlását főkomponens analízissel (PCA) vizsgáltuk. Detrended korrelációsanalízist (DCA) (HILL és GAUCH 1980) végeztünk annak eldöntésére, hogy az elemzések során unimodális (kanonikus korrelációsanalízis - CCoA) vagy lineáris (redundancia analízis - RDA) válaszgörbét adó modellt használhatunk-e. A DCA elemzés azt mutatta, hogy az összes tengelyre nézve a közösségi gradiensek rövidek (2,435 SD az 1. tengelyre és <2 SD a 2-4. tengelyre), így a lineáris modell (RDA) (JONGMAN et al. 1995) használata szükséges az abiotikus szabályozó tényezők és a Diptera lárvá együttesek szerkezete közötti kapcsolatok feltárásához.

Az elemzés előtt az egyes környezeti változókat a fajegyüttesekre gyakorolt hatásuk alapján, „forward selection” technikával rangsoroltuk és választottuk ki. E hatások statisztikai szignifikanciáját random Monte Carlo permutációs teszttel állapítottuk meg. A korrelációs elemzés statisztikai szignifikanciájának becslését szintén random Monte Carlo permutációs teszttel végeztük el. A statisztikai elemzésekhez CANOCO 4.55 (TER BRAAK és SMILAUER 2002) programcsomagot használtunk.

Eredmények

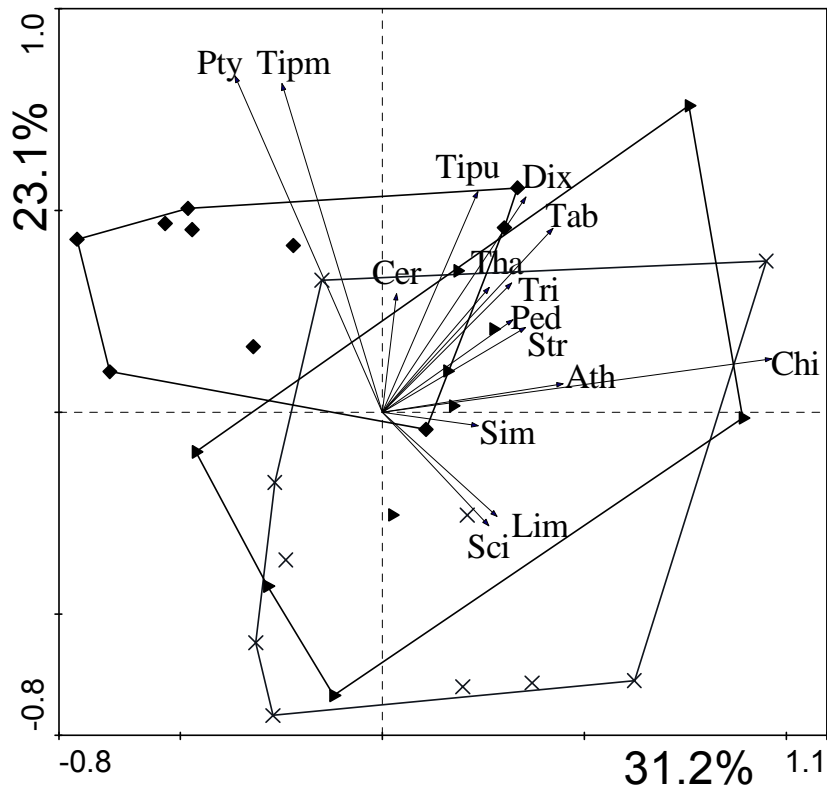
Összesen 4689 egyedet azonosítottunk, melyek 14 családba sorolhatóak (2. táblázat). Szinte minden mintavételi helyen a Chironomidae család képviselőinek dominanciája volt megfigyelhető, az azonosított egyedek több mint 50%-át tették ki. További gyakori előfordulású taxonok a Ptychopteridae és a Tabanidae. A Sciomyzidae és a Trichoceridae családba tartozó egyedeket csak egy-egy mintavételi helyről kerültek elő.

2. táblázat. A mecseki patakokban azonosított Diptera taxonok relatív abundanciája és az előfordulásaik száma az egész éves mintavételezések során

Kód	Taxon	Relatív abundancia	Előfordulások száma
Ath	Athericidae	1,45	12
Cer	Ceratopogonidae	0,85	2
Chi	Chironomidae	53,12	28
Dix	Dixidae	1,83	14
Pty	Ptychopteridae	16,38	25
Sci	Sciomyzidae	0,13	1
Sim	Simuliidae	4,52	8
Str	Stratiomyidae	0,19	7
Tab	Tabanidae	6,57	28
Tha	Thaumaleidae	0,66	9
Tipm	Tipulomorpha	5,40	23
Lim	Tipulomorpha/Limoniidae	1,64	17
Ped	Tipulomorpha/Pediciidae	6,55	24
Tipu	Tipulomorpha/Tipulidae	1,63	23
Tri	Tipulomorpha/Trichoceridae	0,77	1

Diptera együttesek térbeli eloszlása

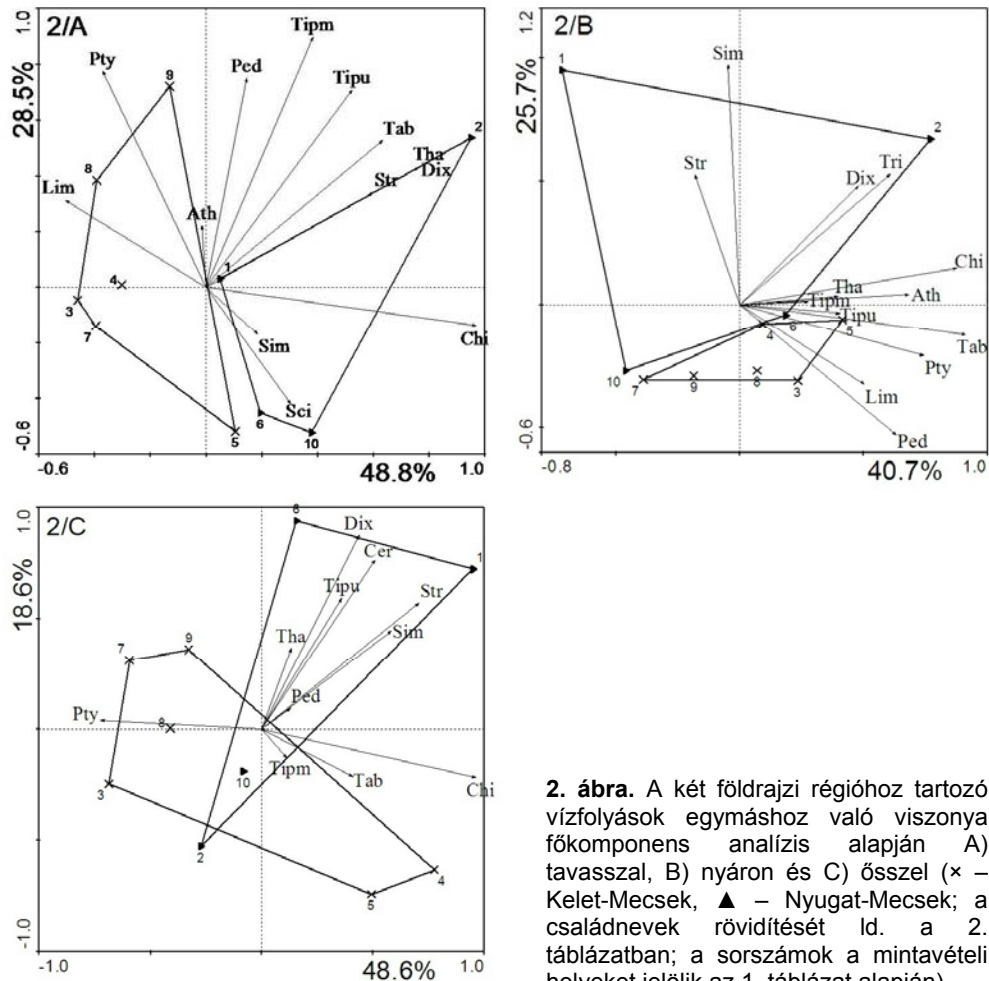
A főkomponens analízis alapján az évszakok között nincs jelentős különbség a vizsgált patakok Diptera együtteseinek tekintetében (1. ábra). Ugyanakkor megfigyelhető a szórásdiagramon, hogy a tavaszi és a nyári minták erősen átfednek, míg az ősziék jobban elválnak azoktól (1. ábra).



1. ábra. A vizsgált patakok évszakonkénti csoportosítása főkomponens analízis alapján (× – tavasz; ▲ – nyár; ■ – ősz; a családnevek rövidítését ld. a 2. táblázatban).

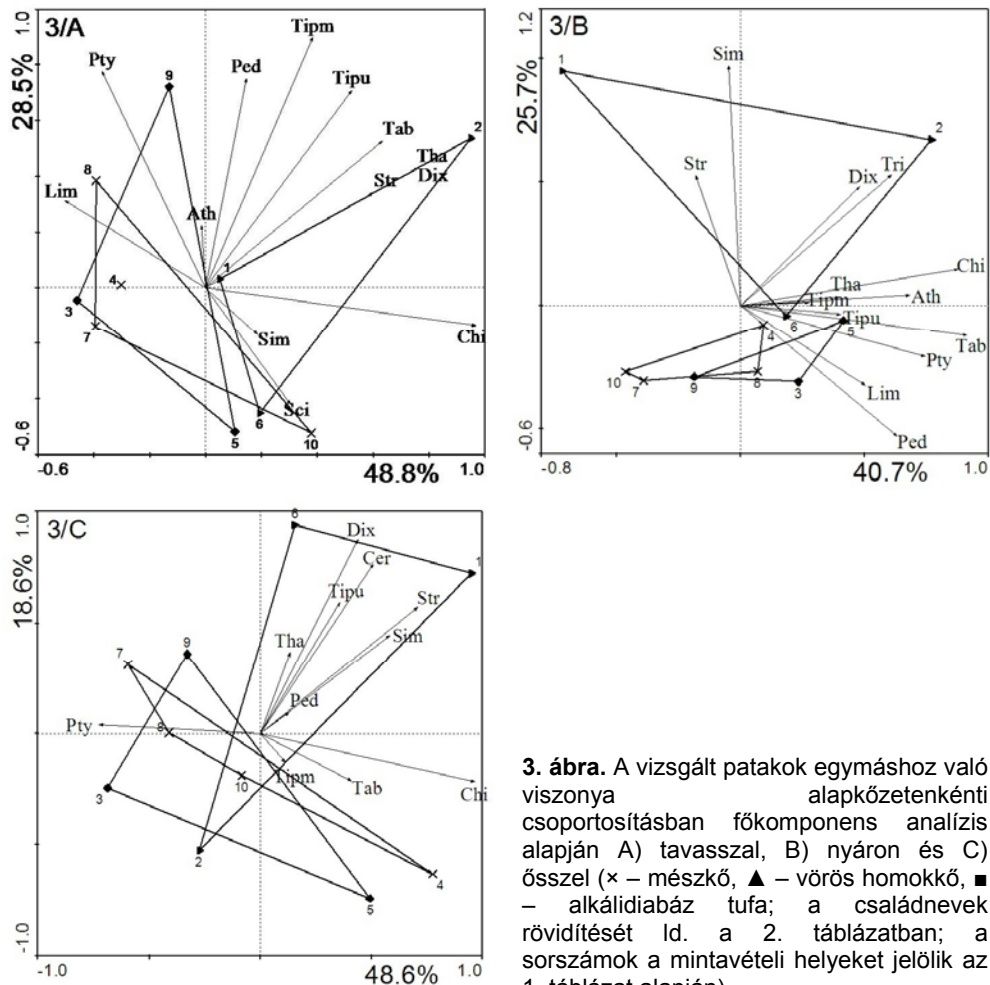
A Mecsek-hegységet két nagyobb földrajzi régióra oszthatjuk: a Kelet-Mecsekre és a Nyugat-Mecsekre. Az egész éves adatsort alapul véve a földrajzi régiókban futó patakok Diptera együtteseinek összetétele nem különbözik egymástól. Hasonló eredményt kaptunk, ha a patakokat az alapkőzetük (mészkő, vörös homokkő, alkáliabázis tufa) alapján csoportosítottuk. Így szükségesnek tartottuk a lárvaközösségek térbeli eloszlásának vizsgálatát szezonális bontásban is.

Tavasszal és nyáron a kelet-, ill. a nyugat-mecseki régiók patakjai elváltak egymástól a Diptera közösségek összetétele alapján (2/A,B ábra). A nyugat-mecseki patakokat a Stratiomyidae, Simuliidae, Dixidae, Trichoceridae, Chironomidae családok, míg a keleti régióba tartozókat a Limoniidae, Pediciidae és a Ptychopteridae családok dominanciája jellemezte. Nyáron a két régió közötti különbségek mérséklődtek, és csak a Bicsérdi- és a Bodai-vízfolyás különült el markánsan a többi mintavételi helytől. Ősszel a régiók gyenge átfedést mutattak (2/C ábra). Ebben az évszakban a nyugati régió patakjaiban – kivéve a Vízfő-forrást és a Bodai-vízfolyást – a nagy egyedszám mellett a családok száma is magasabb volt a többi évszakhhoz képest.



2. ábra. A két földrajzi régióhoz tartozó vízfolyások egymáshoz való viszonya főkomponens analízis alapján A) tavasszal, B) nyáron és C) ősszel (x – Kelet-Mecsek, ▲ – Nyugat-Mecsek; a családnevek rövidítését ld. a 2. táblázatban; a sorszárok a mintavételi helyeket jelölik az 1. táblázat alapján).

Tavasszal a különböző alapkőzetű patakok Diptera közösségei között csak kis eltéréseket tapasztaltunk (3/A ábra); a meszes alapkőzetű patakok nem különültek el a másik két típustól, ugyanakkor a vörös homokkőves és alkálidiabáz tufás patakok jól elkülönültek egymástól. Nyáron ez még kifejezettebben jelentkezett: a vörös homokkővön futó patakok, melyekre a Stratomyidae, Simuliidae, Dixidae és Trichoceridae családok dominanciája volt jellemző, markánsan különböztek a többi mintavételi szakasztól (3/B ábra). A meszes és alkálidiabáz tufa alapkőzetű patakok gyenge átfedést mutattak: a Vár-völgyi-patak Máré-forrásnál található szakasza alkálidiabáz tufás alapkőzete ellenére nem vált el a többi meszes pataktól, míg a másik két, alkálidiabáz tufás patakszakasz (a Hidasi-völgy felső folyása és az Ól-völgyi patak) erősen elkülönült (3/B ábra). Ősszel a vörös homokkőves patakszakaszok elkülönülése nem volt kifejezett, a Bodai-vízfolyás a meszes és alkálidiabáz tufa alapkőzetű patakokhoz hasonlított. Az utóbbi két alapkőzetű futó patakok a többi évszakban tapasztaltakhoz hasonlóan nem különböztek egymástól (3/C ábra).

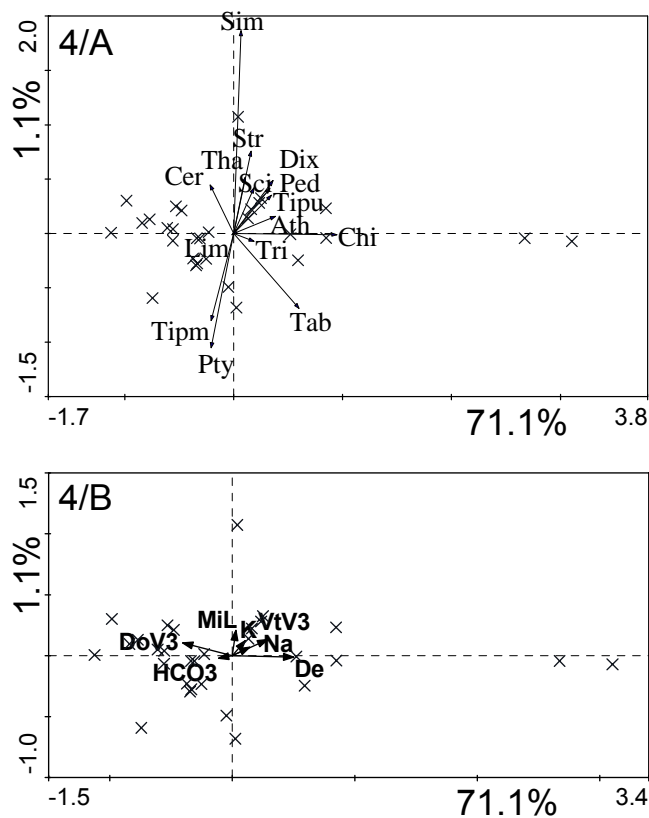


A környezeti tényezők hatásának vizsgálata

A redundancia analízis alapján számos környezeti tényező szignifikánsan ($p < 0,05$) hatott a Diptera közösségek eloszlására, ezek rendre a szerves üledékes aljzat, a nátrium- és kálium-ion koncentráció, valamint a patakparti, illetve a partmenti domboldalak vegetációjában található természetes élőhelyek száma (3. táblázat, 4. ábra). A hidrogénkarbonát-ion koncentráció és a mikrolitál részaránya az aljzatban ugyan befolyásolta az eloszlási mintázatokat, de e kapcsolatok nem bizonyultak statisztikailag szignifikánsnak (3. táblázat, 4. ábra).

3. táblázat. A RDA elemzésben szereplő környezeti tényezők rangsora a Diptera közösségekre gyakorolt hatásuk alapján („forward selection”). Kum. var.: kumulatív variancia; var %: az egyes változók százalékos részesedése az összes varianciából (1,00); p-érték: a Monte Carlo permutációs teszt szignifikancia szintje.

Kód	Név	kum.var.	var.%	p-érték
De	aljzat típus: debris (szerves üledék)	0,212	21,20	0,046
Na	nátrium-ion koncentráció	0,383	17,10	0,048
K	kálium-ion koncentráció	0,481	9,80	0,042
VtV3	természetes élőhelyek száma a patakparti vegetációban	0,568	8,70	0,034
HCO3	hidrogénkarbonát-ion koncentráció	0,613	4,50	0,064
DoV3	természetes élőhelyek száma a partmenti domboldalak vegetációjában	0,671	5,80	0,044
MiL	aljzat típus: mikrolitál (2-6 cm közé eső kavicsok)	0,731	6,00	0,064



4. ábra. A) A Diptera lárva családok és a vizsgált patakok, illetve B) a mért környezeti paraméterek és a vizsgált patakok ordinációja redundancia analízis alapján. (× – mintavételi helyek; a családnevek rövidítését ld. a 2. táblázatban; a környezeti tényezők rövidítését ld. a 3. táblázatban).

Az eredmények értékelése

A statisztikai elemzések alapján elmondható, hogy a Mecsek két földrajzi tájegységében, más-más vízgyűjtőhöz tartozó patakokban eltérő összetételű Diptera közösségek találhatók. Az alapkőzet szerinti térbeli eloszlásokat vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a vörös homokköves aljzatú patakok az esetek többségében különböznek a másik két típustól. Ennek oka az eltérő kémiai karakterükben és a különböző mikroklímájukban keresendő, mivel e mintavételi helyek a Mecsek meleg, nyitott, déli és nyugati irányultságú völgyeiben találhatók. Az alkáliabázis tufás és meszes alapkőzetű patakok Diptera közösségei az év során nem különböztek jelentősen egymástól. Ennek oka feltehetőleg az, hogy a Nyugat-Mecsekben a negyedidőszaki vulkáni működések során kifolyt tufa kisebb-nagyobb mértékben keveredett a harmadidőszaki meszes tengeri üledékekkel, így egyes helyeken kevert formációk alakultak ki. Többek között ilyen a Vár-völgyi-patak Máré-forrásnál található szakasza, amely a Diptera együtteseinek összetétele alapján kevésbé válik el a meszes alapkőzetű patakoktól. A vizsgált szakaszon a víz kémiai karaktere a meszes patakokéra hasonlít (pl. magasabb kalcium-ion koncentráció), ami a szakasz feletti meszes mederágyból kioldódó és lemosódó ionoknak köszönhető. Eredményeinkkel összhangban, LENCIONI és ROSSARO (2005) alpesi patakok Chironomidae közösségeit vizsgálva kimutatták, hogy az alapkőzet típusa befolyásolja az együttesek térbeli előfordulási mintázatait.

A Bodai-vízfolyás esetén az ősszel tapasztalt kis taxonszámot az alacsony vízállás és az erősen degradált patakmeder, míg nyáron a Dixidae és a Trichoceridae családok képviselőinek tömeges megjelenését a magas szerves anyag tartalom okozhatta. Nyáron a Bicsérdi-vízfolyáson a terepen látottak alapján komolyabb vegyi szennyezést feltételeztünk, melyet vízkémiai adataink megerősítettek. Ez okozhatta a mintavételi hely éles elkülönülését a többi pataktól és az itt tapasztalt alacsony taxonszámot. A Vízfő-forrás barlangkifolyója alatt kijelölt mintavételi szakasz köves aljzatú, szerves anyagban szegény élőhely, amely feltehetően csak kevés Diptera taxonnak kedvezett (pl. Simuliidae, Sciomyzidae).

Számos tanulmány említi, hogy a vízben oldott szerves ionok és az ezekkel korreláló mutatók (víz vezetőképessége, víz keménysége) szignifikáns hatást gyakorolnak a makrogerinctelen és ezen belül a Diptera közösségek szerveződésére (HEINO és MYKRA 2008, GIBBINS et al. 2001, SANDIN és JOHNSON 2004, SCHEDER és WARINGER 2002). A vízben oldott ionok mennyisége és minősége összefüggést mutat a vizsgált patak alapkőzetével (LENCIONI és ROSSARO 2005). A Mecsekben a vörös homokköves alapkőzetű patakok magasabb kálium és nátrium-ion koncentrációval jellemezhetők, míg a meszes alapkőzetű patakokban a hidrogénkarbonát-ion koncentráció magas.

Eredményeinkkel összhangban HEINO és MYKRA (2008), illetve SCHEDER és WARINGER (2002) Dipterákra irányuló vizsgálataikban kimutatták, hogy a vízáramlással összefüggésbe hozható paraméterek (mint pl. az aljzat összetétele) jól magyarázzák a közösségek szerkezetének kialakulását. A vízáramlás közvetlen fizikai erőhatást fejt ki a vízben élő szervezetekre, és hatással van számos, a vízfolyást közvetlenül jellemző paraméterre, mint például az aljzat összetételére, a táplálék mennyiségére és az oldott oxigén tartalomra (SANDIN és JOHNSON 2004).

Köszönetnyilvánítás: Köszönettel tartozunk a Pécsi Tudományegyetem TTK KTI Makroszkopikus vízi gerinctelenek szakmai csoportja tagjainak a terepi mintavétel során nyújtott segítségéért.

Felhasznált irodalom

- 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 the Water Framework Directive. Version 1.0.
- ÁRVA, D. – TÓTH, M. – DÉVAI, GY. (2009): Növényzethez kötődő árvaszúnyog-együttesek (Diptera: Chironomidae) tér- és időbeli változásai a Boroszló-kerti-Holt Tisza hínárállományaiban. – *Acta biologica debrecina Supplementum oecologica hungarica* 20: 9–20.
- BERCZIK, Á. – PHAM NGOC, L. (1991): Umweltbedingungen und Makrofauna in einem Flachlandbach Ungarns. – *Opuscula Zoologica (Budapest)* 24: 69–87.
- CROSSKEY, R. W. (1990): The natural history of blackflies. – John Wiley & Sons, Chichester, 711 pp.
- DEÁK, CS. (2008): Adatok néhány északkelet-magyarországi síkvidéki vízfolyás púposzúnyog-faunájához (Diptera: Simuliidae). – *Acta biologica debrecina Supplementum oecologica hungarica* 18: 37–44.
- 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.
- FICSÓR, M. – NAGY, K. (2009): Referencia- és „kvázi”- referenciahelyek makroszkopikus vízi gerinctelen közösségeinek vizsgálata az Észak-magyarországi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség illetékességi területén. – *Acta biologica debrecina Supplementum oecologica hungarica* 20: 87–98.
- GIBBINS, C.N. – DILKS, C.F. – MALCOLM, R. – SOULSBY, C. – JUGGINS, S. (2001): Invertebrate communities and hydrological variation in Cairngorm mountain streams. – *Hydrobiologia* 462: 205–219.
- GILLER, P. S. – MALMQVIST, B. (1998): The biology of streams and rivers. – Oxford University Press, 296 pp.
- HEINO, J. – MYKRA, H. (2008): Control of stream insect assemblages: roles of spatial configuration and local environmental factors. – *Ecological Entomology* 33: 614–622.
- HILL, M.O. – GAUCH, H.G. (1980): Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique. – *Vegetatio* 42: 47–58.
- ILLÉŠOVÁ, D. – HALGOŠ, J. – KRNO, I. (2008): Blackfly assemblages (Diptera: Simuliidae) of the Carpathian river: habitat characteristics, longitudinal zonation and eutrophication. – *Hydrobiologia* 598: 163–174.
- JONGMAN, R.H.G. – TER BRAAK, C.J.F. – VAN TONGEREN, O.F.R. (1995): Data analysis in community and landscape ecology. – Cambridge University Press, Pudoc, Wageningen, 299 pp.
- KOVÁCS, K. (2008): Vízi makrogerinctelen referencia helyek vizsgálata. Dömösi-Malom-patak és Rák-patak. – *Acta biologica debrecina Supplementum oecologica hungarica* 18: 91–99.
- KRISKA, GY. (2008): Édesvízi gerinctelen állatok. Határozó. – Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 367 pp.
- LENCIONI, V. – ROSSARO, B. (2005): Microdistribution of chironomids (Diptera: Chironomidae) in Alpine streams: an autoecological perspective. – *Hydrobiologia* 533: 61–76.

- 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. – BIRÓ, K. (2007): Árvaszúnyogok (Diptera: Chironomidae) Magyarországról 4. Lárvák a Balatonba ömlő patakokból. – *Acta biologica debrecina Supplementum oecologica hungarica* 16: 169–174.
- 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. – CSABAI, Z. – DÉVAI, GY. (2003): Árvaszúnyogok (Diptera: Chironomidae) mennyiségi előfordulási viszonyai egy alföldi mocsár különböző struktúrájú sásállományaiban. – *Hidrológiai Közöny* 83: 94–96.
- PINDER, L. C. V. (1986): Biology of freshwater Chironomidae. – *Annual Review of Entomology* 31: 1–23.
- SANDIN, L. – JONHSON, R.K. (2004): Local, landscape and regional factors structuring benthic macroinvertebrate assemblages in Swedish streams. – *Landscape Ecology* 19: 501–514.
- SCHEDER, C. – WARINGER, J. A. (2002): Distribution patterns and habitat characterization of Simuliidae (Insecta: Diptera) in a low-order sandstone stream (Weidlingbach, Lower Austria). – *Limnologica* 32: 236–247.
- SZÍTÓ, A. (2000): Az Örvényesi-, Aszföldi- és Szőlősi-Séd árvaszúnyog faunája, a fauna szezonális dinamikája, biomasszája, diverzitás értékei. – *Hidrológiai Közöny* 80: 41–44.
- TER BRAAK, C. J. F. – SMILAUER, P. (2002): CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows User's guide: Software for Canonical Community Ordination (ver. 4.5). – Biometris, Wageningen & Ceské Budejovice, 500 pp.
- TÓTH, M. – MÓRA, A. – CSABAI, Z. – DÉVAI, GY. (2005): Kétszárnyúak (Diptera) minőségi és mennyiségi előfordulási viszonyai egy alföldi mocsárban. – *Acta biologica debrecina Supplementum oecologica hungarica* 13: 213–223.

