



## A térbeli pozíció és az élőhelyszerkezet szerepe halegyüttesek szerveződésében kisvízfolyások torkolati szakaszán

### The role of spatial positioning and habitat structure on the assembly of stream fishes at the mouths of tributaries

Czeplédi I.<sup>1</sup>, Sály P.<sup>2</sup>, Takács P.<sup>2</sup>, Dolezsai A.<sup>2</sup>, Nagy S. A.<sup>1</sup>, Erős T.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Debreceni Egyetem TTK, Hidrobiológiai Tanszék, Debrecen

<sup>2</sup>MTA ÖK, Balatoni Limnológiai Intézet, Tihany

**Kulcsszavak:** Marcal, ökoton, környezeti szűrő, diszperzió

**Keywords:** Marcal, ecotone, environmental filtering, dispersion

#### Abstract

The roles of ecotones and environmental filtering processes in the assembly of communities are a central task in community ecology. We seasonally examined the filtering role of the mouths of three lowland tributaries on stream fish assemblages using a hierarchical sampling design. Our study shows that the confluences function as environmental filters in the river basin. The species composition and the abundance of fishes varied between seasons, between streams within a given season and between sites within a given season and stream but the effect of the longitudinal environmental gradient of the streams was negligible. Except the spring samples, the species number of the sites tended to decrease with the distance from the mouth to source direction along the streams showing that distance dependent effect of the mainstream on fish assemblage structure.

#### Kivonat

A fajok együttélési mintázataival és azok feltételeinek vizsgálatával foglalkozó kutatások között egyre több figyelmet kap az úgynevezett szegély élőhelyek (ökotonok) és a környezeti szűrő folyamatok vizsgálata. Vizsgálatunk célja volt egy főfolyó-mellékfolyók rendszerben, hierarchikus térbeli szinteken és szezonálisan vizsgálni a halegyüttesek szerveződését, különös figyelmet fordítva a mellékvízfolyások torkolati szűrő szerepére. Kimutattuk, hogy a befolyók torkolati szakaszai környezeti szűrőként funkcionálhatnak a vízgyűjtőn belül, illetve hogy a fajösszetétel és az abundancia-szerkezet évszakosan, adott évszakon belül patak szerint, illetve adott évszakon és patakon belül szakasz szerint változott, míg a patakon belüli környezeti grádiensnek nem volt szignifikáns hatása. A tavaszi minták kivételével az egyes patakszakaszok fajszáma a torkolattól távolodva csökkenő tendenciát mutatott, mely a főfolyó hatásának fokozatos csökkenésével magyarázható.

#### Bevezetés

A fajok együttélési mintázataival és azok feltételeinek vizsgálatával foglalkozó kutatások között egyre több figyelmet kap az úgynevezett szegély élőhelyek (ökotonok) vizsgálata (Risser 1995). Az ökotonok a két szomszédos élőhely átmeneti jellemzői mellett számos, egyedi környezeti tulajdonsággal rendelkeznek. A jelentős kiterjedésű és időben hosszabb távon fennmaradó ökotonok ez által elősegítik a két élőhelyet egyenként jellemző fajok együttes előfordulása mellett a kizárólag erre az átmeneti zónára jellemző fajok jelenlétét, esetenként pedig a biodiverzitás növekedését (Delcourt & Delcourt 1992).

A vízgyűjtőkön belül az egyik legismertebb ökotonnak az egyes vízfolyások összefolyásai számítanak (Ward & Wiens 2001), hiszen gyakran két olyan vízfolyás között alakulnak ki, melyek jelentősen különböznek egymástól a környezeti változókban. Összehasonlítva az

adott vízfolyás forrásterületeken levő élőhelyeivel, ezen átmeneti, torkolati szakaszokon jelentős változások tapasztalhatók többek között a vízmélységet, mederszélességet, illetve a fizikai és kémiai paramétereket illetően (Rice et al. 2008), meghatározva ez által az élőlények vízfolyások közötti (mellékvízfolyásból főfolyóba, illetve főfolyóból mellékvízfolyásba történő) élőhelyváltásait.

A mellékvízfolyások torkolati szakaszai azonban nem csak, mint a két szomszédos élőhelyfolt közötti átmenetet képező élőhelyek, hanem a főfolyótól való jelentős környezeti eltérések végett úgynevezett élőhelyi vagy környezeti szűrőként funkcionálhatnak, így kulcsszerepet játszanak abban, hogy a regionális fajkészlet mely elemei fordulhatnak elő az adott mellékvízfolyásban.

A közösségszerveződésben betöltött jelentős szerepük ellenére azonban nemzetközi szinten is meglehetősen kevés tanulmány foglalkozik a torkolati szakaszok jelentőségével, ráadásul ezen publikációk döntő része a befogadó vízfolyás élővilágára gyakorolt hatásokat (Kiffney et al. 2006; Milesi & Melo 2014), nem pedig a főfolyóból befolyóba történő vándorlási folyamatokat és azok összefolyás által befolyásolt dinamikáit tanulmányozza.

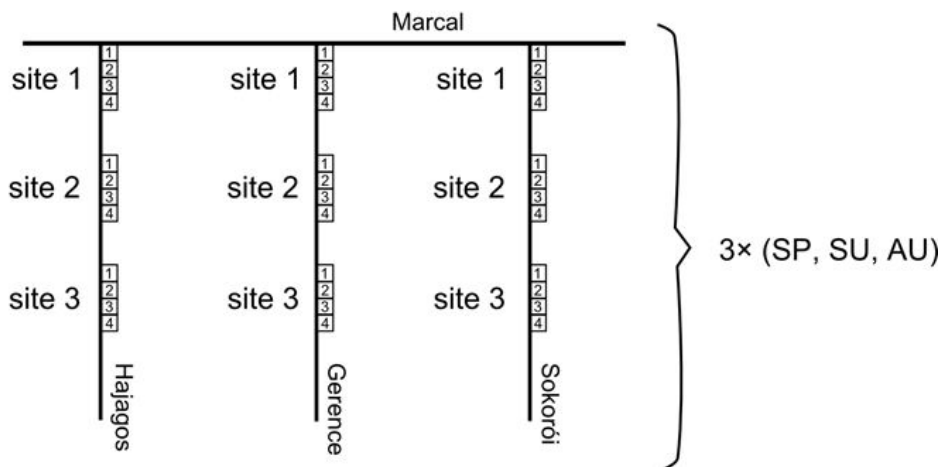
A vízfolyáshálózatokat benépesítő halegyütteseket illetően számos publikáció számol be a főfolyó halközösségének befolyókat érintő élőhelyhasználati szokásairól (pl. Osborne & Wiley 1982; Schaefer & Kerfoot 2004), ezek azonban elsősorban regionális és táji szintű folyamatokat leíró, nem pedig a mellékvízfolyás torkolati szakaszának szűrő szerepét közvetlenül vizsgáló tanulmányok. Ez utóbbi témával kapcsolatban Thornbrugh & Gido (2010) szignifikáns különbségeket mutatott ki a főfolyó és a befolyók torkolat feletti szakaszainak halállomány-összetétele között, illetve a halállomány-szerkezet gradiens szerű változásait írta le a torkolattól forrás felé távolodva, rámutatva, hogy a vízfolyáshálózatok közösségszerveződési folyamatainak szélesebb körű feltárásához alapvető fontosságú a vízfolyások összefolyásainál kialakuló szegélyélőhelyek élőlényekre gyakorolt hatásainak pontosabb megismerése.

Vizsgálatunk célja volt ezért egy főfolyó-mellékfolyók rendszerben, hierarchikus térbeli szinteken és szezonálisan vizsgálni a halegyüttesek szerveződését, különös figyelmet fordítva a mellékvízfolyások torkolati szűrő szerepére. A kutatás során a következő hipotéziseket fogalmaztuk meg a halegyüttesek szerkezetét illetően: (1) A torkolati szakaszok környezeti szűrő szerepe miatt jelentős különbségeket várunk a főfolyó és a befolyók halállománya között. (2) Elsősorban az ívási vándorlások miatt jelentős különbségeket várunk az egyes évszakok között. (3) Adott évszakon belül a mellékfolyók különböző térbeli pozíciója miatt különbségeket várunk az egyes mellékfolyók halállomány-szerkezete között. (4) A halak jó diszperziós képességei miatt adott befolyón belül elhanyagolható különbségeket várunk az egyes mintavételi szakaszok halállomány-szerkezete között. (5) A halállomány-szerkezet összefüggésben áll a befolyók élőhelyszerkezetével.

### **Anyag és módszer**

Vizsgálatunkhoz a Marcal folyó vízgyűjtőjén található három mellékvízfolyást, a Sokorói-Bakony-eret, a Gerence patakot, illetve a Hajagos patakot jelöltük ki. Mindhárom kisvízfolyás tipikus alföldi jelleget mutat, növényi törmelékkel borított finom mederaljzat-alkotókkal (jellemzően iszap, homokos iszap, illetve finom kavics), valamint alacsony vízsebességgel. Alsó, illetve középső szakaszuk döntően mezőgazdasági területeken keresztül fut, helyenként pedig ember által erősen módosítottak (pl. mederkotrás). A vízfolyások átlagos szélessége, mélysége és sebessége  $4,12 \pm 0,76$  m,  $61,1 \pm 16,3$  cm és  $8,8 \pm 2,3$  cm s<sup>-1</sup> között változott. A mintákat háton hordozható, akkumulátoros elektromos halászgép segítségével (HansGrassl IG200/2B), 2013-ban tavasszal, nyáron, illetve ősszel gyűjtöttük.

A vizsgálatot különböző, térben hierarchikus szinteken végeztük (1. ábra). A térben fokozatosan csökkenő vizsgálati szinteket maga a három patak, a patakokon belül pedig három 200 méteres mintavételi szakasz adta. Az első szakasz közvetlenül a torkolatnál helyezkedett el, a másodikat a torkolattól 500 méterre, míg a harmadikat 1000 méterre jelöltük ki. A szakaszokat további négy darab, egyenként 50 méteres kvadrátra osztottuk, és a mintavételi hatékonyság növelése végett a halászatok előtt minden kvadrát alsó és felső végpontját rekesztőhálójával zártuk le.



1. ábra: A vizsgálat térben hierarchikus mintavételi elrendezése.

Fig. 1. The hierarchical sampling design of the study.

Rövidítések/Abbreviations: SP: tavasz/spring; SU: nyár/summer; AU: ősz/autumn

A Marcal halállományával kapcsolatban korábbról már rendelkezünk adatokkal (Harka et al. 2009, Takács et al. 2012, Specziár et al. 2012). Ezen vizsgálatok a folyón 2013-ban is folytatódtak, így rendelkezésünkre álltak a befolyók halállományával összevethető adatsorok.

A halászatok után rögzítettük a kvadrátok élőhelyi állapotát. Feljegyeztük az átlagos mederszélességet, vízmélységét, vízáramlási sebességet, valamint az aljzatkomponensek és a szubmerz, emerz, illetve lebegő levelű növényzetnek a kvadrát alapterületére vonatkoztatott becsült százalékos arányát. Az adatelemzéseinkben az élőhelyi változatosság kvantitatív jellemzésére a terepen felvételezett élőhelyi változók standardizált főkomponens elemzéséből (PCA) származó első főkomponenst használtuk. Ez a főkomponens önmagában az eredeti 12 élőhelyi változók által leírt élőhelyi variabilitásnak gyakorlatilag a negyedét (24,36%) magyarázta. Az élőhelyi változatosság főkomponenssel való kifejezése az adatelemzés szempontjából azért előnyös, mert alkalmazásával csökkenthető a halegyüttes-szerkezet mintázatát magyarázó változók száma.

A befolyók fajszámának évszakonkénti és szakaszonkénti ábrázolásához oszlopdiagramokat készítettünk. A Marcal adott torkolati szakaszhoz tartozó fajösszetétele és a mintavételi szakaszok fajösszetétele közötti ökológiai különbözőséget az 1-Jaccard indexszel számoltuk. Ugyanezt az összehasonlítást elvégeztük a halegyüttesek relatívabundancia-szerkezetére alapján is, melyhez a Bray-Curtis indexet alkalmaztuk. A két függvény értékei 0 és 1 között változhatnak. A 0 a teljes hasonlóságot, míg az 1 a teljes különbözőséget jelenti.

A fajösszetételre és halállomány-szerkezet relatív tömegességére ható tényezők jelentőségének teszteléséhez elkészítettük a mintavételi kvadrátok Jaccard, illetve Bray-Curtis indexszel mért különbözőségi mátrixait. Majd a különbözőségi mátrixokon permutációs többváltozós varianciaelemzést (PERMANOVA) végeztünk. Az elemzéshez beágyazott (nested) elrendezést alkalmaztunk, amelyben a tesztelt hatótényezők a következők voltak: a) évszakok hatása, b) évszakokon belül a patakok hatása, c) évszakokon és patakokon belül a mintavételi szakasz hatása, d) évszakokon és patakokon belül a környezeti változatosság (első főkomponens).

Az adatábrázolást és statisztikai elemzéseket a Microsoft Excel 2007 és a R statisztikai programokkal végeztük.

### Eredmények

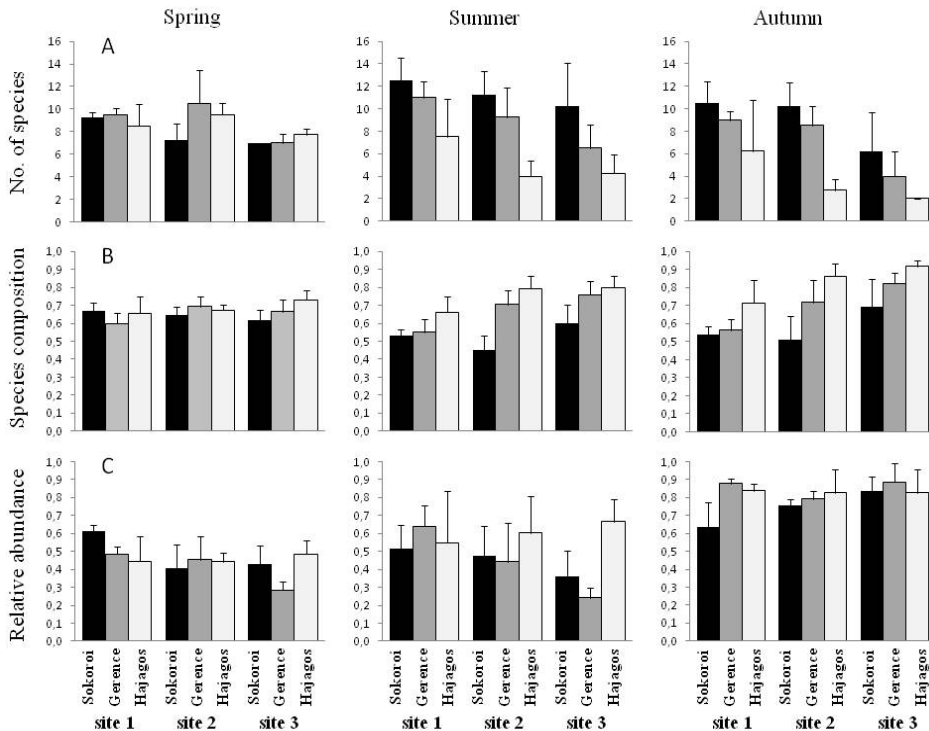
Vizsgálatunk során összesen 29 faj 12003 egyedét mutattuk ki a három mellékvízfolyásból (1. táblázat).

1. táblázat: A három mellékvízfolyás halállományának relatív abundanciaadatai (%)  
Table 1. Relative abundance of fishes (%) in the three sampled tributaries of Marcal River

Fajnév/species name	Sokorói-Bakony-ér	Gerence	Hajagos
<i>Rhodeus amarus</i>	46,11	58,47	25,36
<i>Rutilus rutilus</i>	23,58	18,26	28,13
<i>Alburnus alburnus</i>	5,89	2,48	4,50
<i>Esox lucius</i>	4,28	1,25	7,46
<i>Perca fluviatilis</i>	3,65	1,02	0,19
<i>Leuciscus idus</i>	3,04	0,16	1,63
<i>Proterorhinus semilunaris</i>	2,81	0,54	3,92
<i>Squalius cephalus</i>	2,64	3,02	4,11
<i>Blicca bjoerkna</i>	2,45	7,32	12,34
<i>Ballerus ballerus</i>	1,10	0,67	0
<i>Cobitis elongatoides</i>	1,05	0,47	0,29
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	0,84	0,07	0,96
<i>Leuciscus leuciscus</i>	0,82	1,21	0,67
<i>Carassius gibelio</i>	0,42	0	2,97
<i>Pseudorasbora parva</i>	0,40	0,11	2,11
<i>Misgurnus fossilis</i>	0,25	0,23	2,58
<i>Abramis brama</i>	0,25	0	0,19
<i>Neogobius fluviatilis</i>	0,17	1,16	0,96
<i>Neogobius melanostomus</i>	0,10	1,05	1,05
<i>Lepomis gibbosus</i>	0,04	1,83	0,10
<i>Vimba vimba</i>	0,04	0,04	0
<i>Ameiurus melas</i>	0,04	0	0,38
<i>Tinca tinca</i>	0,04	0	0,10
<i>Cyprinus carpio</i>	0,02	0	0
<i>Barbatula barbatula</i>	0	0,33	0
<i>Gobio sp.</i>	0	0,25	0
<i>Phoxinus phoxinus</i>	0	0,04	0
<i>Chondrostoma nasus</i>	0	0,02	0
<i>Gymnocephalus cernua</i>	0	0,02	0

A befolyók halállományában a szivárványos ökle (*Rhodeus amarus*) és a bodorka (*Rutilus rutilus*) voltak a leggyakoribb fajok mindhárom évszakban. Ragadozó fajok közül nagyobb egyedszámot képviselt a csuka (*Esox lucius*), mely faj döntően az őszi mintákból

került elő. A síkvidéki kisvízfolyásokat általánosságban jellemző fajok, mint például a sügér (*Perca fluviatilis*), a domolykó (*Squalius cephalus*) és a karikakeszeg (*Blicca bjoerkna*) mellett gyakran kerültek elő a Marcalból ideiglenesen, elsősorban ívási célból a mellékfolyókba behúzódnó fajok, így például a jászkeszeg (*Leuciscus idus*) és a laposkeszeg (*Ballerus ballerus*). A vizeinkben jelenleg terjedőben lévő ponto-kaspikus eredetű gébfajok közül a folyami gébet (*Neogobius fluviatilis*) és feketeszájú gébet (*Neogobius melanostomus*) azonosítottuk. E gébfajokat elsősorban közvetlenül a patakok torkolatánál fogtuk, ott fordultak elő nagyobb egyedszámban, míg a torkolattól távolabbi szakaszokon kisebb egyedszámmal voltak jelen.



2. ábra: A befolyók mintázott szakaszainak fajszámai (A); ökológiai különbözőség a fajkompozíció alapján a Marcal adott torkolati szakasza és a mintázott befolyószakaszok között (1-Jaccard index) (B), ökológiai különbözőség az abundancia-szerkezet alapján a Marcal adott torkolati szakasza és a mintázott befolyószakaszok között (Bray-Curtis index) (C) évszakok szerint

Fig. 2. Species number of the sampled sites of the tributaries (A); ecological dissimilarity between the given Marcal River section and the tributary sites based on species composition (B) and relative abundance (C)

A befolyók mintázott szakaszainak fajszáma a torkolattól távolodva (site1-től a site3 felé) összességében csökkenő tendenciát mutatott (2/A. ábra). Kivétel ez alól a tavaszi minták egy része, melyeken a Gerence és a Hajagos 2. szakaszainak fajszáma magasabb volt, mint az 1. szakaszoké. A Marcalnak a befolyó patakok torkolatához közeli fajösszetétele, és a befolyókön levő mintavételi szakaszok fajösszetétele között számolt indexértékek szerint az ökológiai hasonlóság csökken (az értékek növekednek) nyáron és ősszel a torkolattól távolodva (2/B. ábra). Hasonlóan a fajszámhoz, a tavaszi mintában itt sem látható egyértelmű trendszerű változás. A relatív abundancia-értékek alapján számolt ökológiai hasonlósági értékek esetében szintén nem látszanak a teljes mintára általánosítható,

egyirányú változások (2/C. ábra). Ezen értékek mind évszakok, mind pedig patakok között variábilisnak tekinthetők.

A beágyazott vizsgálati elrendezésű PERMANOVA szerint a fajösszetétel és a relatív abundancia-szerkezet évszakosan, adott évszakon belül patakok szerint, illetve adott évszakon és patakokon belül szakasz szerint változó volt, míg a patakokon belüli környezeti grádiensnek nem volt szignifikáns hatása (2. táblázat). A három vizsgált befolyó halállományának három évszakos felmérésében az általunk vizsgált változók a teljes változatosság 61,0%-át magyarázzák.

2. táblázat: A PERMANOVA eredményei a fajösszetételre és a relatív abundanciaadatokra ható tényezőket illetően. A kettősponttól balra a beágyazó, míg jobbra a beágyazott faktor látható.

Table 2. Results of PERMANOVA for factors affecting species composition and relative abundance of fishes. Colons separate the nesting (to the left) and the nested factors (to the right).

Hatótényezők/Factors	Species composition		Relative abundance	
	R <sup>2</sup>	p	R <sup>2</sup>	p
Season	0.15	<0.001	0.13	<0.001
Season : Stream	0.22	<0.001	0.18	<0.001
Season : Stream : Site	0.21	<0.001	0.30	<0.001
Season : Stream : Abio (PCA)	0.04	0.903	0.04	0.517

### Értékelés

Az általunk vizsgált Sokorói-Bakony-ér, Gerence patak és Hajagos patak halfaunáját döntően hazánk síkvidéki kisvízfolyásaira jellemző halállomány alkotja (Harka & Szepesi 2011). Domináns fajként a szivárványos ökle és a bodorka van jelen, mely fajok általánosnak tekinthetők az ilyen típusú vízfolyásokban, és a Marcal halállományának döntő többségét, a küsszel (*Alburnus alburnus*) kiegészítve is ez a két faj alkotja (Harka et al. 2009, Takács et al. 2012, Specziár et al. 2012). Melléjük a befolyókban is nagy számban van jelen a küsz, illetve a csuka, a sügér és a karikakeszeg, mely fajok szintén tipikusnak tekinthetők mind a Marcalban, mind pedig hazánk hasonló jellegű vízfolyásaiban. A csuka őszre történő jelentős egyedszám-növekedését a mintákban az ekkorra már elektromos halászgéppel könnyebben megfogható méretet elérő 0+-os egyedek jelenlétével magyarázzuk. A gyakori fajok mellett a befolyókból kisebb egyedszámban előkerültek olyan, elsősorban nagyobb vízfolyásokat kedvelő fajok is, mint a laposkeszeg és a jászkeszeg. Ezek a fajok a mellékvízfolyásokat minden bizonnyal csak időlegesen, elsősorban ívási célból, esetleg búvó- vagy táplálkozóhelyet keresve használják.

Az egyes patakszakaszok fajszáma a torkolattól távolodva csökkenő tendenciát mutatott. A Gerence és a Hajagos tavaszi felmérése azonban kivétel ez alól, hiszen a második szakaszon magasabb fajszám volt észlelhető, mint az első, torkolathoz legközelebb eső szakaszon. Ennek okaként elsősorban az ívási vándorlások nevezhetők meg, ebben az időszakban ugyanis a Marcalból a halak nagyobb távolságokat megtéve húzódnak fel a befolyókba, így azok elsősorban nem közvetlenül a torkolatnál, hanem a fentebbi vízfolyásszakaszokon foghatók meg. A nyári és őszi mintákban tapasztalható, torkolattól távolodó csökkenő tendencia a fajszámokban a főfolyó hatásának fokozatos csökkenésével magyarázható (Hitt & Angermeier 2008). A Marcalban élő halak a már említett okok miatt behúzódnak a befolyókba, de a fajok többsége nem vándorol feljebb a torkolatnál, ott pihenő-, búvó- esetleg táplálkozóhelyet talál. Jellemzően ilyen fajok a különböző pontokaszpikus eredetű gébek (folyami géb, feketeszájú géb), melyek döntő többségét közvetlenül az összefolyásnál fogtuk.

Az ökológiai különbözőségi indexek szerint a Marcal halállománya jelentősen eltér a befolyók halállományától, melynek elsődleges oka lehet a befolyók torkolati részének

környezeti szűrő hatása. A mellékvízfolyásokon belül a fajkompozíciót illetően (1-Jaccard index), a tavaszi minta kivételével az index értékek növekszenek a torkolattól távolodva, azaz a távolsággal nő a Marcal és a befolyók halállományának faj-összetételbeli különbsége. A tavaszi mintában minden bizonnyal a már említett ívási vándorlások miatt nem nő a távolsággal az ökológiai különbözőség.

A halállomány abundancia-szerkezete alapján számolt indexértékek (Bray-Curtis index) a fajkompozícióra számolt értékekkel szemben nem mutatnak általánosítható trendeket. A tavaszi és nyári mintában a Sokorói-Bakony-ér és a Gerece mintázott szakaszai esetében az ökológiai távolsági értékek ellentétesek a várt mintázattal, hiszen a távolsággal csökkenő különbségeket mutatnak. Ennek lehetséges magyarázata, hogy a fajkészletbeli különbségeket okozó fajok kis egyedszámban voltak jelen, vagy hiányoztak a felsőbb szakaszokról, így azok a tömegesebb fajok miatt jobban hasonlítanak a főfolyó állományára.

A beágyazott vizsgálati elrendezésű PERMANOVA szerint szignifikáns különbségek észlelhetők a patakok halegyütteseinek fajösszetételében és abundancia-szerkezetében az egyes évszakok között. A különbségekért elsősorban a tavasszal történő ívási vándorlások tehetők felelőssé. Az évszakai különbségeket meghatározó tényezőkként kell továbbá megemlítenünk a 0+-os csuka ivadékok ősszel történő magasabb fogási hatékonyságát, illetve a nyárra felnövő és még ősszel is a halászatokat jelentősen nehezítő, sűrű makrovegetációt (Meador et al. 2003).

Az évszakon belüli patakok közötti különbségekkel magyarázható halállomány-változatosság, egyrészt a patakoknak a Marcal hossz-szelvénye mentén levő betorkollási helyükkel (topológiai helyzet), másrészt a patakok közötti környezeti különbségekkel (pl. a Gerece partja bokrokkal, fákkal volt szegélyezve, míg a másik két patak partját lágyszárúak dominálták) hozható összefüggésbe. Az eredmény alátámasztja hipotézisünket, mely szerint a befolyók topológiai helyzete összefügg a halállomány-szerkezettel.

A várt eredményekkel ellentétben adott évszakon és patakon belül szignifikáns különbségeket mutattunk ki az egyes szakaszok halegyütteseinek fajösszetétele és abundancia-szerkezete között egyaránt. Előzetes feltételezésünk, mely szerint a torkolati szakaszokon (környezeti szűrőn) átjutó halak a mellék-vízfolyásokon belül – azok viszonylagos homogén szerkezete miatt – már könnyen benépesítik a szakaszokat így nem igazolódott. Ugyanakkor a fajkompozíciót és a halállomány-szerkezetet összehasonlítva a befolyók belüli élőhelyszerkezeti grádienssel nem találtunk szignifikáns különbségeket. E két állapot együttes megléte arra utal, hogy a mintázott befolyószakaszok abiotikus paraméterek tekintetében adott évszakon és befolyón belül a halak élőhely-igényeinek szempontjából nem különböznek jelentősen egymástól.

Eredményeink rávilágítanak a vízfolyások torkolati szakaszának vízgyűjtőn belüli szűrő szerepére, közösségszerveződést befolyásoló hatásaira, illetve a különböző térbeli szinteken érvényesülő folyamatok jelentőségére. Szemléltetik azt, hogy egy főfolyó mellékpatakjai a köztük levő topológiai és környezeti különbségek révén, hasonló mértékben magyarázhatják a halállomány összetétel változatosságát, mint a szezonális hatások. Így a folyók mellékpatakjainak emberi beavatkozások miatti környezeti homogenizálódása a főfolyóval fennálló átjárhatóság megléte esetén is csökkentheti a regionális halállomány változatosságát. A folyamatok további vizsgálata hozzájárulhat ahhoz, hogy pontosabb képet kapjunk a vízfolyáshálózatok élőlényközösségeinek szerveződési sajátságairól.

#### Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program című kiemelt projekt által nyújtott személyi támogatással valósult meg. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. A kutatás eszközbeszerzése és

infrastruktúrája az OTKA 104279 által biztosított forrásból valósult meg. Erős Tibor munkáját az MTA Bolyai János Ösztöndíja támogatta. A terepi munkák során nyújtott segítségért köszönettel tartozunk Dr. Specziár Andrásnak és Vitál Zoltánnak.

#### Irodalomjegyzék

- Delcourt, P. A., Delcourt H. R. (1992): Ecotone dynamics in space and time. p. 19–54: In: Hansen, A. J., di Castri, F. (eds.): *Landscape Boundaries: Consequences for Biotic Diversity and Land-scape Flows. Ecological Studies* 92. Springer Verlag, New York.
- Harka Á., Szepesi Zs., Nagy L. (2009): A Marcal halállományának faunisztikai felmérése. *Pisces Hungarici* 3: 27–32.
- Harka Á., Szepesi Zs. (2011): A Marcal mellékpatakjainak halfaunisztikai vizsgálata. *Pisces Hungarici* 5: 99–110.
- Hitt, N. L., Angermeier, P. L. (2008): Evidence for fish dispersal from spatial analysis of stream network topology. *Journal of the North American Benthological Society* 27/2: 304–320.
- Kiffney, P. M., Greene, C. M., Hall, J. E., Davies, J. R. (2006): Tributary streams create spatial discontinuities in habitat, biological productivity, and diversity in mainstem rivers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 63: 2518–2530.
- Meador, M. R., McIntyre J. P., Pollock, K. H. (2003): Assessing the Efficacy of Single-Pass Backpack Electrofishing to Characterize Fish Community Structure. *Transactions of the American Fisheries Society* 132/1: 39–46.
- Milesi, S. V., Melo, A. S. (2014): Conditional effects of aquatic insects of small tributaries on mainstream assemblages: position within the network matter. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 71: 1–9.
- Osborne, L. L., Wiley, M. J. (1992): Influence of tributary spatial position on the structure of warmwater fish communities. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49: 671–481.
- Rice, S. P., Kiffney, P., Greene, C., Pess, G. R. (2008): The ecological importance of tributaries and confluences. p. 209–242. In: Rice, S.P., Roy, A.G., Rhoads, B.L. (eds.): *River Confluences, Tributaries and the Fluvial Network*. John Wiley & Sons.
- Risser, P. G. (1995): The Status of the Science Examining Ecotones. *Bioscience* 45/5: 318–325.
- Schaefer, J. F., Kerfoot, J. R. (2004): Fish assemblage dynamics in an adventitious stream: a landscape perspective. *The American midland naturalist* 151/1: 134–145.
- Specziár, A., Takács, P., Czeplédi, I., Erős, T. (2012): The role of the electrofishing equipment type and the operator in assessing fish assemblages in a non-wadeable lowland river. *Fisheries Research* 125–126: 99–107.
- Takács P., Specziár A., Czeplédi I., Bíró P., Erős T. (2012): A Marcal halfaunája a vörösiszap szennyeződés után (The fish fauna of River Marcal after the red sludge pollution). *Hidrológiai Közlemény* 92/5-6: 75–77.
- Thornbrugh, D. J., Gido, K. B. (2010): Influence of spatial positioning within stream networks on fish assemblage structure in the Kansas River basin, USA. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 67/1: 143–156.
- Ward, J. V., Wiens, J. A. (2001): Ecotones of riverine ecosystems: role and typology, spatio-temporal dynamics, and river regulation. *Ecohydrology & hydrobiology* 1/1-2: 25–36.

#### Authors:

István CZEGLÉDI (mullercega@gmail.com), Péter SÁLY, Péter TAKÁCS, Anna DOLEZSAI, Sándor Alex NAGY, Tibor ERŐS