

PUHATESTŰ KÖZÖSSÉGEK TÉRBELI MINTÁZATA ÉS DIVERZITÁSA ELTÉRŐ VÍZTEREK MENTÉN

BÓDIS ERIKA¹ – TÓTH BENCE¹ – POHNER ZSUZSANNA² –
SZEKERES JÓZSEF¹ – BÍRÓ PÉTER³ – ÁCS ÉVA¹

¹MTA ÖK Duna-kutató Intézet, Jávorka Sándor u. 14, 2131, Göd

²ELTE, Mikrobiológiai Tanszék, Pázmány Péter sétány 1/C, 1117, Budapest

³MTA ÖK Balatoni Limnológiai Intézet, Klebelsberg Kuno u. 3, 8237, Tihany

SPATIAL PATTERN AND DIVERSITY OF MALACOLOGICAL COMMUNITIES ALONG DIFFERENT WATER BODIES

E. BÓDIS^{1*} – B. TÓTH¹ – ZS. POHNER² – J. SZEKERES¹ – P.
BÍRÓ³ – É. ÁCS¹

¹HAS Ecological Research Centre, Danube Research Institute, Jávorka Sándor u. 14, 2131, Göd, bodiserk@gmail.com

²Eötvös Loránd University, Department of Microbiology, Pázmány Péter sétány 1/C, 1117, Budapest

³HAS Ecological Research Centre, Balaton Limnological Institute, Klebelsberg Kuno u. 3, 8237, Tihany

*Corresponding author, e-mail: bodiserk@gmail.com, bodis.erika@okologia.mta.hu

KIVONAT: Munkánk során puhatestű közösségek mintázatának és diverzitásának alakulását vizsgáltuk a Duna és a Tisza vízrendszerében holtágak és közepes méretű folyóvizek zavarásmentes és emberi használatnak kitett élőhelyein. A mintavételek 2011 és 2012 során összesen 33 mintavételi helyen történtek. A malakofauna összetétele és a vízkémiai adatok alapján a Duna és a Tisza vízrendszerének mintavételi helyei, valamint egyes vízterek is elkülönültek egymástól. A zavarástól mentes és az antropogén zavarásnak kitett mintavételi helyek esetén nem figyelhető meg egyértelmű mintázat, azonban a puhatestű közösségek Shannon-Wiener diverzitása, valamint a veszélyeztetett és ritka fajok száma a Mosoni-Duna zavartalan élőhelyein szignifikánsan magasabbnak bizonyult, valamint az inváziós fajok száma a zavart mintavételi helyeken magasabb volt. Összesen 49 faj került elő, melyek közül 29 faj gyakori, 6 faj veszélyeztetett és védelem alatt áll Magyarországon (*Unio crassus*, *Pseudanodonta complanata*, *Anisus vorticulus*, *Borysthenia naticina*, *Esperiana daudebartii*, *Esperiana esperi*, *Theodoxus danubialis*), 7 faj ritka (*Pisidium amnicum*, *Sphaerium rivicola*, *Sphaerium solidum*, *Acroloxus lacustris*, *Anisus spirorbis*, *Bathyomphalus contortus*, *Physa fontinalis*), 6 faj pedig inváziós (*Corbicula fluminea*, *Dreissena polymorpha*, *Sinanodonta woodiana*, *Haitia acuta*, *Potamopyrgus antipodarum*, *Theodoxus fluviatilis*). A két védett kagylófaj a holtágakban nem fordult elő, a *P. complanata* előfordulási gyakorisága és denzitása pedig a vizsgált folyóvizekben nagyon alacsony volt.

Az inváziós *C. fluminea* a Bodrog, Ipoly és Rába torkolathoz közeli folyószakaszán jelent csak meg, a Tiszában a Tokaj feletti szakaszon nem fordult elő. A kutatást a KTIA-OTKA CNK80140 számú pályázata támogatta.

Kulcsszavak: malakofauna, Duna, Tisza, antropogén zavarás, invázió

ABSTRACT: In this study we examined the structure and diversity of malacological communities at human disturbed and undisturbed sites of oxbow lakes and medium-sized rivers in the water system of the River Danube and Tisza. Sampling was carried out at total 33 sites in 2011 and 2012. According to the malacological species composition and the water chemistry the sampling sites of the water system of the River Danube and Tisza, and certain water bodies can be distinguished. An unambiguous pattern cannot be observed according to the presence-absence of human disturbance. However the Shannon-Wiener diversity and the number of endangered and rare species was significantly higher in the undisturbed Mosoni-Danube, and the number of invasive species was higher at the antropogenically disturbed sampling sites. A total of 49 species were collected, among them 29 species are common, 6 species are endangered and protected in Hungary (*Unio crassus*, *Pseudanodonta complanata*, *Anisus vorticulus*, *Borysthenia naticina*, *Esperiana daudebartii*, *Esperiana esperi*, *Theodoxus danubialis*), 7 species are rare in Hungary (*Pisidium amnicum*, *Sphaerium rivivola*, *Sphaerium solidum*, *Acroloxus lacustris*, *Anisus spirorbis*, *Bathymorphus contortus*, *Physa fontinalis*), and 6 species are invasive. The two endangered bivalve species cannot be found in the oxbow lakes, and the occurrence frequency and density of *P. complanata* was very low in the studied rivers. The invasive *C. fluminea* was recorded in the tributary Ipoly, Rába, Bodrog only at sampling sites located close to the mouth of river, and it was not found in the reaches of Tisza above Tokaj. The study was supported by the Hungarian Scientific Fund (KTIA-OTKA) under the contract No. CNK80140.

Key words: malacofauna, Duna, Tisza, antropogenic disturbance, invasion

Bevezetés

Az édesvízi puhatestűek a vízi makrogerinctelenek lényeges csoportját alkotják, mivel holobiont szervezetként fontos szerepet töltenek be a vizek anyag- és energiaforgalmában. Az aktív szűrőgető táplálkozású kagylóknak különösen nagy a jelentőségük, mivel a lebegő és az üledékben található szerves anyagok átszűrésével hozzájárulnak a vizek öntisztulási folyamataihoz (VAUGHN és HAKENKAMP 2001, STRAYER et al. 2004). Az édesvízi puhatestűek kis helyváltoztató képességük miatt érzékenyen reagálnak a humán zavarásokra (szennyezések, vízrendezések), ezért bioindikátor szervezetként kiválóan alkalmazhatóak (GALLARDO et al. 1994, GRAÇA et al. 2004).

Az utóbbi évtizedekben számos puhatestű faj természetvédelmi helyzete romlott, az Unionidae kagylócsaládot pedig az állatvilág egyik leginkább veszélyeztetett csoportjaként tartják számon, mert biodiverzitásuk mind globális mind regionális skálán nézve rohamosan csökken (BOGAN 1993, LYDEARD et al. 2004). Magyarországon két Unionidae családba tartozó kagylófaj (*Pseudanodonta complanata* és *Unio crassus*) áll védelem alatt, mindkét faj helyzete kritikus Európában. Az IUCN vörös listáján az *U. crassus* veszélyeztetett fajként, míg a *P.*

complanata sérülékeny fajként szerepel (IUCN 2012). A hazánkban élő csigafajok közül 12 faj áll védelem alatt, és további 8 faj veszélyeztetett helyzetű (FEHÉR et al. 2004). A veszélyeztetett fajok védelme és hatékony természetvédelmi kezelések megfogalmazása érdekében fontos megismernünk a fajok életképes populációinak jelenlegi elterjedését és mennyiségét különböző hazai vízterekben, és különösen fontos feltérképezni a lehetséges veszélyeztető tényezőket.

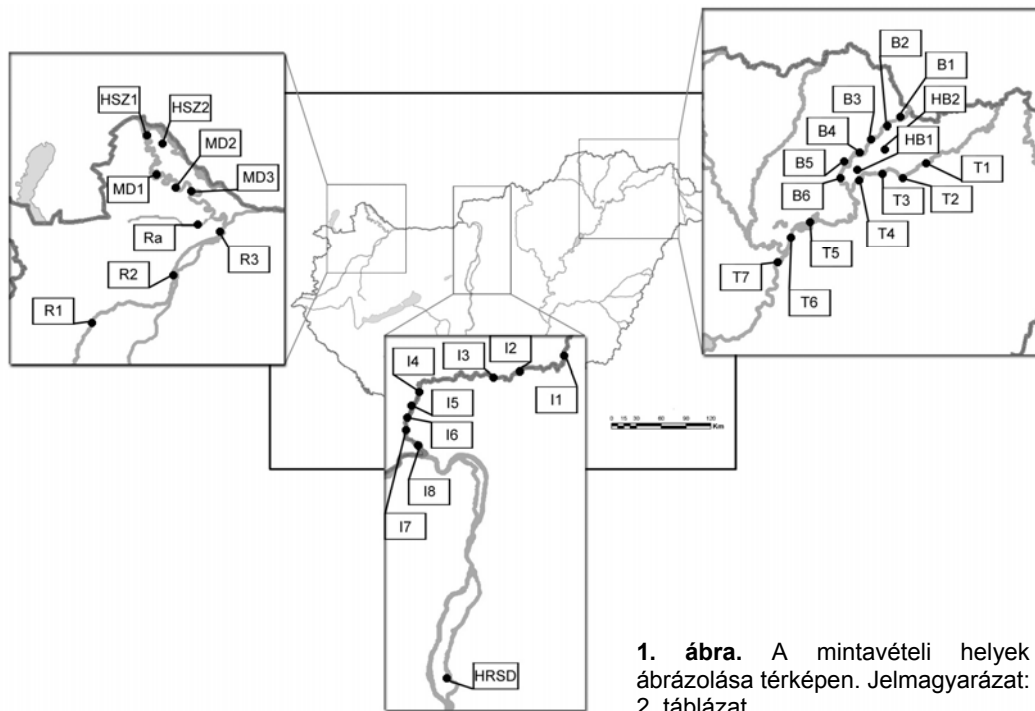
Az érzékeny fajok eltűnésével párhuzamosan egyes idegenhonos fajok terjeszkedése különösen felgyorsult az emberi beavatkozások következtében, ami tovább fokozza a ritka őshonos fajokra ható veszélyeztető tényezők számát. Az inváziós fajok számtalan káros hatását és kiirtásuk korlátozott lehetőségeit tekintve megtelepedésük és terjeszkedésük nyomon követése alapvető fontosságú (KOLAR és LODGE 2002). Minden ökoszisztéma érzékenyen reagál az idegenhonos fajok jelenlétére, de a vízi ökoszisztémák különösen sérülékenyek, és az utóbbi évtizedekben az édesvízi inváziós fajok rohamos mértékű terjeszkedése a legkártékonyabb és legkevésbé visszafordítható zavarásokat okozza a vízrendszerekben. Különös figyelmet érdemelnek azok az inváziós fajok, melyek hamar domináns tagjává válnak az ökoszisztémának és annak struktúráját és funkcióját jelentősen átalakítják (SOUSA et al. 2009). Ilyen fajok közé tartozik a Magyarországon is gyorsan elterjedt és egyes helyeken magas egyedsűrűséget elérő *C. fluminea*, *D. polymorpha* és *S. woodiana* (BÓDIS et al. 2012, 2013; BALOGH et al. 2008).

A munkánk fő célkitűzése a puhatestű közösségek összetételének, térbeli mintázatának és diverzitásának felmérése eltérő vízterek, környezeti paraméterek, valamint antropogén zavarásnak kitett és zavarástól mentes élőhelyek mentén, valamint az inváziós, veszélyeztetett és ritka kagyló- és csigafajok elterjedésének és mennyiségi viszonyainak megállapítása a Duna és a Tisza vízrendszerének különböző víztereiben.

Anyag és módszer

A malakofauna térbeli mintázatának vizsgálatához 2011 és 2012 során összesen 33 mintavételi helyről gyűjtöttünk kagyló- és csigafajokat holtágak és közepes méretű folyóvizek antropogén zavarásnak kitett és zavarástól mentes élőhelyein. A Duna vízrendszerében a következő helyekről vettünk mintát: Ipoly: 8 hely (Nógrádszakál (I1), Balassagyarmat (I2), Ipolyvece (I3), Tésa (I4), Vámosmikola (I5), Ipolytölgyes (I6), Letkés (I7), Ipolydamásd (I8)); Rába: 3 hely (Uraiújfalu (R1), Árpás (R2), Győr (R3)); Mosoni-Duna: 3 hely (Mosonmagyaróvár (MD1), Kimle (MD2), Mecsér (MD3)); Rábca: 1 hely (Ra); holtágak: 3 hely (Szigetbecse, Ráckevei-(Soroksári)-Duna (HRSD), Rajka, Szigetköz (HSZ1), Dunasziget, Szigetköz (HSZ2). A Tisza vízrendszerében a következő helyekről vettünk mintát: Bodrog: 6 hely (Felsőberecki (B1), Sátoraljaújhely (B2), Bodrogolaszi (B3), Szegilong (B4), Szegi (B5), Bodrogkisfalud (B6)); Tisza: 7 hely (Ibrány (T1), Tiszabercel (T2), Balsa (T3), Tímár (T4), Taktakenéz (T5), Tiszadob (T6), Tiszapalkonya (T7)); holtágak: 2 hely (szentély jellegű holtág (HB1), zavart Vissi holtág (HB2)) (1. ábra).

Minden mintavételi helyen 3 párhuzamos mintát vettünk 25 cm-es élhosszúságú szabvány vízihálóval 2 m-es transzekt mentén, azaz 0,5 m²-es területről véletlenszerűen a hossz-szelvény 10-15 m-es körzetében, a mintákat a helyszínen 70%-os patológiás célra használt kevert alkoholban (Patosolv) konzerváltuk. A nagytestű kagylók denzitásának felméréséhez 25x25 cm-es kvadrátot használtunk 10 ismétléssel a vizsgált élőhelyek parti zónájában.



1. ábra. A mintavételi helyek ábrázolása térképen. Jelmagyarázat: 2. táblázat.

A nehezen határozható taxonok azonosítása kidolgozott határozókulcsok (RICHNOVSZKY és PINTÉR 1979, GLÖER és MEIER-BROOK 1998) segítségével történt. A fajlista a CLECOM-project (Check-list of the European Continental Mollusca) által kidolgozott nomenklaturát (FALKNER et al. 2001), valamint a hazai helyzetképet bemutató katalógust (FEHÉR és GUBÁNYI 2001) követi.

A helyszínen mértük a standard fizikai-kémiai paramétereket (hőmérséklet, vezetőképesség, zavarosság, redox-potenciál, oxigén tartalom és pH), és vízmintát vettünk laboratóriumi vízkémiai elemzésekhez. A laboratóriumban mértük a vízminta CO_3^{2-} , Ca^{2+} , HCO_3^- , Mg^{2+} , Cl^- , $\text{PO}_4\text{-P}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ és $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalmát (FELFÖLDY 1987, MSZ ISO 7150-1:1992 1992). Az egyes mintavételi helyekhez tartozó puhatestű közösségek fajszerkezetét, egyedszámát és diverzitás indexeit a PAST programcsomaggal értékeltük (HAMMER et al. 2001). A diverzitási indexek közül kettőt emeltünk ki az adatok elemzése során. A Shannon-Wiener diverzitás a fajközösségek jellemzéséhez leggyakrabban használt diverzitási index, azonban érzékeny a ritka fajok jelenlétére, míg a Berger-Parker diverzitás egy egyszerűbb, a leggyakoribb faj relatív abundanciájának reciprokaként definiált index, a domináns faj viszonyát hasonlítja az összegyedszámmal. A puhatestű közösségek összetételének, valamint a mintavételi helyek vízkémiai jellegének (standardizált értékek) hasonlóságát nem-metrikus többdimenziós skálázás (NMDS ordináció) segítségével tártuk fel. A puhatestű közösségek diverzitásának, valamint a ritka és az inváziós fajok számának vízterek és zavart-zavarásmentes élőhelyek szerinti eltéréseit az R programcsomag segítségével (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2007) elemeztük. Az adatok normális eloszlását QQ-ábrákkal és Shapiro Wilk normalitás tesztel ellenőriztük. Normális eloszlás esetén ANOVA-t alkalmaztunk, nem normális eloszlásnál Kruskal-Wallis-féle H-próbát, vagy Mann-Whitney-féle U-próbát végeztünk.

Eredmények

A vizsgált mintavételi helyekről összesen 49 faj került elő, melyek közül 29 faj gyakori, 6 faj veszélyeztetett és védelem alatt áll Magyarországon, 7 faj ritka, 6 faj pedig inváziós. A védett és ritka fajok száma alapján nem találtunk különbséget a zavart és zavarásmentes helyek között, de a vizek között ($p < 0,01$) szignifikáns volt a különbség, a veszélyeztetett fajok aránya a Mosoni-Duna zavartalan élőhelyein volt a legmagasabb. Az inváziós fajok száma alapján a vizek között nem találtunk különbséget, de az inváziós fajok száma magasabb volt a zavart élőhelyeken (1. táblázat).

1. táblázat. A védett, ritka és inváziós fajok vizek és az antropogén zavarás megléte-hiánya szerinti előfordulása. Jelmagyarázat: N-zavarásmentes élőhely, Z-zavart élőhely.

		Bodrog		Tisza		Ipoly		Rába		Rábca	Mosoni-Duna	Holtágak	
		N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N		N	Z
védett	<i>Pseudanodonta complanata</i> (Rossmässler, 1835)	x				x		x		x	x		
	<i>Unio crassus</i> Philipsson, 1788	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	<i>Anisus vorticulus</i> (Troschel, 1834)					x					x		
	<i>Borysthenia naticina</i> (Menke, 1845)	x	x	x	x								
	<i>Esperiana daudebartii</i> (Prevost, 1821)										x		
	<i>Esperiana esperi</i> (A. Férussac, 1823)					x					x		x
	<i>Theodoxus danubialis</i> (C. Pfeiffer, 1828)							x					
ritka	<i>Pisidium amnicum</i> (O. F. Müller, 1774)	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
	<i>Sphaerium rivicola</i> (Lamerck, 1818)	x	x	x	x	x	x	x	x				
	<i>Sphaerium solidum</i> (Normand, 1844)					x		x					
	<i>Acroloxus lacustris</i> (Linnaeus, 1758)		x			x	x			x		x	x
	<i>Anisus spirorbis</i> (Linnaeus, 1758)		x	x	x	x						x	
	<i>Bathymphalus contortus</i> (Linnaeus, 1758)										x		
	<i>Physa fontinalis</i> (Linnaeus, 1758)	x	x			x	x			x	x		
inváziós	<i>Corbicula fluminea</i> (O. F. Müller, 1774)		x		x	x		x			x	x	
	<i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas, 1771)											x	
	<i>Sinanodonta woodiana</i> (Lea, 1834)				x	x		x	x				x
	<i>Haitia acuta</i> (Draparnaud, 1805)	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
	<i>Potamopyrgus antipodarum</i> (J. E. Gray, 1843)									x	x		
	<i>Theodoxus fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x		x						

A két védett kagylófajt a holtágakban nem találtuk meg. Az *U. crassus* a holtágak kivételével minden mintavételi helyen előfordult, míg a *P. complanata* a Rábából és az Ipolyból csak egy-egy helyről, a Bodrogból, Tiszából és Mosoni Dunából két-két helyről került csak elő. Mindkét faj az Ipolyban érte el a legmagasabb denzitás értéket (*U. crassus*: 17,9 egyed/m² (I7), *P. complanata*: 1,6 egyed/m² (I3)). A védett csigafajok közül a *Borysthenia naticina* a Tiszában és a Bodrogban fordult elő, ahol nagy mennyiségben volt jelen (138,7 egyed/m², B2). Az *Esperiana daudebartii* csak a Mosoni-Dunában fordult elő, ahol a legmagasabb denzitás érték 26 egyed/m² (MD2) volt. Az *Esperiana esperi* a Mosoni-Dunán kívül az Ipolyban és a holtágakban is megjelent, a legmagasabb denzitást azonban a Mosoni-Dunában érte el (7,3 egyed/m², MD2). A *Theodoxus danubialis* csak a

Rábában fordult elő, ahol a legmagasabb denzitás 6,7 egyed/m² (R3) volt. Az *Anisus vorticulus* az Ipolyban egy helyen, valamint a Mosoni-Dunában jelent meg, ahol 1,3 egyed/m² (MD2) denzitást ért el.

Az inváziós kagylófajok közül a *C. fluminea* a Bodrog, Ipoly és Rába forkolathoz közeli zavarásnak kitett folyószakaszán jelent csak meg, a Tiszában a Tokaj feletti szakaszon nem fordult elő. A Rábcában nem találtuk meg, a Mosoni-Dunában csak egy helyen fordult elő. A legmagasabb denzitás értéket a Rábában Győrnél érte el (32,7 egyed/m², R3). A *D. polymorpha* csak a holtágakban fordult elő, ahol 8 egyed/m² (HSZ1) volt a legmagasabb denzitás. A *S. woodiana* a Bodrogon nem fordult elő, a Rába, Ipoly és Tisza egy-egy zavart élőhelyéről került csak elő, a legnagyobb mennyiségben a Ráckevei-(Soroksári)-Duna-ág holtágaiban és az Ipoly szennyezett mintavételi helyén jelent meg (2 egyed/m², I3). Az inváziós csigafajok közül a *Haitia acuta* minden víztérben magas előfordulási gyakorisággal fordult elő, és a bodrogi zavarásnak kitett holtágban érte el a legmagasabb denzitás értéket (20 egyed/m², HB2). A *Theodoxus fluviatilis* a Tiszában és Bodrogon elterjedt volt, a legnagyobb egyedsűrűséget a Tiszában találtuk (12 egyed/m², T2). A *Potamopyrgus antipodarum* a Rábcából és Mosoni-Dunából került elő, ahol 40,7 egyed/m² (MD2) denzitást ért el.

A vizsgált puhatestű közösségek mintavételi helyek szerinti fajszám, egyedszám, Shannon-Wiener diverzitás és Berger-Parker diverzitás adatai a 2. táblázatban találhatóak.

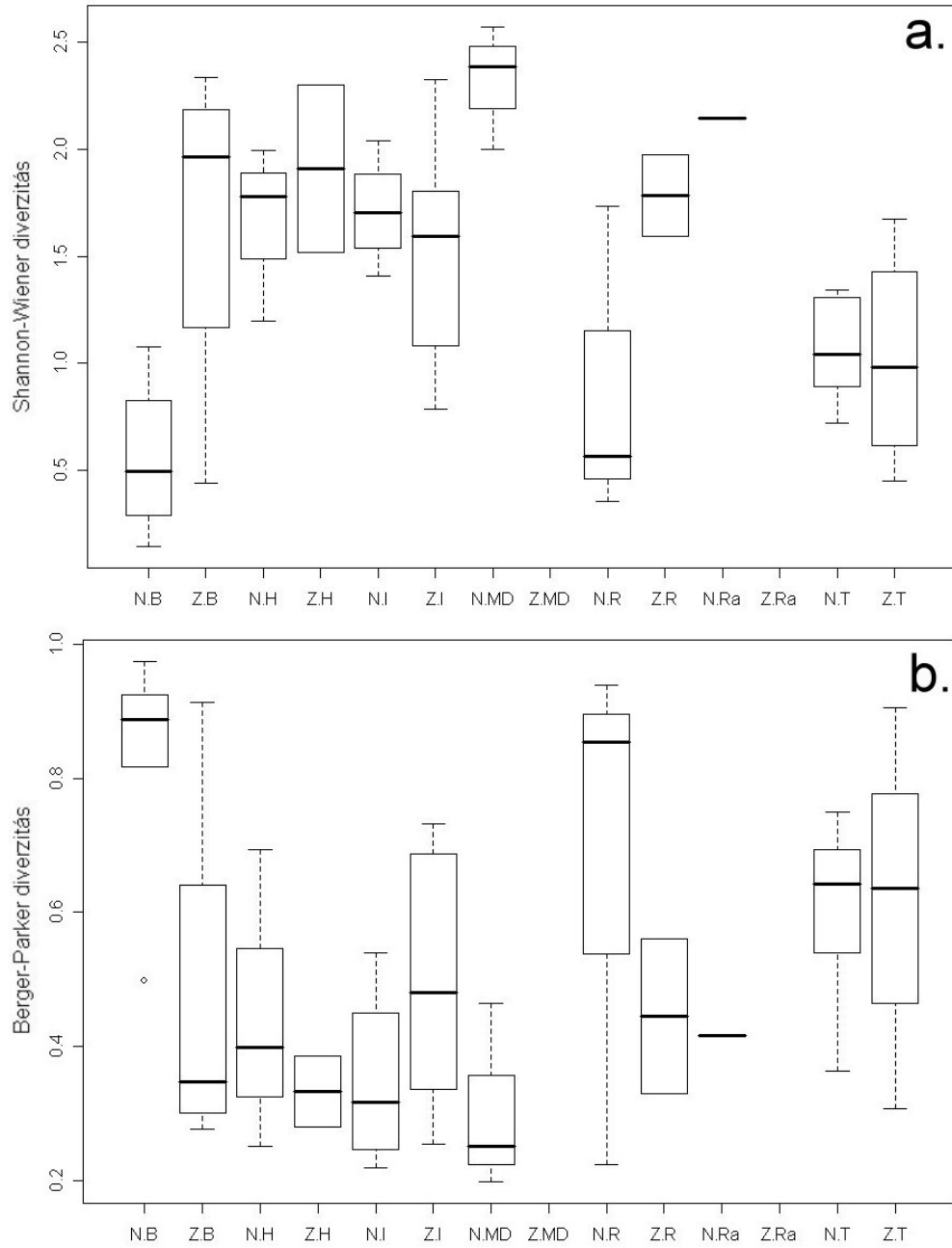
A Shannon-Wiener diverzitás alapján a vízterek ($p < 0,01$), valamint a zavart és zavarásmentes helyek között ($p < 0,05$) is találtunk szignifikáns különbséget. A vízterek szerint a Mosoni-Duna zavartalan élőhelyein volt a legnagyobb a puhatestű közösségek diverzitása, azonban a várttal ellentétben magasabb Shannon-Wiener diverzitás figyelhető meg a Bodrog és Rába zavart élőhelyein (2. ábra). A Berger-Parker diverzitás alapján nem figyelhető meg szignifikáns különbség a vízterek, valamint a zavart és zavarásmentes helyek között, azonban a várthoz hasonlóan magasabb diverzitást kaptunk a Bodrog és Rába zavarásmentes élőhelyein (2. ábra).

2. táblázat. A puhatestű közösségek jellemzése mintavételi helyek és vízterek szerint.

Mintavételi hely	Kód	Víztér	Év	Antropogén zavarás	Fajszám	Egyedszám	Shannon-Wiener diverzitás	Berger-Parker diverzitás
Nógrádszakál	I1		2011		6	4.3	1.41	0.54
N48 10 17.52 E19 30 28.98								
Balassagyarmat	I2		2011		9	7.7	2.04	0.22
N48 05 15.9 E19 18 0.66								
Ipolyvece	I3		2011	x	3	4.3	0.79	0.69
N48 03 56.4 E19 06 25.56	I3a		2012	x	27	110.6	2.32	0.25
Tésa	I4		2011		6	3.7	1.67	0.27
N48 00 35.6 E18 49 07.2	I4a		2012		8	8.3	1.73	0.36
Vámosmikola	I5		2011	x	11	71.3	0.99	0.68
N47 59 02.64 E18 46 35.94								
Ipolytölgyes	I6		2011	x	8	8.3	1.59	0.48
N47 55 51.47 E18 46 15.94								
Letskés	I7		2011	x	11	28.0	1.77	0.35
N47 53 19.32 E18 45 44.1	I7a		2012	x	14	89.3	1.84	0.32
Ipolydamásd	I8		2011	x	12	22.3	1.17	0.73
N47 50 44.88 E18 49 20.51				x				

2. táblázat. (folytatás)

Mintavételi hely	Kód	Víztér	Év	Antropogén zavarás	Fajszám	Egyedszám	Shannon- Wiener diverzitás	Berger- Parker diverzitás
Uraiújfalu	R1	Rába	2011		7	130.0	0.57	0.85
N47 20 52.32 E17 00 46.16	R1a		2012		16	192.1	0.36	0.94
Árpás	R3		2011		6	3.0	1.73	0.22
N47 30 43.68 E17 24 3.84	R4		2011	x	16	83.0	1.98	0.33
Győr	R4a		2012	x	18	86.3	1.59	0.56
N47 40 32.43 E17 37 8.56								
Ibrány	T1	Tisza	2011		3	4.0	0.72	0.75
N48 11 19.56 E21 43 52.14	T2		2011		7	8.7	1.31	0.54
Tiszabercel	T2a		2012		6	8.7	1.04	0.69
N48 9 53.7 E21 39 38.16								
Balsa	T3		2011		4	3.7	1.34	0.36
N48 10 34.2 E21 32 54.3								
Tímár	T4		2011		3	4.7	0.89	0.64
N48 9 36.78 E21 27 25.74	T5		2011	x	8	37.0	1.18	0.62
Taktakenéz	T5a		2012	x	7	119.0	0.78	0.65
N48 2 34.62 E21 13 37.98								
Tiszadob	T6	Bodrog	2011	x	6	4.3	1.67	0.31
N48 0 32.1 E21 8 24								
Tiszapalkonya	T7		2012	x	6	80.7	0.45	0.91
N47 53 20.54 E21 03 38.96								
Felsőberecki	B1		2011		5	62.0	0.50	0.89
N48 21 41.17 E21 41 19.74	B1a	Bodrog	2012		6	463.3	0.14	0.97
Sátoraljaújhely	B2		2011		3	40.0	0.29	0.93
N48 20 37.8 E21 40 0.42								
Bodrogolaszi	B3		2011		10	175.3	0.83	0.82
N48 16 32.1 E21 30 28.56	B3a		2012				1.08	0.50
Szegilong	B4		2011	x	9	92.0	0.44	0.91
N48 13 0.48 E21 24 42.24								
Szegi	B5		2011	x	14	28.0	2.03	0.37
N48 11 42.06 E21 23 0.78								
Bodrogkisfalud	B6		2011	x	10	13.3	1.90	0.33
N48 10 13.5 E21 21 46.44	B6a		2012	x	14	15.7	2.34	0.28
Rábca	Ra	Rábca	2011		23	291.3	2.14	0.42
N47 42 28.7 E17 22 43.4								
Kimle	MD1	Mosoni-Duna	2011		21	138.7	2.57	0.20
N47 50 03.6 E17 22 37.1								
Mosonmagyaróvár	MD2		2011		15	13.3	2.38	0.25
N47 51 30.6 E17 17 16.2								
Mecsér	MD3		2011		22	128.0	2.00	0.46
N47 47 54.9 E17 28 49.2								
Szigetbecse, Ráckevei- (Soroksári)-Duna	HRSD	Holtág	2011	x	6	13.0	1.52	0.38
N47 7 37.6 E18 57 13.2								
Rajka, Szigetköz	HSZ1		2011		9	16.0	1.99	0.25
N47 59 38.7 E17 13 0.5								
Dunasziget, Szigetköz	HSZ2		2011		13	133.0	1.78	0.40
N47 57 12.1 E17 21 21.4								
Bodrog	HB1		2012		9	33.7	1.20	0.69
N48 10 51.6 E21 23 40.1								
Viss, Bodrog	HB2		2012	x	18	61.0	2.30	0.28
N48 13 35.1 E21 28 49.9								



2. ábra. A puhatestű közösségek Shannon-Wiener **(a)** és Berger-Parker **(b)** diverzitása a vizek és az antropogén zavarás megléte-hiánya alapján. Jelmagyarázat: N-zavarásmentes élőhely, Z-zavart élőhely, B-Bodrog, H-holtágak, I-Ipoly, MD-Mosoni-Duna, R-Rába, Ra-Rábca, T-Tisza.

A vízkémiai adatok alapján a vizek közül a Tisza elkülönül a közepes méretű vízfolyásoktól (Bodrog, Mosoni-Duna, Ipoly, Rába és Rábca) és a holtágaktól, azonban nem figyelhető meg elkülönülés az antropogén zavarásnak kitett és a zavarásmentes mintavételi helyek között (3. ábra). A malakofauna összetétele alapján a Duna és a Tisza vízrendszerének mintavételi helyei, valamint a holtágak víztere külön csoportosul, míg a zavart és a zavarásmentes mintavételi helyek a vízkémiai paraméterek alapján kapott ábrához hasonlóan nem különülnek el (4. ábra).

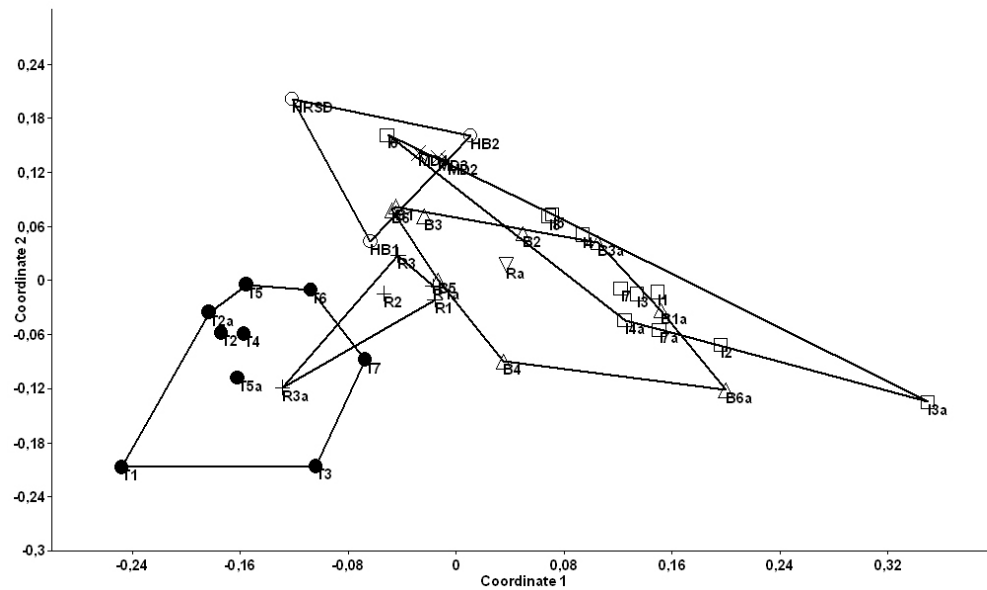
Értékelés

A puhatestű közösségek összetétele alapján a vizsgált vizek a vízrendszerek szerint elkülönültek, azonban a humán zavarásnak kitett és a zavarásmentes élőhelyek nem váltak szét. Mindazonáltal a puhatestű közösségek Shannon-Wiener diverzitása, valamint a veszélyeztetett és ritka fajok száma a Mosoni-Duna zavartalan élőhelyein érte el a legmagasabb értéket. A zavart élőhelyeken pedig az inváziós fajok száma magasabb volt, ami jelzi, hogy a degradált élőhelyek elősegíthetik az idegenhonos fajok megtelepedését.

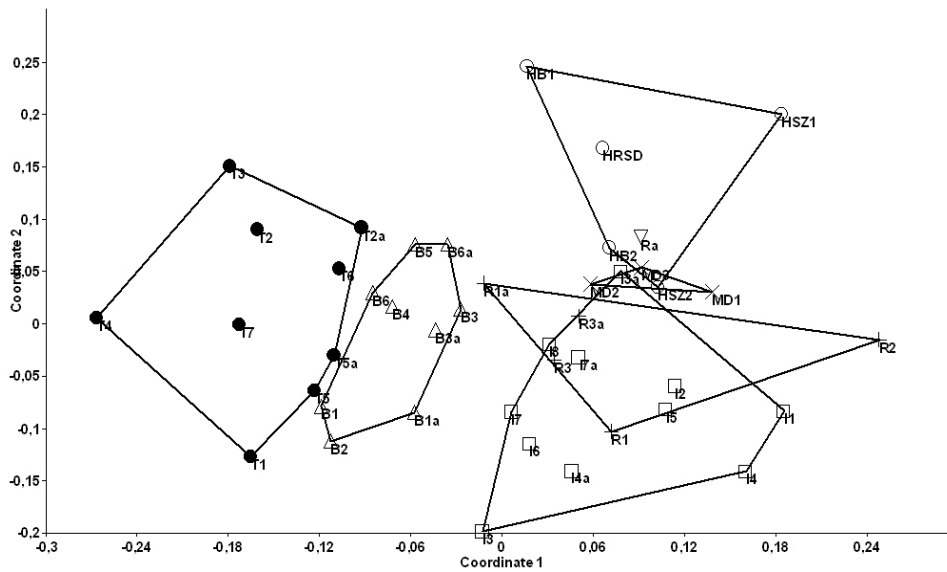
A gyűjtött védett kagylófajok közül az *U. crassus* természetvédelmi helyzete a Pannon Ökorégióban még kedvező a többi európai régióhoz viszonyítva, így a Magyarországon található életképes populációk megőrzése különösen fontos feladat. Az IUCN vörös listáján sérülékenyként szereplő *P. complanata* viszont nagyon ritkának bizonyult a vizsgált magyarországi vízfolyásokban. A védett csigafajok közül a *B. naticina* természetvédelmi helyzete még kedvező Magyarországon, az *A. vorticulus*, *E. daudebartii*, *E. esperi* és *T. danubialis* viszont a gyűjtéseink alapján ritkának bizonyult a vizsgált vizekben.

Az elmúlt évtizedben a Dunában sikeresen elterjedt és egyes helyeken nagy mennyiségben előforduló *C. fluminea* és *S. woodiana* a Duna befolyóvizeiben eddig még csak a zavart, és a torkolathoz közeli élőhelyeket hódította meg. Azonban ha ezek az inváziós kagylófajok sikeresen tovább terjeszkednek a többi folyószakaszon is, akkor az őshonos bentikus fauna számára veszélyt jelenthetnek (HAAS et al. 2002). A *C. fluminea* a Sphaeriidae családba tartozó kagylófajok, főleg a ritka *S. rivicola* és a *P. amnicum* számára jelent komoly veszélyforrást. A Dunában azokon az élőhelyeken, ahol a *C. fluminea* robbanásszerűen elszaporodott, a két ritka kagylófaj alacsony denzitással vagy egyáltalán nem fordul elő (BÓDIS et al. 2011). A *S. woodiana* az Unionidae családba tartozó fajok számára jelent versenytársat. A *S. woodiana* glochidium lárvái számára a halfajok széles skálája szolgál gazdaszervezetként, míg az őshonos Unionidae fajok gazdaspecifikusak, csak egyes őshonos halfajokon képesek kifejlődni (DOUDA et al. 2011), így a *S. woodiana* csökkentheti az esélyüket az alkalmas gazdaszervezet megtalálásában. Az inváziós csigafajok közül a *H. acuta* és a *P. antipodarum* a magyarországi vízfolyásokban eddig még nem szaporodott el tömegesen, így komolyabb veszélyt nem jelent az őshonos fauna számára, míg a *T. fluviatilis* okozhat természetvédelmi károkat. A *T. fluviatilis* jelenleg a magyarországi Duna-szakasz teljes hosszában megtalálható egyik leggyakoribb csigafaj, egyes helyeken magas denzitás értékeket ér el (BÓDIS 2012), míg a két őshonos *Theodoxus* faj közül a *T. transversalis* életképes populációinak száma jelentősen lecsökkent egész Európában és a faj teljesen eltűnt a magyarországi Duna-szakaszból (FEHÉR et al. 2012), a *T. danubialis* előfordulási gyakorisága és denzitása pedig nagyon lecsökkent (BÓDIS 2012). Korábbi tanulmányok az évtizedekkel ezelőtti Dunában Kelheimtől a deltáig igen gyakori *T. danubialis* megritkulásának lehetséges okaként említik a fokozódó szennyezés és

az inváziós *T. fluviatilis* előretörésének együttes hatását (FEHÉR et al. 2007, GRAF et al. 2008). A munkánk során kapott eredmények hozzájárulhatnak ahhoz, hogy felhívják a figyelmet az utóbbi évtizedekben az idegenhonos kagyló- és csigafajok felgyorsult terjeszkedésére, ami a humán szennyezések és vízrendezések mellett hosszabb távon komoly veszélyforrást jelenthet egyes őshonos fajok számára.



3. ábra. A mintavételi helyek NMDS ordinációja a vízkémiai paraméterek alapján (Euklideszi távolságfüggvény). Jelmagyarázat: kódok a 2. táblázatban, szimbólumok: ● - Tisza, Δ - Bodrog, □ - Ipoly, + - Rába, × - Mosoni-Duna, ▽ - Rábca, ○ - holtágak.



4. ábra. A mintavételi helyek NMDS ordinációja a malakofauna összetétele alapján (Jaccard hasonlósági index). Jelmagyarázat: kódok a 2. táblázatban, szimbólumok: ● - Tisza, Δ - Bodrog, □ - Ipoly, + - Rába, × - Mosoni-Duna, ▽ - Rábca, ○ - holtágak.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a KTIA-OTKA CNK80140 számú pályázata támogatta. Köszönet illeti Oertel Nándort, Nosek Jánost és Molnár Editet a terepmunka során nyújtott segítségükért.

Felhasznált irodalom

- BALOGH, CS. – MUSKÓ, I. B. – G.-TÓTH, L. – NAGY, L. (2008): Quantitative trends of zebra mussels in Lake Balaton (Hungary) in 2003–2005 at different water levels. – *Hydrobiologia* 613: 57–69.
- BOGAN, A.E. (1993): Freshwater bivalve extinctions (Mollusca: Unionoida): a search for causes. – *American Zoologist* 33: 599–609.
- BÓDIS, E. – NOSEK, J. – OERTEL, N. – TÓTH, B. – HORNUNG E. – SOUSA R. (2011): Spatial distribution of bivalves in relation to environmental conditions (Middle Danube catchment, Hungary). – *Community Ecology* 12(2): 210–219.
- BÓDIS, E. (2012): A malakofauna tér- és időbeli mintázata a magyarországi Duna-szakasz egy vízrendszerében. – PhD értekezés, SZIE ÁOTK 131 pp.
- BÓDIS, E. – SIPKAY, CS. – TÓTH, B. – OERTEL, N. – NOSEK, J. – HORNUNG, E. (2012): Spatial and temporal variation in biomass and size structure of *Corbicula fluminea* in Middle Danube catchment, Hungary. – *Biologia Bratislava* 67(4): 739–750.
- BÓDIS, E. – TÓTH, B. – SOUSA, R. (2013): Massive mortality of invasive bivalves as a potential resource subsidy for the adjacent terrestrial food web. – *Hydrobiologia* (in press).
- DOUDA, K. – VRTÍLEK, M. – SLAVÍK, O. – REICHARD, M. (2011): The role of host specificity in explaining the invasion success of the freshwater mussel *Anodonta woodiana* in Europe. – *Biological Invasions* 14: 127–137.
- FALKNER, G. – BANK, R.A. – PROSCHWITZ, T. (2001): Check-list of the non-marine molluscan species-group taxa of states of northern, atlantic and central Europe (CLECOM I). – *Heldia* 4: 1–76.
- FEHÉR, Z. – GUBÁNYI, A. (2001): A magyarországi puhatestűek elterjedése. – Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, ISBN 963 7093 70 2, 466 pp.
- FEHÉR, Z. – MAJOROS G. – VARGA, A. (2004): A scoring method for the assessment of rarity and conservation value of the Hungarian freshwater molluscs. *Heldia*, 6: 127–140.
- FEHÉR, Z. – VARGA, A. – DELI, T. – DOMOKOS, T. – SZABÓ, K. – BOZSÓ, M. – PÉNZES, Zs. (2007): Filogenetikai vizsgálatok védett puhatestűeken. – In: FORRÓ, L. (szerk.): A Kárpát-medence állatvilágának kialakulása: A Kárpát-medence állattani értékei és faunájának kialakulása. Budapest, Magyar Természettudományi Múzeum, pp. 183–200.
- FEHÉR, Z. – ALBRECHT, C. – MAJOR, Á. – SEREDA, S. – KRIZSIK, V. (2012): Extremely low genetic diversity in the endangered striped nerite, *Theodoxus transversalis* (Mollusca, Gastropoda, Neritidae) – a result of ancestral or recent effects? – *North-Western Journal of Zoology* (2): 300–307.
- FELFÖLDY, L. (1987): A biológiai vízminősítés. (4. javított és bővített kiadás) – *Vízügyi Hidrobiológia* 16, VGI Budapest, 263 pp.
- GALLARDO, A. – PRENDA, J. – PUJANTE, A. (1994): Influence of some environmental factors on the freshwater macroinvertebrates distribution in two adjacent river

- basins under Mediterranean climate. 2. Mollusks. – Archiv für Hydrobiologie 131: 449–463.
- GLÖER, P. – MEIER-BROOK, C. (1998): Süßwassermollusken. 12. Aufl., – Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg, 136 pp.
- GRAÇA, M.A. – PINTO, P. – CORTES, R. – COIMBRA, N. – OLIVEIRA, S. – MORAIS, M. – CARVALHO, M.J. – MALO, J. (2004): Factors affecting macroinvertebrate richness and diversity in Portuguese streams: a two-scale analysis. – International Review of Hydrobiology 89: 151–164.
- GRAF, W. – CSÁNYI, B. – LEITNER, B. – PAUNOVIC, M. – CHIRIAC, G. – STUBAUER, I. – OFENBÖCK, T. – WAGNER, F. (2008): Macroinvertebrates. In: LIŠKA, I. – WAGNER, F. – SLOBODNÍK, J. (eds.): 2nd Joint Danube Survey. Final Scientific Report, ICPDR – International Commission for the Protection of the Danube River, Wien, pp. 41–53.
- HAAS, G. – BRUNKE, M. – STREIT, B. (2002): Fast turnover in dominance of exotic species in the Rhine river determines biodiversity and ecosystem function: an affair between amphipods and mussels. – In: LEPPAKOSKI, E. et al. (eds.): Invasive Aquatic Species of Europe, Netherlands. pp. 426–432.
- HAMMER, O. – HARPER, D.A.T. – RYAN, P.D. (2001): PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. Paleontologia Electronica, 4(1): 1–9.
- IUCN (2012): The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 30 January 2012.
- KOLAR C.S. – LODGE, D.M. (2011): Progress in invasion biology: predicting invaders. – Trends in Ecology & Evolution 16: 199–204.
- LYDEARD, C. – COWIE, R.H. – PONDER, W.F. (2004): The global decline of nonmarine molluscs. – Bioscience 54: 321–330.
- MSZ ISO 7150-1:1992 (1992): Az ammónium-ion meghatározása. Magyar Szabvány Hivatal, Budapest.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2007): A language and environment for statistical computing. – R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org>.
- RICHNOVSZKY, A. – PINTÉR L. (1979): A vízcisigák és kagylók (Mollusca) kishatározója. – In: Vízügyi Hidrológia 6, Szerk.: Felföldy L. VIZDOK Budapest, 206 pp.
- SOUSA, R. – GUTIÉRREZ, J.L. – ALDRIDGE, D.C. (2009): Non-indigenous invasive bivalves as ecosystem engineers. – Biological Invasions 11: 2367–2385.
- STRAYER, D.L. – DOWNING, J.A. – HAAG, W.R. – KING, T.L. – LAYZER, J.B. – NEWTON, T.J. – NICHOLS, S.J. (2004): Changing perspectives on pearly mussels, North America's most imperiled animals. – BioScience, 54: 429–439.
- VAUGHN, C.C. – HAKENKAMP, C.C. (2011): The functional role of burrowing bivalves in freshwater ecosystems. – Freshwater Biology 46: 1431–1446.