



## A balatoni busa (*Hypophthalmichthys spp.*) néhány szaporodásbiológiai jellemzőjének vizsgálata

### Studying some reproduction biology parameters of filter-feeding Asian carps (*Hypophthalmichthys spp.*) in Lake Balaton

Józsa V.<sup>1</sup>, Boros G.<sup>2</sup>, Mozsár A.<sup>2</sup>, Vitál Z.<sup>2</sup>, Györe K.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Halászati Kutatóintézet, Szarvas

<sup>2</sup>MTA Ökológiai Kutatóközpont, Balatoni Limnológiai Intézet, Tihany

**Kulcsszavak:** invazív fajok, Balaton, GSI, abszolút termékenység, relatív termékenység

**Keywords:** invasive species, Lake Balaton, GSI, absolute fecundity, relative fecundity

#### Abstract

According to Article 4 (2a) of directive coming into force from January 2016 the criterion for entering the List of invasive alien species of EU concern is whether they are capable of establishing viable population anywhere, spreading in the environment. Under the current Hungarian regulations, seven fish species have been unambiguously classified as invasive. The list of species includes silver carp, which is economically the most significant in Hungarian inland waters. Former phenotypic identification indicated that over 90% of individuals had the characteristics of interspecific hybrids in Lake Balaton. In 35 examined silver carps, the estimated age varied between 9-16 years ( $12.32 \pm 1.9$ ; mean $\pm$ SD), the body length between 94-134 cm ( $110 \pm 10$ ; mean $\pm$ SD), the body weight between 13000-35000 g ( $20520 \pm 5157$ ; mean $\pm$ SD), while the wet mass of the female gonads between 810-7000 g ( $3545 \pm 1249$ ; mean $\pm$ SD). In our case, the percentage of hybrids was 51%, while we found 43% silver carp and 6% big head carp. The gonadosomatic index (GSI) values of fish varied between 6.2-27.8% ( $17.2 \pm 1.7$ ; mean $\pm$ SD). The calculated absolute fecundity varied between 823-3712 thousand eggs. The difference between the calculated and theoretical absolute fecundity was 12-79% ( $45 \pm 24$ ; mean $\pm$ SD). The relative fecundity was 42-177 thousand ( $105 \pm 45$ ; mean $\pm$ SD) eggs/kg. Because of the risk of natural reproduction of Asian carps in Lake Balaton, it is necessary to reduce the biomass as much as possible. Otherwise their presence will result in the further interspecific competitions between Asian carps and native planktivore species.

#### Kivonat

A 2016 januárjától életbe lépő direktíva 4. cikk (2) a) pontja szerint, az Unió számára veszélyt jelentő idegenhonos özőnfajok jegyzékébe kerülésének feltétele, hogy azok képesek legyenek bárhol életképes populációt alkotni, a környezetben elterjedni. Az érvényes magyar törvények szerint hét halfaj kapott egyértelműen invazív besorolást, melyek közé tartozik a természetes vizeinkben gazdasági jelentőséggel bíró busa is. Korábbi alaktani vizsgálatok megállapították, hogy a Balatonban élő busapopulációt fenotípus szerint >90%-ban hibridek alkotják. A vizsgált 35 db busa becsült életkora 9-16 év ( $12,32 \pm 1,9$ ; átlag $\pm$ szórás), testhossza 94-134 cm ( $110 \pm 10$ ; átlag $\pm$ szórás), testtömege 13000-35000 g ( $20520 \pm 5157$ ; átlag $\pm$ szórás), gonádtömege 810-7000 g ( $3545 \pm 1249$ ; átlag $\pm$ szórás) értékek között váltakozott. A szemrevételezéses fenotípus alapján a közel egyenlően kevert hibridek százalékos aránya 51%, a fehér busa jellegűeké 43%, a pettyes busa jellegűeké 6% volt. A gonadoszomatikus-index (GSI) szezonálisan 6,2-27,8% ( $17,2 \pm 1,7$ ; átlag $\pm$ szórás) értékek között váltakozott. A számított abszolút termékenység 823-3712 ezer db ( $2156 \pm 841$ ; átlag $\pm$ szórás) ikraszem között váltakozott. A számított és elméleti abszolút termékenység között 12-79% ( $45 \pm 24$ ; átlag $\pm$ szórás) volt az eltérés. A relatív termékenység 42-177 e. db/kg ( $105 \pm 45$ ; átlag $\pm$ szórás) ikraszem volt. A balatoni busa természetes szaporodásának veszélye miatt szükséges annak állományát a lehető legkisebb mértékűre csökkenteni. Ennek elmaradása a szükségesélettér és természetes táplálék hiányában az őshonos halfajok további visszaszorulását fogja eredményezni.

#### Bevezetés

Az Európai Bizottságot egyre inkább foglalkoztatja az a kérdéskör, hogy az idegen (nem Európában honos) növények és állatok károsak lehetnek Európa ökológiai egyensúlyára. A biológiai invázió, mint kiemelt jelentőségű veszélyeztető tényező, egyre hangsúlyosabb

szerepet kap az Európai Unió környezetpolitikájában is. A több éves előkészítést és társadalmi vitát követően az Európai Tanács 2014 májusában elfogadta az „Idegenhonos özönfajok betelepítésének és elterjedésének megelőzéséről és fékentartásáról” szóló rendelet tervezetét, mely megteremti az Európai Unió tagállamaiban az idegenhonos invazív fajok elleni harc jogi hátterét. A rendelet 4. cikke alapján minden tagállamnak ez év végéig össze kell állítania az inváziós fajok fekete listáját, majd a lista elfogadása után, a direktíva 2016 januárjától életbe lép. A direktíva 4. cikk (2) a) pontja szerint, a fajok fekete listájára történő kerülésnek a feltétele, hogy azok képesek legyenek bárhol életképes populációt alkotni, a környezetben elterjedni.

A 2013. évi CII. törvény a halgazdálkodásról és halvédelméről, valamint annak végrehajtási rendelete (133/2013. (XII.29) VM rendelet) megadja a hazai törvényi kereteket az invazív halfajok elleni hatékony fellépéshez. A végrehajtási rendelet 8. mellékletének II. részében a hazai vizekben előforduló halfajok közül 24-et sorolt az idegenhonos halfajok közé. Ez több mint egy negyede a hazai vizeinkben előforduló 86 halfajnak (Halasi Kovács és Harka 2012.). Ezek közül hét halfaj kapott invazív besorolást, melyek közé tartozik a természetes vizeinkben gazdasági jelentőséggel bíró busa is.

Az invazív fajok őshonos fajokat szoríthatnak ki versengés, ragadozás, parazitizmus vagy más mechanizmusok útján, így hosszabb távon csökkentik a társulás fajgazdagságát. Sok olyan esetet ismerünk, amikor a behurcolt faj elszaporodása nyomán az ökológiai rendszer nagyban elszegényedett, ez történt például a Fekete-tengerben a fésűs medúza (*Mnemiopsis leidyi*) megtelepedése után. Globális szinten az inváziók nagyban hozzájárulnak a bioszféra "homogenizálásához" (Chapin et al. 2000, Standovár és Primack 2001, Woodruff 2001). Az indiai tározók fehér busa állománya esetében is, negyven évvel az első telepítést követően, már azt állapították meg, hogy az negatív hatással van a halfajok diverzitására (Biju Kumar 2000).

A Halgazdálkodási törvény 7. § (2) pontja egyértelműen meghatározza, hogy a 200 hektárnál nagyobb állóvízi vagy a 20 km-nél hosszabb folyóvízi halgazdálkodási területen jelentős ökológiai hatásnak kell tekinteni az inváziós fajok, különösen a busa és a törpeharcsa tömeges előfordulását.

Megállapítható, hogy területéből adódóan mind a Balaton, mind a Duna és a Tisza eleget tesz ezen törvényi feltételeknek, ezért célszerű lenne újragondolni az állam vagy a halászati, horgászati kezelők által azokon alkalmazott halgazdálkodást.

A fentiek miatt vizsgálni kell, hogy a busa eleget tesz-e a direktíva 4. cikk (2) a) pontjában a fajok fekete listájára kerüléséhez támasztott feltételnek, azaz képes-e bárhol életképes populációt alkotni, a környezetben elterjedni.

Jelenlegi ismereteink szerint egyértelműen megállapítható, hogy a busa a Duna (Jankovic et al. 1992) és a Tisza vízgyűjtőjén természetes körülmények között szaporodik. A Balatonba 1972-ben kísérleti jelleggel telepítettek fehér és pettyes busát (Bíró 1976). Az első években kisebb, jelentéktelenebb mennyiségben került kihelyezésre, 1976–80 között évi 20 tonna másodnyaras busa került a tóba, majd ezt a mennyiséget 40 tonna/évre növelték az évek folyamán. A telepítések 1983-ig tartottak. Ez idő alatt mintegy 1,5 millió növendék busa került kihelyezésre 290 tonna össz-tömegben.

A környezeti hatások jobb megismerése érdekében vizsgálni kell még a busa hibridizációjának hatását annak táplálkozására, termékenységére és növekedésére.

Tízennégy évvel a tiszai cianidszennyezést követően megállapítható, hogy az ottani busaállomány teljes mértékben regenerálódott, azonban a halfauna az invazív fajok dominanciája mellett homogén né vált (Józsa et al. 2011). A pár évvel ezelőtt általunk végzett, az alsó-tiszai halközösség invazív halfajainak tömegarány becslése során megállapítást nyert, hogy a halászati fogásokban, a gazdaságilag is jelentős invazív halfajok (busa, ezüstkárász, törpeharcsa) szákmánybeli aránya éves átlagban 60% volt! Az egyéb hal (ponty, harcsa, süllő, csuka, márna, balin, számos másodrendű haszonhal) aránya mindössze 40% -ot tett ki.

A busa biológiai szerepét és hatását a Balatonban 2002 óta vizsgáljuk. Morfometriai vizsgálatok alapján megállapítást nyert, hogy az ott élő busapopulációt fenotípus szerint >90%-ban hibridek alkotják (Boros et al. 2013). A balatoni busaállomány esetében is egyre több, tudományosan igazolt tény alapján vélelmezhető azok időszakonként bekövetkező természetes szaporodása. Mivel hazánk területe a 10 °C fokos izotermikus vonal felett helyezkedik el, a balatoni busaállomány is érett ivartermékeket termel. Ez az a minimális hőigény, ami felett ennek a fajnak az egyedei ivarilag beérnek és szaporodni képesek (Wolny 1969).

A petefészkek szezonális szövettani vizsgálata során megállapítást nyert, hogy a májusi mintákban a kései vitellogenezis stádiumában lévő oociták voltak a dominánsak, valamint a gonád hátsó traktusából származó mintákban viszonylag nagyszámú posztovulációs sárgatest volt megfigyelhető. Ez utalhat az első ikraadag ovulációjára és ürítésére az ívási időszakban. A szeptemberi minták szövettani képe alapján feltételezhető volt, hogy megfelelő környezeti viszonyok között az ikrások még ebben az időszakban is képesek lennének az íváásra. A novemberi minta szövettani képe egyrészt jelezheti az ikrások ívási problémáit, melyet igazolhat a viszonylag nagyszámú érő oocita és az egyenként előforduló preovulációs sárgatestek egyidejű jelenléte. Másfelől jelentheti, hogy a stabil környezeti feltételek eredményeként már a busánál is kialakulhatott a policiklusú szaporodású halakra jellemző peteérési mód (Józsa et al. 2012).

A fentiek ismeretében tartottuk szükségesnek a balatoni busák termékenységi vizsgálatának elvégzését, azok szaporodási stratégiájának jobb megismerése érdekében.

### Anyag és módszer

A mintavételezés 2013. március-szeptember időszakában történt 110 mm-es szemméretű kopoltyúhálókkal, melyet az MTA ÖK BLI és a NAIK HAKI kutatói végeztek a Balatoni Halgazdálkodási Nonprofit Zrt. halászai segítségével. A fogási idő 6-8 óra között váltakozott. A vizsgált egyedek méretei az alkalmazott fogóeszköz szembősége miatt nem adnak reprezentatív képet a teljes állomány méret- és korösszetételéről. A halegyedek törzhossza mm-es, a test- és gonád tömege gramm pontossággal került meghatározásra. A kifogott egyedekből a későbbi termékenységi vizsgálatokhoz gonádmintát gyűjtöttünk. A begyűjtött gonádmintákat az azonosító számmal történt megjelölés után fagyasztással tartósítottuk.

Az egyedi abszolút termékenységet a halak hatalmas ikramennyiségére való tekintettel, közvetett, mérlegeléses módszerrel határoztuk meg, a gonádtól elválasztott 3 almintában megszámlált ikra mennyisége alapján. Egy almintá tömege 50 mg volt. Az almintákban lévő ikrákat ún. Bogomorov-kamrába helyeztük, a számlálás binokuláris mikroszkóp nagyítása mellett történt. A számolási hiba elkerülése érdekében a számláláshoz laboratóriumi sejtszámlálót használtunk.

Az egyedi abszolút termékenység kiszámítása a következő képlet segítségével történt:

$$T_a = \frac{(t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n)}{n} * \frac{G}{g}$$

A képletben G - a gonád teljes tömege, g - az alminták tömege,  $t_1, t_2, t_3 \dots t_n$  az almintából meghatározott ikraszám.

Brylinska (1972) szerint az egyedi abszolút termékenységgel legszorosabban a testtömeg korrelál, ezért az egyedi abszolút termékenység változását a testtömeg függvényében adtuk meg. A testtömeg függvényében változó egyedi abszolút termékenység a  $T_a = a \times W \pm b$  regressziós képlettel becsülhető meg, amelyben  $T_a$  - az egyedi abszolút termékenység, W - a testtömeg, a - a regressziós állandó, b - a regressziós együttható.

## Eredmények és értékelés

### Fogásstatisztikai adatok

A vizsgált 35 db busa becsült életkora 9-16 év ( $12,32 \pm 1,9$ ; átlag $\pm$ szórás), testhossza 94–134 cm ( $110 \pm 10$ ; átlag $\pm$ szórás), testtömege 13000–35000 g ( $20520 \pm 5157$ ; átlag $\pm$ szórás), a gonád tömege 810–7000 g ( $3545 \pm 1249$ ; átlag $\pm$ szórás), értékek között váltakozott.

A mintázás során megállapított fenotípus alapján esetünkben a kevert hibridek százalékos aránya 51%, a fehér busa jellegűeké 43%, a pettyes busa jellegűeké 6% volt (1–3. ábra).



1. ábra. Kevert alaktani jegyekkel rendelkező hibrid busa  
Fig. 1. Hybrid filter feeding Asian carp with mixed phenotypic attributes



2. ábra. Fehér busa alaktani jegyeivel rendelkező hibrid busa  
Fig. 2. Hybrid filter-feeding Asian carp with silver carp phenotypic attributes



3. ábra. Pettyes busa alaktani jegyeivel rendelkező hibrid busa  
Fig. 3. Hybrid filter-feeding Asian carp with bighead carp phenotypic attributes

1. táblázat. A GSI index szezonális változása  
Table 1. Seasonal change of the GSI index

2013	március March	április April	május May	június June	szeptember September	október October	november November
GIS értéke (%) GSI value (%)	9,3	12,2	23,2	25	25,5	13,7	23,7
	17	17,8	12,8	18,6	12,2	13,8	16,8
	6,2	17,9	18	17,6	21,8	15,4	18,1
	13,2	18,3	14,4	24,1	21,1	-	14,9
	20,7	17,2	-	27,8	-	-	16,8
	-	10,4	-	23,5	-	-	10,9
	-	-	-	-	-	-	17,6
átlag / mean	13,3	15,6	17,1	22,8	20,1	14,3	17
szórás / SD	5,8	2,5	4,6	4,3	5,7	0,9	3,4
minimum	6,2	10,4	12,8	17,6	12,2	13,7	10,9
maximum	20,7	18,3	23,2	27,8	25,5	15,4	23,7

#### Abszolút termékenység

A fagyasztott gonádmintákból 21 darabnál sikerült értékelhető eredményt kapni. A fagyasztás előtti és kiolvasztás utáni gonádtömegben 3,5–5,5%-os eltérést mértünk. Ez főképpen a kiolvasztás során fellépő vízvesztéséből adódott, annak az ikra mennyiségére nem volt kihatása.

Az almintákból számolt ikramennyiségek szórása 10–11 db volt. A számított abszolút termékenység 823–3712 ezer db (1990±932; átlag±szórás) ikraszem között váltakozott (2. táblázat).

2. táblázat. Az abszolút termékenység átlagos értékei  
Table 2. Mean values of absolute fecundity

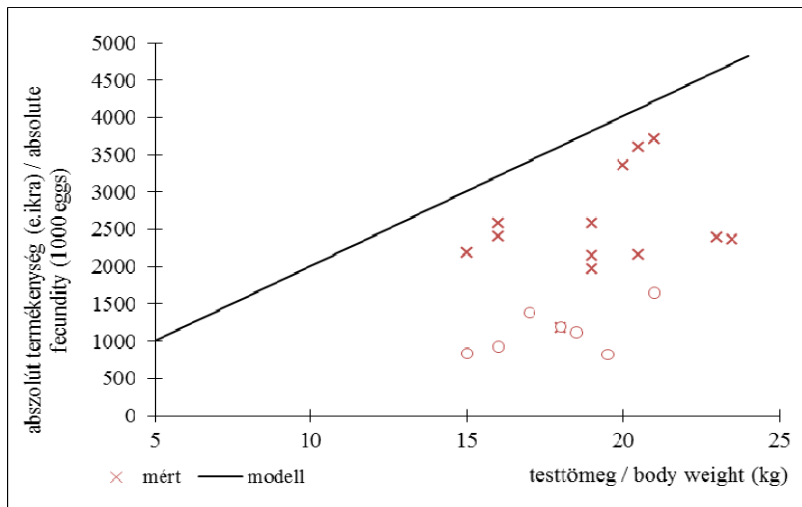
	alminták (db/50 mg) subsamples (pc./50 mg)	absz. termékenység, x e. db ikra absolute fecundity, x 1000 eggs
minimum	8	823
maximum	48	3712
átlag / mean	28	1990
szórás / SD	11	932

A regressziós képlet segítségével a testtömeg függvényében meghatároztuk egy adott méreztöztály elméleti abszolút termékenységét. A vizsgált 21 egyednél a regressziós állandó (a) értéke 201 a regressziós együttható (b) értéke 0,758 volt. Az összefüggés szorosságát jelző  $r^2$  értéke alacsony, 0,227.

A számított elméleti értékek alapján megállapítható, hogy a busa számolt termékenysége a testtömeg növekedésével elmarad a modellezett értéktől. Az eltérés 12–79% ( $46 \pm 23$ ; átlag±szórás) volt. Az 50%-os szórást meghaladó eltéréseket nemcsak az állomány gyengébb kondíciójával, hanem az idősebb, 10–12 éves egyedek esetében a feltételezhető részleges ikraszórással magyarázzuk. Az 50%-nál nagyobb szórású egyedeket az ábrán „o” jelöléssel különböztettük meg. (3. táblázat, 4. ábra).

3. táblázat. A modellezett abszolút termékenység értékei  
Table 3. Values of theoretical absolute fecundity

Testtömeg / Body weight (kg)	absz. termékenység, x ezer db ikra / abs. fecundity, x 1000 eggs		számolt/modell; calc./theor.	Testtömeg / Body weight (kg)	absz. termékenység, x ezer db ikra / abs. fecundity, x 1000 eggs		számolt/modell; calc./theor.
W	modell / theoretical	számolt/ calculated	eltérés / diff. %	W	modell / theoretical	számolt/ calculated	eltérés / diff. %
15	3018	2190	-27,4	19	3822	2586	-32,3
15	3018	823	-72,7	19,5	3923	823	-79,0
16	3219	2587	-19,6	20	4023	3364	-16,4
16	3219	2406	-25,3	20,5	4124	3603	-12,6
16	3219	928	-71,2	20,5	4124	2155	-47,7
17	3420	1387	-59,4	21	4224	1652	-60,9
18	3621	1190	-67,1	21	4224	3712	-12,1
18	3621	1181	-67,4	23	4627	2385	-48,5
18,5	3722	1116	-70,0	23,5	4727	2363	-50,0
19	3822	2140	-44,0	24	4828	-	
19	3822	1964	-48,6				



4. ábra. Abszolút termékenység a testtömeg függvényében  
Fig. 4. Relationship between body weight and absolute fecundity

Az összehasonlíthatóság érdekében kiszámítottuk a relatív termékenységet. Az egy kilogramm testtömegre eső ikra mennyisége 42–177 ezer db (105±45; átlag±szórás) ikraszem volt. A kapott átlagos érték mintegy 30–75 %-kal haladja meg a 60–80 e. db ikraszemes irodalmi értéket (Horváth et al. 1984). Ez erősítheti azt a feltételezést, hogy a hibridizáció fokának kihatása van a termékenységre is. Ezt a jövőben célszerű lenne célirányosan vizsgálni.

A termékenységi kondíció ismeretében megállapítható, hogy az esetleges természetes szaporodás következtében növekvő busapopuláció magában hordozza azt a veszélyt, amelyre már Opuszynski (1979) is felhívta a figyelmet. Kísérletei során a busával sűrűn

népesített pontyos halastavakban a fitoplankton biomasszájának és a primer produkciónak a növekedését állapította meg. Ennek okaként az alábbi tényezőket tartotta felelősnek:

- kis hatékonyságú fitoplankton kilegelés a detrituszra történő táplálékváltás miatt,
- a fitoplanktonot fogyasztó zooplankton kifalása,
- gyorsabb tápanyagforgalom (N, P),
- az állománysűrűsödés miatt fellépő romló táplálékhasznosulási fok.

Napjainkban már köztudott, hogy a busa által kiszűrt és elfogyasztott fitoplankton – különösen a kékalga – annak bélcsatornájában csak részlegesen emésztődik meg (Herodek et al. 1989, Vörös et al. 1997, Xie és Liu 2001). Ezek a nem emésztett fitoplankton-szervezetek tápanyaggal dúsulnak a hal bélcsatornájában, és kiürülésüket követően jobb környezeti kondíciókkal fognak rendelkezni.

A sekély Balaton környezeti tényezői nagymértékben megfelelnek egy halastavi ökoszisztémának. Ebben az esetben pedig egyértelműen beszélhetünk a busa negatív környezeti hatásáról, mivel mind a primer produkciónak növekedése, mind a zooplankton kilegelése kedvez az eutrofizáció folyamatának (Prejs 1978; Dawidowicz 1990).

Összegzésül a fenti eredmények ismeretében megállapítható, hogy szükséges lenne a balatoni busa állományát a lehető legkisebb mértékűre csökkenteni. Mindenekelőtt azért, mert hibrid lévén állati plankton is fogyaszt, és ezzel táplálékkonkurens a fiatal, őshonos halgenerációknak. A gondot elsősorban az jelenti, hogy a fiatalkori nem megfelelő táplálkozás a halaknál több generációra is visszahathat, többek között, az idősebb állományok kondicionális és egészségügyi állapotára, veszélyeztetve ezzel az őshonos állományok stabilitását és az ökoszisztéma működését (Specziár et al. 1997, Tátrai et al. 2004, 2005).

Úgy véljük, hogy természetes vizeink őshonos halállományának megőrzése érdekében, az uniós direktíva kötelezése nélkül is, feltétlen szükséges lenne a gazdaságilag fontos invazív halfajok (busa, ezüstkárász, törpeharcsa) visszaszorítása, a szaporodásuk, táplálékkonkurenciájuk és környezeti hatásuk miatt. Ennek elmaradása a szükséges élettér és természetes táplálék híján az őshonos halfajok további visszaszorulását fogja eredményezni.

#### Köszönetnyilvánítás

A publikáció az OTKA (K83893) által nyújtott támogatással jött létre. / We thank the support to OTKA (K 83893)

#### Irodalom

- Biju Kumar, A. (2000): Exotic fishes and freshwater fish diversity. *Zoo's Print Journal* 15/11: 363–367.
- Bíró P., (1976): Betelepítések és az eutrofizálódás hatása a Balaton halállományára, *Halászat* 22(69)/15: 142–143.
- Boros, G., Wisniewska, A., Fopp-Bayat, D., Józsa, V., Specziár, A., Vitál, Z., Tátrai, I. (2013): Preliminary studies on the hybridization of bighead (*Hypophthalmichthys nobilis*) and silver carp (*H. molitrix*) in Lake Balaton. *32nd Congress of the International Society of Limnology*, p. 148.
- Brylinska, M., Brylinski, E. (1972): Haltermékenység meghatározásának módszerei a dévérkeszeg (*Abramis brama* L.) példáján. *Roczniki Nauk Rolniczych* 94-H-2. (in Polish)
- Chapin, F. S., Zavaleta, E. S., Eviner, V. T., Naylor, R. L., Vitousek, P. M., Reynolds, H. L., Hooper, D. U., Lavelle, S., Sala, O. E., Hobbie, S. E., Mack, M. C., Díaz, S. (2000): Consequences of Changing Biodiversity. *Nature* 405: 234–242.
- Dawidowicz, P. (1990): Effectivnes of phytoplankton control by large-bodied and small-bodied zooplankton. *Hydrobiologia* 200/201: 43–47
- Halasi-Kovács B., Harka Á (2012): Hány halfaj él Magyarországon? A magyar halfauna zoogeográfiai és taxonómiai áttekintése, értékelése. *Pisces Hungarici* 6: 5–24.
- Herodek, S., Tátrai, I., Oláh, J., Vörös, L. (1989). Feeding experiments with silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.) fry. *Aquaculture* 83: 331–344.
- Józsa, V., Györe, K., Lengyel, P., Kozłowski, J. (2011): Changes in the fish community and the occurrence of invasive species after the ecological catastrophe on River Tisza. „*Ichthyological diversity of waters*” *International informative and training conference*. Olsztyn, Poland p. 24–25.
- Józsa V., Hliwa, P., Boros G., Tátrai I., Györe K., Kozłowski, J. (2012): A balatoni busapopuláció termékenységi vizsgálatának eredményei In: *XXXVI. Halászati Tudományos Tanácskozás*. Szarvas, Hungary, p. 16–17.

- Prejs, A. (1978): A tavak eutróficációja és a halfauna. *Wiadomości Ekologiczne* 24: 201–208 (in Polish)
- Specziár, A., Tölg, L., Bíró, P. (1997): Feeding strategy of cyprinids in the littoral zone of Lake Balaton. *Journal of Fish Biology* 51: 1109–1124.
- Standovár T., Primack, R. (2001): *A természetvédelmi biológia alapjai*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
- Tátrai I., Józsa V., Szabó I., Paulovits G. (2004): A busa biológiai szerepének és hatásának vizsgálata a Balatonban. In Mahunka S., Banczerowski, J-né(szerk.): *A Balaton kutatásának 2003. évi eredményei*. MTA Budapest, pp. 90–98.
- Tátrai I., György Á., Józsa V., Szabó I. (2005): A busa biológiai szerepének és hatásának vizsgálata a Balatonban. pp. 93–101. In: Mahunka S., Banczerowski, J-né (eds.): *A Balaton kutatásának 2004. évi eredményei*. MTA Budapest.
- Tátrai I., Józsa V., Boros G., György Á. I., Héri J. (2009): A Balatonba telepített halfajok biológiai szerepe és hatása. pp. 63–72. In: Bíró P., Banczerowski, J-né (eds.): *A Balaton kutatásának 2008. évi eredményei*. MTA Budapest.
- Virág Á. (1995): A balatoni busa állomány kalkulált tömege. *Halászat* 88: 105–107.
- Vörös, L., Oldal, I., Présing, M., V. Balogh, K. (1997): Size-selective filtration and taxon-specific digestion of plankton algae by Silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.). *Hydrobiológia* 242/243: 223–228.
- Wolny, P. (1969): Növényevő halak aklimatizálódása Lengyelországban. *Broszúra IRS* nr 36. Olsztyn pp. 20. (in Polish)
- Woodruff, D. S. (2001): Declines of Biomes and Biotas and the Future of Evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98/10: 5471–5476.
- Xie, P., Liu, J. (2001): Practical success of biomanipulation using filter-feeding fish to control cyanobacteria blooms. *The Scientific World* 1: 337–356

**Authors:**

Vilmos JÓZSA (jozsav@haki.hu), Gergely BOROS (boros.gergely@okologia.mta.hu), Attila MOZSÁR, Zoltán VITÁL, Károly GYÖRE