



A folyami géb (*Neogobius fluviatilis*) balatoni állományának testhosszeloszlása, szaporodásbiológiája, valamint a ligulózis hatása a gonado-szomatikus indexük értékére

Length-frequency and reproductive biology of monkey goby (*Neogobius fluviatilis*) in Lake Balaton and the effect of ligulosis on their gonado-somatic index

Vitál Z., Czeglédi I., Preiszner B., Specziár A., Takács P., Kern B., Erős T., Boross N.

MTA Ökológiai Kutatóközpont, Balatoni Limnológiai Intézet, Tihany

Kulcsszavak: fekunditás, ikraméret, GSI, szaporodás, Ligula, parazita

Keywords: fecundity, egg size, GSI, reproduction, Ligula, parasite

Abstract

The Ponto-Caspian monkey goby (*Neogobius fluviatilis*) has established an abundant population in Lake Balaton since its first detection in 1970; it became a character species of both rip-rap and sandy littoral regions. Nowadays, the stock is highly infected with *Ligula* sp. species, which effect on gobies is not well known. In this study we investigated the length-frequency and the reproductive biological parameters (gonadosomatic index (GSI), fecundity, size of eggs) of the stock of monkey goby, and tested the effect of ligulosis on GSI values. Samples were collected in four basins of the lake in three seasons (spring, summer, autumn) of 2017. Two dominant age-groups (0+, 1+) were found. Monkey goby is a multiple spawning species, with a reproduction period that lasts from April to July in Lake Balaton. We found remarkable effect of the parasite on the GSI values, thus ligulosis can negatively affect the reproduction success of infected monkey gobies.

Kivonat

A Ponto-Kaszpi elterjedésű folyami géb 1970-es előkerülése óta jelentős állományt alakított ki a Balatonban, a parti kövezés és a homokpadok egyik jellemző halfajává vált. Az állományára napjainkban nagyfokú *Ligula* sp. galandféreg (véltetően *Ligula pavlovskii*) parazitás fertőzöttség jellemző, melynek hatásait korlátozottan ismerjük. Munkánk során 2017 három évszakában (tavasz, nyár, ősz), a Balaton négy medencéjében varsával és elektromos halászgéppel gyűjtött folyami géb egyedeknél vizsgáltuk az állományra jellemző testhosszeloszlást, és az egyedek néhány szaporodásbiológiai paramétereit (gonado-szomatikus index (GSI), fekunditás, ikraméret), valamint elemeztük a parazita galandféreg GSI-re kifejtett hatását. Eredményeink alapján a Balatonban a 0+ és 1+ korosztály dominál, idősebb egyedek jóval ritkábbak. A folyami gébek szaporodási időszaka a Balatonban április-júliusban van, amely idő alatt a nőstények több részletben rakják le ikrájukat. A parazita negatív hatást fejt ki a folyami gébek gonado-szomatikus index értékére, ezáltal az egyedek szaporodási sikerét jelentősen befolyásolhatja.

Bevezetés

A folyami géb Ponto-Kaszpi elterjedésű halfaj, eredeti élőhelye az Azovi-, a Fekete- és a Kaszpi-tenger vidéke. A tengerekbe ömlő folyók torkolatának brakkvízi területeit, valamint a régió változatos méretű vízfolyásainak és állóvizeinek bentikus régióját elfoglaló kisméretű halfaj. A terület gazdag gébfaunájának spontán terjedése figyelhető meg Európában napjainkban is (Copp et al. 2005). A folyami géb nyugat-európai terjedése a Duna útvonalán keresztül történik, ennek ellenére hazánk, és egyben Közép-Európa első előfordulási adata - mely egyben Európa legnyugatibb észlelési adata volt - nem a Dunából, hanem a Balatonból származik (Bíró 1972). A feltételezések szerint a Balaton kolonizációja spontán történt a Sió-csatornán keresztül (Bíró 1972, Specziár 2010). Később a faj a Duna és

a Tisza különböző élőhelyeiről is előkerült (Harka 1993, Harka et al. 2008, 2015). A folyami géb a magyarországi teljes Duna szakaszon elterjedt faj (Erős et al. 2005), a dunai előfordulásának határa jelenleg Ausztriában található (Szalóky et al. 2015). A Tisza vízgyűjtőjén való megjelenését követő spontán terjedése napjainkban is megfigyelhető (Harka et al. 2015).

A balatoni észlelést követő első vizsgálatok (Bíró 1972) során nyilvánvalóvá vált, hogy a faj már akkor elterjedt volt a tóban, így a betelepülés pontos ideje nem ismert. Az 1990-es évekre a parti kövezés egyik jellemző halfajává vált (Bíró 1995). A balatoni terjedésüket elősegíthette, hogy a faj elsődlegesen kemény üledéket, homokos, köves aljzatot preferál (Specziár 2010), így a homokpadok mellett a partvonal jelentős részét kitevő mesterséges partvédő kövezések is megfelelő élőhelyet kínáltak számára. Másrészt a faj inváziós képessége is jelentős, bár a többi terjeszkedő Ponto-Kaszpi elterjedésű gébféle közül ezt a fajt tartják a leglassabban terjeszkedőnek, főként a kemény aljzathoz való kötődése miatt (Čáповá et al. 2008, Jurajda et al. 2005).

A Balaton folyami géb állományára napjainkban jelentős galandféreg parazita (*Ligula* sp.) fertőzés jellemző (Molnár et al. 2010; Boross et al. in print). A faj genetikai vizsgálatát még nem végezték el, de a parazita faj vélhetően a *L. pavlovskii*, melyet Dubinina (1959) írt le fekete-tengeri nagyfejűgéb (*Benthophilus stellatus*) halfajból, és azóta több gébfajból előkerült a Ponto-Kaszpi régióban, többek között a folyami gébből is (Kvach 2002, 2004, 2005, Yuryshynets et al. 2017). Bár Claridge és munkatársai (1985) értekeztek gébfélék szíjgalandféreg (*L. intestinalis*) fertőzéséről, de ez vélhetően a parazita rossz határozásának eredménye, ugyanis ez a galandféreg faj pontyfélék parazitája (Chudd 1980). Chudd (1980) megjegyzi Dubinina (1966) publikációját idézve, hogy a szerzők nem mindig különítették el egymástól megfelelően a *Ligula* fajokat. A parazita fertőzött evezőlábú rákok fogyasztásával jut be a halak bélcsatornájába, majd onnan kikerülve a hasüregben fejlődik tovább, mely akár évekig is tarthat. A galandféreggel fertőzött halat elfogyasztó madár tápcsatornájában éri el végül a kifejlett alakját, itt petét rak és kiürül a szervezetből. Ez mindössze néhány napig tart. Bíró (1995) a táplálék összetevők egyedszám alapú vizsgálatai alapján megállapította, hogy a Balatonból fogott folyami gébek táplálékában mérettől függetlenül jelen voltak az evezőlábú rákok, mely azok nagymértékű fertőzöttségére magyarázatot adhat.

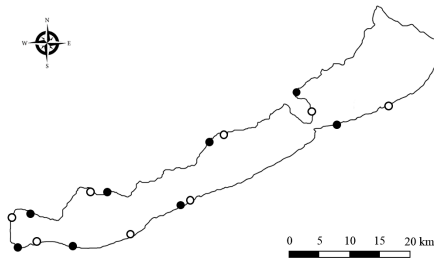
Mint a paraziták általában, a különböző galandféreg fajok is jelentős hátrányt jelentenek a fertőzött halakra nézve. Szíjgalandféreggel kapcsolatos vizsgálatok arról számoltak be, hogy a növekedés lelassul a dévérkeszegek esetén a fertőzés hatására (Garádi és Bíró 1975), a halak lesoványodnak, úszásuk gátolttá válik (Molnár 2003). Jellemzőek a viselkedésbeli változások is (Barber et al. 2000). A fertőzött bodorkák kondícióját, tömege, testhossza és az ivarszervük fejlődése csökken a hasonló korú nem fertőzött egyedekéhez képest (Carter et al. 2005). A parazita a *Rastrineobola argentea* halfaj szaporodására jelentős negatív hatást fejt ki mind a szexuális érésben, mind pedig a fekunditásban (Cowx et al. 2008), valamint a fertőzés a mortalitási rátának az emelkedéséhez vezet gébek esetében (Claridge et al. 1985). A *L. pavlovskii* halakra kifejtett hatásának vizsgálatáról szóló publikációkat nem találtunk.

Jelen dolgozatban arra a kérdésre kerestük a választ, hogy a folyami gébnek a Balatonban milyen a testhosszeloszlása, milyen szaporodásbiológiai paraméterekkel jellemezhető, valamint, hogy a parazita galandféreg jelenléte hatással van-e a gébek szaporodására.

Anyag és módszer

A vizsgált folyami géb egyedeket 2017-ben tavasszal (ápr. 25-máj. 19), nyáron (júl. 12-aug. 3) és ősszel (szept. 19-okt. 19) gyűjtöttük be a Balaton négy medencéjének eltérő élőhelyein (kövezés, nádas) (*I. ábra*). A mintavétel varsával, és ezt követően elektromos halászgéppel (Hans Grassl IG 200/2B) történt. A mintagyűjtés során 655 egyedet gyűjtöttünk be a különböző vizsgálatokhoz. Az egyedeket szegfűszegolajjal túllattattuk, majd

-20°C-on fagyasztva tartósítottuk a boncolásig. A tavaszi mintavételek során 93 véletlenszerűen választott egyed esetén a tartósítás 4%-os töménységű formalinban is történt. A boncolás során rögzítettük az egyedek nemét, testhosszát mm pontossággal, testtömegüket, gonádjaik tömegét, valamint a bennük található galandféreg tömegét század gramm pontossággal. Meghatároztuk az egyedek gonado-szomatikus index értékét ($GSI = (W_{ikra} / W_{hai}) \times 100$).



1. ábra. Mintavételi helyek térbeli eloszlása a Balatonon. ○: kövezés, ●: nádas
Fig. 1. Sampling sites on Lake Balaton. ○: riprap, ●: reed-bed

A testhosszeloszlások alakulását évszakosan, 2mm-es testhosszcsoportok ábrázolásával vizsgáltuk. A testhossz – testtömeg arányt azok logaritmusával fejeztük ki:

$$\log(W) = a + b \times \log(L),$$

ahol a W a testtömeg (g), az L a teljes testhossz (mm), az a az ordinát tengely-metszet és a b a meredekség. A galandféreggel fertőzött egyedek esetén a parazita tömege levonásra került a hal tömegéből.

A tavaszi gyűjtés során formalinban tartósított egyedek közül a nőstény egyedek ($n=34$) fekunditását és ikráátmérőjét vizsgáltuk meg. Az ikrák számolása három almintában történt, melyeket a teljes gonádra kivetítve átlagoltunk. A három almintát a petefészkek tömegének átlagosan 31%-át tette ki (10 – 69%). Mivel az ikrák érése legalább két eltérő időben zajlott a gonádokban, így a legnagyobb mérettartományú ikrák mennyiségét számoltuk, ami a következő ívási esemény során lerakható ikrákat jelenti (aktuális fekunditás, AF). Az abszolút fekunditás pontos vizsgálatára nem volt lehetőség, mert a vizsgált minták esetén feltételezhető volt egyes egyedeknél egy ívási esemény lezajlása. A relatív fekunditás (RF) értékét az 1 g testtömegre jutó ikrák számában határoztuk meg. Az ikrák mérése sztereo mikroszkóp alatt történt tized mm pontossággal. Az ikrák átmérőjében lévő méretbeli különbségeket, melyeket a nem szabályos alak okoz, a véletlenszerűen elhelyezkedő ikrák egy irányból történő mérésével korrigáltuk.

A statisztikai elemzéseket R 3.3.2 programcsomaggal végeztük el (R Core Team 2013). A boxplot ábrák elkészítéséhez PAST v.2.17c szoftvert használtunk. A GSI értékét befolyásoló hatások vizsgálatára többváltozós általános lineáris modellt (GLM) alkalmaztunk. A nemeket külön vizsgáltuk. A függő változó a modellekben a GSI értékének négyzetgyök arcus sinus transzformáltja volt. Magyarázó változóként a következőket használtuk: fertőzöttség, fogás helye medence szinten, testhossz, fogás ideje évszak szinten. A fertőzött és nem fertőzött csoportok GSI értékei közötti eltérést Wilcoxon-próbával vizsgáltuk.

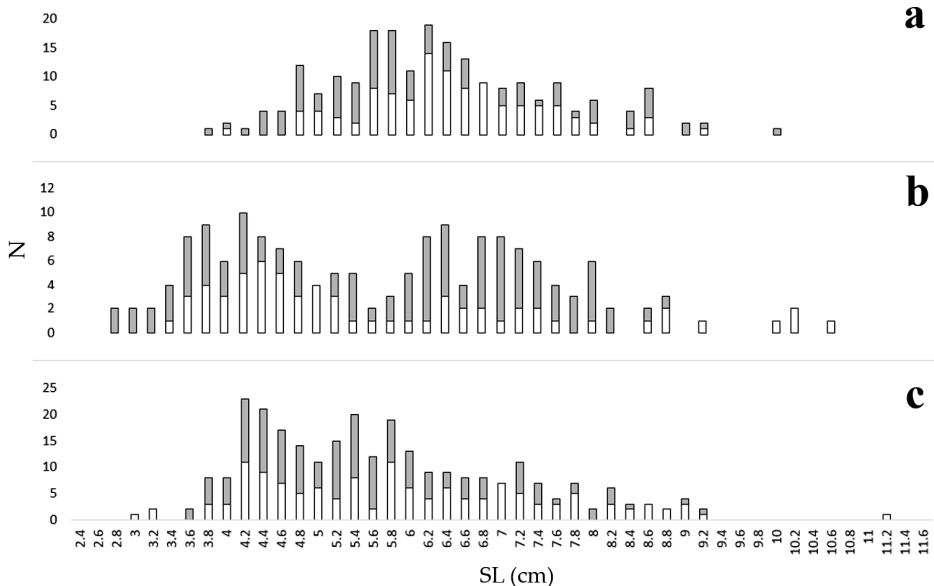
Eredmények

Testhosszeloszlás, testhossz – testtömeg arány

A testhosszeloszlások alapján két jól elkülönülő korcsoport rajzolódik ki (2. ábra). A nyári mintavétel során megjelenik 2,6 – 5,4 cm közötti teljes testhosszal jellemezhető korosztály, mely tagjait főként a tavaszi ívásból származó egyedek teszik ki. Az ezt követő mérettartományba az 1+-os egyedek tartoznak, melyek az előző évi szaporodásból származnak. További egyértelműen kirajzolódó csoportot nem határozhatunk meg. Az őszi

mintában a 0+-os egyedek testhossznövekedését követhetjük nyomon, emellett megfigyelhető az 1+-os korosztály mérettartományának kiszélesedése. A 8 cm törzshossz feletti egyedek korcsoportba sorolása különféle csontos képletek és pikkely segítségével lenne lehetséges. Jelen vizsgálat során viszont a preparált pikkelyek és otolitok tanulmányozása után a módszert nem tartjuk megbízhatónak a folyami géb esetén, így az eredményeket a tanulmány során nem használtuk fel.

A testtömeg – testhossz arány alapján látható, hogy a Balatonban a folyami géb állomány növekedése allometrikus, az összefüggést következő egyenlettel írható le: $\log W = -2,2187 + 3,2236 \times \log L$. A parazitával fertőzött ($\log W = -2,1786 + 3,1856 \times \log L$) és a nem fertőzött ($\log W = -2,2291 + 3,2328 \times \log L$) egyedek csoportjának testtömeg – testhossz aránya nem mutatott jelentős eltérést.



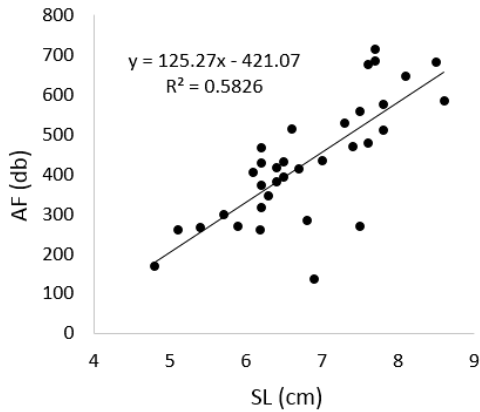
2. ábra. A folyami géb állomány testhosszeloszlása évszakonként a Balatonban ($n=655$). N : egyedszám, SL : törzshossz. **a**: tavasz, **b**: nyár, **c**: ősz. Fehér: hím, szürke: nőstény
 Fig. 2. Seasonal length-frequency of monkey goby in Lake Balaton ($n=655$). N : number of individuals, SL : standard length. **a**: spring, **b**: summer, **c**: autumn. White: male, grey: female

Fekunditás és ikraméret

Az ikrák számolásához használt 34 egyed törzshossza 4,8 és 8,6 cm között változott (átlag \pm SD; $6,8\pm 0,93$). A következő szaporodási esemény során lerakható ikrák száma 135 és 713 között volt ($430,7\pm 152,03$), mely a testméret növekedésével pozitív összefüggést mutatott (3. ábra). Az 1 g testtömegre vetített ikraszám, vagyis a relatív fekunditás értéke 24 és 143 darab ikra között változott ($83,7\pm 23,8$). A lemért ikrák 0,71 és 1,98 mm közötti átmérővel rendelkeztek ($1,36\pm 0,36$). A vizsgálat során két egyed esetén a már megtörtént ivást feltételeztük, ezeknél a néhány érett ikra mellett az éretlen, kisméretű ikrák domináltak.

A mintán belül a ligulával fertőzött egyedek száma mindössze négy volt, mely a fertőzött és nem fertőzött csoportok közötti különbségek vizsgálatára nem volt elegendő.

A vizsgálat során a legkisebb ivarérett nőstény egyed 4,8 cm törzshosszal rendelkezett. Ezzel szemben a legkisebb ivarérett hím egyed 4,0 cm törzshosszal rendelkezett.



3. ábra. A törzshossz (SL) és az aktuális fekunditás (AF) kapcsolata
 Fig. 3. Relationship between actual fecundity (AF) and standard length (SL)

Gonado-szomatikus index (GSI%)

Azért, hogy a vizsgálatból kizárjuk az éretlen egyedeket, az 5 cm törzshossz feletti példányok esetén vizsgáltuk azok GSI értékét. A GSI értékek az év során hasonlóan változtak a hím és nőstény egyedek esetén (4. ábra). A legmagasabb értékeket a tavasszal fogott egyedek esetén tapasztaltuk mind a nőstény (átlag±SD; 8,87±6,99), mind a hím (3,54±2,66) egyedeknél, míg ősszel volt a legalacsonyabb (nőstény: 0,85±1,06; hím: 0,12±0,26) (1. táblázat). A GSI értékének évszakos változása ugyanazt a mintázatot mutatta a fertőzött és nem fertőzött egyedek csoportjában, de jól látható, hogy a fertőzött egyedek alacsonyabb értékkel bírtak (4. ábra). Ezen kívül minden évszakban magasabb volt a parazitával fertőzött egyedek között a nem mérhető gonádtömeggel, vagyis 0%-os GSI értékkel rendelkező egyedek aránya, mint a parazitával nem fertőzött egyedek esetén (1. táblázat).

1. táblázat. A gonado-szomatikus index értékek átlagának és szórásának (átlag±SD), valamint a csoporton belüli 0% GSI értékkel bíró egyedek arányának évszakos változása az összes vizsgált egyed (Σ), valamint a nem fertőzött (-) és fertőzött (+) egyedek esetén

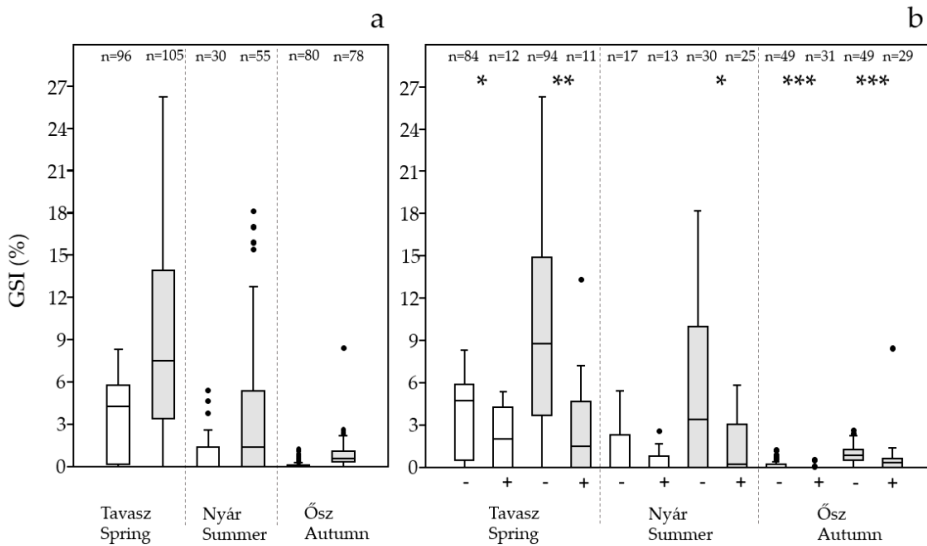
Table 1. Seasonality of gonado-somatic indices (mean±SD) and proportion of 0% GSI values. Σ: all examined fish, - : not infected, + : infected

	Hím/Male			Nőstény/Female		
	Σ	-	+	Σ	-	+
				Tavaszi/Spring		
GSI (%)	3,54±2,66	3,70±2,70	2,36±2,06	8,87±6,99	9,52±6,98	3,34±4,06
0% GSI (%)	19,3	17,1	33,3	16,0	14,8	25,0
				Nyár/Summer		
GSI (%)	0,86±1,51	1,15±4,85	0,47±0,84	3,56±5,02	5,37±6,06	1,39±1,78
0% GSI (%)	59,3	56,3	63,6	38,5	29,6	48,0
				Ősz/Autumn		
GSI (%)	0,12±0,26	0,18±0,31	0,04±0,14	0,85±1,06	0,96±0,61	0,66±1,55
0% GSI (%)	66,7	54,3	86,2	9,9	4,3	20,0

A többváltozós általános lineáris modell alapján az 5 cm törzhosszt meghaladó folyami gébek GSI értékét mindkét nem esetén negatívan befolyásolta a parazitafertőzöttség (2. táblázat). Szintén mindkét nemnél szignifikáns pozitív hatással bírt a testhossz, de nem okozott különbséget az, hogy melyik medencéből származott az egyed. A nőstények esetén nagyon erős szignifikáns hatást mutattunk ki az évszak tekintetében, ez a hímeknél nem jelent meg.

2. táblázat. A (négyzetgyök arcus sinus) GSI értéket befolyásoló változók nőstény és hím folyami gébek esetén
Table 2. Factors determining (sqrt. arcsin.) GSI values of monkey gobies

Függő változó Dependent variable	Magyarázó változók Predictor variables	df	Becsült hatás Estimate	F-érték F-value	p-érték p-value
sqrt. arcsin. GSI	fertőzött/infected	1;73	-0,097	4,49	0,037
nőstény / female	SL	1;73	0,012	4,42	0,038
	évszak/season	2;73		21,48	< 0,0001
	medence/basin	3;73		0,42	0,741
sqrt. arcsin. GSI	fertőzött/infected	1;81	-0,136	6,12	0,015
hím / male	SL	1;81	0,042	4,07	0,047
	évszak/season	2;81		0,22	0,803
	medence/basin	3;81		1,42	0,244



4. ábra. A GSI értékének (a) évszakos változása nemeként (fehér: hím, szürke: nőstény), valamint (b) a nem fertőzött (-) és fertőzött (+) egyedek GSI értékének évszakonkénti összehasonlítása.

A boxok reprezentálják az adatok 25 és 75% közötti tartományát, a boxon belüli vonal az adatok mediánját, a vonal végi jelölők a kiugró adatokon kívüli legmagasabb értéket jelölik. A boxok felett a mintaszám látható, valamint a b ábrarészben a csillagok jelölik az egy évszakban a fertőzött és nem fertőzött csoportok közötti statisztikailag szignifikáns különbségeket: *: $p < 0,05$, **: $p < 0,01$, ***: $p < 0,0001$

Fig. 4. Seasonality of GSI values within (a) sex groups (white: male, grey: female). b: Parasite dependent GSI values. in the two sexes and three seasons. +: infected, -: not infected.

The boxes represents the interquartile range, the line within the boxes shows median values. Numbers above the columns indicate sample sizes. *: $p < 0,05$, **: $p < 0,01$, ***: $p < 0,0001$

Értékelés

Jelen dolgozatban a folyami géb testhosszeloszlását, a szaporodásának egyes paramétereit, valamint a ligulózis GSI értékekre gyakorolt hatását vizsgáltuk a Balaton négy medencéjében.

A testhosszeloszlásokat figyelembe véve látható, hogy a halfaj állományának jelentős részét a 0+ és 1+ korosztály teszi ki. Bíró (1995) 707 egyed vizsgálatával kimutatta 8 korosztály jelenlétét a tóból az 1990-es években. Viszont míg Bíró (1995) cikkében felhasznált egyedeket a nagyobb példányok fogásának kedvező, erősen méretszelektív módszerrel gyűjtötték, addig jelen vizsgálat során nem lépett fel méretbeli szelektivitás. Az általunk használt varsák és elektromos halászgép ugyan egyaránt jellemezhető méretszelektivitással (e.g. Chick et al. 1999, Ruetz et al. 2007, Warry et al. 2013, Francis et al. 2014), ugyanakkor a két módszer együttes használata vélhetően releváns mintázatot adott a balatoni folyami géb állomány testhosszeloszlását illetően. Így az általunk fogott kevés időse egyed feltehetően hűen mutatja a populáción belüli valós arányukat. A testtömeg – testhossz arányt vizsgálva láthatjuk, hogy a parazitával fertőzött és nem fertőzött egyedek között nincs lényeges különbség. A *L. intestinalis* parazitával fertőzött küllők (*Gobio gobio*) esetén ugyanezt tapasztalta Bean és Winfield (1989).

A legkisebb ivarérett egyedek mérete és a testhosszeloszlás alapján megállapítható, hogy a faj egyedei a szaporodóképes kort már a második életévükben (1+) elérik. A szaporodási időszakuk, a GSI értékeket és a nőstények petefészkeinek állapotát figyelembe véve áprilistól július végéig tartott. Ez általában hosszabb, mint a magyar irodalomban fellelhető adatok: Bíró (1974) valamint Harka és Sallai (2007) szerint május – júniusban ívik a faj hazánkban. Jelen eredményhez hasonló adatokat Specziár (2010) közöl, aki április – júliusban ívónak tartja a fajt a Balatonban. Vizsgálatunkban a nyári minta során már az egyedek jelentős része túl volt az íváson, de még megtalálhatóak voltak a magas GSI értékkel bíró egyedek is. A két nem közül főként a hímekre volt jellemző, hogy nyárra jelentősen megnőtt a már levott egyedek aránya (1. táblázat). Ezt magyarázhatja Kottelat és Freyhof (2007) állítása, miszerint a nőstények egy ívási időszakon belül kétszer is ívhatnak, vagyis az elnyújtott ívási időszak alatt a nőstényekben kevesebb alkalommal találkozhatunk üres állapotú petefészkekkel. A parazita hatással volt a vizsgált folyami gébek GSI értékének alakulására (2. táblázat, 4. ábra). Ez alátámasztja Boross és munkatársai (in print) megállapítását, hogy a folyami géb esetén a ligula galandféreg jelenléte, valamint annak tömege negatívan hatott a folyami gébek ivarszervének tömegére, valamint az egyedek kondíciófaktorára is. Több a *L. intestinalis* galandféreggel kapcsolatos kutatás mutatta ki, hogy a fertőzött halak esetén csökken az ivarszerv mérete (Bean & Winfield 1989), a gonád fejlődése csökken (Carter et al. 2005), valamint a parazita jelentős hatást fejt ki a szexuális érése és fekundításra (Cowx et al. 2008). Ez nem meglepő, hiszen a parazita gyakran több egyedének jelenléte jelentős mértékben elvonja a halak tápanyagait. A fertőzött egyedek kisebb ivarszervvel rendelkeznek, ez a szaporodási sikert befolyásolhatja, így a magas fertőzöttségi arány (Boross et al. in print) vélhetően az egyik legnagyobb nyomást fejt ki a folyami géb balatoni állományára az angolna-állomány jelentős lecsökkenése óta.

Általában az élőlények, így a folyami géb egyedek életmenet stratégiájukkal az adott környezeti feltételekhez alkalmazkodnak, melynek során az egyes életmenet komponensekbe fektetett energia szintje is változik. A Balatonban a 2000-es évek előtt legjobb tudomásunk szerint nem volt jelen a gébeket parazitáló *L. pavlovskii* galandféreg (Molnár Kálmán szóbeli közlés). A parazita megjelenését követően a folyami gébek balatoni állományára jellemző egyes paraméterekben változásokat tapasztalhatunk. A faj szaporodási időszakának a hossznövekedését láthatjuk, valamint bár Bíró (1995) gyűjtései véleményünk szerint felülreprezentálják a nagyobb egyedeket a Balaton parti régiójában, de eredményeink alapján a nagy, idős egyedek aránya jelentősen lecsökkent az állományban. A parazita megjelenése és a fertőzöttség magas foka (egyes mintavételi alkalmakkor a 70%-ot is meghaladta a fertőzött egyedek aránya) jelentős hatást fejthet ki az állomány egyedének túlélésére (Claridge et al. 1985). Ebben a megváltozott környezetben, ahol a magas

fertőzőtség a szaporodási siker, valamint az élettartam csökkenését okozhatja, kedvező lehet az életmenet egyes tulajdonságainak, például a szaporodási sajátosságoknak a megváltozása, mely a faj populációjának fennmaradását szolgálja.

Köszönetnyilvánítás

A terepi- és laborvizsgálatok során nyújtott segítségért köszönet illeti Burányi Mátét és Tóth Árpád Imrét. A kutatás anyagi támogatását a GINOP-2.3.2-15-2016-00004 pályázat biztosította.

Irodalom

- Barber, I., Hoare, D., Krause, J. (2000): Effects of parasites on fish behaviour: a review and evolutionary perspective. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10: 131–165.
- Bean, C. W., Winfield, I. J. (1989): Biological and ecological effects of a *Ligula intestinalis* (L.) infestation of the gudgeon, *Gobio gobio* (L.), in Lough Neagh, Northern Ireland. *Journal Of Fish Biology* 34: 135–147.
- Bíró P. (1972): *Neogobius fluviatilis* in Lake Balaton—a Ponto-Caspian goby new to the fauna of central Europe. *Journal of Fish Biology* 4(2): 249–255.
- Bíró P. (1974): *Neogobius fluviatilis* a Balatonban. *Halászat* 20: 173–174.
- Bíró P. (1995): A folyami géb (*Neogobius fluviatilis* Pallas) növekedése és tápláléka a Balaton parti övében. *Halászat* 88(4): 175–184.
- Boross N., Czeglédi I., Preiszner B., Burányi M., Boros G., Erős T., Kern B., Specziár A., Takács P., Vítál Z.: Galandféreg (*Ligula* sp.) fertőzés hatása a balatoni folyami gébek (*Neogobius fluviatilis*) kondíciófaktorára és ivarszerv tömegére. *Hidrológiai Közlöny* (in print)
- Čáповá, M., Zlatnická, I., Kováč, V., Katina, S. (2008): Ontogenetic variability in the external morphology of monkey goby, *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814) and its relevance to invasion potential. *Hydrobiologia*. 607(1): 17–26.
- Carter, V., Pierce, R., Dufour, S., Arme, C., Hoole, D. (2005): The tapeworm *Ligula intestinalis* (Cestoda: Pseudophyllidea) inhibits LH expression and puberty in its teleost host, *Rutilus rutilus*. *Reproduction* 130: 939–945.
- Chick, J. H., Coyne, S., Trexler, J. C. (1999): Effectiveness of airboat electrofishing for sampling fishes in shallow, vegetated habitats. *North American Journal of Fisheries Management* 19: 957–967.
- Chubb, J. C. (1980): Seasonal occurrence of helminths in freshwater fishes. Part III. Larval cestoda and nematoda. *Advances in Parasitology* 18: 2–120.
- Claridge, P. N., Hardisty, M. W., Potter, I. C., Williams, C. V. (1985): Abundance, life history and ligulosis in the gobies (Teleostei) of the inner Severn estuary. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 65(4): 951–968.
- Copp, G. H., Bianco, P. G., Bogutskaya, N. G., Erős T., Falka, I., Ferreira, M. T., Fox, M. G., Freyhof, J., Gozlan, R. E., Grabowska, J., Kováč, V., Moreno-Amich, R., Naseka, A. M., Peňáz, M., Povz, M., Przybylski, M., Robillard, M., Russel, I. C., Stakénas, S., Sumer, S., Vila-Gispert, A., Wiesner, C. (2005). To be, or not to be, a non-native freshwater fish?. *Journal of Applied Ichthyology* 21(4): 242–262.
- Cowx, I. G., Rollins, D., Tumwebaze, R. (2008): Effect of *Ligula intestinalis* on the reproductive capacity of *Rastrineobola argentea* in Lake Victoria. *Journal of Fish Biology* 73: 2249–2260.
- Dubinina M. N. (1959). A new ligula species – *Ligula pavlovskii*, SP. N. from *Benthophilus stellatus* Sauvage (Gobiidae). *Zoologicheskii Zhurnal*, 38(3): 378–384 Orosz nyelven, angol kivonattal.
- Erős T., Sevcsik A., Tóth B. (2005): Abundance and night-time habitat use patterns of Ponto-Caspian gobiid species (Pisces, Gobiidae) in the littoral zone of the River Danube, Hungary. *Journal of Applied Ichthyology* 21(4): 350–357.
- Francis, J. T., Chiotti, J. A., Boase, J. C., Thomas, M. V., Manny, B. A., Roseman, E. F. (2014): A description of the nearshore fish communities in the Huron–Erie Corridor using multiple gear types. *Journal of Great Lakes Research* 40(2): 52–61.
- Garádi P., Bíró P. (1975): The effect of ligulosis on the growth of bream (*Abramis brama* L.) in Lake Balaton. *Annales Instituti Biologici (Tihany) Hungaricae Academiae Scientiarum*, 42: 165–173.
- Harka Á. 1993: A folyami géb (*Neogobius fluviatilis*) terjeszkedése. *Halászat* 86: 180–180.
- Harka Á., Sallai Z. (2004): *Magyarország halfaunája. Képes határozó és elterjedési tájékoztató*. Nimfea Természetvédelmi Egyesület, Szarvas, pp. 269.
- Harka Á., Szepesi Zs., Antal L. (2008): A folyami géb {*Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814)} és a tarka géb {*Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814)} terjedése a Közép-Tisza vidékén. *Hidrológiai Közlöny* 88(6): 73–75.
- Harka Á., Szepesi Zs., Sallai Z. (2015): A tarka géb (*Proterorhinus semilunaris*), a folyami géb (*Neogobius fluviatilis*) és a kaukázusi törpegéb (*Knipowitschia caucasica*) terjedése a Tisza vízrendszerében. *Pisces Hungarici* 9: 19–30.
- Jurajda, P., Černý, J., Polačik, M., Valová, Z., Janáč, M., Blažek, R., Ondračková, M. (2005): The recent distribution and abundance of non-native *Neogobius* fishes in the Slovak section of the River Danube. *Journal of Applied Ichthyology* 21(4): 319–323.

- Kottelat, M., Freyhof, J. (2007): *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin, pp. 646.
- Kvach Y. (2005). A comparative analysis of helminth faunas and infection parameters of ten species of gobiid fishes (Actinopterygii: Gobiidae) from the north-western Black Sea. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 35(2): 103–110.
- Kvach, Y. (2002): Helminths parasiting Gobies and other fishes in the Budaksky Lagoon (Black Sea, Ukraine). *Oceanological Studies* 31(1–2): 59–65.
- Kvach, Y. (2004): The Metazoa parasites of Gobiids in the Dniester Estuary (Black Sea) Depending on Water salinity. *Oceanological Studies* 33(3): 47–56.
- Molnár, K., Székely, Cs. (2010). Régi és újabb megfigyelések a *Ligula intestinalis* okozta galandférgesség balatoni előfordulásáról. XXXIV. Halászati Tudományos Tanácskozás. Szarvas.
- Ruetz, C. R., Uzarski, G. D., Krueger, D. M., Rutherford, E. S. (2007): Sampling a littoral fish assemblage: Comparison of small-mesh fyke netting and boat electrofishing. *North American Journal of Fisheries Management* 27: 825–831
- Specziár A. (2010): A Balaton halfaunája: a halállomány összetétele, az egyes halfajok életkörülményei és a halállomány korszerű hasznosításának feltételrendszere. (Acta Biologica Debrecina-Supplementum Oecologica Hungarica; 23.) Debreceni Egyetem, Debrecen, pp. 185.
- Szalóky Z., Bammer, V., György Á. I., Pehlivanov, L., Schabuss, M., Zornig, H., Weiperth A., Erős T. (2015): Offshore distribution of invasive gobies (Pisces: Gobiidae) along the longitudinal profile of the Danube River. *Fundamental and Applied Limnology/Archiv für Hydrobiologie* 187(2): 127–133.
- Warry, F. Y., Reich, P., Hindell, J. S., McKenzie, J., Pickworth, A. (2013): Using new electrofishing technology to amp-up fish sampling in estuarine habitats. *Journal of Fish Biology* 82: 1119–1137.
- Yuryshynets, V. I., Korniyushyn, V. V., & Podobaylo, A. V. (2017): The first finding of plerocercoids *Ligula pavlovskii* Dubinina, 1959 (Cestoda, Diphylobothriidae) in gobies from the freshwater Kakhovka Reservoir. *Hydrobiological Journal* 53(2): 87–96.

Authors:

Zoltán VITÁL (vital.zoltan@okologia.mta.hu), István CZEGLÉDI, Bálint PREISZNER, András SPECZIÁR, Péter TAKÁCS, Bernadett KERN, Tibor ERŐS, Nóra BOROSS