



Az amurgéb (*Perccottus glenii*) egy hazai populációjának növekedési sajátosságai

Growth features of a Hungarian population of Amur sleeper (*Perccottus glenii*)

Nyeste K., Kati S., Nagy S. A., Antal L.

Debreceni Egyetem TTK, Hidrobiológiai Tanszék, Debrecen

Keywords: age, sex, condition, von Bertalanffy equation

Kulcsszavak: kor, nem, kondíció, Bertalanffy-egyenlet

Abstract

Although the Amur sleeper (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) is one of the most invasive alien freshwater fish species in Eurasia, the ecology of the species is under-represented in the literature. In this study we investigated the growth features of population of Amur sleeper in Rakamazi–Nagy-morotva. Our study sample consisted of 1239 individuals (628 males + 611 females) collected from 2013 to 2015. The length, weight, age structure, sex-dependent growth rate, and the condition factor of the collected specimens were determined. According to the length frequency analysis and the annuli of scales there were seven age groups, but due to small number of individuals of 5+ and 6+ age groups, these data were removed from the statistical analysis. The length–weight relations (SL–W) were allometrically negative for the males ($W = 3.2 \times 10^{-5}SL^{2.960}$), females ($W = 3.8 \times 10^{-5}SL^{2.921}$), and both sexes ($W = 3.5 \times 10^{-5}SL^{2.940}$). The von Bertalanffy growth equations were $L_t = 138,87(1 - e^{-0.21(t+0,54)})$ for males, $L_t = 174,21(1 - e^{-0.17(t+0,33)})$ for females, and, $L_t = 154,01(1 - e^{-0.19(t+0,45)})$ for both sexes. The observed growth rate of the sexes were significantly different due to unequal investment to reproduction. The growth rate of Amur sleeper population in Rakamazi–Nagy-morotva was slower than that of the populations reported in the literature, because *P. glenii* exhibit more opportunistic reproduction strategy (e.g., earlier maturation, longer spawning period, etc.) in newly colonized habitats.

Bevezetés

A biodiverzitás csökkenésének fő oka az élőhelyek degradációja és a klímaváltozás mellett az inváziós fajok térnyerése (Vilà et al. 2010). Egy inváziós faj térhódítása jelentős hatással lehet az adott élőhelyen élő őshonos faunaelemekre (Copp et al. 2005). Ezen folyamatok megértése és kockázatelemzése érdekében fontos az idegenhonos fajok ökológiai sajátosságait minél részletesebben tanulmányozni (Erős 2005, Grabowska & Przybylski 2015, Ferincz et al. 2016).

Az amurgéb (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) Eurázsia egyik legszélesebb körben elterjedt inváziós halfaja (Reshetnikov 2003, Reshetnikov & Ficetola 2011), recens áréája az Amur folyó vidékétől (Berg 1949) egészen a Duna bajor szakasza mentéig terjed (Reshetnikov & Schliewen 2013). A Duna vízgyűjtőjén először 1997-ben találták meg a Tisza-tó tiszafüredi szakaszán (Harka 1998), ám a tapasztalt nagy egyedszám, illetve a több korcsoport jelenléte évekkal korábbi megtelepedését valószínűsíti. A későbbi kutatási eredményekből kiderült, hogy a faj a Tisza teljes magyarországi szakaszán jelen van (Harka et al. 2003), azt követően pedig kimutatták a Duna mentén (Takács & Vitál 2012), a Balaton (Erős et al. 2008), illetve a Dráva vízgyűjtőjén (Takács et al. 2015) is.

A széleskörű térhódításának ellenére, az újonnan megtelepedett amurgéb populációk ökológiai sajátosságai nem kellően ismertek. Például Európában a faj növekedését eddig mindössze a Bodrog szlovák szakaszán (Koščo et al. 2003), a Visztulában (Grabowska et al. 2011), és a Közép-Tisza vidék szórványos lelőhelyein (Harka et al. 2012) vizsgálták. Jelen

dolgozatunkban a Közép-Tisza vidék levő egyik legnagyobb amurgéb populáció növekedési sajátságainak három éven át folytatott kutatási eredményeiről számolunk be. Kitérünk a populáció korösszetételére, valamint az ivarok növekedési ütemének és kondíciójának összehasonlítására.

Anyag és módszer

Vizsgálati anyagként a Rakamazi–Nagy-morotvából (továbbiakban RNM; koordináták: 48.0959° N, 21.4627° E) 2013, 2014 és 2015 novemberében elektromos halászgép segítségével begyűjtött, összesen 1239 (az egyes években rendre 409, 420 és 410) amurgéb egyed szolgált. Az egyedeket a helyszínen szegfűszegolajjal túltattuk, majd 5%-os formaldehid oldatban konzerváltuk.

A halegyedek standard (SL) és teljes testhosszát (TL) digitális tolómérővel, testtömegüket (W) pedig digitális táramérleggel mértük. Ezt követően minden egyedet felboncoltunk a nem meghatározása céljából, illetve a kor megállapítása érdekében pikkelyeket vettünk le a halak oldalsó részéről.

A nemek arányát a nőtények relatív gyakoriságával fejeztük ki (nőtények száma ÷ (nőtények száma + hímek száma)), melynek a hipotetikus 1:1 aránytól való eltérését khí-négyzet próbával vizsgáltuk. A standard és a teljes testhossz viszonyát lineáris regresszió segítségével fejeztük ki. A standard testhossz és a testtömeg viszonyát leíró exponenciális egyenlet paramétereit a logaritmizált adatokkal elvégzett lineáris regresszió segítségével határoztuk meg (Le Cren 1951). Az allometria exponens értékét a Student-féle *t*-próbával teszteltük. Kovariancia-analízis (ANCOVA) segítségével vizsgáltuk, hogy a két nem SL–W összefüggését leíró görbéi eltérnek-e egymástól.

A halak korát testhosszgyakoriság alapján, Petersen módszerével becsültük, illetve becsléseinket a pikkelyek növekedési gyűrűinek száma alapján pontosítottuk (Tesch 1968, Bíró 2011). Az egyes korcsoportok leíró statisztikáit a Bhattacharya-féle eljárással (Bhattacharya 1967), a FiSAT II nevű program segítségével (Gayanilo et al. 2005) határoztuk meg. Kétutas variancia-analízist (ANOVA) alkalmaztunk a hímek és a nőtények koronkénti eloszlásának vizsgálatára. A halak kondícióját a Fulton-féle kondíció faktoriall jellemeztük (Froese 2006).

A növekedés matematikai leírására a Bertalanffy-féle modellt (Bertalanffy 1934, Ricker 1975) alkalmaztuk, a FiSAT II nevű program segítségével (Gayanilo et al. 2005). A hímek és a nőtények esetén számított Bertalanffy-féle egyenleteket a reziduális eltérésnégyzet-összeg elemzéssel (*analysis of the residual sum of squares*, ARSS) hasonlítottuk össze (Chen et al. 1992). Az ARSS kifejezetten nem lineáris összefüggések (mint a Bertalanffy görbe) összevetésére alkalmas módszer hasonlítottuk össze (Chen et al. 1992), mely módszer kifejezetten a nem lineáris összefüggések (mint a Bertalanffy görbe) összevetésére alkalmas.

Az adatcsoportok statisztikai elemzéséhez a Past 3.03 (Hammer et al. 2001), IBM SPSS Statistics (Version 20.0), és a Microsoft Excel 2013 programokat alkalmaztuk.

Eredmények

A vizsgálatunk során begyűjtött 1239 egyedből 628 volt hím, 611 pedig nőtény, ami 0,49-es ivararányt jelent, ez az érték pedig nem különbözik szignifikánsan a teoretikus 1:1 ivararánytól (khí-négyzet próba, $\chi^2 = 0,75$, DF = 1, $P > 0,05$). A hímek esetén a standard testhossz (SL) 23,5 és 115,6 mm, a teljes testhossz (TL) 30,6 és 140,2 mm, a testtömeg pedig 0,4 és 43,5 g között változott. A nőtények testparamétereit rendre SL = 20,7–127,71 mm; TL = 27,3–149,0 mm; W = 0,3–75,8 g közötti intervallumokba estek. A kétféle testhossz közötti lineáris regresszió paramétereit az 1. táblázat mutatja be. Az SL és a W viszonyát leíró összefüggések paramétereit a 2. táblázat mutatja be.

1. táblázat. A hím és a nőtény amurgégek testhossz–testtömeg összefüggéseit leíró egyenletek paraméterei.
a = tengelymetszet, *b* = meredekség.

Table 1. Length–weight relation parameters for male and female *Perccottus gleni*.
a = intercept, *b* = slope of the regression.

Nem/Sex	Egyedszám/Number of individuals	a	b	R ²	P
hímek/males	625	1,428	1,207	0.996	< 0.01
nőtények/females	608	2,013	1,191	0.996	< 0.01
hímek+nőtények/males+females	1233	1,721	1,199	0.996	< 0.01

2. táblázat. A hím és a nőtény amurgégek testhossz–testtömeg összefüggéseit leíró egyenletek paraméterei.
a = tengelymetszet, *b* = meredekség.

Table 2. Length–weight relation parameters for male and female *Perccottus glenii*.
a = intercept, *b* = slope of the regression.

Nem/Sex	Egyedszám/Number of individuals	a	b	R ²	P
hímek/males	625	0.000032	2.960	0.989	< 0.01
nőtények/females	608	0.000038	2.921	0.988	< 0.01
hímek+nőtények/males+females	1233	0.000035	2.940	0.989	< 0.01

A hatványkitevők (*b*) értéke minden esetben szignifikánsan alacsonyabb volt, mint 3,0 (Student-féle *t*-próba, hímek: *t*-student = -3.077 , $n = 625$; $P < 0.05$; nőtények: *t*-student = -6.077 , $n = 608$; $P < 0.05$; összes egyed: *t*-student = -6.667 , $n = 1233$; $P < 0.05$) (2. táblázat), ami hipo-allometrikus növekedést jelent, tehát a testhossz növekedése lassabb, mint ami a testtömeg gyarapodásából következne, az egyedek soványabbak, vékonyabbak, mint az izometrikus növekedés ($b = 3.0$) esetén (Froese et al. 2011). A hímek és a nőtények SL–W exponenciális görbéi között nem volt szignifikáns különbség (ANCOVA, $F = 3.237$, $DF = 1$, $P > 0.05$).

A testhosszgyakorosság alapján összesen hét korcsoportot azonosítottunk, amelyeket a pikkelyalapú kormeghatározás eredményei is alátámasztottak. Mivel mindkét nem esetén az 5+ és a 6+ csoportokat mindössze 1–2 egyed alkotta, így ezek eredményeit kivontuk a további statisztikai értékelésből, azok adatait mindössze tájékoztató jelleggel tüntettük fel. Az első öt korcsoport leíró statisztikáit az 3. táblázat foglalja össze.

3. táblázat. A hím és a nőtény amurgégek Bhattacharya-féle eljárással azonosított méretcsoportjainak leíró statisztikái. Arány: az adott korcsoportba tartozó egyedek relatív gyakorisága. 2,0-nál nagyobb szeparációs index az egymást követő csoportok szignifikáns elkülönülését jelzi.

Table 3. Descriptive statistics of age groups of males and females of Amur sleeper identified by the Bhattacharya method. Rate: relative frequency of individuals found in each age group by sexes. There is a significant difference between consecutive groups if separation index is higher than 2.0.

Nem/Sex	Korcsoport/ Age group	Arány/ Rate (%)	Standard hossz/length (átlag/mean \pm S.D., mm)	Konfidencia intervallum/ Confidence interval (95%)	Szeparációs index/ Separation index
Hímek/ Males	1 (0+)	50.26	36.45 \pm 5.76	35.80–37.10	—
	2 (1+)	35.93	60.60 \pm 5.30	59.89–61.31	2.62
	3 (2+)	9.79	72.82 \pm 3.21	71.99–73.65	2.11
	4 (3+)	2.27	82.76 \pm 1.68	81.78–83.74	2.13
	5 (4+)	1.74	90.33 \pm 3.40	87.99–92.67	2.06
Nőtények/ Females	1 (0+)	49.30	35.69 \pm 5.99	35.01–36.37	—
	2 (1+)	41.93	56.76 \pm 5.90	56.03–57.49	2.44
	3 (2+)	6.29	76.81 \pm 4.75	75.25–78.37	2.30
	4 (3+)	1.39	92.69 \pm 1.49	91.48–93.90	2.24
	5 (4+)	1.09	101.00 \pm 2.37	98.69–103.31	2.09

Mindkét nem esetén az egynyaras egyedek (0+) voltak jelen legnagyobb arányban, a hímek esetén az egyedek 50,26, a nőstényeknél pedig 49,30%-a volt ivadékkorú (3. táblázat). Mind a hímek, mind a nőstények esetén a kor előrehaladtával csökkent az egyes csoportokba tartozó egyedek relatív gyakorisága (3. táblázat). A kétutas varianciaanalízis (ANOVA) a nemek között szignifikáns eltéréseket mutatott a koreloszlás tekintetében (kor: $F = 4997.9$, $DF = 4$, $P < 0.05$; nem: $F = 18.2$, $DF = 1$, $P < 0.05$; kor \times nem: $F = 34.3$, $DF = 4$, $P < 0.05$).

Nemenként az egyes korcsoportok átlagos standard testhosszainak változását az 1. ábra, az évenkénti lineáris növekmények alakulását a 2. ábra, a csoportonkénti átlagos kondíciófaktor értékeit pedig a 3. ábra mutatja be.

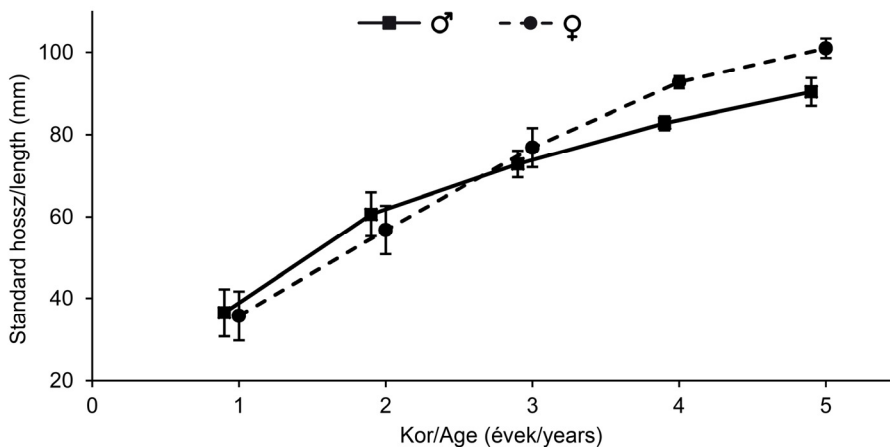
A testhosszgyakoriság elemzése, illetve a pikkelyalapú kormeghatározás segítségével nemenként és a teljes rakamazi populáció adataira illesztve meghatároztuk az amurgéb növekedésének Bertalanffy-féle egyenletének paramétereit a 4. táblázat foglalja össze.

4. táblázat. A hím és a nőstény amurgégek Bertalanffy-féle egyenleteinek paramétereit. L_{∞} = aszimptotikus testhossz, k = növekedési állandó, t_0 = zérus testhosszhoz tartozó életkor.

Table 4. Parameters of von Bertalanffy growth equation for male and female *Perccottus glenii*. L_{∞} = asymptotic length, k = rate at which the asymptotic length is approached, t_0 = origin of the growth curve.

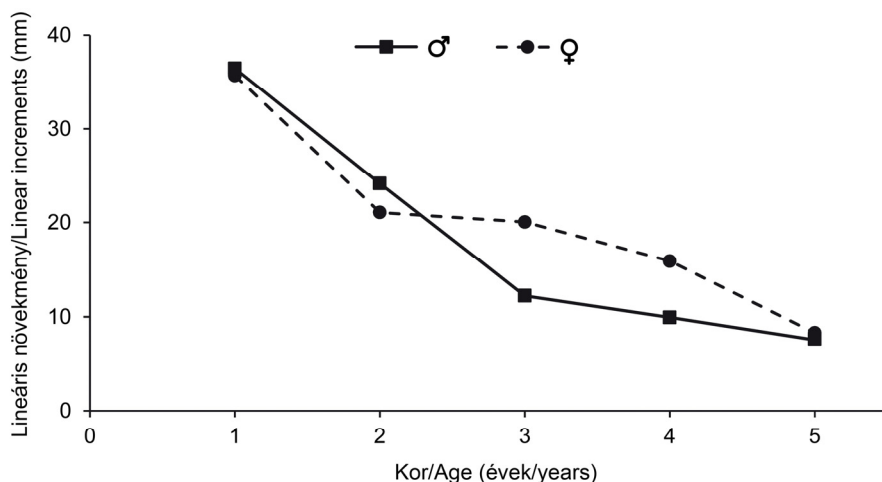
Nem/Sex	L_{∞}	k	t_0
hímek/males	138.87 \pm 26.60 mm	0.21 \pm 0.10	-0.54 \pm 0.06
nőstények/females	174.21 \pm 30.24 mm	0.17 \pm 0.06	-0.33 \pm 0.03
hímek+nőstények/males+females	154.01 \pm 24.54 mm	0.19 \pm 0.01	-0.45 \pm 0.04

Az ARSS eljárás nem mutatott szignifikáns különbséget a két nem Bertalanffy-féle görbéi között ($F = 1.028$, $P > 0.05$).

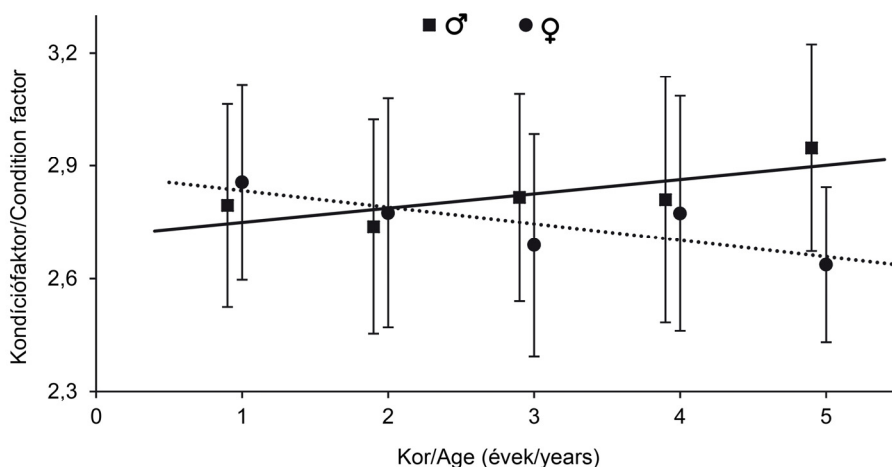


1. ábra. A hím és a nőstény amurgégek standard testhosszának növekedése. A függőleges sávok az átlagos SL szórását jelölik.

Fig. 1. Observed standard length at age for males and females of Amur sleeper. Vertical lines indicate the standard error of the mean of SL.



2. ábra. A hím és a nőstény amurgégek lineáris növekményének évenkénti változása
Fig. 2. Annual linear increments for males and females of Amur sleeper



3. ábra. A hím és a nőstény amurgégek kondíciófaktorának évenkénti változásai és azok trendvonala
(hímek: $K = 0.0377 t + 2.7117$, $R^2 = 0.599$, $p < 0.05$; nőstények: $K = -0.0439 t + 2.8774$, $R^2 = 0.6701$, $p < 0.05$).
A függőleges vonalak az átlagértékek szórásait jelzik.

Fig. 3. Annual alterations of condition factors and its tendency for males and females of Amur sleeper
(males: $K = 0.0377 t + 2.7117$, $R^2 = 0.599$, $p < 0.05$; females: $K = -0.0439 t + 2.8774$, $R^2 = 0.6701$, $p < 0.05$).
The vertical lines indicate the standard error of mean values.

Értékelés

Az amurgéb nem őshonos elterjedési területén lévő populációinak növekedési sajátosságait elsősorban a volt Szovjetunió területén vizsgálták, a közép-európai vízterek e tekintetben viszonylag alulvizsgáltak. Az eddigi legnagyobb amurgébet az oroszországi Glubokoe-tóból regisztrálták, a maga 250 mm-es teljes testhosszával (Reshetnikov 2003), ami a jelen vizsgálatban közölt SL-TL összefüggés alapján kb. 207 mm standard testhossznak felel meg. Közép-Európában a legnagyobb hímeket (SL = 130 mm, 6+) és a legnagyobb nőstényeket (SL = 142 mm, 6+) is a Visztula folyóból írták le (Grabowska et al.

2011). Jelen vizsgálatunk legnagyobb példányai valamelyest elmaradnak ettől, ugyanis az általunk fogott legnagyobb hím 115,6 mm (6+), a legnagyobb nőstény pedig 140,2 mm (6+) hosszú (SL) volt.

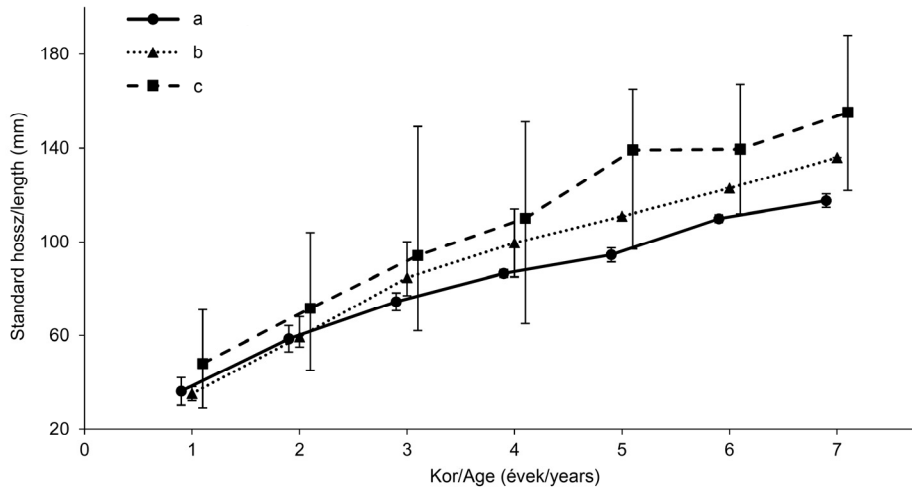
Jelen vizsgálatunkban mindkét nem esetén hipo-allometrikus ($b < 3,0$) növekedést tapasztaltunk a SL–W összefüggések alapján. Hipo-allometrikus növekedés esetén az egyedek testtömegének gyarapodása elmarad attól, mint ami a testhossz növekedéséből következne, így ezek a példányok vékonyabbak, gyengébb kondíciójúak, mint az izometrikus ($b = 3,0$) növekedés esetén. Grabowska és munkatársai (2011) a Visztula folyóból az amurgéb izometrikus növekedését írták le. A különbség oka az lehet, hogy a Rakamazi–Nagy-morotva a Tisza egyik sekély holtmedre, mely időszakos és zsilip által szabályozott ösztököttesben van a Tiszával, így az ottani környezeti feltételek eltérőek a Visztulához képest.

A növekedési adatok alapján (1. táblázat, 1. ábra) látszik, hogy a hímek növekedése az első két évben gyorsabb, mint a nőstényeké, azt követően azonban elmarad attól. Ennek oka feltételezéseink szerint a két nem eltérő szaporodási jellemzőivel magyarázható. Az őshonos területeken mind a hímek, mind a nőstények kb. 2+ és 3+ korukban válnak ivaréretté (Bogutskaya & Naseka 2002). Ezzel szemben a biológiai invázió során elfoglalt területeken, a mielőbbi sikeres kolonizáció érdekében a nőstények már 1+ korban ivaréretté válnak (Spanovskaá et al. 1964, Grabowska et al. 2011). Jelen vizsgálatunk során az egyedek boncolásakor a legtöbb esetben fejlett, ikrákkal teli petefészkeket találtunk a kétgyaras (1+ korú) nőstényeknél, mely alapján a nőstények korai ivarérését a rakamazi populációnál is feltételezzük. Ezzel szemben a hímek a frissen kolonizált élőhelyen is mindössze 2+ és 3+ korban lesznek ivarérették (Spanovskaá et al. 1964, Grabowska et al. 2011), amit a vizsgálati anyagunkat jelentő hímek heréinek vizsgálatai is alátámasztanak. Mindez azt jelenti, hogy a biológiai invázió során elfoglalt területeken a nőstények a korai ivarérés miatt az első két évben a hímeknél nagyobb mennyiségű energiát fektetnek a szaporodásba (az ivarszerv és az ivarsejtek fejlődésébe). Mivel a szomatikus növekedés és a szaporodás között energetikailag egy csereviszony (*trade-off*) áll fenn (Roff 1983, Kozłowski 2006), a szaporodásba történő többletenergia-befektetés a szomatikus növekedés hátrányára történik, így a nőstények az első két évükben lassabban nőnek a hímekekhez képest. A harmadik évtől (2+) kezdődően azonban ez a tendencia megfordul. Ekkortájt a hímek zöme ugyanis ivaréretté válik, ám a hímek ezt követően jóval több energiát fektetnek a szaporodásba, ugyanis amíg a nőstények mindössze megérik, majd lehelyezik ikráikat, addig a hímek nemcsak a megtermékenyítésben, hanem a fejlődő embriók őrzésében is szerepet vállalnak (Bogutskaya & Naseka 2002). Ekkor a hímek agresszívan őrzik a fészket, mellúszóikkal pedig friss, oxigénben gazdag vízzel igyekeznek ellátni utódaikat, s ez idő alatt nem táplálkoznak (Bogutskaya & Naseka 2002). A fent ismertetett csereviszony tekintetében mindezek a hímek lassabb posztmaturációs növekedéséhez vezetnek.

Az évenkénti lineáris növekmény (2. ábra) vizsgálata is alátámasztja megfigyeléseinket. A 2. ábrán jól látszik, hogy az első két évben még a hímek növekedése intenzívebb, a harmadik évtől kezdve – mikor azok nagy része ivaréretté válik – drasztikusan lecsökken a növekedési ütemük. Mindez a nőstényeknél is megfigyelhető, de a csökkenés lassabban következik be.

A kondíciófaktor korcsoportonkénti változásai (3. ábra) is alátámasztják eddigi eredményeinket. Megfigyelhető, hogy a hipo-allometrikus növekedés következtében, amely nem esetén az adott évi lineáris növekmény (2. ábra) nagyobb, ott a kondíciófaktor kisebb lesz (3. ábra). Mindemellett a hímek által mutatott kondíciónövekedés a szaporodásban betöltött szerepük minél sikeresebb voltát is magyarázza. Egyrészt a magasabb kondíciófaktorú, robosztus egyedek a párválasztás során könnyebben találhatnak velük szaporodni kívánó nőstényeket, másrészt ezek a hímek sokkal hatékonyabb fészekőrzők, és jobban átvészelik az utódgondozás során fellépő hosszantartó éhezést is. (Ridgway et al. 1991, Fessey et al. 2006, Wotton & Smith 2014).

Végezetül populációs szinten összehasonlítottuk jelen eredményeinket a szakirodalomban fellelhető adatokkal (4. ábra). Az őshonos elterjedési területről Yakovlev (1925), Kirpichnikov (1945) és Nikolskij (1956), az idegenhonos területekről pedig Spanovskaâ és munkatársai (1964), Kuderskiy (1982), Litvinov és O’Gorman (1996), Baklanov (2001), Koščo és munkatársai (2003), Boznak (2004), Dgebuadze és Skomorokhov (2005), Bolonev és Pronin (2005), illetve Grabowska és munkatársai (2011) növekedési adatait vettük figyelembe.



4. ábra. A Rakamazi–Nagy-morotva amurgébjeinek növekedése, összehasonlítva az eredeti elterjedési, illetve az invázió során elfoglalt területeken lévő populációk növekedésével. A függőleges vonalak az egyes korosztályok esetén tapasztalt minimum és maximum standard testhosszt jelölik.

Rövidítések: a – Rakamazi–Nagy-morotva (jelen vizsgálat), b – eredeti elterjedési területek populációi, c – invázió során elfoglalt területek populációi

Fig. 4. Growth of the Amur sleeper population from the Rakamazi–Nagy-morotva (present results) in comparison with the average values of SL at age from native and other introduced range. Vertical lines indicate minimum and maximum SL at age.

Abbreviations: a – Rakamazi–Nagy-morotva (present results), b – native, c – introduced

Általánosságban elmondható, hogy az amurgéb növekedése különböző környezeti feltételek mellett plasztikusan változhat, melyet akváriumi kísérletek is bebizonyítottak (Bogutskaya & Naseka 2002). A nem őshonos területen élő, de már stabilnak mondható kelet-európai és ázsiai populációk növekedése sokszor jóval intenzívebb, mint az őshonos területeken (4. ábra). Ezzel ellentétben, a relatíve frissen kolonizált élőhelyeken, mint a Rakamazi-Nagy-morotván, az amurgéb növekedése különösképp a második évtől kezdődően (mikor mindkét nem zömmel ivaréretté válik) elmarad mind az őshonos, mind a keletibbi nem őshonos populációkhoz képest (4. ábra). Ez az ezen élőhelyeken mutatott opportunistá életmenet sajátosságokkal magyarázható, melyek nemcsak az alvógébfélék közé tartozó amurgébre, hanem a közel rokon valódi gébfélékre (Gobiidae) is jellemzők, mint pl. a kis testméret, rövid életciklus, korai ivaréérés, elhúzódó szaporodási időszak, alacsony fekunditás és utódgondozás (Erős 2005, Grabowska et al. 2009, Grabowska et al. 2011, Grabowska & Przybylski 2015). Mindezek jellemzők az amurgéb Kárpát-medencei populációira is, például amíg az őshonos elterjedési területhez tartozó Amur folyó vidékén az ívási időszak május végétől júniusig tart (Nikolskij 1956), addig a Közép-Tisza vidéki, gyorsan felmelegedő sekély állóvizekben áprilistól szeptemberig is találkozhatunk nászruhás hímekkel, ami az elhúzódó szaporodást bizonyítja. Az amurgéb frissen kolonizált élőhelyein mutatott opportunistá stratégiája, a szaporodásba fordított nagy mennyiségű

energia nemcsak az ivartermékek képzését, hanem például a korai ivaréret és az elhúzódo szaporodást is jelentik. Végző soron mindezek csökkentik azt az energiamennyiséget, melyet a növekedésbe tudnak fektetni.

Összefoglalásként elmondható, hogy az amurgéb esetén adott élőhelyen belül a nemek, illetve a különböző populációk növekedési és szaporodásbeli sajátosságaiban jelentős eltérések mutatkozhatnak, ám mindezek hozzájárulnak az igen sikeres terjedésükhöz, melyet jelenkorunk egyik legjelentősebb állatföldrajzi eseményeként értékelhetünk. Az ilyen egyszerűbb és alaputatásnak tekinthető növekedésvizsgálatok is ráirányítják a figyelmet arra, hogy az inváziós fajok ökológiai jellemzőit minél részletesebben meg kellene ismernünk ahhoz, hogy a biodiverzitás megőrzése érdekében minél hatékonyabban léphessünk fel.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk Abonyi Tamásnak, dr. Bácsi Istvánnak, dr. Czeglédi Istvánnak, Dobronoki Dalmának, Fazekas Dorottyának, Fazekas Georginának, dr. Harka Ákosnak, Kovácsné Gábor Anikónak, Tamás Viktornak és dr. Török Péternek a munkánk során nyújtott nélkülözhetetlen segítségükért. Köszönet illeti még a Tiszanagyfalui Horgászegyesületet, az amurgéb egyedek begyűjtésének engedélyezéséért.

Nyeste Krisztiánt az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programja támogatta.

Irodalomjegyzék

- Baklanov, M.A. (2001): Goloveshka-rotan *Perccottus glenii* Dyb. v vodoemakh Permi [*Perccottus glenii* Dyb. in water bodies of the city of Perm]. *Vestnik Udmurtskogo Universiteta. Biology* 5: 29–41.
- Berg, L.S. (1949): *Ryby presnyh vod SSSR i sopredel'nyh stran.* [*Fishes of the USSR and adjacent countries.*] Moskva–Leningrad, Akademii Nauk. SSSR, III: pp. 1381.
- Bertalanffy, L. (1934): Untersuchungen über die Gesetzmäßigkeit des Wachstums. I. Allgemeine Grundlagen der Theorie; mathematische und physiologische Gesetzmäßigkeiten des Wachstums bei Wassertieren. *Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen* 131: 613–652.
- Bhattacharya, C. G. (1967): A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics* 23/1: 115–135.
- Bíró P. (2011): Vizsgálati módszerek és értékelő eljárások a halbiológiában. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen. pp. 272.
- Bogutskaya, E.P., Naseka, A.M. (2002): *Perccottus glenii* Dybowski, 1877. In: Bogutskaya, E.P., Naseka, A.M. (eds.) *Freshwater fishes of Russia.* Zoological Institute, Russian Academy of Sciences.
- Bolonev, E.M., Pronin, N.M. (2005): Osobennosti razmernowozrastnoy i polovoy struktury lokalnykh populyatsiy rotana *Perccottus glenii* Dybowski (Perciformes: Eleotridae) v vodoemakh i vodotokakh basseyna ozera Baikal. *Vestnik BGU Seria Biologiya, Izdatielstvo Buriatskogo gosuniversita, Ulan-Ude* 7: 138–144.
- Boznak, E.I. (2004): Goloveshka-rotan *Perccottus glenii* (Eleotridae) iz basseyna reki Vyhegda [The Amur Sleeper *Perccottus glenii* (Eleotridae) from the Vyhegda River Basin]. *Voprosy Ikhtiologii* 44: 712–713.
- Chen, Y., Jackson, D.A., Harvey H.H. (1992): A comparison of von Bertalanffy and polynomial functions in modelling fish growth data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49/6: 1228–1235.
- 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., Penáz, M., Povž, M., Przybylski, M., Robillard, M., Russell, I.C., Stakénas, S., Šumer, 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.
- Dgebuadze, Y.Y., Skomorokhov, M.O. (2005): Nekotorye dannye po obrazu zhizni rotana *Perccottus glenii* Dyb. (Odontobutidae, Pisces) ozernoy i prudovoy populyatsii [Some data on the mode of life of Amur sleeper *Perccottus glenii* Dyb. (Odontobutidae, Pisces) of lacustrine and pond populations]. *Trudy Gidrobiologichnoy stantsii na Glubokom ozere* [Proceedings of Hydrobiological Station “Lake Glubokoe”]. *KMK, Moscow* 9: 212–231.
- Erős T. (2005): Life-history diversification in the middle Danubian fish fauna—a conservation perspective. *Archiv für Hydrobiologie* 16/S158: 289–304.
- Erős T., Takács P., Sály P., Specziár A., György Á.I., Bíró P. (2008): Az amurgéb (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) megjelenése a Balaton vízgyűjtőjén. *Halászat* 101/2: 75–77.
- Ferincz Á., Staszny Á., Weiperth A., Takács P., Urbányi B., Vilizzi L., Paulovits G., Copp G.H. (2016): Risk assessment of non-native fishes in the catchment of the largest central-European shallow lake (Lake Balaton, Hungary). *Hydrobiologia* 780/1: 85–97.
- Fessehaye, Y., El-bialy, Z., Rezk, M.A., Croojimans, R., Bovenhuis, H., Komen, H. (2006): Mating systems and male reproductive success in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in breeding hapas: A microsatellite analysis. *Aquaculture* 256/1-4: 148–158.

- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: History, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22/4: 241–253.
- Froese, R., Tsikliras, A.C., Stergiou, K.I. (2011): Editorial note on weight-length relations of fishes. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 41/4: 261–263.
- Gayaniilo, F.C. Jr., Sparre, P., Pauly, D. (2005): *FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FISAT II)*. Revised version. User's guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 8, FAO, Rome, pp. 168.
- Grabowska, J., Grabowski, M., Pietraszewski, D., Gmur, J. (2009): Non-selective predator—the versatile diet of Amur sleeper (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) in Vistula River (Poland), a newly invaded ecosystem. *Journal of Applied Ichthyology* 25/4: 451–459.
- Grabowska, J., Pietraszewski, D., Przybylski, M., Tarkan, A.S., Marszał, L., Lampart-Kałużniacka, M. (2011): Life-history traits of Amur sleeper, *Perccottus glenii*, in the invaded Vistula River: Early investment in reproduction but reduced growth rate. *Hydrobiologia* 661/1: 197–210.
- Grabowska, J., Przybylski, M. (2015): Life-history traits of non-native freshwater fish invaders differentiate them from natives in the central European bioregion. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 25/1: 165–178.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001): PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4/1: 9.
- Harka Á. (1998): Magyarország faunájának új halfaja: az amurgéb (*Perccottus glehni* Dybowski, 1877). *Halászat* 91/1: 32–33.
- Harka Á., Antal L., Mozsár A., Nyeste K., Szepesi Zs., Sályi P. (2012): Az amurgéb (*Perccottus glenii*) növekedése a Közép-Tisza vidékén. *Pisces Hungarici* 6: 55–58.
- Harka Á., Sallai Z., Koščo J. (2003): Az amurgéb (*Perccottus glenii*) terjedése a Tisza vízrendszerében. *A Pusztá 2001* 18: 49–56.
- IBM Corp. Released (2011): *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0*. Armonk, NY: IBM Corp.
- Kirpichnikov, V.S. (1945): Biology of *Perccottus glehni* Dyb. (Eleotridae) and possibilities of its utilization in the control of encephalitis and malaria. *Bull MOIP* 50: 14–27.
- Koščo, J., Manko, P., Ondrej, I. (2003): Vek a rast býčkovca hlavateho (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) v inundačných vodách Bodrogu. [Growth of Amur sleeper (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) in the inundation waters of the Bodrog River.] *Natura Carpatica* 44: 267–274.
- Kozłowski, J. (2006): Why life histories are diverse. *Polish Journal of Ecology* 54/4: 585–605.
- Kuderskiy, L. A. (1982): *Perccottus glehni* in ponds of Leningrad region. *Sbornik Nauchnykh Trudov Gosudarstvennyi Nauchno-Issledovatel'skiy Institut Ozernogo i Rechnogo Rybnogo Khozyaystva* 191: 70–75.
- Le Cren, E.D. (1951): The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal Animal Ecology* 20/2: 201–219.
- Litvinov, A.G., O'Gorman, R. (1996): Biology of Amur Sleeper (*Perccottus glehni*) in the Delta of the Selenga River, Buryatia, Russia. *Journal of Great Lakes Research* 22/2: 370–378.
- Nikolskij, G.V. (1956): *Ryby bassejna Amura. Itogi Amurskoj ihtiologičeskoj ěkspedicii 1944–1949. [Fishes of Amur River basin. Results of Amur ichthyological expedition of 1944–1949.]* Izdale'stvo Akademii Nauk SSSR, Moskva-Leningrad.
- Reshetnikov, A.N. (2003): The introduced fish, rotan (*Perccottus glenii*), depresses populations of aquatic animals (macroinvertebrates, amphibians, and a fish). *Hydrobiologia* 510/1: 83–90.
- Reshetnikov, A.N., Ficetola, G.F. (2011): Potential range of the invasive fish rotan (*Perccottus glenii*) in the Holarctic. *Biological Invasions* 13/12: 2967–2980.
- Reshetnikov, A.N., Schliwen U.K. (2013): First record of the invasive alien fish rotan *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 (Odontobutidae) in the Upper Danube drainage (Bavaria, Germany). *Journal of Applied Ichthyology* 29/6: 1367–1369.
- Ricker, W.E. (1975): *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations*. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada No. 191.
- Ridgway, M.S., Shuter, B.J., Post, E.E. (1991): The relative influence of body size and territorial behaviour on nesting asynchrony in male smallmouth bass, *Micropterus dolomieu* (Pisces: Centrarchidae). *Journal of Animal Ecology* 60/2: 665–681.
- Roff, D.A. (1983): An allocation model of growth and reproduction in fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 40/9: 1395–1404.
- Spanovskaã, V.D., Savvaitova, K.A., Potapova, T.L. (1964): Ob izmjenčivosti rotana (*Perccottus glehni* Dyb., fam. Eleotridae) pri akklimatizaciji. [Variation of Amur sleeper (*Perccottus glehni* Dyb., fam. Eleotridae) in acclimatization.] *Voprosy Ihtiologii* 4/4: 632–643.
- Takács P., Vitál Z. (2012): Amurgéb (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) a Duna mentén. *Halászat* 105/4: 16.
- Takács P., Czeplédi I., Ferincz Á. (2015): Amurgéb (*Perccottus glenii*) a Dráva vízgyűjtőjéről. *Halászat* 108/1: 15.
- Tesch, F.W. (1968): Age and growth. pp. 93–123. In: Ricker, W.E. (ed.): *Methods for assessment of fish production in freshwaters*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.

- Vilà, M., Basnou, C., Plšek, P., Josefsson, M., Genovesi, P., Gollasch, S., Nentwig, W., Olenin, S., Roque, A., Roy, D., Hulme, P.E., DAISIE partners (2010): How well do we understand the impacts of alien species on ecosystem services? A pan-European cross-taxa assessment. *Frontiers of Ecology and Environment* 8/3: 135–144.
- Wotton, R.J., Smith, C. (2014): *Reproductive biology of teleost fishes*. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
- Yakovlev, B.P. (1925): K Biologii *Perccottus glehni* Dybowski basseyrna r. Sungari [The biology of the *Perccottus glehni* Dybowski inhabiting the basin of the Sungari River]. *Sungaree River Biological Station Harbin* 1: 30-41.

Authors:

Krisztián NYESTE (nyeste.krisztian@science.unideb.hu), Sára KATI, Sándor Alex NAGY, László ANTAL (antal.laszlo@science.unideb.hu)