

# *Ecology of Lake Balaton/ A Balaton ökológiája*

MTA BLKI Elektronikus folyóirata  
2014. 2(1): 51-61.



## A BALATONI AMURI KAGYLÓ (*SINANODONTA WOODIANA*) ÉS A KIS TAVI KAGYLÓ (*ANODONTA ANATINA*) SZŰRÉSÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Bárdos Gergő<sup>1</sup>, Hubai Katalin Eszter<sup>1</sup>, Padisák Judit<sup>1,2</sup>, Bókony Veronika<sup>3</sup>,  
Balogh Csilla<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Pannon Egyetem, Környezettudományi Intézet, Limnológia Intézeti Tanszék,  
8200 Veszprém, Egyetem utca 10.

<sup>2</sup>MTA-PE Limnóökológiai Kutatócsoport, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

<sup>3</sup>MTA ATK NÖVI "Lendület" Evolúciós Ökológiai Kutatócsoport, 1022 Budapest,  
Herman Ottó út 15.

<sup>4</sup>MTA Ökológiai Kutatóközpont, Balatoni Limnológiai Intézet, 8237 Tihany,  
Klebelsberg Kuno u. 3.

\*balogh.csilla@okologia.mta.hu

**Kulcsszavak:** invazív faj, gyors terjedés, szűrés, ökológiai változás

**Kivonat:** Az amuri kagyló (*Sinanodonta woodiana*) feltehetően távol-keleti növényevő és szűrőtáplálkozású halak 1962-es telepítésekor került be a magyarországi vizekbe, először azonban 1984-ben írták le jelenlétét hazánkban. A faj eredeti géncentrumának az Amur és a Jangce folyókat tekintik. Igen gyors növekedésű, invazív, nagytestű kagylófaj, akár a 30 cm-es hosszúságot is elérheti. Gyors terjedésre képes, amit a magas reprodukciós potenciál mellett az is elősegít, hogy halszállítmányokkal terjed, mivel lárvája a halakon élőszködik. Magyarországon legnagyobb tömegben a Körös Szarvas melletti holtágaiban található, ahol tömegük a honos fajokkal együtt helyenként meghaladja a 25-50 tonnát hektáronként, melyhez hasonlóan magas biomasza értéket édesvízi kagylók esetén még nem mértek. Napjainkban, a Balaton Keszthelyi-medencéjének egyes területein a kagyló populáció felét már e faj állományai alkotják. Ez az ellenálló, széles ökológiai tűrőképességű faj veszélyt jelenthet az őshonos kagylófajokra. Munkánk során a *S. woodiana* szűrését vizsgáltuk, párhuzamosan egy hazai vizekben megtalálható őshonos fajjal, a kis tavi kagylóval (*Anodonta anatina*). A mérésekhez 3 méretcsoportot alakítottunk ki (7-10, 10-13; 13-15 cm). A szűrés mérésére ismert koncentrációjú élesztő (*Saccharomyces cerevisiae*) szuszpenziót használtunk. A méréseket 11-13, 18-20, és 23-25 °C-os vízhőmérsékleten végeztük el. A kísérlet alatt az állatok aktívan szűrtek. A mérések során a *S. woodiana* szűrési rátája minden hőmérsékleten jelentősebb volt, mint az *A. anatina*-é, ez a különbség a nagyméretű egyedek esetén mutatkozott szignifikánsnak. Mindkét faj szűrése a hőmérséklet csökkenésével együtt csökkent. A *S. woodiana* intenzívebb szűrése elősegítheti a faj terjedését, azonban ökológiai hatásainak megismeréséhez további vizsgálatok szükségesek.

## Bevezetés

A biológiai inváziók napjainkban megoldatlan, a klímaváltozáshoz hasonló mértékű természetvédelmi, ökológiai problémát jelentenek, a biodiverzitás elvesztésének legfontosabb okai lehetnek. Az inváziós kagylófajok közül a *Dreissena* és *Corbicula* fajok mellett az amuri kagyló (*Sinanadonta woodiana* (LEA, 1834) BOGATOV & SAYENKO, 2002) agresszív inváziója világviszonylatban kiemelkedő. Mértéktelen elszaporodásuk őshonos fajok visszaszorulásához, eltűnéséhez, intenzív szűrő tevékenységük pedig az ökoszisztémák anyagforgalmának és energiaáramának jelentős módosulásához vezet.

Az Unionidae családba tartozó gyors növekedésű, nagytestű amuri kagyló Kelet-, Dél-Kelet Ázsiából (PAULOVIC *et al.*, 2006) származik, a Hanka tavat és az Amur folyót tekintik eredeti géncentrumának (MOUTHON, 2008), Kínában édesvízi gyöngytermelésre is használják (BERAN, 2008).

Nagyon gyors terjedésre képes, amit a magas reprodukciós potenciál és növekedési ráta mellett az is elősegít, hogy halszállítmányokkal terjed (KISS, 1990). Az Unionidae családba tartozó kagylók ektoparazita lárvájának (kajmacsos lárvák, glochidium) fejlődése a halak kopolyúüregeiben és uszonyain általában 1-5 hétig tart (BERAN, 2008; WOOD, 1974; DUDGEON-MORTON, 1984; KAT, 1982; GIUSTI *et al.*, 1975;).

Európában első példányát Romániában, halastavak környékén találták (SÁRKÁNY-KISS, 1986). Ma Európa-szerte megtalálható és az elmúlt években Amerikába is behurcolták (BOGAN *et al.*, 2011). Magyarországon először 1984-ben dokumentálták megjelenését, azonban korábban is már előfordult Gyulán, a vár körüli kis tóban (PETRÓ, 1984; PAULOVIC *et al.*, 2006). Feltehetőleg a távol-keletről betelepített halfajokkal (fehér busa – *Hypophthalmichthys molitrix*, pettyes busa – *H. nobilis*, amur – *Ctenopharyngodon idella*) (WELCOMME, 1981) került be hazánkba.

Legjelentősebb mennyiségben a Szarvas melletti Körös holtágakban található, ahol tömegük a honos fajokkal együtt helyenként meghaladja a 25-50 tonnát hektáronként, melyhez hasonló magas biomassa értéket édesvízi kagylók esetén itthon még nem tapasztaltak. Egy szarvasi holtágban történt lehalászás során, véletlenszerűen kiválasztott kb. 9 m<sup>2</sup>-es területről 22 db amuri kagylót (*A. woodiana*), 3 db tavi kagylót (*A. anatina*) és 1 db festőkagylót (*U. pictorum*) gyűjtöttek (KISS, 1990).

A Balatonban először 2006-ban dokumentálták a *S. woodiana* jelenétét a Keszthelyi-medencében (MAJOROS, 2006), de feltehetően már 2002 körül megjelent, és napjainkban a Keszthelyi-medencében részesedése az Unionidae nagytestű állomány összes biomasszájának 50–80 %-át is elérheti (BENKŐ-KISS, 2012).

Gyors terjedése és a hazai fajokhoz képest tágabb tűrőképessége miatt hamar domináns fajjává válhat az aljzatközösségben, ezzel megváltoztatva annak természetes összetételét és kiszorítva az őshonos kagylófajokat természetes élőhelyükről (KISS, 1990). Mindebből adódóan kiemelten fontos a faj környezetre gyakorolt hatásának nyomon követése. A *S. woodiana* terjedését megakadályozni nem lehet, ezért rendkívül fontos a kagyló ökológiájának és biológiájának ismerete, mert egyelőre elterjedésének következményeiről nem rendelkezünk ismeretekkel. Annak ellenére, hogy az állat számos helyen tömegesen elterjedt és intenzíven szűrő szervezet, világviszonylatban kevés a *S. woodiana* szűrésére vonatkozó adat (CHANGZI *et al.*, 2010; KIM *et al.*, 2011).

A kis tavi kagyló (*Anodonta anatina*) hazai vizeinkben megtalálható őshonos faj. Az *A. anatina* esetében a kisméretű kagyló szélessége a hosszúságához viszonyítva kicsi. Ennek valószínűleg az a magyarázata, hogy a keskeny test megkönnyíti a kisméretű állatnak, hogy kisebb erőfeszítéssel tudjon az iszapba húzódnival, és vándorolni. Az *A. anatina* növekedése azonos feltételek mellett jóval lassabb, mint az *A. woodiana*-é (KISS, 1990). A Balatonra vonatkozóan az *A. anatina* szűréséről nem ismeretesek ada-

tok, nemzetközileg azonban találhatunk homogén algakultúrával és természetes fitoplanktonnal végzett kísérleteket, melyek a kis tavi kagyló szűrését vizsgálják (KRIGER & RIISGARD, 1988; PUSCH *et al.*, 2001; BONTES *et al.*, 2007).

Munkánk során célul tűztük ki, hogy adatokat szolgáltatassunk a Balatonban élő, invazív *S. woodiana* és a tóban őshonos kis tavi kagyló (*A. anatina*) szűrésére vonatkozóan, és összehasonlítsuk azokat a méret és a hőmérséklet függvényében.

## **Anyag és módszer**

A kísérletekhez szükséges két kagylófaj (*S. woodiana*, *A. anatina*) példányait a Balatonban a Szigligeti-öbölben gyűjtöttük. A szűrési ráta meghatározását minkét fajnál összesen kilenc kísérleti variánsban (variánsoként három akvárium és akváriumként három egyed) végeztük el három hőmérsékleten (alacsony hőmérséklet: 11-13 °C; szobahőmérséklet: 18-20 °C; magas hőmérséklet: 23-25 °C) az állatok három mérettartományával (testhossz kicsi: 7-10 cm; közepes: 10-13 cm; nagy: 13-15 cm). Egyidejűleg párhuzamosan a két kagylófaj ugyanazon variánsával, hat akváriummal dolgoztunk, plusz egy kagylókat nem tartalmazó akvárium kontrollként szolgált. A kísérletek időtartama 7 óra volt, a filtrációs rátát egyedekre vonatkoztattuk.

További három kísérleti variánsban (két akvárium és akváriumként három egyed) szobahőmérsékleten megismételtük a két kagylófaj három mérettartományával a kísérletet 6 óra időtartamban. Ekkor lemértük minden egyes kagyló nedves (héjjal együtt) tömegét, ez alapján egységnyi nedves tömegre vonatkoztatott filtrációs rátát számoltunk.

A kísérleteket klimatizált helyiségben végeztük, az akváriumokban a víz térfogata 8 liter volt. Az állatokat levegőztetett csapvízben tartottuk, a kísérleteket megelőzően három napig adaptáltuk a kívánt hőmérsékleten, és éhezettük. A kísérletekhez meghatározott koncentrációjú (kezdeti koncentráció: 1 g l<sup>-1</sup>) friss élesztő szuszpenziót (*Saccharomyces cerevisiae*) használtunk. A kísérleteket megelőzően ismert koncentrációjú élesztő szuszpenziókat készítettünk, melyeknek spektrofotométerrel (Metertech Inc. SP-8001 UV/VIS Spectrophotometer) megmértük az optikai denzitását (OD). Az ily módon kapott kalibrációs egyenes segítségével határoztuk meg az ismeretlen minták koncentrációját. A kagylók nélküli kontroll akváriumban mértük az élesztő ülepedését. A kísérletek során a nulladik, első, második, harmadik, ötödik és hetedik órában vettünk mintát. Az OD értéket a mintavétel után azonnal meghatároztuk. Az élesztő koncentráció változása a kísérletben a kagylók szűrése és az ülepedés eredménye. A mérések 9 és 17 óra között történtek, ezáltal nappali szűrési ráta értékeket kaptunk.

Mivel az *A. anatina* magyar neve kis tavi kagyló, a „kicsi” mérettartomány egyértelműsítése miatt az *A. anatina*-nál a tavi kagyló megnevezést használjuk.

A filtráció sebességén azt a vízmennyiséget értjük, melyet a kagylók egy óra alatt átszűrnek, amelyet a Williamsen (KASYMOV & LIKHODEYEVA, 1979) formulával számoltunk:

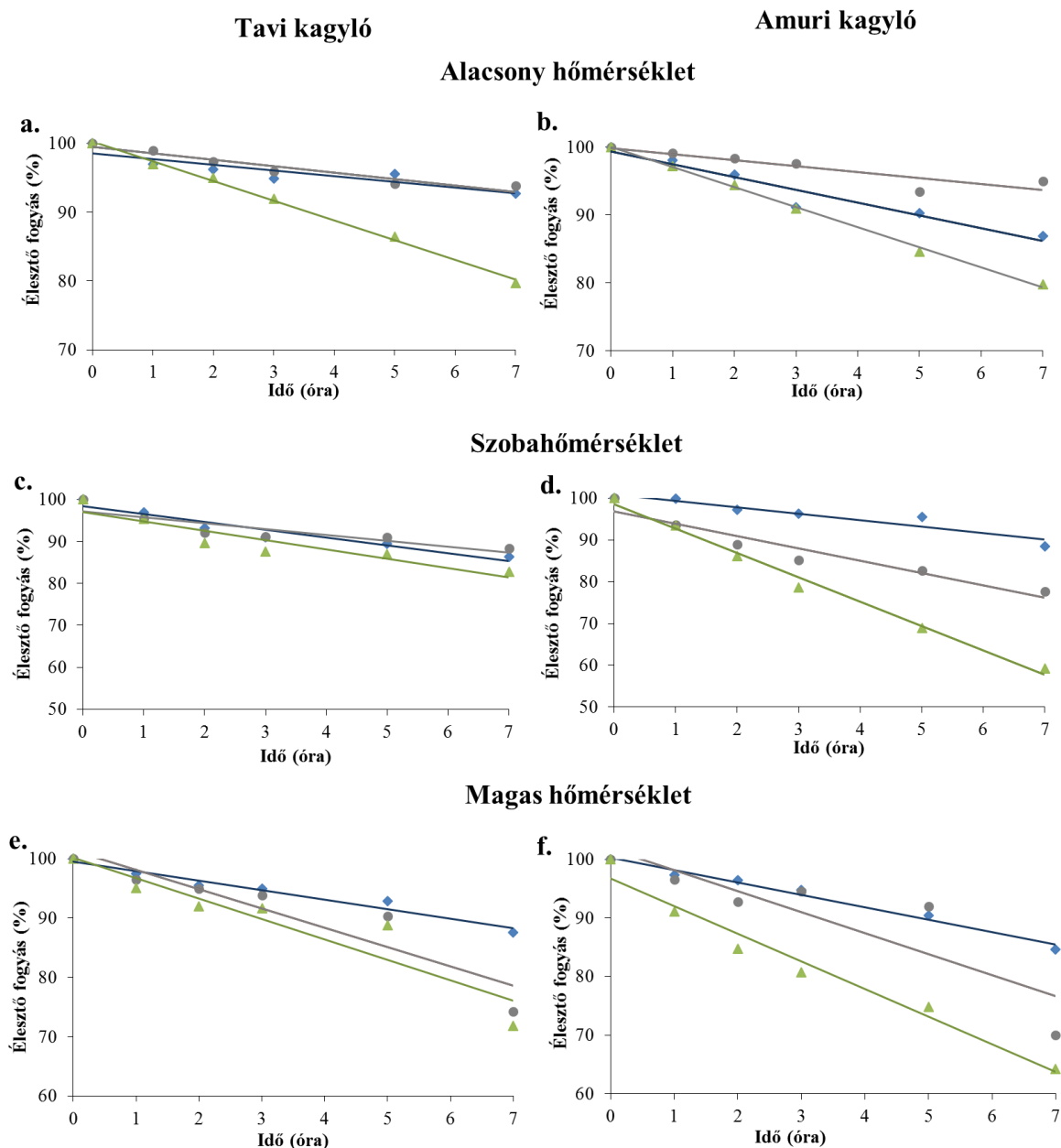
$$V = m * \frac{\ln(C_0) - \ln(C_t)}{t} - a$$

ahol:  $V$  = filtráció sebessége (l óra<sup>-1</sup>),  $C_0$  = anyag kezdeti koncentrációja (g l<sup>-1</sup>);  
 $C_t$  = anyag  $t$ -edik időpontjában mért koncentrációja (g l<sup>-1</sup>);  
 $t$  = időköz (óra);  
 $m$  = víz mennyisége (liter);  
 $a$  = korrekciós tényező, az ülepedés (g l<sup>-1</sup>).

A statisztikai elemzéshez kevert lineáris modellt alkalmaztunk, a számításokat az R programmal végeztük.

## Eredmények

A három hőmérsékleti tartományban végzett kísérletekben mindkét kagylófaj esetén az élesztő koncentrációja időben lineárisan csökkent, ami arra utal, hogy a kísérlet időtartama alatt a kagylók szűrése egyenletes volt (**1. ábra** és **1. táblázat**). Az egyenesek meredeksége jól tükrözi az élesztőfogyás mértékét. Az élesztő koncentráció a kiindulási értékhez képest legnagyobb százalékban az amuri kagyló nagyméretű példányaival szobahőmérsékleten (**1.d. ábra**, **1.d. táblázat**) és magas hőmérsékleten (**1.f. ábra**, **1.f. táblázat**) végzett kísérletekben fogyott.



**1. ábra.** A két kagylófaj három méretcsoportjával (◆: Kicsi, ●: Közepes; ▲: Nagy) három hőmérsékleti tartományban végzett kísérletek során mért élesztő koncentrációk időbeli változása a kiindulási érték százalékában.

**1. táblázat.** Az élesztő koncentráció időbeli változására illesztett lineáris regressziós egyenletek (lásd: **1. ábra**) két kagylófaj három méretcsoportjával három hőmérsékleti tartományban végzett kísérletekben.

Tavi kagyló		Amuri kagyló	
Alacsony hőmérséklet			
<b>a.</b>	$y = -0,9309x + 99,502; R^2 = 0,9264$	<b>b.</b>	$y = -0,8791x + 99,884; R^2 = 0,8133$
	$y = -0,8336x + 98,567; R^2 = 0,8028$		$y = -1,878x + 99,361; R^2 = 0,9371$
	$y = -2,8628x + 100,27; R^2 = 0,9965$		$y = -2,9591x + 100,03; R^2 = 0,9973$
Szobahőmérséklet			
<b>c.</b>	$y = -1,3983x + 97,228; R^2 = 0,7854$	<b>d.</b>	$y = -1,5456x + 100,86; R^2 = 0,8945$
	$y = -1,8593x + 98,391; R^2 = 0,9271$		$y = -2,9538x + 96,85; R^2 = 0,9245$
	$y = -2,2294x + 97,07; R^2 = 0,8578$		$y = -5,8223x + 98,548; R^2 = 0,9901$
Magas hőmérséklet			
<b>e.</b>	$y = -1,6077x + 99,558; R^2 = 0,9632$	<b>f.</b>	$y = -2,1054x + 100,24; R^2 = 0,981$
	$y = -3,2539x + 101,4; R^2 = 0,8655$		$y = -3,5845x + 101,72; R^2 = 0,7679$
	$y = -3,449x + 100,22; R^2 = 0,8702$		$y = -4,7124x + 96,718; R^2 = 0,9678$

Az *A. anatina* filtrációs rátája alacsony hőmérsékleten (11-13°C) 13,6 - 293,4 ml ind<sup>-1</sup> óra<sup>-1</sup>, a *S. woodiana*-é 31,1 és - 416,2 ml ind<sup>-1</sup> óra<sup>-1</sup> között változott a három mérettartományban. Ami az átlagértékeket illeti, megállapítható, hogy ezen a hőmérsékleten a két faj szűrési rátája nem mutat jelentős különbséget egyik mérettartományban sem, de ezen a hőmérsékleten legnagyobb élesztő fogyást a nagyméretű *S. woodiana* esetében kaptuk (**2.táblázat**).

Szobahőmérsékleten (18-20 °C) az *A. anatina* filtrációs rátája 4,1- 587,6 ml ind<sup>-1</sup> óra<sup>-1</sup>, a *S. woodiana* 35,9 – 662,1 ml ind<sup>-1</sup> óra<sup>-1</sup> között változott a három mérettartományban. A filtráció sebessége nagyobb volt az invazív *S. woodiana*, mint az *A. anatina* esetében a közepes és nagyméretű egyedeknél, amit az átlagértékek is jól tükröznek (**2. táblázat**).

Magas hőmérsékleten (23-25 °C) az *A. anatina* filtrációs rátája 15,6 – 879,4 ml ind<sup>-1</sup> óra<sup>-1</sup> között változott a három mérettartományban, a *S. woodiana* esetében 3,3 – 545,7 ml ind<sup>-1</sup> óra<sup>-1</sup> volt ez az érték. Itt is az a tendencia látható, hogy a közepes és nagy egyedek esetében a *S. woodiana* minden órában többet szűrte, mint a tavi kagyló, míg a kis méretnél a tavi kagyló szűrte többet. Ami az átlagértékeket illeti, megállapítható, hogy a szobahőmérsékletet meghaladó körülmények között a tavi kagyló szűrési rátája lényegesen megnövekedett, az amuri kagyló esetében ez a növekedés nem volt szignifikáns (**2. táblázat**).

A kevert modelles elemzés esetén minden adat figyelembevételével a kísérletekben tapasztalt élesztőfogyást hasonlítottuk az ülepedéshez. Az ülepedéshez képest minden kagylós akváriumban gyorsabban fogyott az élesztő, azaz a kagylók aktívak voltak a kísérlet során. A kapott különbség az ülepedés és a kagyló filtráció sebessége között a *S. woodiana* mindhárom mérete esetében szignifikáns volt (kis, közepes, nagyméretű

egyedek egyenként:  $p = 0,0166$ ;  $0,0016$ ;  $0,00001$ ), az *A. anatina*-nál viszont csak a nagyméretű egyedeknél ( $p = 0,0119$ ).

Szobahőmérsékleten az élesztömennyiség fogyasztásának sebessége a nagy méret esetében szignifikánsan különbözött a két faj között ( $p < 0,001$ ) és hasonló tendencia volt megfigyelhető a közepes méret esetén is ( $p = 0,075$ ), azonban kis méret esetén nem találtunk különbséget ( $p = 0,648$ ). Alacsony és magas hőmérsékleten egyik méretkategóriában sem volt megfigyelhető statisztikailag szignifikáns különbség a két faj szűrési sebessége között. Ez adódhat a kis mintaszámból, ami miatt a látszólag erős különbségek nem minden esetben szignifikánsak.

**2. táblázat.** A két kagylófaj szűrési rátája három hőmérsékleti tartományban.

Alacsony hőmérséklet		Filtrációs ráta (ml ind <sup>-1</sup> óra <sup>-1</sup> )		
Faj	Méret	Min.	Max.	Átlag±SD
Tavi kagyló	Kicsi	13,6	234,5	112,0± 60,1
	Közepes	25,4	199,4	108,5± 53,8
	Nagy	86,8	293,4	170,1± 54,3
Amuri kagyló	Kicsi	39,4	367,7	158,7± 93,9
	Közepes	31,1	362,0	116,6±103,7
	Nagy	77,6	416,2	183,6±101,0

Szobahőmérséklet		Filtrációs ráta (ml ind <sup>-1</sup> óra <sup>-1</sup> )		
Faj	Méret	Min.	Max.	Átlag±SD
Tavi kagyló	Kicsi	4,1	365,3	123,9±107,2
	Közepes	30,0	392,0	139,0± 94,1
	Nagy	67,8	587,6	164,9±125,0
Amuri kagyló	Kicsi	44,8	520,2	131,0±113,4
	Közepes	35,9	573,8	200,6±148,8
	Nagy	145,3	662,1	324,9±133,7

Magas hőmérséklet		Filtrációs ráta (ml ind <sup>-1</sup> óra <sup>-1</sup> )		
Faj	Méret	Min.	Max.	Átlag±SD
Tavi kagyló	Kicsi	21,2	210,6	127,2± 47,9
	Közepes	55,1	745,8	188,3±167,2
	Nagy	15,6	879,4	215,8±208,9
Amuri kagyló	Kicsi	8,6	335,2	142,2±78,3
	Közepes	3,3	331,0	141,3±100,6
	Nagy	101,3	545,7	284,1±114,6

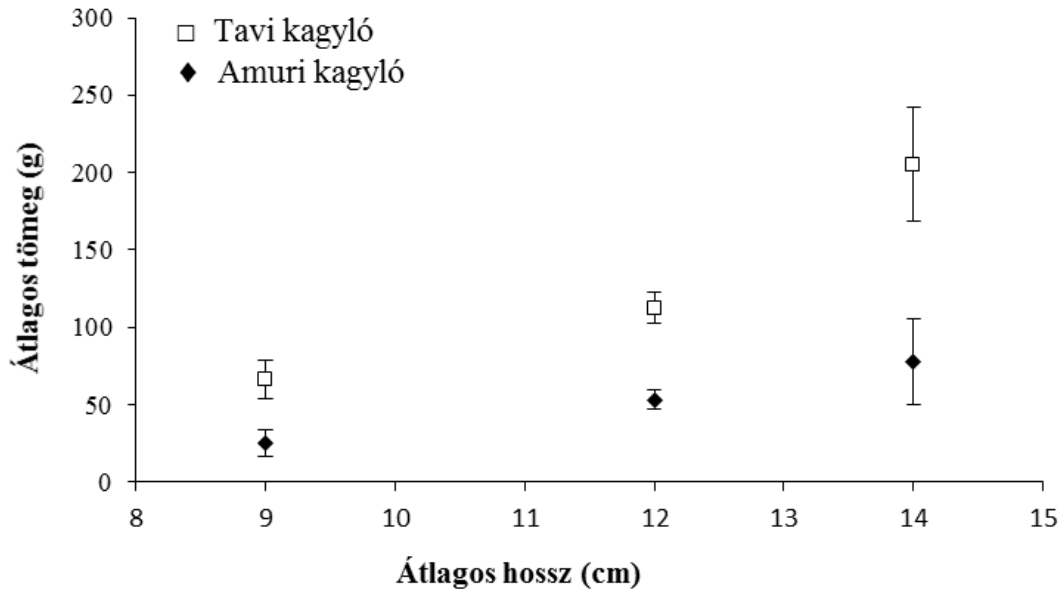
n = 15

A szobahőmérsékleten megismételt kísérletben felhasznált kagylók testhossz - testtömeg aránya jelentősen eltért a két faj között (**2. ábra**). Mindhárom méret esetében az *A. anatina* testtömeg értékei szignifikánsan nagyobbak voltak, mint a *S. woodiana*-é

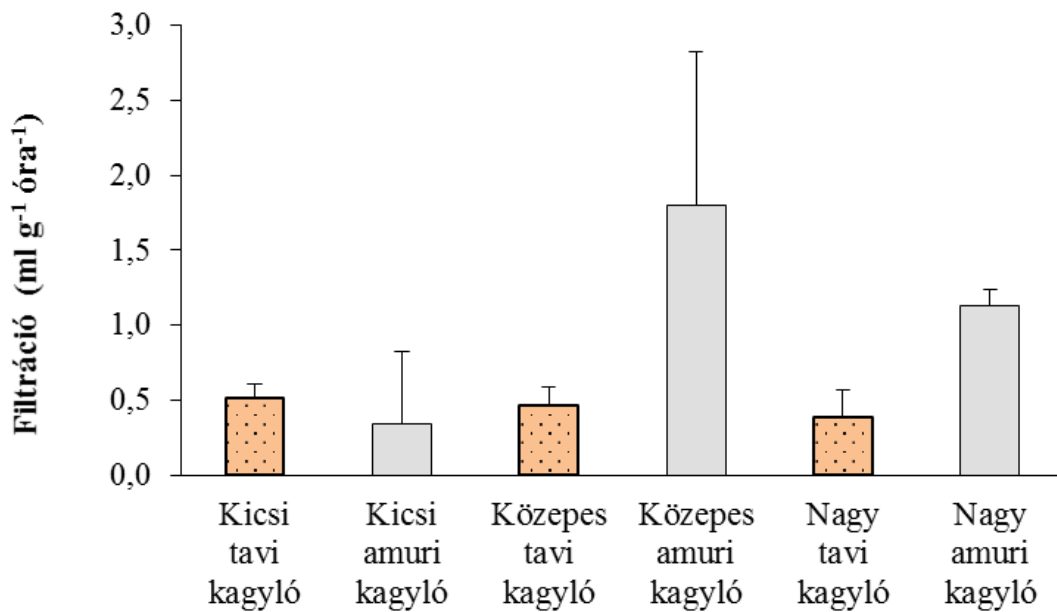
*A balatoni amuri kagyló és tavi kagyló szűrésének összehasonlítása*

(lineáris kontrasztok; kis méret:  $p = 0,028$ ; közepes méret:  $p = 0,006$ ; nagy méret:  $p < 0,001$ ). Ugyanazon méretű kagylók esetén az *A. anatina* tömege közel kétszerese volt a *S. woodiana*-énak.

Az egységnyi nedves tömegről számolt filtrációs ráta (3. ábra) mind a nagy, mind a közepes méretű *S. woodiana* egyedeknél jelentősen nagyobb volt, mint az *A. anatina* ugyanilyen méretű egyedeinél



2. ábra. A két kagylófaj nedves testtömege (átlag±SD) a három méretkategóriában.



3. ábra. A *S. woodiana* és *A. anatina* egységnyi nedves tömegről vonatkoztatott filtrációs rátája (átlag ± SD) szobahőmérsékleten.

## Megbeszélés

Eredményeink alapján az amuri kagyló szűrési rátája minden hőmérsékleten nagyobb volt, mint az *A. anatina*-é, a nagyméretű egyedek esetén a szűrés intenzitása szignifikánsan különbözött a két faj között. A kagylók szűrési rátája a méret növekedésével nőtt, melyhez hasonló tapasztaltak korábban mások is szűrésvizsgálatra irányuló kísérleteknél (KASYMOV & LIKHODEYEVA, 1979; PUSCH *et al.*, 2001; KRIGER & RIISGARD, 1988; HAWKINS *et al.*, 1999; VANDERPLOEG *et al.*, 1995; RIISGARD & SEERUP, 2003; KIM *et al.*, 2011). Több tanulmány rámutatott arra, hogy az édesvízi kagylók szűrési rátája és aktivitása nagymértékben függ egyebek mellett a vízhőmérséklettől is (HAWKINS *et al.*, 1999; KIM *et al.*, 2011; SALÁNKI & LUKACSOVICS, 1967; BALOGH, 2008; RIISGARD *et al.*, 2003). Eredményeink alapján mindkét faj esetén a szűrési ráta a hőmérséklet csökkenésével csökkent, ahogy azt más szerzők is leírták (KASYMOV-LIKHODEYEVA, 1979; HAWKINS *et al.*, 1999; VANDERPLOEG *et al.*, 1995; RIISGARD & SEERUP, 2003; KIM *et al.*, 2011). A legtöbb *Unio* faj esetén azonban nem határoztak meg az optimális szűrés eléréséhez egy konkrét hőmérsékletet (RIISGARD & SEERUP, 2003), de a hőmérséklet jelentős csökkenése vagy extrém növekedése okozta stressz a szűrési aktivitás csökkenéséhez vezethet (KIM *et al.*, 2011; LOAYZA-MURO & ELIAS-LETTS, 2007).

Az egységnyi nedves tömegre számolt szűrési ráták esetén látható, hogy a *S. woodiana*-ra vonatkozó egységnyi tömegre számolt szűrési értékek jelentősen nagyobbak, mint az *A. anatina* ugyanezen értékei. Itt kell megemlítenünk a két faj növekedésének ütemében tapasztalható jelentős különbséget, melyet a vizsgált hossz-tömeg összefüggés eredményeink is alátámasztanak. Míg a *S. woodiana* egyedek három év alatt érik el a 70-95 mm-es nagyságot (DUDGEON & MORTON, 1983), addig az *A. anatina* egyedek ehhez több mint 7 év szükséges (NEGUS, 1966). Mindezek alapján a *S. woodiana* kevesebb, mint feleannyi idő alatt éri el azt a méretet, ahol a szűrési rátája megegyezik az *A. anatina*-éval.

KIM és mtsai. (2011) kutatásaik során mérték fiatal (3.82 és 6.7 cm hosszúságú) *S. woodiana* filtrációs rátáját, ami 15,4-16,4 °C-on viszonylag magasnak bizonyult, 6,23-8,21 l nap<sup>-1</sup> között mozgott, és a szűrés intenzitása a hőmérséklettel együtt növekedett. Homogén 10-12 × 10<sup>6</sup> sejt l<sup>-1</sup> koncentrációjú *Chlorella vulgaris* algakultúra esetén az *A. anatina* szűrési rátája 2,6-2,9 l h<sup>-1</sup> között változott (KRIGER & RIISGARD, 1988). A fenti irodalmi adatokhoz hasonló, vagy annál valamelyest kisebb filtrációs értékeket kaptunk. Megjegyezzük, hogy a kísérleteket élesztővel végeztük, mely ugyan nem természetes tápláléka a kagylóknak, de a természetes vizek mikrobiális szervesanyagai is igen változatosak, és nemcsak algaeredetűek. Nem véletlen, hogy más szerzők pl.: OSTRUMOV (2002) és KASYMOV & LIKHODEYEVA (1979) is végeztek élesztővel kísérleteket egyes kagylófajok szűrésintenzitásának vizsgálatokor.

Az *Unionoidae* fajok ugyanis elsősorban a nagyobb részecskéket, mint a természetes körülmények között előforduló algákat, detrituszt, protozoákat és kisebb zooplankton szervezeteket (Rotatoria fajok) részesítik előnyben (SINGH *et al.*, 1991). LIU és mtsai. (2013) kimutatták, hogy a kagylók szűrési aktivitása változik annak függvényében, hogy milyen táplálék állt a rendelkezésükre. Azt is megfigyelték, hogy a mesterséges körülmények közt tartott kagylók legjobb tápláléka az alga, de az *Unionoidae* fajok és a *Corbicula fluminea* folyamatos táplálékfelvételt igényelnek ahhoz, hogy megfelelően növekedjenek és jó kondícióban maradjanak. Ezek a kagylók szélsőséges esetben a táplálékigényüket egyéb, számukra alkalmas szűrhető tápanyagokból is képesek fedezni (MCMAHON & BOGAN, 2011). A vándorkagylónál ugyancsak azt találták, hogy szűrésének szelektivitását az állat az elérhető táplálék méretének és



minőségének függvényében szabályozza, és filtrációs rátája jelentősebbnek mutatkozik heterogén algakultúra esetén, mint egy algafaj jelenlétében (NADDAFI *et al.*, 2007).

Eredményeink alapján megállapítható, hogy ugyanazon méretű *S. woodiana* és *A. anatina* egyedek esetén a *S. woodiana* szűrési rátája nagyobb. Mivel a *S. woodiana* állományának egyedei gyorsabban növekednek, víztisztító potenciáljuk jelentősebb.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatást a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 és TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0064 projektek támogatták.

### Irodalom

- BALOGH Cs., 2008. A vándorkagyló (*Dreissena polymorpha*) megtelepedése, mennyiségi viszonyai, anyagforgalomban betöltött szerepe, filtrációja, valamint baktériumközösségre gyakorolt hatása. Doktori értekezés, Veszprém: 138. pp
- BENKŐ-KISS Á., FERINCZ Á., KOVÁTS N. & PAULOVITS G., 2012. Az amuri kagyló (*Sinadonta woodiana* LEA, 1834) balatoni elterjedésének vizsgálata. Acta Biologica Debrecina Oecologica Hungarica **28**: 9–15.
- BERAN, L., 2008. Expansion of *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia: Unionidae) in the Czech Republic. Aquatic Invasions **3**: 91-94.
- BOGAN, A. E., J. BOWERS-ALTMAN & M. E. RALEY, 2011. A new threat to conservation of North American freshwater mussels: Chinese Pond Mussel (*Sinanodonta woodiana*) in the United States. Tentacle **19**: 39-40.
- BOGATOV, V., & E. M. SAYENKO, 2002. On the structure and systematic position of the genus *Sinanodonta* (Bivalvia, Unionidae). The Bulletin of the Russian Far East Malacological Society **7**: 85–93.
- BONTES B. M., A. M. VERSCHOOR, L. M. DIONISIO PIRES, VAN DONK E, IBELINGS B. W., 2007. Functional response of *Anodonta anatina* feeding on a green alga and four strains of cyanobacteria, differing in shape, size and toxicity. Hydrobiologia **584**:191–204.
- DUDGEON, D. & B. MORTON, 1984. Site selection and attachment duration of *Anodonta woodiana* (Bivalvia: Unionacea) glochidia on fish hosts. Journal of Zoology London **204**: 355-362.
- GIUSTI, F., L. CASTAGNOLO, L. MORETTI-FARINA & RENZONI, A., 1975. The reproductive cycle and the glochidium of *Anodonta cygnaea* L. from Lago Trasimeno (Central Italy). Monitore Zool. Ital., **9**: 99–118.
- CHANGZI, G., Q. GENG & P. XIAOJING, 2010. Remove from marked Records Responses of filtration rate of freshwater mussel *Anodonta woodiana* to ambient ammonia concentration. Agricultural Science and Technology **11/2**: 179-182.
- HAWKINS, A. J. S., M. R. JAMES, R. W. HICKMAN, S. HATTON & M. WEATHERHEAD., 1999. Modelling of suspension-feeding and growth in the green-lipped mussel *Perna canaliculus* exposed to natural and experimental variations of seston availability in the Marlborough Sounds, New Zealand. Mar. Ecol. Prog. Ser. **191**:217–232
- KASYMOV, A. & G. LIKHODEYEVA, 1979. Filtration capacity of some molluscs of the Caspian sea. Water Air and Soil Pollution **11**: 279-288.

- KAT, P. W. 1982. Effects of population density and substratum type on growth and migration of *Elliptio complanata* (Bivalvia: Unionidae). *Malacol Review* **15**: 119–127.
- KIM, B.-H., J. -H. LEE, & S. J. HWANG, 2011. Inter- and intra-specific differences in filtering activities between two unionids, *Anodonta woodiana* and *Unio douglasiae*, in ambient eutrophic lake waters. *Ecological Engineering* **37**: 1957–1967.
- KISS Á., 1990. Az amuri kagyló (*Anodonta woodiana woodiana* Lea, 1834) (UNIONIDAE) szaporítása, növekedése és biomasszája. Kandidátusi értekezés, GATE Trópusi és Szubtrópusi tanszék: 1-54 pp.
- KRIGER, J. & H. U. RIISGARD, 1988. Filtration rate capacities in six species of European freshwater bivalves. *Oecologia* **77**: 34-38.
- LIU, Y., A. HAO, Y. ISERI, L. CHUNJIE, Z. ZHANG & KUBA, T., 2013. The evaluation of *Sinanodonta woodiana* application feasibility as a *Microcystis* blooming removal tool in microcosm experiments. *Journal of Japan Society of Civil Engineers (G. Environment)* **69**: 45-53.
- LOAYZA-MURO, R. & R. ELIAS-LETTS, 2007. Responses of the mussel *Anodontites trapesia* (Unionidae) to environmental stressors: Effect of pH, temperature and metals on filtration rate. *Environmental Pollution* **149**: 209-215.
- MAJOROS G., 2006. Az amuri kagyló (*Sinanodonta woodiana* (Lea, 1832)) megtelepedése a Balatonban és elszaporodásának lehetséges következményei. *Halászat* **99**: 143-155.
- MCMAHON, R. F. & A. E. BOGAN 2001. Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. In: THORP J. H. & A. P. COVICH (eds). *Mollusca: Bivalvia* 2<sup>nd</sup> ed. Academic Press, San Diego: 331-429.
- MOUHTON, J., 2008. Discovery of *Sinanodonta woodiana* (LEA, 1834) (Bivalvia: Unionacea) in an eutrophic reservoir: The Grand Large upstream from Lyon (Rhône, France). *Journal de Malacologie Continentale* **5**: 241–243.
- NADDAFI, R., K. PETERSSON, & P. EKLÖV, 2007. The effect of seasonal variation in selective feeding by zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) on phytoplankton community composition. *Freshwater Biology* **52**: 823-842.
- NEGUS, C. L., 1966. A quantitative study of growth and production of unionid mussels in the River Thames at Reading. *Journal of Animal Ecology* **35**: 513-532.
- OSTROUMOV, S. A., 2002. Inhibitory analysis of top-down control: new keys to studying eutrophication, algal blooms, and water self-purification. *Hydrobiologia* **469**: 117–129.
- PAULIVIC, M., B. CSÁNYI, V. SIMIC, B. STOJANOVIC & P. CAKIC, 2006. Distribution of *Anodonta (Sinanodonta) woodiana* (Lea, 1834) in inland waters of Serbia. *Aquatic Invasions*. **1/3**: 154-160.
- PETRÓ, E., 1984. Az *Anodonta woodiana woodiana* (Lea, 1834) kagyló megjelenése Magyarországon. *Állattani Közlemények* **71**: 189–191.
- PUSCH, M., J. SIEFERT & N. WALZ, 2001. Filtration and respiration rates of two unionid species and their impact on the water quality of a lowland river. In: BAUER, G. & K. WACHTLER (eds.) *Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida*: Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg: 317-326.
- RIISGARD, H. U. & D. F. SEERUP, 2003. Filtration rates in the soft clam *Mya arenaria*: effects of temperature and body size. *Sarsia* **88**: 415-428.
- RIISGARD, H. U., C. KITNER & D. F. SEERUP, 2003. Regulation of opening state and filtration rate in filter-feeding bivalves (*Cardium edule*, *Mytilus edulis*, *Mya arenaria*) in response to low algal concentration. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. **284**: 105-127.

*A balatoni amuri kagyló és tavi kagyló szűrésének összehasonlítása*

- SALÁNKI, J. & F. LUKACSOVICS, 1967. Filtration and oxigen consumption related to the periodic activity of freshwater mussel (*Anodonta cygnea*). Annales Biologie Tihany **34**: 85-98.
- SÁRKÁNY-KISS, A., 1986. *Anodonta woodiana* (Lea, 1834) a new species in Romania (Bivalvia: Unionacea). Travaux du Museum d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa" **28**: 15-17.
- SINGH, D K., P. K. THAKUR & J. D. S. MUNSHI, 1991. Food and feeding habits of a freshwater bivalve, *Parreysia favidens* (Benson) from the Kosi River System. Journal of Freshwater Biology **3**: 287-293.
- VANDERPLOEG, H. A., J. R. LIEBIG & T. F. NALEPA 1995. From picoplankton to microplankton - Temperature-driven filtration by the unionid bivalve *Lampsilis radiata siliquoidea* in Lake St-Clair. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences **52**: 63-74.
- WELCOMME, R., 1981. Register of international transfers of inland fish species. FAO Fisheries Technical Paper **213**: 1-120.
- WOOD, E. M., 1974. Development and morphology of the glochidium larva of *Anodonta cygnea* (Mollusca: Bivalvia). Journal of Zoology. Volume 173, Issue 1. Pages. 1-13.

*Érkezett: 2014. december 11*  
*Javítva: 2014. december 28*  
*Elfogadva: 2014. december 30*