

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

A balatoni busaállomány ökológiai szerepének vizsgálata

**Examination of the ecological role of bigheaded carp stock
in Lake Balaton**

Vital Zoltán

Témavezető:

Dr. Nagy Sándor Alex

Dr. Boros Gergely



DEBRECENI EGYETEM

Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola

Debrecen, 2016

1. Bevezetés és célkitűzések

A Kelet-Ázsia nagy folyóinak vízrendszeréből származó szűrő táplálkozású pettyes busa (*Hypophthalmichthys nobilis*) és fehér busa (*H. molitrix*) fajok világszintű telepítése az 1950-es években kezdődött el, főként haltermelési és vízminőség-javítási céllal (Kolar et al., 2007). A különböző országok természetes vizeiben való meghonosodásuk és terjedésük számos ökológiai problémát okozhat, mely főként a táplálkozásukhoz köthető (Chick és Pegg, 2001; Cooke et al., 2009; Sampson et al., 2009; Lin et al., 2014).

A Balatonba 1972 és 1983 között telepített busa fajok állománya még napjainkban is jelentős, melynek balatoni szerepével és ökológiai helyzetével kapcsolatban számos kérdés maradt megválaszolatlan. Így a dolgozatom fő céljai voltak, hogy:

- igazoljuk, azt a feltételezésünket, hogy a szűrőszervről gyűjtött szűrlet minták alkalmasabbak a táplálék-összetétel meghatározásához, mint az általánosan használt előbél-tartalom minták;
- feltárjuk a szűrőszerv morfológiai felépítése és a táplálék méretösszetétele közötti kapcsolatot;
- meghatározzuk a Balatonban élő busaállomány táplálékát, feltárjuk az esetleges táplálék-preferenciát;
- meghatározzuk a tóban élő állomány növekedését és kondíciófaktorát;
- megvizsgáljuk a busák balatoni szaporodásának lehetőségét, ezzel feltárjuk az utánpótlásuk forrását.

2. Anyag és módszer

2.1. Táplálék-összetétel meghatározásának módszere

A táplálkozás vizsgálatához használt 47 busa egyedet a Balaton Siófoki és Szemesi medencéjében fogtuk. Az előbél mintákat a bélszakasz első 20 cm-éről, a szűrlet mintákat a szűrőszerv vájátából gyűjtöttük, ahol az az elfogyasztás előtt koncentrálnak. A fito- és zooplankton szervezetek vizsgálata egymástól elkülönítve történt. Az összehasonlíthatóság érdekében az azonosított és taxonómiai csoportokba sorolt planktonikus élőlények egyedszámát egységnyi száraz tömegben lévő egyedszámmal fejeztük ki. Nem-parametrikus Mann-Whitney U tesztet használtunk arra, hogy feltárjuk a taxonszám és a táplálékalkotók számának különbségeit a szűrlet és az előbél minták között. SIMPER tesztet alkalmaztunk annak érdekében, hogy meghatározzuk a különböző táplálék csoportok magyarázó értékét a szűrlet és a béltartalom minták között.

2.2. A táplálék összetétele és a szűrőszerv morfológiai felépítése közötti kapcsolat

A vizsgálatban a busák táplálékában található táplálékszervezetek méreteloszlását vetettük össze a Balaton vizében a fogás helyszínén és időpontjában jellemző plankton csoportok méreteloszlásával. A táplálékban megtalálható fito- és zooplankton szervezetek vizsgálatához a szűrőszervben összegyűlt szűrletet használtuk. Az azonosított fito- és zooplankton egyedek méretét mindkét esetben három kategóriába soroltuk (fitoplankton: $<10\ \mu\text{m}$; $10\text{--}40\ \mu\text{m}$; $>40\ \mu\text{m}$; zooplankton $<0,4\ \text{mm}$; $0,4\text{--}1,3\ \text{mm}$; $>1,3\ \text{mm}$). A szűrőszerveket három különböző jellemző alapján kategorizáltuk: (a) morfológiai

karakterisztika (lemezes, szivacsos és hibridekre jellemző kevert/köztes állapotok), melynek meghatározása vizuálisan történt; (b) a szűrőszerv egységnyi külső felületén lévő pórusok száma; (c) a szűrőszerv és légzőfelület aránya a kopolyútv közép vonalában. A szűrőszerv morfológiai paraméterei és a szűrletben előforduló planktonszervezetek méreteloszlása közötti kapcsolatot MANOVA teszttel határoztuk meg. Ezt követően ANOVA segítségével vizsgáltuk a változók közötti szignifikáns kapcsolatokat azokban az esetekben, amikor valamely kategória változó szignifikánsnak bizonyult. A különböző méretű táplálékszervezetek magyarázó értékét a szűrlet és a balatoni minták között SIMPER teszt segítségével határoztuk meg.

2.3. A balatoni busaállomány táplálkozási szokásai

A vizsgált egyedek szűrlet mintáit és a fogás helyéről származó vízmintákat a korábban leírtak szerint dolgoztuk fel. A busák táplálék-szelektivitásának meghatározásához grafikusán ábrázoltuk az adott táplálék-összetevő Balaton vizében és az egyedek szűrletében található relatív abundanciájának évszakos átlagát (tavasz: május, június; ős: szeptember, október). Amundsen és munkatársainak (1996) grafikus módszerének segítségével meghatároztuk a busák táplálkozásának stratégiáját. A táplálék szerves anyag tartalmának meghatározásához a bétartalomból vett mintát 60°C-on tömegállandóságig szárítottuk, majd 550°C-on 1 órán keresztül kemencében izzítottuk.

2.4. Kor, növekedés, kondíciófaktor

A vizsgált 59 egyedet 2011 márciusa és októbere között gyűjtöttük a Balaton Siófoki-medencéjéből. A vizsgálat során a

busák korát a pikkelyeken található évgyűrűk segítségével határoztuk meg. A növekedésüket ezen évgyűrűk alapján modelleztük von Bertalanffy (1957) képletének használatával. A kondíciófaktor a testtömeg és testhossz kapcsolatán alapuló dimenzió nélküli szám, mely azon alapul, hogy az ugyanahhoz a testmérethez tartozó nagyobb tömeg nagyobb energiatartalékot, így jobb „kondíciót” feltételez. A vizsgált egyedek esetében a leggyakrabban alkalmazott indexet, a Fulton-féle kondíciófaktort (K) számítottuk ki (Nash et al., 2006).

2.5. Szaporodás

A Balaton 51 közvetlenül csatlakozó különböző méretű befolyóval rendelkezik (Virág, 1998). A tóba befolyó patakok és csatornák mentén számos halastavat találunk, melyek potenciális forrásai lehetnek az idegenhonos fajok utánpótlásának (Sály et al., 2011; Erős et al., 2012). A vizsgált halakat 2011-ben és 2013-ban gyűjtöttük a Balaton Siófoki- és Szemesi-medencéjében. A vizsgálat során 58 nőivarú egyedet gonado-szomatikus index értékét, teljes- és relatív termékenységét határoztuk meg. Az egyedek gonádjának érettségét annak hátulsó szakaszának mintái alapján határoztuk meg Sakun és Butskaya (1963) skálája szerint. A gonádfejllettség, a teljes fekunditás és a relatív fekunditás kapcsolatát a testmérettel és a kondíciófaktoral ANCOVA modellek segítségével vizsgáltuk. A mintavétel idejét, mint faktort minden modell tartalmazta.

3. Új tudományos eredmények

- Megállapítottam, hogy a busák szűrőszervében összegyűlő kiszűrt anyag (szűrlet) vizsgálatával realisabb képet kaphatunk a táplálék valós összetételéről, mint az előbél-tartalomból vett minták elemzésével.
- A szűrőszervek felépítése/szerkezete és a szűrletben található táplálékszervezetek méreteloszlása közötti kapcsolat elemzése alapján megállapítottuk, hogy a Balatonban élő, főként hibrid jellegekkel rendelkező, de változatos fenotípusú busák egyazon trofikus niche-t foglalják el, függetlenül a szűrőkészülékük felépítésétől. Ezáltal feltételezhetjük, hogy a tisztavérű busa fajok táplálékspektruma is nagyobb mértékben fedhet át, mint ahogy azt korábban vélték.
- A Balatonban élő busák jelentős szelektivitás nélkül (a fitoplankton tekintetében némi méretbeli szelektivitás tapasztalható) szűrnek a tóvíz planktonikus szervezeteit, és egyéb lebegő anyagait. Ezáltal a gyakran felkeveredő, jelentős lebegő anyaggal rendelkező Balatonból nagy mennyiségű szervesanyagot fogyasztanak el.
- A táplálék jelentős szervesanyag tartalma és a tó alacsony trofitásának ellenére a busák növekedése és kondíciófaktora ideálisnak mondható. Ahhoz, hogy ezt fenntartsák, jelentős mennyiségű zooplanktonot kell fogyasztaniuk, ez pedig az őshonos halfajainkkal fennálló táplálékbeli versengést feltételez.
- A busák szaporodása a Balatonban vagy annak vízgyűjtőjén nem zárható ki teljes bizonyossággal. Bár egyes egyedeknél részleges ikraszórásra utaló poszovulációs sárgatesteket mutattunk ki, a szövettani vizsgálatok alapján az állományra a

sikertelen szaporodás utáni ikrák tápanyagainak visszaszívása a jellemzőbb. A jelenlegi balatoni busaállományt alkotó egyedek döntő többsége a véleményünk szerint a Balaton vízgyűjtő területén található halastavakból származik.

1. Introduction and aims

Worldwide stocking of filter feeding bighead carp (*Hypophthalmichthys nobilis*) and silver carp (*H. molitrix*) have started in the 1950s to increase fishery yields and improve the water quality. Their presence and spread in the natural waters may cause several ecological treats due to mainly their feeding strategy (Chick and Pegg, 2001; Cooke et al., 2009; Sampson et al., 2009; Lin et al., 2014).

Bigheaded carps were stocked to Lake Balaton between 1972 and 1983. Nowadays, the biomass of these fish is still high in the lake. Before our investigations we had limited information about the ecological role of filter feeding Asian carps in Lake Balaton, thus the following main objectives are assigned:

- to prove the hypothesis, that the filtered material from the gill rakers are more useable in the diet assessment than the commonly used foregut content;
- to explore the relationship between gill raker morphology and size-distribution of planktonic organisms in the food of hybrid bigheaded carps living in Lake Balaton;
- to determine the food of bigheaded carp stock living in Lake Balaton, and to reveal the food preferences if it exist;
- to define the growth and condition factor of the bigheaded carp stock of Lake Balaton
- to examine the possibility of bigheaded carp reproduction in Lake Balaton

2. Materials and methods

2.1. Method of determination of diet composition

In total, 47 hybrid Asian carps were collected from the eastern and central basins of Lake Balaton between June and November 2013 using 12 cm mesh-size gill nets. Foregut content samples were obtained from the initial section of the alimentary tract. Gill raker filtrates were collected from the sulcus of the epibranchial organ, which is a groove within the gill arch where the filtered matter is concentrated before ingestion. Phytoplankton and zooplankton analysis were performed in separated samples. In order to achieve comparable results, data were expressed as the number of individuals per unit of sample dry mass. Non-parametric Mann-Whitney U tests were applied to reveal the differences in taxon richness and total number of food items between gill raker filtrates and foregut samples. Subsequently, similarity percentage tests were used to assess the importance of different taxa in explaining potential variances between gill raker and gut content samples.

2.2. Relationship between gill raker morphology and diet composition

In this investigation we compare the size-distribution of planktonic organisms in the food of hybrid bigheaded carps and in the water in Lake Balaton. We used gill raker filtrates for the analysis of phytoplankton and zooplankton composition in the food. Phytoplankton individuals found in the filtered material were divided into three size categories ($<10\ \mu\text{m}$; $10\text{--}40\ \mu\text{m}$; $>40\ \mu\text{m}$), as well as zooplankton ($<0.4\ \text{mm}$; $0.4\text{--}1.3\ \text{mm}$; $>1.3\ \text{mm}$). The gill rakers of bigheaded carps were categorized according to the

following three parameters: (a) morphological characteristics (i.e. comb-like, sponge-like and intermediate types) (visually evaluated); (b) the number of pores per unit area on the outer surface of gill rakers; (c) the filtering-to-respiratory part ratio of the epibranchial organs, measured in the midline of gill rakers and gill filaments. To explore the relationship between gill raker morphology and size-distribution of planktonic organisms in the filtered material, MANOVA test was used. ANOVA was used to reveal significant relationships between variables, in cases where the effect of any of the factors proved to be significant. In addition, similarity percentage tests were used to assess the importance of different food item size categories in explaining potential differences between the filtrate and Lake Balaton samples.

2.3. Feeding habits of bigheaded carp stock

The sample of filtrates and lake water were prepared with the previous mentioned methods. We compared the relative abundance of each prey taxa in the plankton community with their relative abundance in diet by plotting the data on the x and y axes, which may reflect prey preference. Feeding strategy of bigheaded carps were inspected with the graphical method by Amundsen et al. (1996). Gut content subsamples for inorganic matter determination were measured for wet weight, then dried to constant weight at 60°C and finally ignited at 550°C for 1 hour to assess their ash contents.

2.4. Age, growth, condition factor

We examined 59 individuals to assess their age, growth and condition factor. Age and growth of fish were estimated by reading

annual rings on scales. Growth of fish was back-calculated using the von Bertalanffy (1957) equation. Condition factor was calculated from the relationship between M and L using Fulton's equation (Nash et al., 2006).

2.5. Reproduction

Lake Balaton has 51 inflows of various sizes. A number of aquaculture operations are found in the watershed of Lake Balaton. These could be potential sources of several invasive, non-native fish species (Sály et al. 2011, Erős et al. 2012). Fish were captured from the Szemes and Siófok basins of Lake Balaton in 2011 and 2013. A total of 112 bigheaded carps were collected, 58 of which were female. We calculated the Fulton's condition factors, gonado-somatic indices, total and relative fecundities. Histological examinations were performed on the ovaries of fish caught in 2011. Samples were taken from three different regions of ovaries (anterior, medial and posterior). Maturation of gonads was determined according to the Sakun and Butskaya (1963) scale. The relationships between gonado-somatic index, total fecundity and relative fecundity and body size, sampling date and K were tested with ANCOVA tests.

3. New scientific results

- I found that the using of filtered material from the inner grooves of gill rakers are provide more reliable results in diet assessment than foregut filtrates.
- We failed to find any significant relationship between gill raker parameters and plankton composition in the filtered material. Bigheaded carps with various types of gill rakers consumed food within the same size-spectrum, independently of the rate of hybridization.
- The diet assessment of bigheaded carps based on filtrate which showed, that available food items were filtered without significant selectivity by bigheaded carps in Lake Balaton. Moreover, significant quantity inorganic matter was found in the food. Bigheaded carps can filter it from the mixed lakewater.
- Despite the inorganic matter in the food and the low productivity of the Lake Balaton, the growth of the bigheaded carps is ideal in Lake Balaton and their condition is high. Our findings suggest, that bigheaded carps maintain their intense growth and distinguished condition in Lake Balaton, they must consume significant quantity of zooplankton, which lead food competition with fry of all native fish species.
- We cannot rule out completely the chance of occasional success of natural reproduction. However, we found postovulatory follicles in few gonads, the results of histological analyses supported that the end of spawning season females resorb their eggs. In our view, the present bigheaded carp stock, or leastwise the vast majority of it, arrives from external sources to Lake Balaton.

Felhasznált irodalom

von Bertalanffy, L. (1957): Quantitative laws in metabolism and growth. *The Quarterly Review of Biology*, 32: 217-231.

Chick, J.H., Pegg, M.A. (2001): Invasive carp in the Mississippi River Basin. *Science* 292: 2250-2251.

Cooke, S.L., Hill, W.R., Meyer K.P. (2009): Feeding at different plankton densities alters invasive bighead carp (*Hypophthalmichthys nobilis*) growth and zooplankton species composition. *Hydrobiologia*, 625: 185-193.

Erős, T., Sály, P., Takács, P., Specziár, A., Bíró, P. (2012): Temporal variability in the spatial and environmental determinants of functional metacommunity organization – stream fish in human-modified landscape. *Freshwater Biology*, 57: 1914-1928.

Kolar, C. S., Chapman, D. C., Courtenay, W. R. Jr., Housel, C. M., Williams, J. D., Jennings, D. P. (2007): Bigheaded carps – a biological synopsis and environmental risk assessment. Bethesda. 204. pp.

Lin, Q., Jiang, X., Han, B.P., Jeppesen, E. (2014): Does stocking of filter-feeding fish for production have a cascading effect on zooplankton and ecological state? A study of fourteen (sub)tropical Chinese reservoirs with contrasting nutrient concentrations. *Hydrobiologia*, 736: 115-125.

Nash R.D.M., Valencia A.H., Geffen, A.J. (2006): The origin of Fulton's Condition Factor – Setting the record straight. *Fisheries*, 31: 236-238.

Sakun, O.F., Butskaya, N.A. (1963): *Opredelenie stadii zrelosti i izuchenie polovykh tsiklov ryb* (Determination of Maturity Stages and Study of Sexual Cycles of Fish), Moscow: VNIRO.

Sály, P., Takács, P., Kiss, I., Bíró, P., Erős, T. (2011): The relative influence of spatial context and catchment- and site-scale environmental factors on stream fish assemblages in human-modified landscape. *Ecology of Freshwater Fish*, 20: 251–262.

Sampson, S.J., Chick, J.H., Pegg, M.A. (2009): Diet overlap among

two Asian carp and three native fishes in backwater lakes on the Illinois and Mississippi rivers. *Biological Invasions* 11: 483-496.

Virág Á. (1998): A Balaton múltja és jelene. Egri Nyomda Kft., Eger, 904 p.

Tudományos tevékenység jegyzéke

Az értekezés témaköréhez kapcsolódó, impakt faktorral rendelkező folyóiratban megjelent publikációk:

Vitál, Z., Specziár, A., Mozsár, A., Takács, P., Borics, G., Görgényi, J., G –Tóth, L., Nagy, S.A., Boros, G. (2015): Applicability of gill raker filtrates and foregut contents in the diet assessment of filter-feeding Asian carps. *Fundamental and Applied Limnology*, 187(1): 79-86. **IF: 0,786**

Görgényi, J., Boros, G., **Vitál, Z.**, Mozsár, A., Várbíró, G., Vasas, G., Borics, G. (2016): The role of filter-feeding Asian carps in algal dispersion. *Hydrobiologia*, 764(1):115-126 **IF: 2,051**

Battonyai, I., Specziár, A., **Vitál, Z.**, Mozsár, A., Görgényi, J., Borics, G., G.-Tóth, L., Boros, G. (2015): Relationship between gill raker morphology and feeding habits of hybrid bigheaded carps (*Hypophthalmichthys* spp.). *Knowledge and Management in Aquatic Ecosystems*, 416: article no. 36 **IF: 0,978**

Boros, G., Mozsár, A., **Vitál, Z.**, Nagy, S.A., Specziár, A. (2014): Growth and condition factor of hybrid (Bighead *Hypophthalmichthys nobilis* Richardson, 1845 X silver carp *H. molitrix* Valenciennes, 1844) Asian carps in the shallow, oligo-mesotrophic Lake Balaton. *Journal of Applied Ichthyology*, 30(3): 546-548. **IF: 0,867**

Az értekezés témaköréhez kapcsolódó, impakt faktorral nem rendelkező, referált folyóiratban megjelent publikációk:

Borsodi, A., Krett, G., László, K., Jáger, K., Mozsár, A., **Vitál, Z.**, Specziár, A., Boros, G. (2015): A balatoni busák béltartalmában és a tóvízben előforduló baktériumközösségek mennyiségi viszonyainak és szerkezetének összehasonlítása. *Hidrológiai Közlöny*, 95(5-6): 12-15.

Vitál, Z., Boros, G., Mozsár, A., Józsa, V., Borsodi, A., Jáger, K., László, K., Specziár, A. (2014): A hibrid dominanciájú busa állomány

táplálkozása, növekedése és szaporodása a Balatonban. Hidrológiai Közöny, 94(5-6): 107-111.

Józsa, V., Boros, G., Mozsár, A., **Vitál, Z.**, Györe, K. (2014): A balatoni busa (*Hypophthalmichthys* spp.) néhány szaporodásbiológiai jellemzőjének vizsgálata = Studying some reproduction biology parameters of filter feeding Asian carps (*Hypophthalmichthys* spp.) in Lake Balaton. Pisces Hungarici, 8: 35-42.

Az értekezés témaköréhez kapcsolódó előadások:

Boros, G., **Vitál, Z.**, Mozsár, A., Borics, G., Görgényi, J., Józsa, V., G –Tóth, L., Lehoczky, I., Kovács, B., Vasas, G., Présing, M., Horváth, H., Specziár, A.: Ecological impacts of filter-feeding Asian carps (*Hypophthalmichthys* spp.) in Lake Balaton, Hungary. XV European Congress of Ichthyology. Konferencia helye, ideje: Porto, Portugália, 2015.09.07-2015.09.11

Vitál, Z., Boros, G., Mozsár, A., Józsa, V., Specziár, A.: Busa fajok ökológiai szerepe a Balatonban. 15. Kolozsvári Biológus Napok, Kolozsvár (Románia), 2014. április 4-6.

Vitál, Z., Boros, G., Mozsár, A., B.-Görgényi, J., Borics, G., Takács, P., Specziár, A.: Új módszer a busa táplálék-összetételének meghatározására. Természet és társadalom a Balaton régióban, Kaposvár, 2014. június 5.

Vitál, Z., Mozsár, A., Présing, M., Horváth, H., Borics, G., Görgényi, J., G.-Tóth, L., Vasas, G., Boros, G.: A balatoni busaállomány táplálkozási szokásai. Természeti és társadalmi folyamatok kölcsönhatása sekély tavas területeken, Kaposvár, 2014. november 6-7.

Boros, G., Specziár, A., **Vitál, Z.**, Mozsár, A., Présing, M., Borics, G., B.-Görgényi, J., Vasas, G.: Growth and feeding habits of filter-feeding Asian carps in the oligo-mesotrophic Lake Balaton (Hungary). Shallow Lakes Konferencia, Antalya (Törökország), 2014. október 12-17.

Vitál, Z., Boros, G., Mozsár, A., Józsa, V., Specziár, A.: A busa fajok ökológiai szerepe a Balatonban. The “Jubilee International Lajos Lóczy commemoration conference 1913-2013” on the ecology, sociology and process engineering of shallow lake areas. 14. June, 2013, Kaposvár, Hungary.

Vitál, Z., Specziár, A., Mozsár, A., Görgényi, J., Borics, G., Vasas, G., Józsa, V., Battonyai, I., Présing, M., Horváth, H., Lehoczky, I., Kovács, B., Boros, G.: A busaállomány helyzete és ökológiai szerepe a Balatonban. LVII. Hidrobiológus napok. Tihany, 2015. október 7-9.

Vitál, Z., Mozsár, A., Présing, M., Horváth, H., Borics, G., Görgényi, J., G.-Tóth, L., Vasas, G., Boros, G.: Mit eszik a balatoni busa? XI. Magyar Haltani Konferencia. Debrecen, 2015. március 26-27.

Borsodi, A., Krett, G., László, K., Jáger, K., Boros, G., Mozsár, A., **Vitál, Z.**, Specziár, A.: A balatoni busák bértartalmában és a tóvízben előforduló baktériumközösségek mennyiségi viszonyainak és szerkezetének összehasonlítása. LVI. Hidrobiológus Napok, Tihany, 2014. október 1-3.

Az értekezés témaköréhez kapcsolódó poszter-előadások:

Vitál, Z., Battonyai, I., Specziár, A., Mozsár, A., Görgényi, J., Borics, G., G.-Tóth, L., Boros, G.: Relationship between gill raker morphology and feeding habits in filter-feeding Asian carps (*Hypophthalmichthys* spp.) in Lake Balaton (Hungary). XV European Congress of Ichthyology. Konferencia helye, ideje: Porto, Portugália, 2015.09.07-2015.09.11.

Mozsár, A., Boros, G., **Vitál, Z.**, Specziár, A., Lehoczky, I., Kovács, B., Józsa, V.: Potential reproduction of invasive Asian carps (*Hypophthalmichthys* spp.) in Lake Balaton: pro and contra evidences. XV European Congress of Ichthyology. Konferencia helye, ideje: Porto, Portugália, 2015.09.07-2015.09.11.

Görgényi, J., Boros, G., **Vítál, Z.**, Mozsár, A., Vasas, G., Borics, G.: The role of filter-feeding Asian carps in algal dispersion. 17th IAP meeting, Kastoria (Görögország), 2014. szeptember 14-21.

Vítál, Z., Józsa, V., Boros, G., Specziár, A., Györe, K., Kozłowski, J., Tátrai, I.: Fecundity of hybrid Asian carps (bighead *Hypophthalmichthys nobilis* × silver carp *H. molitrix*) in Lake Balaton. 32nd Congress of the International Society of Limnology. 04-09. aug. 2013, Budapest, Magyarország.

Boros, G., Wisniewska, A., Fopp-Bayat, D., Józsa, V., Specziár, A., **Vítál, Z.**, Tátrai, I.: 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. 04-09. aug. 2013, Budapest, Magyarország.

Vítál, Z., Boros, G., Mozsár, A., Lehoczky, I., Kovács, B., Józsa, V.: Érvek és ellenérvek a balatoni busaállomány szaporodásával kapcsolatban. XXXIX. Halászati tudományos Tanácskozás. Konferencia helye, ideje: Szarvas, 2015 május 20-21.

Kovács, B., Boros, G., Specziár, A., Mozsár, A., **Vítál, Z.**, Urbányi, B., Lehoczky, I.: Előzetes eredmények a balatoni busaállomány genetikai változatosságáról. XXXIX. Halászati tudományos Tanácskozás. Konferencia helye, ideje: Szarvas, 2015 május 20-21.

Vítál, Z., Battonyai, I., Mozsár, A., Görgényi, J., Borics, G., G.-Tóth, L., Boros, G.: A hibridizáció hatása a Balatonban élő busák szűrőszervének morfológiájára és táplálékszűrési hatékonyságára. LVI. Hidrobiológus Napok, Tihany, 2014. október 1-3.

Vítál, Z., Boros, G., Mozsár, A., Józsa, V., Specziár, A.: A busa növekedése és kondíciófaktora a Balatonban. XXXVII. Halászati Tudományos Tanácskozás, 2013. május 22-23. Szarvas

Vítál, Z., Boros, G., Mozsár, A., Józsa, V., Borsodi, A., Jáger, K., László, K., Specziár, A.: A hibrid dominanciájú busa állomány

táplálkozása, növekedése és szaporodása a Balatonban. LV. Hidrobiológus Napok Tihany, 2013. október 2-4.

Vitál, Z., Boros, G., Mozsár, A., Józsa, V., † Tátrai, I.: A Balatoni busák ökológiai helyzete napjainkban. XXXVI. Halászati Tudományos Tanácskozás, 2012. május 23-24. Szarvas

Egyéb publikációk:

Czeplédi, I., Sály, P., Takács, P., Dolezsai, A., Vitál, Z., Nagy, S.A., Erős, T. (2016): Do diel variations in stream fish assemblages depend on spatial positioning of the sampling sites and seasons? Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae, 62(2), 175-190. **IF: 0,353**

Takács, P., **Vitál, Z.**, Ferincz, Á., Staszny, Á. (2016): Repeatability, Reproducibility, Separative Power and Subjectivity of Different Fish Morphometric Analysis Methods. PLoS ONE, 11:(6) Paper e0157890. **IF: 3,057**

Takács, P., Erős, T., Specziár, A., Sály, P., **Vitál, Z.**, Ferincz, Á., Molnár, T., Szabolcsi, Z., Bíró, P., Csoma, E. (2015): Population Genetic Patterns of Threatened European Mudminnow (*Umbra krameri* Walbaum, 1792) in a Fragmented Landscape: Implications for Conservation Management. PLOS ONE, 10:(9) Paper e0138640. **IF: 3,057**

Takács, P., Maász, G., Vitál, Z., Harka, Á. (2015): Akvárium halak a Hévíz-lefolyó termálvizében. Pisces Hungarici, 9: 59-64.

Takács, P., Erős, T., Specziár, A., Sály, P., **Vitál, Z.**, Ferincz, Á., Szabolcsi, Z., Molnár, T., Csoma, E., Bíró, P. (2015): A lápi póc (*Umbra krameri*) magyarországi állományainak populációgenetikai vizsgálata. Pisces Hungarici, 9: 5-17.

Takács, P., **Vitál, Z.**, Ferincz, Á., Staszny, Á. (2015): Három halbiológiai vizsgálatok során használt morfolometriai módszer

ismételhetőségének és szubjektivitásának értékelése. Hidrológiai Közlöny, 95(5-6): 81-85.

Czeplédi, I., Sály, P., Takács, P., Dolezsai, A., **Vitál, Z.**, Nagy, S. A., Erős, T. (2014): Napszakos különbségek egy síkvidéki kisvízfolyás halegyüttes-összetételében. Hidrológiai Közlöny, 94(5-6): 26-30.

Takács, P., **Vitál, Z.** (2012): Amurgéb (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) a Duna mentén. Halászat, 105(4): 16.

Takács, P., **Vitál, Z.**, Poller, Z., Paulovits, G., Ferincz, Á., Erős, T. (2012): Az amurgéb (*Perccottus glenii*) új lelőhelyei a Balaton vízgyűjtőjén. Halászat, 105(3): 16.

B-Béres, V., Kassai, S., **Vitál, Z.**, Szabó, G., Görgényi, J., Gonda, S., Nagy, S. A., Tóthmérész, B., Bácsi, I. (2011): A *Monoraphidium pusillum* (Chlorophyta) lipidtermelésének vizsgálata különböző nitrogénellátottságú tenyészetekben. Hidrológiai Közlöny, 91(6): 18-21.

Szabó G., B-Béres V., Görgényi J., **Vitál Z.**, Kassai S., Gonda S., Nagy S. A., Tóthmérész B., Bácsi I. (2011): A cink hatása a *Monoraphidium pusillum* (Chlorophyta) növekedésére és morfológiájára. Hidrológiai Közlöny, 91(6): 82-85

Egyéb előadások, poszter előadások:

Takács, P., **Vitál, Z.**, Ferincz, Á., Staszny, Á.: Repeatability and subjectivity of different morphometric methods. XV European Congress of Ichthyology. Konferencia helye, ideje: Porto, Portugália, 2015.09.07-2015.09.11

Czeplédi, I., Sály, P., Takács, P., Dolezsai, A., **Vitál, Z.**, Nagy, S. A., Erős, T.: Do diel variations in stream fish assemblages depend on spatial positioning of the sampling sites? XV European Congress of Ichthyology. Konferencia helye, ideje: Porto, Portugália, 2015.09.07-2015.09.11

Takács, P., Csoma, E., Erős, T., Specziár, A., **Vitál, Z.**, Sály, P., Dolezsai, A., Bíró, P.: Magyarországi lápi póc – *Umbra krameri*

Walbaum, 1792 – állományok populációgenetikai viszonyai. 15. Kolozsvári Biológus Napok, Kolozsvár (Románia), 2014. április 4-6.

Takács, P., Erős, T., Sály, P., Specziár, A., **Vitál, Z.**, Dolezsai, A., Bíró, P.: A balatoni vízgyűjtőn tapasztalt hidrobiológiai problémák bemutatása. Természeti és társadalmi folyamatok kölcsönhatása sekély tavas területeken, Kaposvár, 2014. november 6-7.

Staszny, Á., Ferincz, Á., **Vitál, Z.**, Takács, P.: Analysis of accuracy and subjectivity in morphometric examinations. Ecology of Fish in Lakes and Reservoirs, Ceske Budejovice (Csehország), 2014. szeptember 8-11.

Takács, P., Erős, T., Specziár, A., **Vitál, Z.**, Sály, P., Bíró, P., Csoma, E.: population genetic patterns of a vulnerable, stagnophilic fish species (*Umbra krameri* Walbaum, 1792) in Hungary. „When phylogeny and geography meet conservation” symposium. 2014. augusztus 29-30. Debrecen

Takács, P., Csoma, E., Erős, T., Specziár, A., **Vitál, Z.**, Sály, P., Bíró, P.: Distribution patterns and population genetic features of a vulnerable, limnophilic fish species (*Umbra krameri* Walbaum, 1792) in Hungary. „8th Shallow Lakes Conference”, 2014 október 12-17. Antalya, Törökország

B-Béres, V., Szabó, G., Novák, Z., **Vitál, Z.**, Bácsi, I.: The sensitivity of two *Monoraphidium* species to zinc and their possible role in bioremediation. The 16th Workshop of the International Association of Phytoplankton Taxonomy and Ecology (IAP). 21-28 August, 2011, San Michele all'Adige, Trento, Italy. Program and Book of Abstracts p. 67.

Takács, P., Erős, T., Specziár, A., Sály, P., **Vitál, Z.**, Ferincz, Á., Szabolcsi, Z., Molnár, T., Csoma, E., Bíró, P.: A lápi póc (*Umbra krameri*) magyarországi állományainak populációgenetikai vizsgálata. XI. Magyar Haltani Konferencia. Debrecen, 2015. március 26-27.

Takács, P., **Vitál, Z.**, Mozsár, A., Horváth, H., Boros, E., Présing, M.: Halastavak vizüket befogadó kisvízfolyásokra gyakorolt hatásainak

bemutatása balatoni befolyók példáján. XXXIX. Halászati tudományos Tanácskozás. Konferencia helye, ideje: Szarvas, 2015 május 20-21.

Takács, P., Erős, T., Specziár, A., Sály, P., **Vitál, Z.**, Ferincz, Á., Szabolcsi, Z., Molnár, T., Csoma, E., Bíró, P.: A lápi póc (*Umbra krameri*) magyarországi állományainak populációgenetikai vizsgálata. LVII. Hidrobiológus napok. Tihany, 2015. október 7-9.

Takács, P., **Vitál, Z.**, Ferincz, Á., Staszny, Á.: Halbiológiában használt morfometriai módszerek akkurátusságának és szubjektivitásának vizsgálata. LVI. Hidrobiológus Napok, Tihany, 2014. október 1-3.

Takács, P., Csoma, E., Erős, T., Specziár, A., **Vitál, Z.**, Sály, P., Bíró, P.: Magyarországi lápi póc - *Umbra krameri* Walbaum, 1792-állományok populációgenetikai viszonyai. IX. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia „Tudományoktól a döntéshozatalig”, 2014. november 20-23., Szeged

Czeplédi, I., Sály, P., Takács, P., Dolezsai, A., **Vitál, Z.**, Nagy, S. A., Erős, T.: Napszakos különbségek egy síkvidéki kisvízfolyás halegyüttes-összetételében. LV. Hidrobiológus Napok Tihany, 2013. október 2-4.

Staszny, Á., Ferincz, Á., **Vitál, Z.**, Takács, P.: A pikkely-morfometriai vizsgálatok akkurátusságának és szubjektivitásának elemzése. LV. Hidrobiológus Napok Tihany, 2013. október 2-4.

B-Béres, V., Kassai, S., **Vitál, Z.**, Szabó, G., Görgényi, J., Gonda, S., Bácsi, I.: A *Monoraphidium pusillum* (Chlorophyta) lipidtermelésének vizsgálata különböző nitrogén-ellátottságú tenyészetekben. LII. Hidrobiológus Napok Tihany, 2010. október 6-8.

Szabó, G., B-Béres, V., Görgényi, J., **Vitál, Z.**, Kassai, S., Gonda, S., Bácsi, I.: A cink hatása a *Monoraphidium pusillum* (Chlorophyta) növekedésére és morfológiájára. LII. Hidrobiológus Napok Tihany, 2010. október 6-8.



Jelölt: Vitál Zoltán
Neptun kód: P98M5Q
Doktori Iskola: Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10027686

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (3)

1. Vitál, Z., Specziár, A., Mozsár, A., Takács, P., Borics, G., Görgényi, J., G.-Tóth, L., Nagy, S. A., Boros, G.: Applicability of gill raker filtrates and foregut contents in the diet assessment of filter-feeding Asian carps.
Fundam. Appl. Limnol. 187 (1), 79-86, 2015. ISSN: 1863-9135.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/fal/2015/0698>
IF: 0.786
2. Battonyai, I., Specziár, A., Vitál, Z., Mozsár, A., Görgényi, J., Borics, G., G.-Tóth, L., Boros, G.: Relationship between gill raker morphology and feeding habits of hybrid bigheaded carps (*Hypophthalmichthys* spp.).
Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst. 416, 36-1 - 36-11, 2015. ISSN: 1961-9502.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/kmae/2015031>
IF: 0.978
3. Boros, G., Mozsár, A., Vitál, Z., Nagy, S. A., Specziár, A.: Growth and condition factor of hybrid (Bighead *Hypophthalmichthys nobilis* Richardson, 1845 x silver carp *H. molitrix* Valenciennes, 1844) Asian carps in the shallow, oligo-mesotrophic Lake Balaton.
J. Appl. Ichthyol. 30 (3), 546-548, 2014. ISSN: 0175-8659.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/jai.12325>
IF: 0.867



További közlemények

Magyar nyelvű közlemények hazai folyóiratban (4)

4. Vitál, Z., Boros, G., Mozsár, A., Józsa, V., Borsodi, A., Jáger, K., László, K., Specziár, A.: A hibrid dominanciájú busaállomány táplálkozása, növekedése és szaporodása a Balatonban.
Hidrol. Közöny. 94 (5-6), 107-111, 2014. ISSN: 0018-1323.
5. Czeglédi, I., Sály, P., Takács, P., Dolezsai, A., Vitál, Z., Nagy, S. A., Erős, T.: Napszakos különbségek egy síkvízi kisvízfolyás haleyűttes-összetételében.
Hidrol. Közöny. 94 (5-6), 26-30, 2014. ISSN: 0018-1323.
6. B-Béres, V., Kassai, S., Vitál, Z., Szabó, G., Görgényi, J., Gonda, S., Nagy, S. A., Tóthmérész, B., Bácsi, I.: A *Monoraphidium pusillum* (Chlorophyta) lipidtermelésének vizsgálata különböző nitrogén-ellátottságú tenyészetekben.
Hidrol. Közöny. 91 (6), 18-21, 2011. ISSN: 0018-1323.
7. Szabó, G., B-Béres, V., Görgényi, J., Vitál, Z., Kassai, S., Gonda, S., Nagy, S. A., Tóthmérész, B., Bácsi, I.: A cink hatása a *Monoraphidium pusillum* (Chlorophyta) növekedésére és morfológiájára.
Hidrol. Közöny. 91 (6), 82-85, 2011. ISSN: 0018-1323.

Idegen nyelvű közlemények hazai folyóiratban (1)

8. Czeglédi, I., Sály, P., Takács, P., Dolezsai, A., Vitál, Z., Nagy, S. A., Erős, T.: Do diel variations in stream fish assemblages depend on spatial positioning of the sampling sites and seasons?
Acta Zool. Acad. Sci. Hung. 62 (2), 175-190, 2016. ISSN: 1217-8837.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17109/AZH.62.2.175.2016>
IF: 0.353 (2015)

Idegen nyelvű közlemények külföldi folyóiratban (3)

9. Takács, P., Vitál, Z., Ferincz, Á., Staszny, Á.: Repeatability, reproducibility, separative power and subjectivity of different fish morphometric analysis methods.
PLoS One. 11 (6), 1-16, 2016. EISSN: 1932-6203.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0157890>
IF: 3.057 (2015)
10. Görgényi, J., Boros, G., Vitál, Z., Mozsár, A., Várbíró, G., Vasas, G., Borics, G.: The role of filter-feeding Asian carps in algal dispersion.
Hydrobiologia. 764 (1), 115-126, 2016. ISSN: 0018-8158.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-015-2285-2>
IF: 2.051 (2015)



11. Takács, P., Erős, T., Specziár, A., Sály, P., Vitál, Z., Ferincz, Á., Molnár, T., Szabolcsi, Z., Bíró, P., Csoma, E.: Population Genetic Patterns of Threatened European Mudminnow (*Umbra krameri* Walbaum, 1792) in a Fragmented Landscape: implications for Conservation Management.
PLoS One. 10 (9), e0138640-[23], 2015. EISSN: 1932-6203.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0138640>
IF: 3.057

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 11,149

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):
2,631

Debrecen, 2016.08.26.

