

HALÁSZAT – TUDOMÁNY

5. évfolyam | 1.szám | 2019

Alapítva: 2015



› A népesítési sűrűség növekedésre és megmaradásra gyakorolt hatásának vizsgálata a jászkeszeg (*Ieuciscus idus*) intenzív rendszerben történő előnevelése során 3. oldal

› Techniques of Nutrient Removal in Recirculating Aquaculture Systems 7. oldal

› Doktori értekezések

15. oldal

HALÁSZAT – TUDOMÁNY

5. évfolyam | 1.szám | 2019

Az Agrárminisztérium tudományos folyóirata

A HALÁSZAT-TUDOMÁNY
elektronikus lap szerkesztőbizottsága

Főszerkesztő:
Dr. Váradai László

Főszerkesztő-helyettesek
Dr. Bercsényi Miklós
Udvari Zsolt

Szerkesztő:
Bozáné Békefi Emese

A szerkesztőbizottság tagjai:

Dr. Bíró Péter
Dr. Farkas Anna
Dr. Harka Ákos
Hoitsy György
Dr. Jeney Zsigmond
Dr. Molnár Kálmán
Dr. Németh István
Dr. Orbán László
Dr. Szűcs István
Udvari Zsolt
Dr. Urbányi Béla

A folyóirat megjelenését támogatja:
Magyar Akvakultúra és Halászati
Szakmaközi Szervezet

Kiadja:
Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft.
1223 Budapest, Park u. 2.
www.hermanotointezet.hu

Felelős kiadó:
Dr. Béres András

HALÁSZAT-TUDOMÁNY
Megjelenik félvévenként

Szerkesztőség:
Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs
Központ
Halászati Kutatóintézet
5540 Szarvas Anna-liget utca 35.
Telefon: 06 66 515 300
E-mail: info.haki@haki.naik.hu

HU ISSN 0133-1922
Index: 125 372

Címlapkép:
Ikrás jászkeszeg fejés közben
Fotó: Dr. Szabó Tamás

Tisztelt Olvasó!

A Halászat-Tudomány 2019. évi első számában két tudományos közlemény, közülük az egyik angol nyelven jelenik meg, amely jól tükrözi a szerkesztőbizottság azon szándékát, hogy a Halászat-Tudomány elektronikus lap a magyar halászati szakírás méltó tudományos eleme legyen. A lap lehetőséget biztosít elsősorban PhD hallgatók és fiatal kutatók számára, hogy angol nyelven jelentessék meg tudományos közleményeiket, amely révén bekapcsolódhatnak a nemzetközi publikációs munkába, megismertethetik tudományos tevékenységüket külföldi kutatókkal. Várható továbbá, hogy egyre több lesz majd a hivatkozás a Halászat-Tudományban megjelent cikkekre nemzetközi tudományos folyóiratokban is. A Halászat-Tudomány nem csak azzal segíti fiatal kutatók publikációs munkáját, hogy lehetőséget ad tudományos közlemények megjelentetésére, hanem azzal is, hogy a szerkesztőbizottság tagjai segítik a szerzők munkáját, olyan módon, mintha a szerző „témavezetői” lennének, tehát nem csak bírálattal, hanem a cikk megírásában való részvétellel is. A Halászat-Tudomány most megjelenő számában megjelent cikkek kidolgozásához Prof. Bercsényi Miklós és Prof. Urbányi Béla nyújtott segítséget.

A szerkesztőbizottság azt is szorgalmazza, hogy lehetőséget biztosítson fejlődő országok fiatal kutatói számára az angol nyelvű publikációra a Halászat-Tudomány lapban. A szerkesztőbizottság tapasztalt és nemzetközileg elismert kutatói ebben az esetben is segítik egy-egy közlemény színvonalas kidolgozását. Magyarország elismert résztvevője nemzetközi akvakultúra fejlesztési programoknak fejlődő országokban, így a nemzetközi szakértői munka összekapcsolható a tudományos publikációs tevékenységgel. Ennek méltó kereteket adhat a Halászat-Tudomány lap. Ez a törekvés összhangban van a magyar kormány által elindított „Stipendium Hungaricum” ösztöndíjas programmal, amely évente több száz fejlődő országbeli fiatalnak nyújt lehetőséget BSc, MSc és PhD fokozatok szerzésére hazai felsőoktatási intézményekben. A recirkulációs rendszerekben történő tápanyag eltávolításról szóló cikk szerzője Tareq Irhayyim Saad a Stipendium Hungaricum program keretében végzi PhD programját a Keszthelyi Egyetemen és remélhetően a jövőben növekszik majd a halászzal és akvakultúrával foglalkozó ösztöndíjasok száma.

A Halászat-Tudomány lapban továbbra is megjelentetünk magyar nyelvű tudományos közleményeket, hosszabb távú cél azonban egy olyan angol nyelvű kiadvány megjelentetése, amelyik méltó az édesvízi halászat területén elért magyar nemzetközi elismertséghez, illetve a maga eszközeivel hozzájárul annak erősítéséhez.

Dr. Váradai László
főszerkesztő

TARTALOM

A népesítési sűrűség növekedésre és megmaradásra gyakorolt hatásának vizsgálata a jászkeszeg (<i>leuciscus idus</i>) intenzív rendszerben történő előnevelése során (Szabó Tamás, Bokor Zoltán, Bernáth Gergely, Várkonyi Levente, Csenki Zsolt, Müller Tamás, Molnár József, Szabó Krisztián, Urbányi Béla, Csorbai Balázs).....	3
Techniques of Nutrient Removal in Recirculating Aquaculture Systems (Tareq Irhayyim)	7
Érdekességek a halparazitológiai kutatásban (Dr. Molnár Kálmán).....	23
Halakból Magyarországon kimutatott paraziták jegyzéke. (Checklist of parasites found in fish in Hungary) III: Férgek, Worms. III/I. Csákyásférgek, Monogenea (Molnár Kálmán).....	26
DOKTORI ÉRTEKEZÉSEK	
Halasi-Kovács Béla: A magyarországi vízfolyások halközösségeinek struktúrája és ökológiai szempontú elemzésük.....	15
Borzák Réka: Halainkat károsító egyes nyálkaspórák paraziták és vírusok vizsgálata	16
Ittész István: Egy haltenyésztés számára ígéretes halfaj, a Jundiá (<i>Rhamdia quelen</i>) szaporodásbiológiai jellemzői	18
Beliczky Gábor Péter: Kombinált (intenzív-extenzív) harcsanevelési technológia eleminek vizsgálata a környezeti és termelési paraméterek függvényében	20
Juhász Péter: A szelén és a magnézium alkalmazása a vörös árnyékhal (<i>Sciaenops ocellatus</i> L.) lárvá- és ivadéknövelésében	21

A népesítési sűrűség növekedésre és megmaradásra gyakorolt hatásának vizsgálata a jászkeszeg (*Leuciscus idus*) intenzív rendszerben történő előnevelése során

Szabó Tamás, Bokor Zoltán, Bernáth Gergely, Várkonyi Levente, Csenki Zsolt, Müller Tamás, Molnár József, Szabó Krisztián*, Urbányi Béla, Csorbai Balázs

Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő

* Dinnyési Halgazdaság Kft., Dinnyés

Kivonat

Jászkeszeg zsenge ivadékanak előnevelését intenzív halnevelő rendszer 12 literes akváriumokban végeztük. Négy különböző népesítési sűrűség (25, 50, 75, 100 zsenge ivadék / liter) hatását vizsgáltuk három ismétlésben. A kísérlet kezdete a nem-táplálkozó lárvák elúszásának napja, időtartama 21 nap volt. A víz hőmérséklete az előnevelés során $20,0 \pm 1,0$ °C, az oxigénkoncentráció $8,0 \pm 1,0$ mg / l, a napi megvilágítás időtartama 12 óra volt.

A halakat az első 12 napban *Artemia* petéből kelteztetett lárvával etettük. A 13-15. napon az élő eleség mellett ivadék előnevelő tápot is kaptak. A kísérlet harmadik hetében a halakat kizárólag mesterséges takarmánnyal etettük. A halakat napi három alkalommal (8.00, 12.00 és 16.00 órákor) *ad libitum* takarmányoztuk. Az átlagos testhosszt a kísérlet elején és végén, valamint heti gyakorisággal mértük. Az átlagos testsúlyt csak a kísérlet elején és végén határoztuk meg. A megmaradást a kísérlet végén állapítottuk meg.

A kísérlet kezdetén a zsenge ivadék hossza $10,4 \pm 0,4$ mm, testtömege $2,4 \pm 0,51$ mg, a végén a négy kezelés három ismétlésének átlagában $15,1 \pm 1,76$ mm, illetve $26,8 \pm 7,58$ mg volt. A megmaradás $82,7 \pm 6,25$ %-nak adódott. Megállapítottuk, hogy a népesítési sűrűség –a vizsgált határokon belül- érdemben nem befolyásolta a 21 napos kísérlet végén megállapított átlagos testtömeg, testhossz és megmaradás értékeket. Gazdasági szempontok alapján a „100 db / literes” népesítési sűrűség alkalmazását javasoljuk hasonló feltételeket biztosító halnevelő rendszerek esetében. Az eredmények alapján indokolt a magasabb népesítési sűrűség növekedésre és megmaradásra gyakorolt hatásának kísérletes vizsgálata is.

The effects of different stocking densities on the growth and survival rate of orfe, *Leuciscus idus* during advanced fry rearing in RAS

Summary

The aim of the study was to determine the effects of different stocking densities on the growth and survival

rate of orfe, *Leuciscus idus*. Fish larvae were obtained by induced breeding of broodstock captured from natural waters right before the breeding season. The larvae were reared for 21 days in a closed recirculating system at a water temperature of 20.0 ± 1.0 °C. They were stocked at four densities (50, 100, 150, and 200 larvae / L). The rearing tanks with a volume of 12 L were illuminated for a photoperiod of 12L:12D. The fish were fed with live *Artemia nauplii* over the first 12 days of the experiment. Between days 13-15, larvae were fed with *Artemia nauplii* combined with dry feed. From day 16 until the end of the experiment, larvae received dry feed exclusively. They were fed three times daily *ad libitum*. The mean length and weight of larvae at the beginning of the experiment were 10.4 ± 0.4 mm and 2.4 ± 0.51 mg, respectively. Increasing stocking density in the range applied in the present study did not affect adversely the examined indicators. At the end of the experiment, the mean length and weight of larvae were 15.1 ± 1.76 mm and 26.8 ± 7.58 mg, respectively. The average survival rate was 82.7 ± 6.25 %.

Keywords: *Leuciscus idus*, advanced fry rearing, RAS, growth rate, survival

Bevezetés

A XIX. századtól kiteljesedett átfogó folyószabályozási munkálatok következtében Magyarország vízrendszerének nagy része átalakult. Az egyoldalú beavatkozások ökológiai szempontból negatív következményeket vontak maguk után. A jellemző folyóvízi élőhely-típusok elvesztették korábbi karakterüket, a folyami halak szaporodásához alapvető fontosságú ívóhelyek pedig elszigetelődtek. A mesterséges beavatkozások az áramló vizek halközösségébe tartozó jászkeszeget (*Leuciscus idus*) is érzékenyen érintették.

A jászkeszeg horgászati jelentősége okán a hazai folyóvizek gazdasági szempontból értékes halfajai közé tartozik. A haltelepítés a természetes vízi halgazdálkodás fontos részévé vált, különösen az intenzív horgászvizeken, amelyek területe az elmúlt időszakban megnőtt. Vizeink állapota



1. ábra: Recirkulációs halnevelő egység.
Figure 1. Closed recirculating system with rearing tanks with a volume of 12 L.

ökológiai szempontból, a hazai horgásztársadalom igénye pedig gazdasági szempontból indokolja a jászkeszeg természetes vizekbe történő rendszeres telepítését. A telepítő anyag előállításának feltétele a jászkeszeg indukált, keltetőházi szaporítása és az ivadék védett környezetben történő előnevelése. Az előnevelt ivadék külső és belső tulajdonságaiban hasonlít a faj felnőtt egyedére, szervezete viszonylag ellenálló és kellő tartalékkal rendelkezik az átmeneti táplálékszegény időszakok átvészeléséhez.

A jászkeszeg zsenge ivadéka tavi környezetben a pontyéhoz hasonló módon nevelhető elő (Horváth et al., 1982). Az előnevelő tó megfelelő előkészítése, majd az optimális plankton állomány (kerekeshégek) kialakítása után a zsenge ivadék a tóba kihelyezhető. A következő 3–4 hét során az ivadék a tó természetes táplálékszervezeteit és a tóba juttatott nevelőtápot fogyasztja. Az előnevelés végére testhossza eléri a 3–4 cm-t, lehalászt követően utónevelésre, vagy természetes vizekbe kihelyezhető.

Értékesebb halak zsenge ivadékát recirkulációs halnevelő rendszerben is lehet gazdaságosan előnevelni. Az intenzív környezetben a halak takarmányozása teljes értékű tápokkal történik. Ragadozó halaink ivadékának intenzív előnevelése ma már több hazai gazdaságban rutinfeladatnak számít és a mindennapi gyakorlat része (Bódis és Bercsényi, 2009; Horváth, 2011; Solymosi, 2014; Kucska, 2017). Az intenzív nevelés legfontosabb előnye a tavi neveléssel szemben az ivadék nagyobb megmaradása. További előnyként jelentkezik még a kisebb hely- és vízigény. A csuka, a süllő és a harcsa előnevelése annak ellenére gazdaságosnak bizonyult, hogy előnevelésüket a fajok ragadozó természete megnehezíti.

A jászkeszeg ivadékának értéke ugyan alacsonyabb, mint a ragadozó halaké, de nevelése egyszerűbb, kevésbé munkaigényes és táplálkozásának békés jellegéből adódóan kevésbé kockázatos. Munkánk során a jászkeszeg zsenge ivadéka előnevelésének lehetőségét vizsgáltuk

recirkulációs halnevelő rendszerben. A kísérlet beállítása során fontos szempont volt a népesítési sűrűség nevelés eredményességére gyakorolt hatásának vizsgálata.

Anyag és módszer

A kísérletekhez felhasznált zsenge ivadék indukált szaporításból származott. A szülőhalakat a Zagyva folyóból fogták elektromos halászgéppel március közepén, az ivási időszakot megelőzően. A halakat a SzIE Halgazdálkodási Tanszékének recirkulációs haltartó egységében szaporítottuk, és itt történt az ikra érlelése és a nem-táplálkozó lárvák tartása is.

A jászkeszeg zsenge ivadékának előnevelését kísérleti intenzív halnevelő rendszer 12 literes akváriumaiban végeztük (1. ábra). Négy különböző népesítési sűrűség (25, 50, 75, 100 lárv / liter) hatását vizsgáltuk három ismétlésben. A kísérlet kezdete a nem-táplálkozó lárvák elűzésének napja, időtartama 21 nap volt. A víz hőmérséklete az előnevelés során $20,0 \pm 1,0$ °C, az oxigénkoncentráció $8,0 \pm 1,0$ mg / l, a napi megvilágítás időtartama 12 óra volt.

A halakat az első 12 napban sórák (*Artemia salina*) petéből keltetett lárvaival etettük. A 13–15. napon az élő eleség mellett ivadék előnevelő tápot is kaptak (Skretting Perla Larva; 0,2–0,3 mm; fehérjeteralom: 62 %; zsírtartalom: 11 %). A kísérlet harmadik hetében a halakat kizárólag mesterséges takarmánnyal etettük. A halakat napi három alkalommal (8.00, 12.00 és 16.00 órakor) ad libitum takarmányoztuk. A bejuttatott takarmány mennyisége arányos volt az egyes akváriumokban lévő halak számával. A legkisebb népesítési sűrűség esetében medencénként egy, a legnagyobb esetében pedig négy egységnyi takarmányt etettünk alkalmanként. Az etetéseket megelőzően az el nem fogyasztott takarmányt és az ürüléket szivornyával eltávolítottuk. A nevelés hatékonyságát az alábbi mutatókon keresztül értékeltük:

- Az átlagos testsúlyt a kísérlet elején és végén határozzuk meg kezelésként 30 zsenge ivadék tömegének lemérése után ($\pm 0,1$ mg pontossággal).
- Az átlagos testhosszt a kísérlet elején és végén, valamint heti gyakorisággal mértük. A testhosszt altatás követően digitális képelemző szoftver segítségével határozzuk meg $\pm 0,1$ mm pontossággal kezelésként 25 lárván. A méréseket megelőzően a halakat 2-fenoxietanol oldatban (0,4 ml / l) bódítottuk. Mérést követően a halakat visszahelyeztük abba a medencébe, amiből kivettük őket.
- A megmaradást (%) a kísérlet végén állapítottuk meg a medencékben lévő halak számolását követően.

Eredmények és értékelésük

Jászkeszeg zsenge ivadékát intenzív környezetben, recirkulációs halnevelő egységben neveltük elő. A nevelés első szakaszában élő eleséggel (sófereg petéből keltetett lárvák), majd rövid átszoktatási időszak után teljes értékű

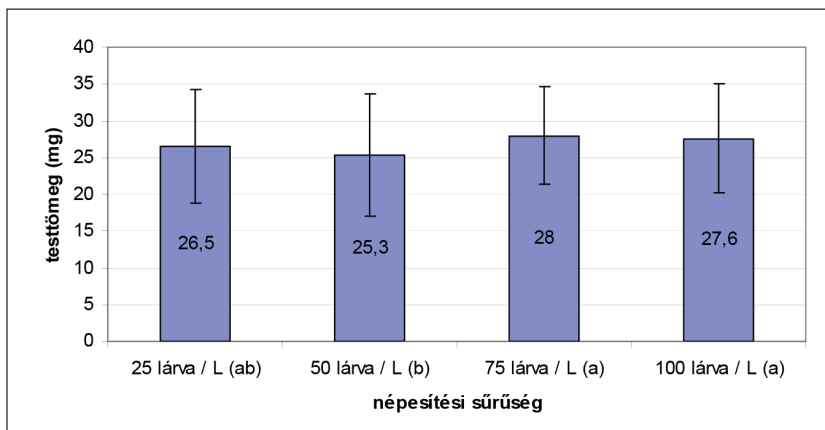
táppal etettük a halakat. Kísérletünkben elsősorban a népesítési sűrűség előnevelés eredményességére gyakorolt hatását vizsgáltuk.

Balin és domolykó fajokon végzett kísérletekben (Zarski et al., 2008; Kupren et al., 2011) a vizsgált legkisebb népesítési sűrűség 50 egyed / liter volt. Mivel a növekedési mutatók tekintetében ez a csoport mutatta a legjobb eredményeket, célszerűnek láttuk alacsonyabb népesítési sűrűség (25 egyed / liter) bevonását is a vizsgálatokba.

Az élő táplálék biztosítása a jászkeszeg (Hamackova et al., 2007), a balin, a paduc és a domolykó (Kujawa et al., 2010) esetében létfontosságú az előnevelés kezdeti szakaszában, mivel a zsenge ivadék emésztőrendszere még nem tartalmazza azokat az enzimeket, amelyek a nagyméretű fehérjemolekulák emésztéséhez szükségesek. Az élő eleség etetésének szükséges időtartamát a szerzők az elúszást követő 10-12 napban határozták meg. Ennek megfelelően jelen kísérletben is az első 12 napban sóféreg lárvával etettük az ivadékokat.

A testtömeg alakulására vonatkozó adatok

A kísérlet kezdetén a zsenge ivadék testtömege $2,4 \pm 0,51$ mg ($n = 30$), a végén a négy kezelés három ismétlésének átlagában $26,8 \pm 7,58$ mg ($n = 360$) volt. A kezeléseken belül az egyes ismétlések között szignifikáns különbséget csak az „50 db / liter” népesítési sűrűség esetében találtunk. A kezeléseken belüli ismétlések adatainak összevonását követően az „50 db / liter” kezelésben az átlagos testtömeg szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a két nagyobb népesítési sűrűség esetén (2. ábra). Megállapítottuk, hogy a népesítési sűrűség növelése nem járt együtt a kísérlet végén megállapított átlagos testtömeg csökkenésével.



2. ábra: Az ivadék testtömege (átlag \pm szórás; $n=30$) az egyes népesítési sűrűségek esetében a kísérlet végén. Az azonos betűvel jelölt csoportok átlagos testtömege között nem mutatható ki statisztikai eltérés (ANOVA, Fisher's post hoc teszt, $F = 2,33$; $p = 0,074$).

Figure 2. Mean weight of larvae ($n = 30$) in different treatment groups at the end of the experiment. Groups with similar mean weights are identified by the same superscript (ANOVA, Fisher's post hoc test, $F = 2,33$; $p = 0,074$).

A testhossz alakulására vonatkozó adatok

A kísérlet kezdetén a zsenge ivadék hossza $10,4 \pm 0,4$ mm, a végén a négy kezelés három ismétlésének átlagában $15,1 \pm 1,76$ mm ($n = 300$) volt. A különböző csoportokra jellemző átlagos testhossz-értékek a kísérlet 0., 14. és 21. napján statisztikai szempontból azonosnak tekinthetők (ANOVA, Fisher's post hoc teszt, $p > 0,05$). A 7. napon a „75 db / liter” és a „100 db / liter” népesítési sűrűség beállításakor az átlagos testhossz szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a „25 db / liter” esetében (ANOVA, Fisher's post hoc teszt, $F = 4,49$; $p = 0,004$) (3. ábra). Összességében megállapítható, hogy a népesítési sűrűség növelése nem járt együtt a kísérlet végén megállapított átlagos testhossz csökkenésével.

A megmaradásra vonatkozó adatok

A kísérlet végén a négy kezelés három ismétlésének átlagában a megmaradás $82,7 \pm 6,25$ %-nak adódott. A Kruskal-Wallis próba ($p < 0,05$) ugyan jelzett szignifikáns különbséget a kezelésekek között, de a 4. ábra alapján megállapítható, hogy a népesítési sűrűség növelése –a vizsgált határokon belül- nem feltétlenül eredményezett alacsonyabb megmaradást.

A 21. napos korban meghatározott testtömeg és testhossz értékek kissé elmaradnak a korábban hivatkozott lengyel kutatók (Kupren et al., 2011) eredményeitől. Ennek feltehetően az a magyarázata, hogy esetükben a nevelési hőmérséklet 25 °C volt. Összességében megállapítható, hogy a népesítési sűrűség –a vizsgált határokon belül- érdemben nem befolyásolta a 21 napos kísérlet végén megállapított átlagos testtömeg, testhossz és megmaradás értékeket. Gazdasági szempontok alapján a „100 db / liter” népesítési sűrűség alkalmazását javasoljuk hasonló feltételeket biztosító halnevelő rendszerek esetében. Az eredmények alapján indokolt a magasabb népesítési sűrűség növekedésre és megmaradásra gyakorolt hatásának kísérletes vizsgálata is.

A viszonylag kis méretű ($15,1 \pm 1,76$ mm) ivadék közvetlen kihelyezése természetes, vagy horgászvizekbe nem javasolt. Megfelelően előkészített földmedrű tavakban történő továbbneveléssel feltehetően jó megmaradás mellett már telepítésre alkalmas, erős, ellenálló ivadékokat állíthatunk elő.

A viszonylag kis méretű ($15,1 \pm 1,76$ mm) ivadék közvetlen kihelyezése természetes, vagy horgászvizekbe nem javasolt. Megfelelően előkészített földmedrű tavakban történő továbbneveléssel feltehetően jó megmaradás mellett már telepítésre alkalmas, erős, ellenálló ivadékokat állíthatunk elő.

Köszönetnyilvánítás:

Munkánkat az Európai Halászati Alap, Halászati Operatív Program III. tengelye (”Európai Halászati Alap: a megújuló halászatért”- az Európai

Unió és Magyarország támogatásával), a MAHOP-2.1.1-2016-2017-00002 (RESEARCHFISH) és az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projektek támogatták. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

Bódis M. és Bercsényi M., 2009. A fogassüllő intenzív, száraz táppal történő nevelése. In: A süllő (*Sander lucioperca*) tógazdasági tenyésztése (szerkesztő: Horváth L.). Szent István Egyetem, Gödöllő. 174 pp.

Hamackova, J., Lepicova, A., Prokes, M., Lepic, P., Kozak, P., Policar, T., Stanny, L. A., 2007. Success of nursing ide (*Leuciscus idus*, L.) fry related to the period of feeding with live food. *Aquacult International*, 15: 255–265.

Horváth L., Tamás G. és Tölg I., 1982. Tógazdasági tenyészanyag termelés. 259 pp.

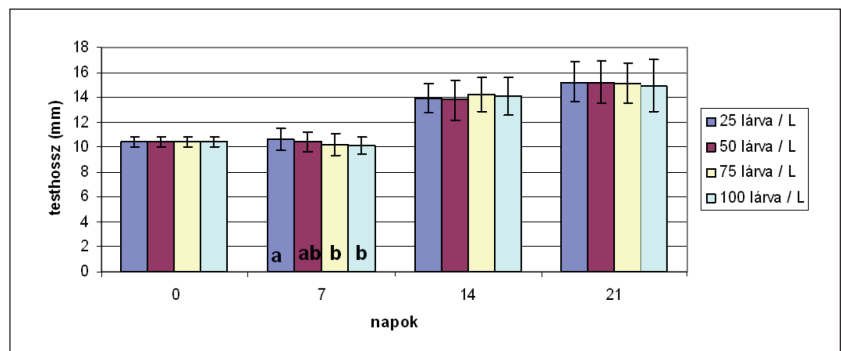
Horváth L., 2011. A harcsaivadék nevelése. In: A harcsa biológiája és tenyésztése (szerkesztők: Horváth L., Urbányi B. és Horváth Á.). pp. 117-127. Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő.

Kucska B., 2017. A csuka intenzív, táppal történő nevelése. In: A csuka biológiája és tenyésztése (szerkesztő: Szabó T.). pp. 171-180. Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő.

Kujawa, R., Kucharczyk, D., Mamcarz, A., Jamróz, M., Kwiatkowski, M., Targońska, K., Zarski, D., 2010. Impact of supplementing natural feed with dry diets on the growth and survival of larval asp, *Aspius aspius* (L.), and nase, *Chondrostoma nasus* (L.). *Archives of Polish Fisheries*, 18: 13-23.

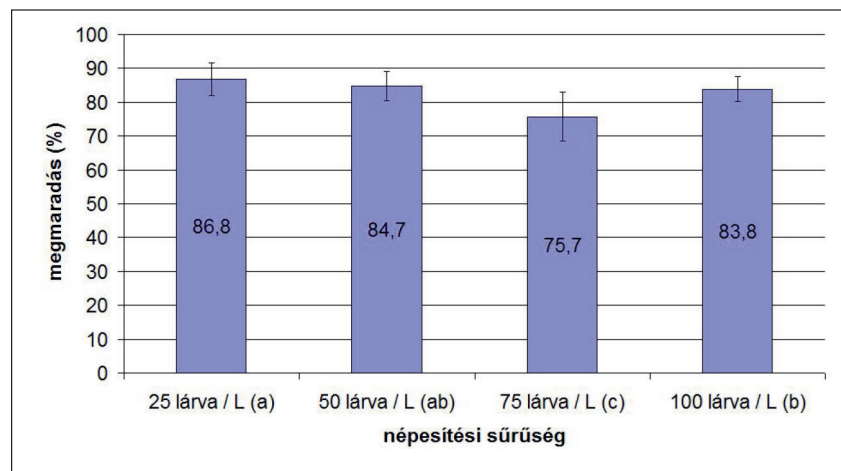
Kupren, K., Żarski, D., Krejszeff, S., Kucharczyk, D., Targonska, K., 2011. Effect of stocking density on growth, survival and development of asp *Aspius aspius* (L.), ide *Leuciscus idus* (L.) and chub *Leuciscus cephalus* (L.) larvae during initial rearing under laboratory conditions. *Italian Journal of Animal Science*, 10:3, e34.

Solymosi E., 2014. A csuka (*Esox lucius*) és a harcsa (*Silurus glanis*) tavi és medencés előnevelése, eredményeik értékelése és összehasonlítása. Szakdolgozat, Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Gödöllő. 34 pp.



3. ábra: Az ivadék testhossza (átlag ± szórás; n = 75) az egyes népesítési sűrűségek esetében a kísérlet 0., 7., 14. és 21. napján. A különböző csoportokra jellemző átlagos testhossz-értékek a 0., a 14. és a 21. napon statisztikai szempontból azonosnak tekinthetők (ANOVA, Fisher's post hoc teszt, $p > 0,05$). A 7. napon a különböző betűvel jelölt csoportok átlagos testhossza között statisztikai eltérést mutattunk ki (ANOVA, Fisher's post hoc teszt, $F = 4,49$; $p = 0,004$).

Figure 3. Mean length of larvae in different treatment groups on day 0, 7, 14, and 21. Groups with similar mean lengths on day 7 are identified by the same superscript (ANOVA, Fisher's post hoc teszt, $F = 4,49$; $p = 0,004$).



4. ábra: Az ivadék megmaradása az egyes népesítési sűrűségek esetében (három ismétlés átlaga ± szórás) a kísérlet végén. Az azonos betűvel jelölt csoportokban megállapított értékek között nem mutatható ki statisztikai eltérés (Kruskal-Wallis próba, ($p < 0,05$)).

Figure 4. Survival rates (mean ± SD) in different treatment groups at the end of the experiment. Groups with similar mean survival rates are identified by the same superscript (Kruskal-Wallis test, ($p < 0,05$)).

Szabó T., 2000. A balin, a jászkeszeg, a paduc és a márná szaporítása. Halbiológia és haltenyésztés. (egyetemi tankönyv) Szerkesztő: Horváth László. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 336-341.

Żarski, D., Kucharczyk, D., Kwiatkowski, M., Targońska, K., Kupren, K., Krejszeff, S., Jamróz, M., Hakuc-Blazowska, A., Kujawa, R., Mamcarz, A., 2008. The effect of stocking density on the growth and survival of larval asp, *Aspius aspius* (L.), and European chub, *Leuciscus cephalus* (L.), during rearing under controlled conditions. *Archives of Polish Fisheries*, 16: 371-381.

Techniques of Nutrient Removal in Recirculating Aquaculture Systems

Tareq Irhayyim*

Georgikon Aquatic Research Laboratory, Department of Animal Science, University of Pannonia, Keszthely 8360, Hungary

*correspondence: tareqsaad72@yahoo.com

Abstract

Recirculating aquaculture systems (RASs) have been developed to control environmental problems of land-based aquaculture. This review aims to provide an overview and up to date information about the treatment methods and sub-systems that can be used to diminish wastewater in the RAS. The effluent of RAS can be treated by integrating with wetlands and hydroponic systems. However, the wastewater within the recirculating loop can be controlled by using the nitrification process, plants or algae uptake and immobilization by bacteria. Methods that using the nitrification process do not increase the retention of nutrients; they convert nutrients to less toxic forms and do not really reduce the output of nutrients to the environment as well as they are often expensive and involve advanced technology. Other methods such as integrating the plants or algae into the treatment units can be useful to turn nutrient-rich wastewater into harvestable products, and higher nutrient retention can be achieved by primary and secondary producers.

Keywords: aquaculture waste, biological filter, recirculating aquaculture systems, wastewater treatment

Introduction

The aquaculture industry is the fastest growing sector for animal food production since 1970, contributing to almost 50% of global fish supply (FAO, 2018). Wastewater from aquaculture systems, which is characterized by a large quantity of nutrients, is well documented as a serious problem to environmental deterioration. The negative environmental impacts of aquaculture activities are: (1) pollution of surface and ground waters by effluent release, (2) disease transmission (3) destruction of the natural ecosystem and (4) declined biodiversity of a natural population of fish by the escape of non-native fish species (Boyd, 2003). Furthermore, the consumption of organic matter which is the preferred source of many microorganisms in the ecosystems can cause the deficiency of oxygen, leading to severe risk to aquatic animals. The

degree of impact depends on many factors such as the level of technology and management during operation farms, the location of farms and scales of production; as well as the biological, chemical and physical characteristics of the receiving ecosystem (Pa´ez-Osuna, 2001).

Generally, treatment methods involve physical, chemical and biological processes. All techniques that have been used in wastewater treatments play an important role in intensive farming because they can control water quality and reduce environmental impacts. Compared to extensive systems operation both integrated aquaculture systems and recirculation aquaculture systems have better environmental control by recycling part of the unconverted nutrients (Timmons et al., 2002; Piedrahita, 2003). These systems can reduce waste discharge and the use of resources; they are less competitive for water and land (Timmons et al., 2002). Despite higher starting investments and operation cost, RAS is considered as a system with less environmental impact: (1) around 26–38% less eutrophication potential; and (2) 93% less on the water source dependence from flow-through systems (Roque d'Orbacastel et al., 2009). This review aims to provide an overview and up to date information about treatment methods and sub-systems that can be used to diminish waste in the recirculating aquaculture systems.

Waste production of aquaculture

Waste generated by metabolism of cultured organisms and uneaten feed; and mainly depends on species and its size, temperature, rearing methods, feeding level, feeding practices, feed composition and its assimilation rate (Schneider et al., 2005). Wastewater from aquaculture contains high levels of organic matter, nitrogenous compounds, phosphorus and suspended solids waste from overfeeding and waste excretion. Approximately 25-30% of the nutrient added through the feed returned as the biomass of products at harvest; while, a large amount of nutrients (about 75% of nitrogen and phosphorus in feed) are released into the water in the form of excretory products and uneaten feed, leading to deterioration in

Table 1. Percentage of nitrogen recovered by different fish species and discharged to the environment in different aquaculture production systems

Fish species	Culture system	Recovered by fish	Discharged						References
			Dissolved		Solid		Total		
			N	P	N	P	P		
Tilapia hybrid <i>Oreochromis niloticus</i> × <i>O. aureus</i>	Tanks	21-22	18.8	59-72	60-62	3.6-5.4	19-22	(Siddiqui and Al-Harbi, 1999)	
Channel catfish <i>Ictalurus punctatus</i>	Pond	27					73	(Boyd, 1985)	
Gilthead seabream <i>Sparus aurata</i>	Pond	26		66		7		(Neori and Krom, 1991)	
Gilthead sea bream <i>Sparus aurata</i>	Pond	30		60		10		(Porter et al., 1987)	
Rainbow trout <i>Oncorhynchus mykiss</i>	Race-way	19		74		7		(Foy and Rosell, 1991)	

Table extracted from Piedrahita (2003)

water quality (Table 1). The main nitrogen waste (about 60–90%) is in the dissolved form and about 9–27 % is urea; whereas, a larger proportion between 25–85% of phosphorus excreted within the fecal waste (Van Rijn, 2013).

Biological Treatment units and sub-systems in RAS

Waste treatment methods in RAS are classified into two categories. Methods used for treating wastewater within the recirculating loop and methods for treating the effluents of RAS. The main purpose of any treatment system is removing solid wastes and nutrients. Solid waste can be removed by using settleable solids, sedimentation tanks

(Chen et al., 1994) or mechanical filtration (suspended and fine solids). Screen filtration and expendable granular media filtration are commonly applied mechanical filtration methods used in RAS (Timmons et al., 2002). For fine solids removal, foam fractionation (protein skimming) is usually applied (Timmons et al., 2002). Furthermore, various methods have been applied to reduce nitrogenous compounds and minimize environmental impacts such as sedimentation (Steeby et al., 2004; Chen et al., 1994), elimination of water exchange rates (Hopkins et al., 1993), earthen ponds or reservoirs (Chin et al., 1993), filter feeder (Jones et al., 2002), denitrification (Menasveta et al., 2001), constructed wetlands (Lin et al., 2002), and aquaponic systems (Rakocy, 2007) (Table 2).

Recently, three techniques can be used to remove

Table 2. Aquaculture wastewater treatment methods

Methods	References
Water exchange	(Hopkins et al., 1993)
Earthen ponds or reservoirs	(Chin et al., 1993)
Sedimentation	(Steeby et al., 2004; Chen et al., 1994)
Nitrifying bacteria (Nitrification process in biofilters)	(Malone and Pfeiffer, 2006; Timmons et al., 2002)
De-nitrification	(Menasveta et al., 2001)
Filter feeder bivalves	(Jones et al., 2002)
Using microalgae	(Chuntapa et al., 2001)
Using seaweeds as biofilters	(Neori et al., 2003)
Constructed wetlands	(Lin et al., 2002)
Bio-floc technology	(Crab, 2010)
Aquaponic systems	(Rakocy, 2007)
Macrophytes as bio-filter	(Redding et al., 1997)

nitrogenous waste are (1) autotrophic bacterial conversion (nitrification process coupled with denitrification), (2) heterotrophic bacterial conversion of ammonia–nitrogen directly to microbial biomass (Bio-floc), and (3) photoautotrophic conversions by algae or plant uptake of ammonium or nitrate and subsequent harvesting (Ebeling et al., 2006). These methods have been confirmed to diminish nutrients in aquaculture by many researchers in different operating conditions (Table 3). However, some of these methods only transform the nutrients into less toxic forms and do not really reduce the output of nutrients to the environment; as well as they are often expensive and involve advanced technology. Other methods can be used to turn nutrient-rich wastewater into profitable resources.

Autotrophic bacterial conversions

Aquaculture operations often rely on biological treatments by the nitrification process to remove nitrogen compounds from production systems. In this process, nitrifying bacteria *Nitrosomonas* convert ammonia to nitrite and then nitrite concentrations will be decreased by the second group of nitrifying bacteria, known as *Nitrobacter*. The second group of bacteria converts nitrite to nitrate, which is less toxic. Nitrifying bacteria grow on either a wetted or submerged media surface (Timmons et al., 2002). Typical media used to carry out the nitrification process in biological filters are river gravel, crushed rock, sand, some plastic media or ceramic material shaped as small beads or large ball, ring and saddles (Timmons et al., 2002). The size and capacity of biofilters to remove ammonia is mostly based on the total surface area that is accessible for the growth of nitrifying bacteria on the media surface (Timmons et al., 2002). The nitrifying bacteria population are affected by many factors that can cause stress for bacteria during initiation and activation phases of biological filters, such as salinity changes (Tseng and Wu, 2004) and temperature changes (Malone and Pfeiffer, 2006), ammonia concentrations, organic loading, dissolved oxygen and pH value (Timmons et al., 2002). Nitrification process is executed in a variety of biological filters that are commonly used in intensive recirculating aquaculture systems such as rotating biological contactors, downflow micro-bead filter, fluidized sand biofilters and trickling filters (Malone and Pfeiffer, 2006; Timmons et al., 2002).

(i) Rotating biological contactors

Rotating biological contactors have been widely employed as nitrifying filters in aquaculture because they need little hydraulic head, have low operation costs, provide gas stripping, tend to be more self-cleaning and can maintain a consistently aerobic treatment environment (Brazil, 2006).

The major weaknesses of these filters are the large weight gain due to biomass loading of media and the mechanical nature of its operation; which, resulting by loading on the shaft and bearings (Brazil, 2006). Brazil, (2006) tested the performance of rotating biological contactor in RAS of tilapia fish. The average of TAN areal removal rate of the system was approximately 0.42 g m⁻² per day (Table 3).

(ii) Down flow micro-bead filter

A down flow micro-bead filter is another type of biological filter that has been used in RASs. Down flow micro-bead filters have a specific surface area between 1150 and 3936 m² m⁻³ (Timmons et al., 2006). These filters are easy to set up and operate, as well as they can be used as a hybrid filter for both solids waste removal and nitrification (Timmons et al., 2002). Timmons et al. (2006) reported that the average of TAN areal removal rate of a commercial micro-bead filter system was around 0.30 g m⁻² per day.

(iii) Fluidized sand biofilters

Fluidized sand biofilters have been commonly employed in RASs. These filters have a high specific surface area range between 4000–20000 m² m⁻³ and have a reasonable cost compared to other types of biofilters (Summerfelt, 2006). The main weaknesses of fluidized sand biofilters are the high cost of pumping water through the biofilter and that a fluidized bed biofilter does not aerate the water as do trickling filters and rotating biological contactors. Thus, additional aeration is required in these types of biofilters. Additionally, these types of biofilters are not easy to operate and can have serious maintenance problems (Timmons et al., 2002). Davidson et al. (2008) found fluidized sand biofilters can remove 86–88% of the TAN, 66–82% of the BOD₅ and 15–41% total phosphorus (Table 3).

(iv) Trickling filters

Trickling filters also have been extensively used in RASs due to its simplicity, easy to set up and operate, self-aerating and can remove carbon dioxide from the water. Also, it has a moderate capital cost, low maintenance and huge range of tolerance to variations in hydraulic and organic loads (Timmons et al., 2002). The major weaknesses of trickling filters are low volumetric removal rates with big size of biofilter resulting in high cost of nitrification systems and risk of clogging when not properly designed and operated (Timmons et al., 2002). The specific surface area of the media that have been commonly used in trickling filters ranges from 100 to 1000 m² m⁻³. Timmons et al (2002) reviewed that the specific surface area of media in trickling filters range between (100–300 m² m⁻³), and TAN areal removal rates range from 0.1 to 0.9 g m² per day.

Water source system	Reactor unit/ Species	Removal rate		References
RAS with Tilapia	Rotating biological contactors	TAN	0.42 g / m ² /day	(Brazil, 2006)
Tilapia wastewater	Down flow microbead	TAN	0.30 g/ m ² / day	(Timmons et al., 2006)
Rainbow trout wastewater	Fluidized sand biofilters	TAN	86- 88%	(Davidson et al., 2008)
		TP	15-41%	
RAS with hybrid striped bass	Trickling filters	TAN	0.64 g / m ² / day	(Lyssenko and Wheaton,2006)
Bio-floc technology in Tilapia pond		TAN	95% C/N ratio is 20	(Crab et al., 2009)
IRAS with western king prawns (Penaeus latissulcatus)	Seaweeds (Ulva lactuca)	TAN	59-81%	(Van Khoi and Fotedar, 2011)
		PO ₄₃	50-55%	
Common carp (Cyprinus carpio L.), tank combined with mechanical filter and a biofilter contains two floating aquatic plants	Aquatic plants combination (Lemna minor and Wolffia arrhiza)	NH ₄ -N	0.15 mg / l	(Velichkova and Sirakov, 2013)
		NO ₂ -N	0.08 mg / l	
		NO ₃ -N	16.07±8.8 mg / l	
		TN	13.9±15 mg / l	
		TP	0.48 mg / l	
		PO ₄₃	0.3 mg / l	
Intensive African catfish operation	Wetland	TAN	90%	(Kerepeczki et al.,2003)
		NO ₃ -N	38%	
		PO ₄₃	90%	
		TN	65-80%	
		TP	65-80%	
Aquaponic recirculation system	Aquatic plants Ipomoea aquatica	TAN	78.32–85.48%	(Endut et al., 2011)
		NO ₂ -N	82.93–92.22%	
		NO ₃ -N	79.17–87.10%	
		PO ₄₃	75.36–84.94%	
Recirculating aquaponic system (RAS) with Marble goby (Oxyeleotris marmorata Bleeker)	Hydroponic tank with water spinach (Ipomoea aquatica)	TAN	83%	(Lam et al., 2015)
		NO ₂ -N	87%	
		NO ₃ -N	70%	
		TP	60%	
		BOD ₅	63%	
TSS	88%			

Heterotrophic bacterial conversion (Bio-floc technology)

The technology of bio-floc has been employed for assimilation inorganic nitrogen compounds by the microbial community present within the water of the culture unit

(Crab, 2010). This technique comprises the improvement and control of dense heterotrophic microbial biofloc in the water column by supplying carbohydrates sources to water (Crab, 2010). Suspended growth solids contains phytoplankton, bacteria; aggregates of living and dead particulate organic matter and grazers of bacteria. Organic

nitrogenous waste will be converted to bacteria biomass when carbon and nitrogen are well balanced (Schneider et al., 2005). Adding a source of carbohydrates to the water column will help to uptake nitrogen by the synthesis of microbial proteins and this can be taken by cultured species as a source of food (Crab, 2010). The uptake of nitrogen by bacteria will occur only when the C: N ratio is higher than 10; while the uptake of bio-flocs by fish depends on fish species and fish size, feeding traits, floc density and floc size (Crab, 2010). Crab et al. (2009) has applied bio-floc technology to maintain the quality of water in a wintering pond of tilapia. The ratio of C: N was managed by adding the quantity of starch or carbohydrates in the feed stream. Approximately 95% of TAN is effectively removed when C: N ratio is 20 (Table 3). Despite, the high nitrification rate obtained in this technology, a constant C: N ratio is not easy to maintain, and an additional source of organic carbon may stimulate heterotrophic bacteria growth, resulting in a limitation of the nitrification process (Zhu and Chen, 2001). The biofloc technology only measures the conversion of total ammonia nitrogen to nitrite, but oxygen consumption by bacteria that converts ammonia to nitrate does not account in this technology (Crab, 2010).

Photoautotrophic conversions

(i) Photoautotrophic conversions as biofilters within the recirculating loop.

This system design contains a combination of mechanical solids removal and nutrient assimilations; where nutrients from culture unit in RAS recycled into harvestable products. In this type of system, nutrients assimilate by applying macrophytes (aquatic plants) in RAS (Redding et al., 1997); or by using macroalgae (seaweeds) (Neori et al., 2004). Seaweeds (Neori et al., 1991) and aquatic plants (Velichkova and Sirakov, 2013) have been proven to remove nutrients from the aquaculture systems. However, the selection of these species depends on a number of criteria: growth rate and concentration of nitrogen in tissues; the simplicity of harvest and control of life cycle; disease resistance and a match between the physiological characteristics and the environmental growth (Neori et al., 2004). Depending on these criteria; the selection will be influenced by planned purpose. If they will be used to produce the high value of biomass, then the decision will be based on the quality of tissue; but, if the main reason is for bioremediation, then nutrient removal and growth rates are the main determinations (Neori et al., 2004). The removal efficiency depends on cultured species, system configuration, nutrient concentration, stocking densities, and water exchange rates (Neori et al., 2004). Msuya and Neori (2008) found that water velocity affected biomass yields and the filtration efficiency of green seaweed. In addition, aeration can play a significant role in the culture system, as it can increase nutrients diffusion under

nutrient limitation and increase the supply of inorganic carbon (Neori et al., 2004). The nutrients removal rate of aquatic plants also can be influenced by harvesting frequency. In theory, harvesting aquatic plants by using the same technique and method could reduce a large amount of nutrients from an ecosystem; and plants can maintain their growth rate once the ecosystem is rich in nutrients (Verhofstad et al., 2017). The quantity and method of harvest also have an effect on the performance of the system to remove nutrients.

(ii) Photoautotrophic conversions as sub-systems to treat the effluents of RAS

This potential system design contains a combination of RAS and plant sub-systems. Here, nutrients released from RAS into sub-systems which can be converted by plant sub-systems as a valuable by-product (aquaponic systems) (Rakocy, 2007) or as wildlife habitat (wetlands) (Lin et al., 2003).

Constructed wetland

Constructed wetland systems are mostly used as a sub-system unit to treat the aquaculture effluents after concentrating the wastes. Constructed wetlands are characterized by the advantages of moderate capital costs, low energy consumption and low maintenance requirements, as well as benefits of increased wildlife habitat. Most wetlands used in aquaculture are soil based horizontal subsurface flow systems (Martins et al., 2010). Vertical flow constructed wetlands with partial recirculation have been recently installed to improve TAN and NO₃ removal. Partial recirculation of the effluent stabilizes system performance and enhances nitrogen removal by denitrification (Arias et al., 2005). Several factors affect the performance of constructed wetlands for treating aquaculture effluent. Plant species are important in determining the treatment efficiency of constructed wetlands. Rhizome forming plants are less efficient in removing TAN and NO₃ than plants forming fibrous roots (Cheng et al., 2009). Input loading rates and the hydraulic loading rate can also affect the nutrient removal efficiency in constructed wetlands (Lin et al., 2002). The performance of wetlands may be less consistent than in conventional treatment; wetland treatment efficiencies may vary seasonally in response to changing environmental conditions, including rainfall and drought (Nivala et al., 2007). Martins et al. (2010) reported that the integration of constructed wetlands in partially recirculating fish farms in Europe is rare because water re-use involves costs for pumping and aeration. There are also limitations associated with the use of constructed wetlands; they generally require larger land areas than conventional wastewater treatment systems (Lin et al., 2002).

Aquaponic systems

Aquaponics is the combined culture of fish and plants without soil in recirculating aquaculture systems, which has become increasingly popular. A typical aquaponic system contains a fish tank (aquaculture), a biofilter (for nitrification) and a grow bed (hydroponics). There are three types of aquaponic systems based on types of grow bed; nutrient film technique (NFT), floating-raft (deep water culture) and media-filled (flood and drain) (Engle, 2015). Each type has its advantages and disadvantages, for example NFT and floating-raft aquaponic systems require a biofilter for nitrification and a sedimentation tank for solid removal (Engle, 2015); while, media-filled type is considered the simplest aquaponic system that does not require separate biofilters because it contains media (e.g., pumice stones or clay beads) in the grow bed for nitrification (Zou et al., 2016). However, the floating-raft type is most commonly used in aquaponic systems because it allows the plant roots to freely absorb the nutrients from water without clogging the water channel (Engle, 2015; Timmons et al., 2002). Many types of plants have been grown in aquaponic systems such as lettuce, basil, mint, water spinach, tomatoes, peppers, cucumbers, and cabbage (Timmons et al., 2002). The plants growing in aquaponics take nitrate as the main nitrogen source because nitrate concentration in these systems is higher than ammonium and nitrite concentrations (Rakocy et al., 2003). However, the preference for ammonium and nitrate depends on their concentrations, growth stages and plant's genetic factors. The nitrogen uptake rate of the plant is influenced by many factors such as nutrient concentrations, light intensity, humidity, temperature and ambient carbon dioxide concentration (Tiaz and Zeiger, 2002). The removal of nutrient waste could occur by several mechanisms, such as the absorption of nutrient waste by vegetable planted in the hydroponic tank through the root system, the removal of dissolved solids via microbial assimilation by microorganisms in the water column and adsorption on biofilms formed within the root system of vegetable planted in the hydroponic tank (Timmons et al., 2002). Lam et al. (2015) investigated the influence of component ratio (hydroponic tank volume to fish rearing tank volume) on the fish growth, vegetable yield, and nutrient removal in a recirculating aquaponic system containing Marble goby (*Oxyeleotris marmorata Bleeker*) and a hydroponic tank grown with water spinach (*Ipomoea aquatica*). Nutrient removal was observed at a high component ratio (3 m³/m³) (83% ammonia removal, 87% nitrite removal, 70% nitrate removal, 60% removal of total phosphorus, 88% removal of total suspended solids, 63% removal of 5-day biochemical oxygen demand) (Table 4). Despite the intensive and sustainable production in aquaponic systems, there are only a few commercial operations of aquaponic systems. However, lower requirement for resources such as water

and land will encourage research to continue for developing the commercial aquaponic systems. Aquaponic systems will have potential in arid and semiarid areas due to their water reuse efficiency and conservation characteristics.

Conclusion

RASs are developed to alleviate environmental problems of land-based aquaculture. In many RAS, the effluent is treated before final discharge to the environment by using wetlands and aquaponic systems. However, three general pathways can be used to reduce the waste within the recirculating loop. In most RAS, the common method is by using solid removal and nitrification process coupled with denitrification; and then the effluent discharged to the environment. In this method, nutrients are not re-used; they are actually converted to less harmful forms. These systems do not increase the retention of nutrients. Furthermore, waste reduction in the RAS loop can also be achieved by an integrative approach which nutrients are assimilated with phototrophic and heterotrophic organisms. Phototrophic organisms such as plants and algae can be integrated into the treatment of recirculation loop as well as in the effluent water treatment. In these integrated systems, nutrients are converted into harvestable products and higher nutrient retention can be achieved by primary and secondary producers.

It can be concluded that there is no an ideal treatment method, each method has its own strengths and weaknesses and areas of best application that need to consider when the system is designed to maximize production with low cost and minimize environmental impacts. Some of these methods only transform the nutrients into less toxic forms and do not really reduce the output of nutrients to the environment, as well as they are often expensive and involve advanced technology. Other methods can be used to turn nutrient-rich wastewater into profitable resources. The choice of a suitable treatment method depends on many factors related to a proper cost and benefit analyses, the location of the recirculating system, climatic conditions, water availability, discharge regulations, and land availability. All these factors together with the market value of cultured organisms can be the major determinants for the type of treatment methods to be used.

Acknowledgement

The work/publication was supported by the EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 project, which is co-financed by the European Union and the European Social Fund.

References

Arias, C.A., Brix, H., Marti, E. (2005). Recycling of treated effluents enhances removal of total nitrogen in

vertical flow constructed wetlands. *Journal of Environment Science and Health, Part A* 40, 1431–1443.

Boyd, C. (1985). Chemical budgets for channel catfish ponds. *Transactions of the American Fisheries Society*, 114, 291–298.

Boyd, C. (2003). Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. *Aquaculture*, 226, 101–112.

Brazil, B. (2006). Performance and operation of a rotating biological contactor in a tilapia recirculating aquaculture system. *Aquacultural Engineering*, 34, 261–274.

Chen, S., Stechey, D., Malone, R. (1994). Suspended solids control in recirculating aquaculture systems. In: Timmons, M., Losordo, T., ed. *Aquaculture Water Reuse Systems: Engineering Design and Management*. Elsevier, Amsterdam, 61–100.

Cheng, X.Y., Chen, W.Y., Gu, B., Liu, X., Chen, F., Chen, Z., Zhou, X., Li, Y., Huang, H., Chen, Y., (2009). Morphology, ecology, and contaminant removal efficiency of eight wetland plants with differing root systems. *Hydrobiologia*, 623, 77–85.

Chin, K., Gng, S., Foo, S. (1993). A water treatment and recycling system for intensive fish farming. *Water Science and Technology*, 27, 141–148.

Chuntapa, B., Powtongsook, S., Menasveta, P. (2001). Control of water quality in high density prawn culture by integrating with the microalga, *Spirulina platensis*. In 27 th Congress on Science and Technology of Thailand, Technical Information Services (TIS)/KMUTT, Songkla, Thailand.

Crab, R. (2010). Bio-flocs technology: an integrated system for the removal of nutrients and simultaneous production of feed in aquaculture. PhD thesis, Ghent University, Belgium.

Crab, R., Kochva, M., Verstrate, W. Avnimelech, Y. (2009). Bio-flocs technology application in over-wintering of tilapia. *Aquacultural Engineering*, 40, 105–112.

Davidson, J., Helwig, N., Summerfelt, S. (2008). Fluidized sand biofilters used to remove ammonia, biochemical oxygen demand, total coliform bacteria, and suspended solids from an intensive aquaculture effluent. *Aquacultural Engineering*, 39, 6–15.

Ebeling, J., Timmons, M., Bisogni, J. (2006). Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic and heterotrophic removal of ammonia–nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, 257, 346–358.

Endut, A., Jusoh, A., Nora'aini, A. (2011). Nutrient removal from aquaculture wastewater by vegetable production in aquaponics recirculation system. *Desalination and Water Treatment*, 32, 422–430.

Engle, C. (2015). Economics of Aquaponics. Southern Regional Aquaculture Center. SRAC Publication No. 5006.

FAO (2018). The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome.

Foy, R., Rosell, R. (1991). Loadings of nitrogen and

phosphorus from a Northern Ireland fish farm. *Aquaculture*, 96, 17–30.

Hopkins, J., Hamilton, R., Sandifers, P., Browdy, C., Stokes, A. (1993). Effect of water exchange rate on production, water quality, effluent characteristics and nitrogen budgets of intensive shrimp ponds. *Journal of the World Aquaculture Society*, 24 (3), 304–320.

Jones, A., Preston, N., Dennison, W. (2002). The efficiency and condition of oysters and macroalgae used as biological filters of shrimp pond effluent. *Aquaculture Research*, 33 (1), 1–19.

Kerepeczki, A., Gal, D., Szabo, P., Pekar, F. (2003). Preliminary investigations on the nutrient removal efficiency of a wetland-type ecosystem. *Hydrobiologia*, 506, 665–670.

Lam, S., Ma, N., Jusoh, A., Ambak, M. (2015). Biological nutrient removal by recirculating aquaponic system: optimization of the dimension ratio between the hydroponic & rearing tank components. *Int. Biodeterioration & Biodegradation*, 102, 107–115.

Lin, Y., Jing, S., Lee, D. (2003). The potential use of constructed wetlands in a recirculating aquaculture system for shrimp culture. *Environmental Pollution*, 123, 107–113.

Lin, Y., Jing, S., Lee, D., Wang, T. (2002). Nutrient removal from aquaculture wastewater using a constructed wetlands system. *Aquaculture*, 209, 169–184.

Lyssenko, C., Wheaton, F. (2006). Impact of positive ramp short-term operating disturbances on ammonia removal by trickling and submerged-upflow biofilters for intensive recirculating aquaculture. *Aquacultural Engineering*, 35, 26–37.

Malone, R., Pfeiffer, T. (2006). Rating fixed film nitrifying biofilters used in recirculating aquaculture systems. *Aquacultural Engineering*, 34, 389–402.

Martins, C.I., Eding, E.H., Verdegem, M.C., Heinsbroek, L.T., Schneider, O., Blanchetond, J.P., D'Orbcastel, E.R., Verreth, J.A. (2010). New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural Engineering*, 43, 83–93.

Menasveta, P., Panritdam, T., Sihanonth, P., Powtongsook, S., Chuntapa, B., Lee, P. (2001). Design and function of a closed, recirculating seawater system with denitrification for the culture of black tiger shrimp broodstock. *Aquacultural Engineering* 25 (1), 35–49.

Msuya, F., Neori, A. (2008). Effect of water aeration and nutrient load level on biomass yield, N uptake and protein content of the seaweed *Ulva lactuca* cultured in seawater tanks. *Journal of Applied Phycology*, 20 (6), 1021–1031.

Neori, A., Chopin, T., Troell, M., Buschmann, A., Kraemer, G., Halling, C., Shpigel, M., Yarish, C. (2004). Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. *Aquaculture*, 231 (1–4), 361–391.

Neori, A., Krom, M. (1991). Nitrogen and phosphorous budgets in an intensive marine fishpond: the importance

of microplankton. In: Cowey, C., Cho, C., eds. Nutritional Strategies and Aquaculture Waste. University of Guelph. Guelph, Ontario, Canada, 223–230.

Neori, A., Msuya, F., Shauli, L., Schuenhoff, A., Kopel, F., Shpigel, M. (2003). A novel three-stage seaweed (*Ulva lactuca*) biofilter design for integrated mariculture. *Journal of Applied Phycology*, 15, 543–553.

Nivala, J., Hoos, M., Cross, C., Wallace, S., Parkin, G. (2007). Treatment of landfill leachate using an aerated, horizontal subsurface flow constructed wetland. *Science of the Total Environment*, 380, 19–27.

Pa´ez-Osuna, F. (2001). The environmental impact of shrimp aquaculture: causes, effects and mitigating alternatives. *Environmental Management*, 28:131–140.

Piedrahita, R. (2003). Reducing the potential environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. *Aquaculture*, 226, 35–44.

Porter, C., Krom, M., Robbins, M., Bricknell, L., Davidson, A. (1987). Ammonia excretion and total N budget for gilthead seabream *Sparus aurata* in marine fish-ponds. *Aquaculture*, 59, 299–315.

Rakocy, J. (2007). Aquaponics: integrated fish and plant culture. In: Timmons, M., Ebeling, J., eds. *Recirculating Aquaculture*. NRAC Publ. no. 01-007. Cayuga Aqua Ventures, Ithaca, NY, pp. 767–822, 975.

Rakocy, J., Shultz, R., Bailey, D., Thoman, E. (2003). Aquaponic production of tilapia and basil: comparing a batch and staggered cropping system. *South Pacific Soil*, 63–69.

Redding, T., Todd, S., Midlen, A. (1997). The treatment of aquaculture wastewaters – A botanical approach. *Journal of Environmental Management*, 50, 283–299.

Roque d'Orbcastel, E., Blancheton, J.P., Aubin, J. (2009). To-wards environmentally sustainable aquaculture: Comparison between two trout farming systems using Life Cycle Assessment. *Aquacultural Engineering*, 40, 113–119.

Schneider, O., Sereti, V., Eding, E., Verreth, J. (2005). Analysis of nutrient flows in integrated intensive aquaculture systems. *Aquacultural Engineering*, 32, 379–401.

Siddiqui, A., Al-Harbi, A. (1999). Nutrient budgets in tanks with different stocking densities of hybrid tilapia. *Aquaculture* 170, 245–252.

Steeby, J., Hargreaves, J., Tucker, C. Kingsbury, S. (2004). Accumulation, organic carbon, and dry matter concentration of sediment in commercial channel catfish ponds. *Aquacultural Engineering*, 30, 115–126.

Summerfelt, S. (2006). Design and management of conventional fluidized-sand biofilters. *Aquacultural Engineering*, 34, 275–302.

Tiaz, L., Zeiger, E. (2002) *Plant Physiology*. 3th ed. Sinauer Associates Inc., Massachusetts.

Timmons, M., Ebeling, J., Wheaton, F., Summerfelt, S., Vinci, B. (2002). *Recirculating aquaculture systems*, second ed. Cayuga Aqua Ventures, Ithaca. NRAC Publication, New York. USA. 800p.

Timmons, M., Holder, J., Ebeling, J. (2006). Application of microbead biological filters. *Aquacultural Engineering*, 34, 332–343.

Tseng, K., Wu, K. (2004). The ammonia removal cycle for a submerged biofilter used in a recirculating eel culture system. *Aquacultural Engineering*, 31, 17–30.

Van Khoi L., Fotedar R. (2011). Integration of western king prawn (*Penaeus latisulcatus* Kishinouye, 1896) and green seaweed (*Ulva lactuca* Linnaeus, 1753) in a closed recirculating aquaculture system. *Aquaculture*, 322–323, 201–209.

Van Rijn, J. (2013). Waste treatment in recirculating aquaculture systems. *Aquacultural Engineering*, 53, 49–56.

Velichkova, K., Sirakov, I. (2013). The Usage of Aquatic Floating Macrophytes (*Lemna and Wolffia*) as Biofilter in Recirculation Aquaculture System (RAS). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13, 87–96.

Verhofstad, M., Poelen, M., Van Kempen, M., Bakker, E., Smolders, A. (2017). Finding the harvesting frequency to maximize nutrient removal in a constructed wetland dominated by submerged aquatic plants. *Aquacultural Engineering*, 106, 423–430

Zhu, S., Chen, S. (2001). Effects of organic carbon on nitrification rate in fixed film biofilters. *Aquacultural Engineering*, 25, 1–11.

Zou, Y., Hu, Z., Zhang, J., Xie, H., Guimbaud, C., Fang, Y. (2016). Effects of pH on nitrogen transformations in media-based aquaponics. *Bioresource Technology*, 210, 81–87.

DOKTORI ÉRTEKEZÉSEK

A dolgozat címe: A magyarországi vízfolyások halközösségeinek struktúrája és ökológiai szempontú elemzésük

Szerző neve: Halasi-Kovács Béla

A témavezető/k neve: Dr. Lakatos Gyula

A védés helye (Doktori Iskola neve) és ideje: Debreceni Egyetem, Természettudományi Doktori Tanács, Juhász Nagy Pál Doktori Iskola, Debrecen, 2019. január 10.

A dolgozat hol érhető el on-line:

<https://dea.lib.unideb.hu/dea/handle/2437/262676>

Összefoglalás

A múlt század nyolcvanas éveinek közepétől az antropogén hatások vízgyűjtő léptékű, vagy globális hatásainak ökológiai kutatása során vált egyre világosabbá az ökológiai jelenségek skálafüggése, ezzel együtt az a tény, hogy a vízgyűjtő méretű kérdésekre nem a populációs, hanem a közösségi ökológia eredményei biztosítanak jobban értelmezhető és interpretálható eredményeket. A folyókutatás fejlődése alapvetően a fluviális rendszerek jelentőségének és degradáltságának felismerésével, állapotuk megőrzésének és javításának igényével magyarázható.

A hazai vízfolyáshálózat közösségi ökológiai jellemzése érdekében ökológiai vizsgálatokat végeztem a Duna hazai vízgyűjtőterületének vízfolyásain. A statisztikai értékelések 122 vízfolyás mintahely alapadatai alapján történtek.

Az elemzésekhez felhasznált mintavételi helyekről összesen 61 halfaj 53 094 egyedét mutattam ki. A klaszifikációs, és ordinációs statisztikai elemzések eredményeként nyolc, ökológiai szempontból elkülöníthető halközösség-típust, e mentén pedig nyolc vízfolyás-típust lehet azonosítani a Duna magyarországi vízgyűjtőjében. Bizonyítottam, hogy a hazai vízfolyások halközösségeinek létrejötté szempontjából vízgyűjtő léptékben elsősorban a hidrológiai környezeti tényezők – vízsebesség, tengerszint feletti magasság, mederszélesség, közepes vízhozam – felelősek, de ezek mellett bizonyos típusokban a fizikai és kémiai környezeti tényezők is befolyásolják, vagy meghatározzák a közösség struktúráját. A meghatározott nyolc vízfolyástípus halközösségeit funkcionális jellemzői alapján is elemeztem. A diszkriminanciaanalízis eredménye azt jelzi, hogy a funkcionális jellemzők összessége alkalmas a víztípuscsoportok lehatárolására, míg a kisebb mutatószámú funkcionális jellemzők jól alkalmazhatók egy-egy speciális állapot jelzésére.

Az eredmények ökológiai szempontú értelmezése alapján megállapítható, hogy a többváltozós statisztikai elemzések során meghatározott csoportok nem lineárisan kapcsolódnak össze, hanem gradiens mentén, fokozatosan változnak, így a vizsgált vízgyűjtő léptékben

vízfolyásaink kontinuum rendszerekként viselkednek. A zonális és klinális folyómodellekhez viszonyítva a jelenlegi vizsgálat eredményei azonban azt is igazolják, hogy a gradiensszerű változásokban a vízfolyáshálózat minden tagjának meghatározott szerepe van, hangsúlyozva ezzel a konnektivitás szükségletét a halközösségek természetes struktúrájának fenntartása érdekében. A funkcionális jellemzők ökológiai elemzésének fontos tanulsága, hogy a RCC klinális modellje nem elégséges a vizsgált hazai vízfolyáshálózat halközösség-struktúra teljességének magyarázatára. Ugyanis az alapján nem értelmezhető az a hagyományostól eltérő zonális rendszer, amely a dombvidéki, de főként alföldi vízfolyástípusok közösségszerkezetét jellemzi, és amelyekben a legfontosabb közösségszervező tényező nem hidrológiai, hanem fizikai - kémiai jellegű.

Szakmai életrajz

Halasi-Kovács Béla 1988-ban érettségizett a debreceni Tóth Árpád Gimnázium növendékeként. 1992-ben Kaposváron a Pannon Agrártudományi Egyetem Állattenyésztési Karán állattenyésztési üzemmérnöki, majd Debrecenben 1997-ben a Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Karán biológus, ökológus oklevelet szerzett. 2018-tól a Szent István Egyetem Agrár- és Gazdaságtudományi Karának címzetes egyetemi docense.

Több, mint 20 éve végez ökológiai kutatásokat a hazai

természetes vizek halközösségeinek megismerése érdekében, illetve a biológiailag fenntartható tógazdasági haltermelés témakörében. Hazai és nemzetközi projektek kertében hidrobiológiai, halgazdálkodási, környezet- és természetvédelmi kutatás-fejlesztési projekteken vett részt szakértőként, illetve vezető kutatóként.

2017-től a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ (NAIK) szarvasi Halászati Kutatóintézet (HAKI) igazgatójaként szervezi az intézet kutatási tevékenységét. Vezeti az intézet innovációs és szaktanácsadói munkáját, hazai és nemzetközi halászati és akvakultúra fejlesztési projekteket menedzsel. Aktívan részt vesz a hazai szakmai közéletben és a nemzetközi kapcsolatok erősítésében, tagja a Magyar Akvakultúra és Halászati Szakmaközi Szervezet Elnökségének.



Halasi-Kovács Béla

A dolgozat címe: Halainkat károsító egyes nyálkaspórák paraziták és vírusok vizsgálata

Szerző neve: Borzák Réka

A témavezető/k neve: Dr. Székely Csaba témavezető, Dr. Nagy Szabolcs társ-témavezető

A védés helye (Doktori Iskola neve) és ideje: Pannon Egyetem, Festetics Doktori Iskola, Keszthely, 2019. január. 11.

A dolgozat hol érhető el on-line:

http://konyvtar.uni-pannon.hu/doktori/2018/Borzak_Reka_dissertation.pdf

Összefoglalás

PhD munkám során a hazai halak egyes nyálkaspórák parazitáival és vírusfertőzéseivel foglalkoztam. A kutatómunka során olyan kevésbé kutatott, ám gyakori halfajok myxozoa faunáját mértük fel, melyekről eddig nagyon kevés információ állt rendelkezésünkre, sokszor csak egy-egy 20. század eleji, kizárólag spóra morfológián alapuló, külföldi fajleírás. Így, hiánypótló munkaként tanulmányoztuk a paduc és a garda nyálkaspórák parazitáit. A felmérésnek köszönhetően paducból három, gardából két új *Myxobolus* faj került leírásra. A gardával kapcsolatban külön említésre méltó, hogy egy balatoni halpusztulás kapcsán fedeztük fel a szem retina rétegét és a kopoltyúív afferens artériáját fertőző két fajt. A következő egy évben lezajló folyamatos monitoring vizsgálatok viszont arra is rávilágítottak, hogy az elhullásért ezek a paraziták nem tehetősek felelőssé.

A bodorka nyálkaspórák fertőzöttsége ugyan jól tanulmányozott, de eddig erről a halról nem írtak le a szaruhártyát érintő megbetegedést. Az eset érdekessége, hogy a myxozoaáknál általánosan jellemző gazdafaj, szerv és szövetspecifititás itt csak részlegesen valósult meg. A szemből ugyanazt a *Myxobolus fundamentalis* fajt mutattuk ki, mint amit eddig csak a kopoltyúív kötőszö-

vetes állományából írtak le. A plazmódiumok a szaruhártyának szintén a tömött rostos kötőszöveti részében helyezkedtek el, akárcsak a kopoltyúívben, ami jól jelzi a szövetspecifititás elsőbbségét a szervspecifitással szemben.

Ugyanezt tapasztaltuk a meglehetősen gyakori *Thelohanellus nikolskii* fertőzéseknél is. Itt a parazita az uszony és a pikkely kollagénes porcos részében egyaránt képzett jól látható plazmódiumokat. Ivadék korban általában az uszony-forma a domináns, kifejlett korban a pikkelyeken fejlődő alak. A *Thelohanellusok* vizsgálata során pontyokból három lehetséges új fajt is azonosítottunk, így jócskán növelve az eddig hazánkban előforduló *Thelohanellus* fajok diverzitásáról szóló ismereteinket. Az új fajok mellett újra kimutattuk a Kis-Balatonból a *T. kitauei* aktinospóra alakját, de a halakon megjelenő fertőzöttséget a célzott fertőzési kísérlet ellenére sem találtunk, sem a kísérletben, sem a kis-balatoni területről származó halakon.

Emellett, sügerek szájpadrólásáról leírtunk egy új *Henneguya* fajt, a *H. jaczoi*-t, továbbá már ismert fajok revízióját javasoltuk. A *H. psorospermica*-t eddig tévesen csuka, és sügér kopoltyúból is leírták, a morfológia- és lokációbeli különbségek ellenére. A 18S rDNS-en alapuló molekuláris módszerek segítettek egyértelmű különb-

séget tenni az eltérő gazdáiban fejlődő nyálkaspórák fajok között. Munkánk során megállapítást nyert, hogy a csuka kopoltyú filamentumát fertőző faj továbbra is a *H. psorospermica*, míg a sügér kopoltyúlemezkéi közül izolált parazita a *H. texta*-nak feleltethető meg.

A PhD dolgozat alapját képező kutatásokban egyértelmű szerepet kaptak a molekuláris módszerek. Használatukkal biztosabban eldönthető az adott parazitáról, hogy megegyezik-e már korábban leírt fajokkal, vagy új fajt sikerült kimutatnunk. Továbbá az aktinospóramyxospóra párok azonosítását is lényegesen megkönnyíti, akár több év elteltével, eltérő helyről gyűjtött spórák is megegyezhetnek, ugyanakkor a morfológiailag nagy hasonlóságot mutató spórák is tartozhatnak eltérő fajhoz. A kérdéses esetekben, több gén bevonásával végzett vizsgálatok tovább finomíthatják a kapott eredményt, akár patogenitásbeli különbségekre is választhatunk.

A dolgozat második felében szereplő vírusos kutatásokban is fő szerepet játszottak a PCR alapú molekuláris módszerek. A klasszikus, sejten történő izolálással összehasonlítva, jóval gyorsabb eredményt kaphatunk célzott primerek használatával. A módszer további előnye, hogy akár kis mennyiségű vírus jelenléte is detektálható az adott mintából.

Az egyre nagyobb számban kimutatott egyszálú, cirkuláris DNS vírusok fertőzésekben betöltött szerepe a mai napig nem minden esetben tisztázott. Ennek megismeréséhez kulcsfontosságú prevalenciájuk felmérése, az egészségesnek látszó egyedekben is, és a bizonytalan kóroktanú megbetegedések kapcsán egyaránt.

A balatoni halállomány circovírusokat (CV) célzó felmérése kapcsán az angolna CV (EeCV-1) meglehetősen gyakori előfordulását figyeltük meg. Azonban, a vírus első kimutatásával ellentétben, ezeken az állatokon patológias elváltozás nem volt megfigyelhető, még a magas vírus mennyiséget hordozó angolnák esetében sem. Emellett egy, az angolna CV-hoz hasonló cirkuláris genomot (EeCV-2) is kimutattunk egy angolna és egy garda mintából egyaránt. A vírus tartalmazott egy angolna genom eredetű génszakaszt is, így nagy valószínűséggel a vírus eredeti gazdája az angolna lehetett, és gazdaváltás útján került a gardába. Az EeCV-1 és EeCV-2 pozitív minták egy részéből egy további cirkuláris genomot is kimutattunk, mely csupán egy kapszid fehérjét kódoló gént tartalmazott, vírus replikációért felelős gént nem. Ennek szerepe még tisztázatlan, hasonló genomstruktúrát eddig csak növényi vírusoknál figyeltek meg.

A CV-ok jellemzően immunszuppressziót okoznak a

fertőzött egyedekben, így azok általánosan fogékonyabbá válnak a többi kórokozóra. Ez a jelenség segíthette a márnák fertőződését az eddig alapvetően ponty-specifikusnak ismert *Cyprinid herpesvirus 1*-el, mely a ponty himlő kórokozója. A sejtburjánzással járó elváltozásokat már több halfaj esetében is leírták, de ez az első eset, hogy a herpeszvírus jelenlétét molekuláris módszerekkel bizonyítani tudtuk.

Szakmai életrajz

Mosonyi-Borzák Réka gimnáziumi tanulmányait a budapesti Veres Péter Gimnáziumban végezte, majd az



Réka férjével Gáborral és kislányukkal Sárával

ELTE TTK biológus szakán, molekuláris biológia szakirányon végzett 2012-ben. Először az MTA ATK ÁOTI Új Kórokozók Felderítése témacsoportban zoonotikus vírusokkal foglalkozott, majd az intézet Halkórtan és Parazitológia Témacsoportjához csatlakozott. 2014-ben állami ösztöndíjas hallgatóként felvételt nyert a Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Állat- és Agrárkörnyezet-tudományi Doktori Iskolába (jelenleg Festetics Doktori Iskola), ahol kutatásait a halak egyes nyálkaspórák parazitái és virális megbetegedései témakörében folytatta Dr. Székely Csaba témavezetésével, Dr. Nagy Szabolcs társ-témavezetésével, illetve Dr. Molnár Kálmán és Dr. Doszpoly Andor intézeti konzulensek segítségével.

Férje Mosonyi Gábor elkötelezett halas szakember, az Aranyponty Zrt. munkatársa. 2018-ban született kislányuk Sára, akivel jelenleg GYES-en van.

A dolgozat címe: Egy haltenyésztés számára ígéretes halfaj, a Jundiá (*Rhamdia quelen*) szaporodásbiológiai jellemzői

Szerző neve: Ittzes István

A témavezető/k neve: Dr. Urbányi Béla, és Dr. Bokor Zoltán

A védés helye (Doktori Iskola neve) és ideje: Szent István Egyetem, Állattenyésztés-tudományok Doktori Iskolája, Gödöllő, 2019. január. 25.

A dolgozat hol érhető el on-line:

https://szie.hu/sites/default/files/ittzes_istvan_ertekezes.pdf

Összefoglalás

A Brazil haltenyésztés egyik nagy törekvése, hogy az ország faunájában nem szereplő halfajokra épülő tenyésztési technológiákat (ponty, növényevők, tilápia) endemikus fajokkal egészítsék ki. Esetleg ezekre a fajokra alapozva új módokat alakítsanak. Erre alkalmas fajnak látszott a jundiá (*Rhamdia quelen*, (Quoy & Gaimard, 1824)). Tekintetbe véve tág határok közti tűrőképességét és más fajokkal szembeni békés viselkedését úgy gondoltam, hogy megfelelő lenne a Rio Grande Sul pontyos, növényevős polikultúrát ezzel a fajjal kiegészíteni. Ehhez első lépésben ismerni kellett a faj szaporodásbiológiai jellemzőit. A vizsgálataimat a Passo Fundo-i egyetemen, illetve az Aquaviva ivadék nevelő gazdaságában végeztem.

Az eredményeim a következők:

- A ikrás jundiá ivari tevékenységében résztvevő hormonok (17-P, 17, 20 β -P, 20 β -S, T, E₂) szerepe felelős főbb hormonok meghatározása és mennyiségi változásának leírása az első és az azt követő ivari ciklus során havi mintavételeken keresztül.

- A tejes jundiá ivari tevékenységéért felelős főbb hormonok (T, 11-KT, 17-P és a 17,20 β -P) meghatározása és mennyiségi változásának leírása az első és az azt követő ivari ciklus során, havi mintavételeken keresztül.

- A jundiá élettani reakciója a halászatra és a szállítás következtében beálló stresszes állapotra hasonló a többi csontoshalnál már leírtakéhoz. A nemek közti különbség feltűnő. Az ikrásokban mind a kortizol, mind a glükóz mennyisége magasabb, mint a tejesekében és később áll vissza az eredeti értékre.

- A jundiá indukált szaporításához és üzemi szintű ivadékneveléséhez szükséges szaporodásbiológiai adatok rögzítése:

- Pseudo Gonado-szomatikus Index (PGSI%) megállapítása (11,552% max. 20,095%, min. 4,872%).

- Meghatároztam az ovulációs időt egy és két hormon kezelés esetén és mindkét módszernél megállapítottam a hőmérséklet módosító hatását (330 és 192 órafok 19 és 26 °C közötti hőmérsékleti tartományban).

- Meghatároztam az ikrák számát egy kg szárazikra tömegében 810 000,466 db volt (max. 937 000,00 min. 758 000,00).

- Meghatároztam a lárva kelési idejét, a hőmérséklet módosító hatását és leírtam az embrió és lárva fejlődési szakaszait (22-23 °C hőmérsékleten 39-34 óra 850-800 órafok az embrió kifejődése a kelésig).

- Összehasonlítottam a vizsgált jundiá állomány PGSI-ét az ivási időszak egyes hónapjaiban.

- Vizsgáltam a jundiá petesejt érési ütemét, ugyanazon ikrások többszöri szaporításán keresztül. Megállapítottam egy minimális szaporíthatósági gyakoriságot (5) egy tenyészidő során (szeptember-április).

- Összehasonlítottam a jundiá ovulációs mutatóinak alakulását különböző, a halszaporítási gyakorlatban használatos hormonkezelések hatására és sorrendbe állítottam őket a hatékonyságuk alapján.

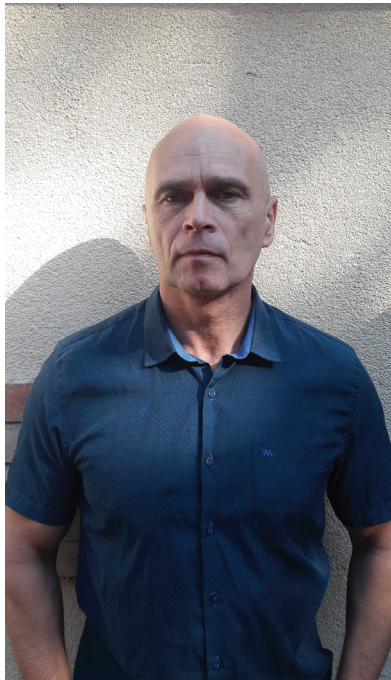
A kísérleteim eredményeiből levonható, hogy a jundiá szaporodásbiológiai tulajdonságai és stressztűrő képessége alapján egy nagyüzemi tenyésztési műveleteket kiválóan elviseli és így érdemes az ez irányú további kutatásokra. A figyelemre méltó hasonlóság a jundiában az ivarszervek érési üteme és az ivari hormonok termelése között, megerősíti a környezeti tényezők elsődleges szerepét a hormontermelés és a külső környezet összehangolásában. Ezek ismerete és magyarázata hasznos bármely szaporítási program kialakításához.

Az első kísérleteim közreadása és a technika elterjesztése óta a jundiá egy jelentős szegmensét foglalta el a brazil haltenyésztésnek.

A dolgozatomban ismertetett vizsgálatok jó rálátást nyújtanak a jundiá ikrások és tejesek ivari folyamataira. Bemutatják ennek a fajnak a stresszválaszát a vérplazma kortizolszint változásán keresztül. A munkám során néhány érdekes és szokatlan eredményre jutottam. Az ikrások halakban nagy mennyiségű 11-ketotesztozteront mértem. Ennek a hormonnak az eloszlása az ivari ciklus során azt sugallja, hogy a 11-ketotesztozteronnak fontos szerepe van a jundiá ikrás ivari működésében, de ez a szerep még ismeretlen. A másik érdekes pontja az ikrások esetében nyert

eredményeknél, a három progesztogén, (17-P, 17,20 β -P, 20 β -S) hormon koncentrációja. E három hormon közül a 17-P mutatta a legszorosabb korrelációt azokkal a hónapokkal, amikor az ívás bekövetkezett. Ugyanakkor ennek a hormonnak a termelése szorosan a végső érés és az ovuláció idején következik be. A tejesekkel végzett vizsgálatok alapján egyértelmű, hogy a 11-ketotesztoszteron a hím pubertás szteroid. Különösen magas 11-KT értékeket mértem az első ivari ciklus során. Ennek a hormonnak ilyen magas értékeit csontoshalak esetében nem említi az irodalom. A második ivari ciklus alatt ez az érték az átlagosan regisztrált mennyiségre csökkent. Ekkor a tejesek és az ikrások plazmájában mért 11-KT értéke hasonló volt. Meg kell említeni, hogy az ikrások esetében az első ivari ciklus során a vizsgált hormonok közül egyik sem volt mérhető olyan mennyiségben, ami egy esetleges pubertás

hormon szerepét töltené be. A tejesek esetében mért T mennyisége magas, a here T termelése pedig nagyon magas volt. Ezek az adatok mutatják a T és metabolitjainak különösen fontos szerepét a spermatogenezis és a spermiáció folyamataiban. A tejesekben mért progesztogének (17-P, 17,20 β -P,) a spermiáció kezdetén mutatták a legmagasabb értékeket, ami azt jelzi, hogy a spermatozoák végső érésében van szerepük, ahogy azt több csontoshal esetében már leírták. A stresszelési kísérletek eredményei azt mutatták, hogy az ikrások szignifikánsan nagyobb stresszválással reagáltak, mint a tejesek. Ezt a kísérletsorozatot csak a végső érés időszakában végeztem el. A kortizol különös fontossággal bír az ivari ciklus e szakaszában, mint azt más harcsafajoknál leírták. A kortizolszint mennyisége és eloszlása arra utal, hogy a jundiá esetében is nagy jelentősége van ennek a hormonnak az ivari folyamatok



Ittzés István

szabályozásában. Végül a jelen munka eredményeként, az éves ivari hormontermelés eloszlásának birtokában, megismerhetjük, hogy az egyes hormonok milyen élettani hatást fejtenek ki a vizsgált halfajban.

Szakmai életrajz

Istvánt a halak, már kora gyerekkora óta érdekelték. Középiskolásként gyakran bejárt Százhalombattán a TEHAG-ba, és elleste a halszaporítás és nevelés alapjait. Itt Tölg István igazgató úr külön állandó belépőt készíttetett az akkor 14-15 éves fiúnak. Az egyetemet Debrecenben végezte, ahol agrármérnöki diplomát szerzett. Itt Juhász Lajos tanár úr témavezetése mellett két évben is a TDK országos döntőjének nívódíjasa lett, természetes halpopulációk vizsgálatát leíró dolgozataival.

Az egyetem elvégzése után a TEHAG (Temperáltvizű Halszaporító Gazdaság) keltetőházában kezdte munkáját. Két év múlva Olaszországban az Aquiconsult S.r.l. alkalmazottjaként egy recirkulációs rendszerben, az akkoriban éppen felfutó tokfélék tenyésztésében vett részt. Ezt követte egy hosszúra nyúlt brazil kitérő. Itt kezdetben, mint a TEHAG kiküldöttje, később pedig a Passo Fundoi Egyetem meghívottja vállalt munkát. Itt részt vett az egyetemi és régiós halászati oktatásban és brazil halfajok szaporítási és lárvenevelési módszereinek kidolgozásában. Több privát vállalkozás számára is végzett szaktanácsadást. Ezek a külföldi tevékenységei mellett a hazai halászati munkában is szerepet vállalt. Saját kombinált (recirk és kistó) halnevelő rendszerében ragadozó halak és díszhalak előnevelését végzik, most már Áron fiával együtt. A halnevelés mellett szívesen besegít több hazai egyetemi tanszék kutató fejlesztő munkáját.

DOKTORI ÉRTEKEZÉSEK

A dolgozat címe: KOMBINÁLT (INTENZÍV-EXTENZÍV) HARCSANEVELÉSI TECHNOLÓGIA ELEMINEK VIZSGÁLATA A KÖRNYEZETI ÉS TERMELÉSI PARAMÉTEREK FÜGGVÉNYÉBEN

Szerző neve: Beliczky Gábor Péter

A témavezető/k neve: Dr. Bercsényi Miklós és Dr. Gál Dénes

A védés helye (Doktori Iskola neve) és ideje: Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Festetics Doktori Iskola, Keszthely, 2019. március 14.

Védés minősítése: summa cum laude

A dolgozat hol érhető el on-line: http://konyvtar.uni-pannon.hu/doktori/2019/Beliczky_Gabor_Peter_dissertation.pdf

Összefoglalás

Az európai szürkeharcsa (*Silurus glanis* L.) ipar hazai fellendítését segítő kutatás-fejlesztési erőfeszítések nélkülözhetetlenek a termelők számára. Egyre több gazdálkodó lát fantáziát az intenzív ragadozóhal termelésben, mely az ágazat versenyképességét bizonyosan növelheti. A harcsa kiváló választás a monokultúras, tápetetéses technológiához, így a hazai termelési volumen jelentősen emelhető. A kombinált technológiák térnyerése, így a környezeti aspektusok szem előtt tartása a jövőben megkerülhetetlen lesz. Egy korai életszakaszban zárt-intenzíven, majd ezt követően intenzív, vagy nagy tavi extenzív nevelési technológia használatával, a termelési és környezeti faktorok is hatékonyabban segíthetik a termelést. A kis tavi, magas egyedsűrűség mellett folytatott nevelés technológiai szennyvize, egy fejlett módszernél már nem számít hulladéknak. A különböző mértékben hasznosuló tápanyagok távozása az elfolyó vízzel, majd reciklizációja a gazdaság egyéb tavaiban, tovább növelheti a halhozamot és a gazdaságosságát.

Laboratóriumi, kontrollált körülmények között vizsgáltam az intenzíven, tápon nevelt harcsa ammónia kiválasztásának körülményeit (táp → hal (kopoltyú) → környezet), valamint a harcsaürülék feltáródási dinamikáját (táp → hal (ürülék) → környezet).

Valós gazdálkodási körülmények között, a laboratóriumi tapasztalatokat is felhasználva, további vizsgálatokat végeztem (*in situ*) termelési körülmények között (H&H Carpio Kft., Aranypony Zrt., Dalmand Zrt., Öreglaki Halász Kft.). A partnerek közreműködését ezúton is, kiemelten köszönjük.

A vizsgált környezeti indikátorok a következők voltak: hőmérséklet, oldott oxigén koncentráció, pH, EC, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, TN, PO₄-P, TP, KOI_k, klorofill-a és feopigment tartalom.

Többváltozós adatelemző vizsgálataim (DFA) szerint a víz hőmérséklet az a környezeti tényező, mely a kísérletekben vizsgált vízminőség-jelző paraméterekre, és így a haltermelés sikerességére leginkább hat. Csak ez után következik fontossági sorrendben a tavakba, halnevelő rendszerekbe érkező víz minősége, történetesen annak ammónium-N tartalma. Tehát az időjárás által szabályozott víz hőmérséklet és a befolyó vízzel érkező fizikai/kémiai értékek, elsősorban vízminőség meghatározó faktoroknak számítanak a harcsanevelő terekben. Ezeket sorban követve, már a nevelő tavakban mérhető értékek (pl. nitrit-N koncentrációk) dominálnak, mint fontos befolyásoló tényezők.

Az összes foszfor (TP) és összes nitrogén (TN) dinamikus változásának szoros (lineáris, $p < 0,001$) kapcsolata, a harcsanevelő tavakban bizonyosan a tápetetés hatására következik be. Továbbiakban három napon belül, jelentős keresztkorrelációs kapcsolat ($p < 0,05$) is megfigyelhető a két vizsgált vízminőség-jelző tényező között. A két paraméter szoros kapcsolatát, továbbá a befolyón érkező koncentráció értékeit is figyelembe véve, a technológiai hatás igazolt.

Ellenben, a hőmérséklet, a vezetőképesség, és az azonos napi időpontban mért pH értékek nagy valószínűséggel nem módosíthatóak az intenzív nevelési technológiával, így azok mindig a külső környezeti körülményekhez igazodnak.

A nevelő (teelő) tavak időszakos karbantartásával, kotrásával, a befolyó víz paramétereinek monitorozásával (akár gyors akvarisztikai kitekkel) és fajspecifikus tápok kontrollált etetésével a halnevelési technológia környezeti terhelése tovább csökkenthető.

Szakmai életrajz

Beliczky Gábor Péter 2003-ban érettségizett az érdi Vörösmarty Mihály Gimnáziumban. Ezt követően felvé-

telt nyert a budapesti Eötvös Lóránd Tudományegyetem Természettudományi Karára, biológus hallgatóként. 2005-től, három éven keresztül szakdolgozati kutató munkát végzett, dr. Keresztessy Katalin témavezető irányításával a Rábán. Témája az akkor éppen aktuális és nagy közérdeklődésnek kitett bányászati szennyezés hatásának vizsgálata volt, a természetvédelmi szempontból rendkívül értékes rábai halfaunára nézve. Egyetemi éve alatt önálló szakmai gyakorlatra jelentkezett, a lakhelyéhez közel lévő százhalombattai Temperáltvízű Halzaporító Gazdasághoz (TEHAG), ahol dr. Ittész István teregetése mellett ismerhette meg a jelenleg is használt halzaporítási, nevelési tapasztalatait,



A Beliczky család

alapjait. A diploma megszerzését követően, 2011-ben került Keszthelyre, a dr. Bercsenyi Miklós által vezetett Georgikon Halkutatási Központba, mint technikus. Következő évben felvételt nyert az Állat-és Agrárkörnyezet-tudományi Doktori Iskolába (jelenleg Fesztetics Doktori Iskola), ahol a keszthelyi harcsás gondolatok mentén vízminőség-monitoring vizsgálatokkal foglalkozott dr. Gál Dénes társ- témavezetése mellett. Az abszolutórium megszerzése után tanszéki mérnökként, majd 2016-tól tanársegédként kapcsolódik a halas csoport oktató-kutató munkájához.

Feleségével, Beliczky-Lestyan Helgával három tündéri kislányt nevelnek (Jázmin, Hédi és Emma).

Értekezés címe: „A SZELÉN ÉS A MAGNÉZIUM ALKALMAZÁSA A VÖRÖS ÁRNYÉKHAL (*SCIAENOPS OCELLATUS* L.) LÁRVA- ÉS IVADÉKNEVELÉSÉBEN”

Témavezetők neve: Dr. Stündl László egyetemi docens, Dr. Nagy Sándor Alex egyetemi docens

Doktori Iskola neve: Debreceni Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola

Védés helye, időpontja: Debrecen, 2018. október 16.

Védés minősítése: *Summa cum laude*

Elektronikus elérhetőség: <https://dea.lib.unideb.hu/dea/handle/2437/256894>

Összefoglaló

Az európai – és a hazai – haltermelésben az utóbbi években több próbálkozás történt egzotikus származású, nagy gazdasági potenciállal rendelkező halfajok termesztésének meghonosítására. A vörös árnyékhal (*Sciaenops ocellatus* L.) tulajdonságait tekintve alkalmas az intenzív akvakultúrában való elterjedésére, azonban a hazai termesztésben való megjelenéséhez szükség van – többek között – a faj hazai körülményekhez igazodó ivadéknevelési- és takarmányozási technológiájának kidolgozására. Előzőek alapján a doktori kutatás fő célja volt egy viszonylag egyszerűen előállítható, a halak egészségére, illetve termelési paramétereire pozitívan ható dúsított élőeleség és takarmány-adalék kifejlesztése, mellyel biztonságosabbá tehető az árnyékhal nevelése. Az ivadéknevelésnél az elhullás alacsonyan tartásához és a megfelelő fejlődéshez megoldást kínálhat az élő- (*Artemia* sp.) és granulált eleség Se-nel történő kiegészítése, mivel a

nyomelem elősegítheti a halak egészségének fenntartását. Ebből következően a vizsgálatokban arra kerestem a választ, hogy megoldható-e a zooplankton és granulált keveréktakarmány Se-nel való kiegészítése, illetve az képes-e pozitívan befolyásolni a vörös árnyékhal lárva és ivadék termelési paramétereit. Mivel a mikroelemek közül a Se-nél található a legkisebb határ az esszenciális szerep és a toxicitás között, ezért fontosnak tartottam a felhasznált szelénkészítmény (nanoméretű elemi Se) toxikus hatásának vizsgálatát is. A munka során azzal szembesültem, hogy a halak neveléséhez használt rendszervíz Mg tartalma nem felelt meg teljesen a faj szükségleteinek, így egy saját gyártású, Mg-mal kiegészített takarmány halakra gyakorolt hatásaira is kitértem a kutatás során.

Kísérleteim során – többek között – megállapítottam,
– hogy a frissen kelt *Artemia* sp. 24 órás dúsítási periódus során sikeresen akkumulálta a nanoszelént,
– hogy a nanoszelénnel dúsított *Artemia* sp. etetése a

kontrollhoz képest pozitívan befolyásolta a vörös árnyékhal-lárva termelési mutatóit,

– hogy a faj lárvanevelésében az optimális Se koncentráció az *Artemia* sp.-ben meghaladja a tengeri halak számára általánosan ajánlott 0.25–0.7 mg/kg (sz.a.) Se közötti értéket, amennyiben a sórák dúsításhoz a legkevésbé toxikus nanoméretű elemi Se-t használjuk,

– hogy az ivadéknevelésben használt takarmány nanoszelénnel való kiegészítése javította a halak megmaradását.

Juhász Péter – Tudományos Önéletrajz

Juhász Péter 1987. február 5-én született Debrecenben. Középiskolai tanulmányait a debreceni Szent József Gimnázium és Kollégiumban végezte kitűnő eredménnyel, majd felvételt nyert a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centrumába, ahol 2005-ben kezdte meg tanulmányait környezetgazdálkodási agrármérnöki szakon.

Egyetemi tanulmányait kiváló szinten teljesítette, négy éven keresztül köztársasági ösztöndíjat kapott, indult a TDK-n, ahol II. helyezést ért el. Erasmus ösztöndíjjal egy szemesztert a Krétai Mezőgazdasági Egyetemen tanult. Előzőek mellett a Debreceni Egyetem Tehetségdonozó Programjában is részt vett, illetve a Tormay Béla Szakkollégium alelnöke volt 4 évig.

Diplomadolgozatát vízgazdálkodás témakörben írta „*A vízutánpótlás szerepe a Kösely vízminőségének javításában*” címmel. Környezetgazdálkodási agrármérnök diplomáját 2010-ben szerezte meg kitűnő minősítéssel. Az Erdészet szakirányt és a Felsőfokú vadgazdálkodás kiegészítő képzést is kiváló eredménnyel végezte el a Debreceni Egyetemen.

Az Egyetem befejezését követően Juhász Péter a Nyírerdő Zrt. Hajdúhadházi Erdészeténél helyezkedett el gyakornokként. 2011 tavaszán jelentkezett nappali PhD képzésre a Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskolába, ahol 2011-től kezdte meg doktoranduszi tanulmányait Dr. Stündl László és Dr. Nagy Sándor Alex egyetemi docens irányításával. Kutatási témája az „Észak-amerikai sügérfélék lárva- és ivadéknevelési technológiájának fejlesztése” volt. E munkával párhuzamosan 2011 és 2014 között a Hortobágyi Halgazdaság Zrt.-nél is dolgozott. Doktoranduszként a DE MÉK Agrártudományi Doktori Tanácsának hallgatói tagja is volt. 2013-ban Apáczai Csere



Juhász Péter

János doktoranduszi ösztöndíjat nyert el, mely támogatás nagyban elősegítette a doktori kutatómunkáját.

Tudományos eredményeit az elmúlt években több hazai és nemzetközi (Spanyolország, Belgium, Románia, Dél-Korea, Indonézia) konferencián is bemutatta, valamint külföldi szakmai gyakorlatokon (Szlovákia, Lengyelország, Kína, Brazília, Vietnám) is bővítette szakmai ismereteit.

2014-ban abszolutórium szerzett, és ettől az évtől a Földművelésügyi Minisztérium Horgászati és Halgazdálkodási Főosztályán (jelenleg: Agrárminisztérium Halgazdálkodási Főosztályán) dolgozik. Részt vett a Magyar Halgazdálkodási Operatív Program és a Nemzeti Akvakultúra Stratégiai Terv kidolgozásában, mely munkáért miniszteri elismerő oklevél kitüntetésben részesült. 2016-ban állami halászati őr lett, illetve 2017-ban letette a közigazgatási szakvizsgát. Munkájához tartozik a tógazdasági haltermelés, valamint az intenzív akvakultúra fejlesztésével kapcsolatos ágazati stratégiák, koncepciók, programok, jogszabályok kidolgozása, illetve Magyarország képviselete az Európai Unió különböző munkacsoportjaiban és irányítóbizottságaiban, valamint más nemzetközi találkozókban és rendezvényeken.

Juhász Péter angol nyelvből középfokú „C” típusú államilag elismert nyelvvizsgával rendelkezik, illetve 2014-ben orosz nyelvből szakmaival bővített középszintű vizsgát tett.

Család és személyes vonatkozás: 2014-ben elkerültem Debrecenből Budapestre, ahol néhány rövidebb megálló után az észak-budai agglomerációban, Pomázon telepedtem le, ahol jelenleg a párommal és 2019. május közepén született kisfiunkkal élünk.

Érdekességek a halparazitológiai kutatásban

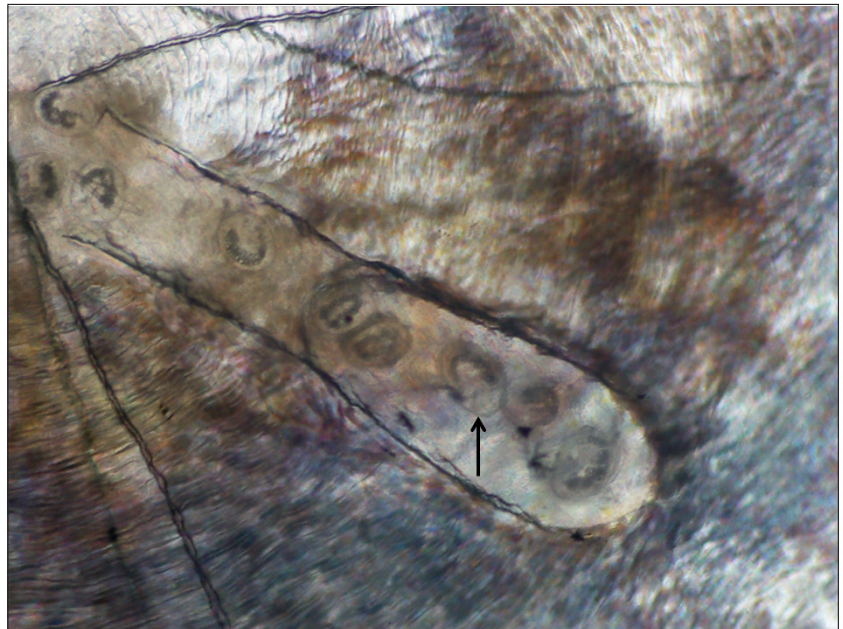
Dr. Molnár Kálmán

Egy-egy halparazitáról írt közlemény megjelenésekor a Halászat olvasótáborában abban reménykedik, hogy a kutatók valami hatékony gyógyszernek a darakór elleni hatásáról számolnak be, vagy hatásos megoldást javasolnak a pontytetű- vagy a *Lernaea*-fertőzések leküzdésére. Sajnálom, de azt kell megerősítenem, hogy környezetvédelmi és élelmiszer-biztonsági okok miatt ma sokkal kevesebb lehetőségünk van ezeknek a bántalmaknak a leküzdésére. Tehát most is csalódást kell okoznunk, s csupán azoknak szolgálhatunk újdonsággal, akik a biológiai különlegességek iránt érdeklődnek.

Kutatómunkánk során ilyenek meglehetősen gyakran akadnak, azonban olyanok, melyek a szakembereken kívül szélesebb tábort is érdekelnek, jóval kevesebb. Munkánkban egyre fontosabb szerepet kap annak a horgászok által gyakran feltett kérdésnek a vizsgálata, hogy az illető halat fertőző parazita képes-e az embert megbetegíteni, s kialakulhatnak-e, pl. a szusi-fogyasztás terjedésével olyan betegségek, melyek a távol-keleti emberekben közönségesek.

Mivel ez a kérdés az európai egészségügyi és állategészségügyi döntést-hozókat is érdekli, egy európai nemzetközi program keretében munkánkban volt a kérdéssel foglalkozni, s a feltételezett kórokozó, zoonóziát előidézhető, parazitákat behatóbban tanulmányozni. Ismert, hogy a parazita életmódú férgek közül ilyen vonatkozásban elsősorban a mótelyek a legfontosabbak. Nem titok, hogy a hazánkba trópusi országokból érkező egyetemi hallgatók egy része vérmótelyekkel fertőzött. A halak által közvetített humán parazitózisok közül azokban az országokban, ahol a nyershal fogyasztása elterjedt, gyakori a hal-metacercáriák által okozott májbetegség, az opisthorchózis, Kinában, Kóreában és Japánban pedig a dunai halakban is közönséges *Metagonimus* fajok okoznak idült bélbántalmakat.

Kutatómunkánk során, ezért különös figyelemmel vol-

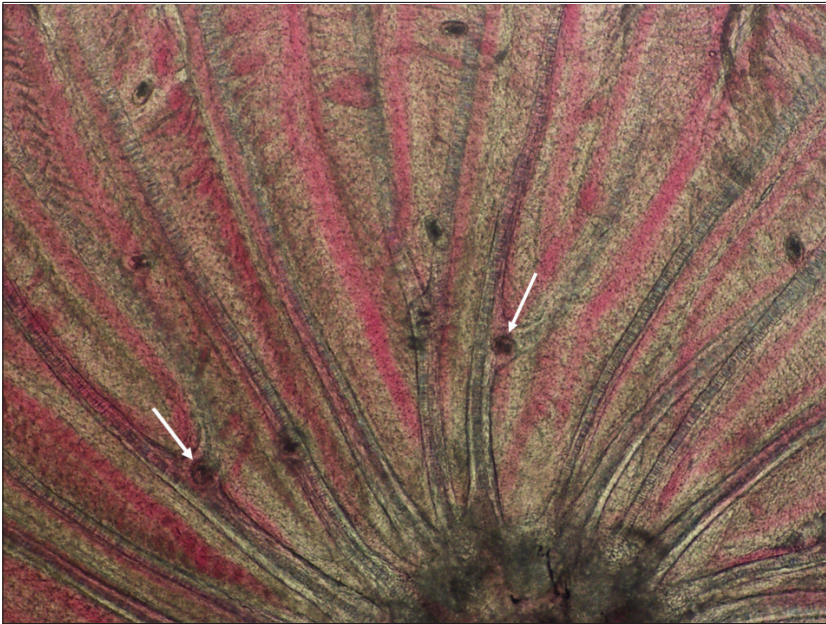


1. kép. *Petasiger* metacercáriákkal fertőzött középvonali szerv (nyíl) bodorka középvonali-pikkelyén.

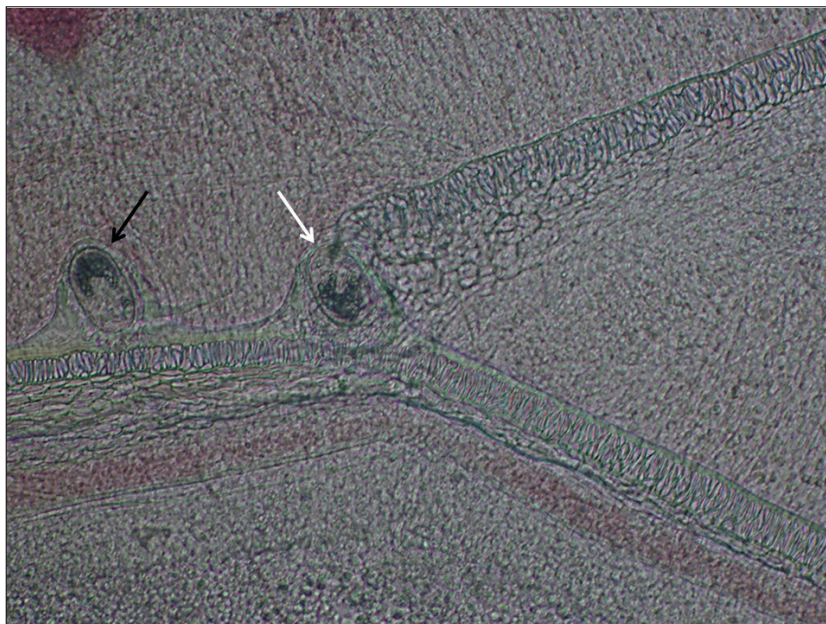


2. kép. Tokjából kiszabadított *Petasiger* metacercaria fején a jellegzetes tüskékkel (nyilak).

tunk a halakban élő mótelyek előfordulására, elterjedtségére és esetleges kórtani hatására. Előre kell bocsájtanom, hogy a halakban kifejtett stádiumban élő mótelyeknek nincs humán egészségügyi szerepük, s a *Sanguinicola*



3. kép. *Echinochasmus* metacerkáriákkal fertőzött vágó durbincs kopoltyúlemeze. Egyes metacerkáriák megtelepedési helyén a lemezek kettéosztódnak (nyilak).



4. kép. Vágódurbincs kopoltyújának kinagyított képe. Az egyik metacerkária megtelepedési helyén a kopoltyúlemez porcsugara kettéosztódik (fehér nyíl). A másik metacerkária (fekete nyíl) porcburokba zárva tapad a sugarhoz.

inermis nevű vérmétely kivételével halegészségügyi jelentőséggel sem bírnak. Ugyanakkor a halakban lárva-stádiumban élő mételyeknek lehet humán, állategészségügyi és halegészségügyi jelentőségük.

Nem kívánok senkit sem szakemberré képezni, de a könnyebb megértés kedvéért vázolnom kell a mételyek fejlődését. A mételyek bonyolult fejlődése puhatestűekben (csigák, kagylók) kezdődik (első köztigazdák), melyekben

u. n. cercáriák fejlődnek. Ezek vagy vízben úszva aktívan hatolnak be a gazdába, (ilyen például a halak lencsehályogját okozó *Diplostomulum*), vagy a csigák, kagylók elfogyasztása útján kerülnek be a végleges gazdába, avagy a második köztigazdába. Ezekben az utóbbiakban életben-maradó lárvák (metacerkáriák) fertőzik a vízimadarakat, emlősöket, s esetleg az embert. A halakban talált metacerkáriák meghatározása rendkívül nehéz, mivel állatvédelmi rendelkezések a vízimadarak és kis ragadozó emlősök begyűjtését valamint boncolását megnehezítik, s ez által a végleges gazdákat és a bennük fejlődő meghatározásra lehetőséget adó végleges (imágó) stádiumokat vizsgálni nem tudjuk. Hatékony, de nem tökéletes megoldásnak a napos-csirkék és kis rágcslók fertőzése bizonyult, melyekben esetenként a mételyek kifejlődtek. Az utóbbi vizsgálatok során két különleges esetet tapasztaltunk.

Ismert, hogy a hal oldalvonalában elhelyezkedő érzősejtek egy különös érzékszerv szerepét töltek be, melyek esetenként pótolhatják a szem elvesztett funkcióját. Ezek az érzősejtek a közép vonal pikkelyeiben található kis alagútban helyezkednek el. Az illető pikkelyek vizsgálata során különféle halaknál ezekben a szervecskékben betokozódott metacerkáriákat találtunk (1. kép). A metacerkák feji szívkája körül két sorban elhelyezkedő jellegzetes tüskesorút észleltünk (2. kép), melynek alapján megállapítottuk, hogy az élősködő az Echinostomatidae (Tüskészájúak) családjába tartozik. Érdekes képen vegyes fertőzésben egy azonos méretű és egy eltérő méretű tüskéket viselő típust tudtunk megkülönböztetni. Kísérletes fertőzés után a csirkék belében nem fejlődtek ki a végleges (adultus) alakok, azonban egy korábbi esetünkben, kormoránok

boncolása során azok beléből gyűjtött anyagban olyan, *Petasisiger phalacrocoracis* fajként meghatározott mételyeket találtunk, melyek horgai megegyeztek az egyenlő horogkoszorúval rendelkező metacerkáriákéval. Molekuláris biológiai vizsgálataink az adott metacerkáriák és a kormoránban élő métely 100 %-os azonosságát bizonyították. Később az egyenlő horogkoszorúval rendelkező lárvák egy része egy másik, ugyancsak kormoránban

fejlődő métellyel, a *Petasisger exaeretus* fajjal bizonyult azonosnak. Reméltük, hogy az eltérő horgokat viselő fajt is meghatározhatjuk, azonban azokhoz hasonló szekvenciák nem szerepelnek a génbankban. Feltételezzük, hogy ez utóbbiak gémfélékben nyerik el végleges formáikat.

A fenti lárvák számos halfajt képesek fertőzni, és tógazdasági halakból is kimutattuk azokat. Ez ideig 11 pontyféléből, valamint süllőből és naphalból mutattuk ki ezeket a metacerkáriákat. Előfordultak balatoni, dunai és tógazdasági halakban egyaránt. Fiatal és idősebb halegyedeket egyaránt fertőztek. Egy-egy pikkelyben 14 lárvá is megtelepedett. Leggyakrabban bodorkában voltak megtalálhatók. Találkoztunk olyan esettel is, amikor valamennyi középvonal-pikkely fertőzött volt. Kuriózum, hogy a szivárványos öklében, melynek mindössze 4-5 középvonal pikkelye van, is gyakran mutatkoztak. A fertőzés csak az élősködő jellegzetes helyválasztása miatt érdekes, kórtanilag nem tűnik fontosnak.

Nos, megint a kormorán. Példánk azt bizonyítja, hogy ez a madár a közvetlen halfogyasztáson kívül egyéb módon is kárára lehet halainknak.

A parazitológiai érdekességek között egy másik, a kopoltyúlemezek torzulását okozó, metacerkáriás fertőzöttséget is érdemes megemlíteni. Vizsgálataink során, különböző halfajok kopoltyúján, esetenként nagyobb számban, gyakran találtunk egy meglehetősen kisméretű metacerkáriát, melyet egy ugyancsak tüskés szájúak családjába tartozó *Echinochasmus* fajként azonosítottunk. Az élősködőnek nagyobb jelentőséget nem tulajdonítottunk mind az ideig, míg nem észleltük vágó durbincson a kopoltyúlemezek duplikálódását. Azt találtuk, hogy ennek

a porckedvelő parazitának a megtelepedési helyétől kezdve a kopoltyúlemez kettéosztódik (3. kép), azaz az élősködő a lemezek torzulását okozza. Érdekesség, hogy az említett elváltozások, csak vágó durbincsban alakulnak ki, és más halakon nem észlelhetők. Ugyanakkor az élősködők minden halon a kopoltyúlemezek porcától körülveve, vagy ahhoz rögzülve találhatók meg (4. kép).

A halak paraziták okozta torzulása nem újdonság, de ez a kettéosztódási folyamat újszerű, és emlékeztet azokra az esetekre, ahol egy másik mételyfaj, a *Ribeiroia ondatrae* metacerkáriája leopárd békában a végtagok duplikációját váltotta ki. Ennek az élősködőnek a végleges alakjait napos-csirkékben sikeresen kinyertük, a faj végleges meghatározását, azonban a specifikus gazda hiányában elvégezni nem tudjuk.

Megjegyezzük, hogy nagy elődünk Rátz István professzor 1908-ban *Echinochasmus perfoliatus* néven kutyák beléből leírt egy patogén mételyfajt, amely feltételezésünk szerint hal, esetleg kételtű elfogyasztása útján fertőzte az ebeket.

A kutatást a témacsoport tagjai végezték, nevezetesen Dr. Cech Gábor, Sándor Diana, Varga Ádám, Dr. Székely Csaba, és jómagam, az ismertettek közös munkánk eredményeit tükrözik. A téma után behatóbban érdeklődőknek a szerzők és munkatársaik által írt részletes közleményeket szívesen továbbítjuk.

Köszönetnyilvánítás: Horizon 2020 Parafishcontrol (Grant Agreement No. 634429) és a GINOP-2.3.2-15-2016-0004. projekt keretei között az Európai Regionális és Fejlesztési Alap és Magyarország Kormányának támogatásával valósult meg.

Halakból Magyarországon kimutatott paraziták jegyzéke. (Checklist of parasites found in fish in Hungary) III: Férgesek, Worms. III/I. Csákyásférgek, Monogenea

Molnár Kálmán

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Állatorvos-tudományi Kutató Intézete

Az élősködő latin neve	Gazdahal faja(i)	Vízterület	Előfordulás helye	Szakirodalom
Name of parasite	Host	Water-basin	site	References
Csákyásférgek. Monogenea				
Dactylogyridae				
<i>Dactylogyryrus achmerowi</i> Gussev, 1955	C	H	K	K9, K11, K13, P10
<i>D. alatus</i> Linstow, 1878	Al	T, D, B	K	K4, K5, P5, P10, P13, P14
<i>D. alatus</i> f. maior Sidorov, 1956	Li	T, D	K	K5
<i>D. amphibothrium</i> Wagener, 1857	Gc	T, B, D	K	K4, K5, K16, P5, P10, P12, P14, K15
<i>D. anchoratus</i> Dujardin, 1845	C	T, H, B	K	K4, P5, P10, K11, K13, K31, P13
<i>D. aristichthys</i> Long et Yu, 1958	Hn	H	K	K9, A5
<i>D. auriculatus</i> (Nordmann, 1832)	Ab	T, B, D, K-B	K	K4, K5, K16, K23, P5, P10, P12, P13, P15
<i>D. baueri</i> Gussev, 1955	Cg, Cu,	H	K	K5
<i>D. bicornis</i> Malewitszkaja, 1941	Ra	T, P, Ve	K	K9, P5
<i>D. borealis</i> Nybelin, 1937		T	K	K5, K6, P5
<i>D. carpathicus</i> Zachvatkin, 1951	Bb	T, D	K	K3, K5, P5, P13
<i>D. chondrostomi</i> Malewitszkaja, 1941	Cn	T, D	K	K4, K5, P5, P13
<i>D. chranilowi</i> Bychowsky, 1936	Ab	T, D	K	K4, K5, P5, P10, P13
<i>D. cordus</i> Nybelin, 1936	Ll,	T	K	K6, P5
<i>D. cornoides</i> Glaeser et Gussev, 1967	Bj	T	K	P5
<i>D. cornu</i> Linstow, 1878	Bj	T, B, D	K	K4, K5, P5, K23, P12, P13, P14
<i>D. crassus</i> Kulwiec, 1927	Cc	H	K	K5
<i>D. cristatus</i> Gussev, 1953	Gp	D	K	*
<i>D. crucifer</i> Wagener, 1857	Ru	T, B, B, V, K-B	K	K3, K4, K5, P5, P10, K23, P13, P14, P15
<i>D. cryptomeres</i> Bychowsky, 1934	Gg	T, B	K	K4, K5, P5, P13, P14
<i>D. ctenopharyngodonis</i> Achmerow, 1952	Ci	H,	K	K5, K6
<i>D. difformis</i> Wagener, 1857	Se	T, D, V	K	K4, K5, K23, P5, P10, P12, P13
<i>D. difformoides</i> Glaeser et Gussev, 1967	Se	T	K	P5
<i>D. dirigerus</i> Gussev, 1966	Cn	T	K	P5
<i>D. distinguendus</i> Nybelin, 1936	Bj	T, D	K	K4, K5, P10
<i>D. dulceiti</i> Bychowsky, 1936	Cu	T,	K	P5,
<i>D. dyki</i> Ergens et Lucky, 1959	Bb	T	K	K4, K5, P5, P13,
<i>D. elegantis</i> Gussev, 1966	Cn	T	K	P5
<i>D. ergensi</i> Molnár, 1964	Cn	T, D	K	K4, K5, P5

Az élősködő latin neve	Gazdahal faja(i)	Vízterület	Előfordulás helye	Szakirodalom
Name of parasite	Host	Water-basin	site	References
<i>D. erhardovae</i> Ergens, 1970	Ru	T	K	P5
<i>D. extensus</i> Mueller et van Cleave, 1932	C	T, D, B, H, K-B	K	K4, K5, K7, K11, K16, K23, P5, P10, P12, P13, P14, P15, A3, M80
<i>D. falcatus</i> (Wedl, 1857)	Ab	T, D	K	K4, K5, K16, P5, P10, P12, P13
<i>D. falciformis</i> Achmerow, 1952	C	H	K	K11
<i>D. fallax</i> Wagener, 1957	Ru	T, B	K	K3, K4, K5, K23, P5
<i>D. finitimus</i> Gussev, 1966	Gp	T	K	K5, K6, P5
<i>D. fokmanovae</i> Ergens, 1956	Sc	T, D	K	K4, K5, P5, P13
<i>D. formosus</i> Kulwiec, 1927	Cu, Cg	T	K	K5, P13, P5
<i>D. fraternus</i> Wegener, 1909	Al	T, B, D	K	K4, K5, P5, P10, P13, P14
<i>D. haplogonoides</i> Gussev, 1966	Vv	T	K	P5
<i>D. hemiamphibothrium</i> Ergens, 1956	Gc	T, B	K	K4, K5, K15, K16, P5, P13,
<i>D. hypophthalmichthys</i> Achmerov, 1952	Hm	H	K	K9
<i>D. inexpectatus</i> Izjumova, 1955	Cg, Cu	H	K	*
<i>D. intermedius</i> Wegener, 1909	Cc, Cu, Cg	T	K	K4, K5, K7, P13, P5
<i>D. izjumovae</i> Gussev, 1966	Se	T	K	K6, P5
<i>D. kulwieci</i>			K	
<i>D. lamellatus</i> Achmerov, ...	Ci	H	K	K4, K5, P10
<i>D. macracanthus</i> Wegener, 1909	Tt	T	K	K5, P5
<i>D. malleus</i> Linstow, 1877	Bb	T, D	K	K4, P5, P13
<i>D. merus</i> Zaika, 1961 syn. <i>Pellucidhaptor merus</i> (Zaika, 1961)	Ph	P	K	K5, K6, P5
<i>D. micracanthus</i> Nybelin, 1936	Sc	T	K	P5
<i>D. minor</i> Wagener, 1857	Al, Ld	T, D, B, Ve	K	K3, K4, K5, K9, P5, P10
<i>D. minutus</i> Kulwiec, 1927	C	H	K	K4, K5, K7, K11, K13, P10
<i>D. molnari</i> Ergens	C	H	K	K9, K12, K13
<i>D. mrazeki</i> Ergens	C	H	K	K12, K13
<i>D. nanoides</i> Gussev, 1966	Sc	T	K	K6, P5
<i>D. nanus</i> Dogiel et Bychowsky, 1934	Ru, Ab	T, D, B	K	K3, K4, K5, P5, P13
<i>D. nasalis</i> Strelkov et Ha Ky, 1964	Se	T	O	K5, K6, P5
<i>D. naviculoides</i> Ergens, 1956	Sc	T, D	K	K4, K5, P5
<i>D. nobilis</i> Long et Yu, ...	Hn	H	K	K4, K5, K9, P10
<i>D. parvus</i> Wegener, 1909	Al	T, D, B	K	K4, K5, P5, P10, P13 P14
<i>D. propinquus</i> Bychowsky, 1931	Ab	T, D	K	K4, K5
<i>D. petenyii</i> Kasték, 1957	Bc	T	K	K5, K6, P5, P13
<i>D. phoxini</i> Malewitszkaya, 1949	Ph	P	K	K5, K6
<i>D. prostaе</i> Molnár, 1964	Sc	T, D	K	K4, K5, P5
<i>D. ramulosus</i> Malewitszkaja, 1941	Ru	T	K	K3, K5, P5
<i>D. rarissimus</i> Gussev, 1966	Ru	T	K	K9, P5
<i>D. rutili</i> Glaeser, 1965	Ru	T	K	K5, K6, P5, P10
<i>D. sahuensis</i> Ling, 1965	C	H	K	K9, K11

TUDOMÁNY

Az élősködő latin neve	Gazdahal faja(i)	Vízterület	Előfordulás helye	Szakirodalom
Name of parasite	Host	Water-basin	site	References
<i>D. scryabini</i> Achmerow, 1954	Hm	H	K	K9
<i>D. similis</i> Wegener, 1909	⊙	T	K	K3, K5, K6, P5
<i>D. simplicimalleata</i> Bychowsky, 1931	Pc	T	K	K5, K6, P5, P13
<i>D. sphyrna</i> Linstow, 1878	Gj, Vv, Ru, Cn, ⊙	T, D, B, V	K	K3, K4, K5, P5, P10, P12, P13, P14
<i>D. squameus</i> Gussev, 1955	Ps	B	K	*
<i>D. suchengtaii</i> Gussev,	Hm	H	K	K10, A5
<i>D. suecicus</i> Nybelin, 1936	Ru	T	K	K4, K5, P5, P10
<i>D. tissensis</i> Zachvatkin, 1951	Al	T	K	K5, K6, P5, P13
<i>D. tuba</i> Linstow, 1848	As, Sc, Li, ⊙	T, D, B	K	K3, K4, K5 P5, P4, P13, P14
<i>D. vastator</i> Nyberlin, 1924	C, Cc	T, H	K	K4, K5, K13, P5, P10, P13, P14, A3
<i>D. vistulae</i> Prost, 1957	Cn, Sc, Ru	T, D, K-B	K	K4, K5, P5, P13, P14, P15
<i>D. vranoviensis</i> Ergens, 19...	Sc	T	K	K4, K5, P5
<i>D. wegeneri</i> Kulwiec, 1927	Cc	T	K	K4, K5, P5, K7, P13
<i>D. wunderi</i> Bychowsky, 1931	Ab	T, D, B, V	K	K4, K5, K16, P5, P4, P10, P12, P13
<i>D. zandti</i> Bychowsky 1933	Ab	T, D, B, V	K	K4, K5, K16, P5, P4, P10, P12, P13, P14
<i>Pseudodactylogyrus anguillae</i> (Yin et Proston, 1948)	Aa	B, H	K	K1, K2, K/14, K16, K19, K20
<i>P. bini</i> (Kikuchi, 1929)	Aa	B, H	K	K1, K2, K14, K16, K19, K20
<i>Bivaginogyrus obscurus</i> (Gussev, 1955)	Ps	B	K	*
<i>Pseudocolpenteron pavlovskii</i> Bychowsky et Gussev, 1955	C	H	B, U,	K5, K6, P5
Ancyrocephalidae				
<i>Ancyrocephalus cruciatus</i> (Wedl, 1857)	Mf	H, D, T	K	K3, K5, K6, K15, K18, P5, P12, P13
<i>A. paradoxus</i> Creplin 1839	Sl, Sv,	B, D, T	K	K5, K6, K15, K16, K17, P5, P10
<i>A. percae</i> Ergens, 1966	Pf	B, T	K	K5, K6, P5,
<i>Cleidodiscus pricei</i> (Mueller, 1936)	Aa	H, T	K	K5, K6, P5, P13
<i>Onchocleidus similis</i> (Mueller, 1936)	Lg	B, D, T	K	K5, K6, P5, P12, P13
<i>O. dispar</i> (Mueller, 1936)	Lg	B, D, T	K	K5, K6, P5, P12
<i>Thaparocleidus magnus</i> (Bychowsky et Nabigina, 1957), syn: <i>Ancylodiscoides magnus</i> (Bychowsky et Nabigina, 1957)	Sg	T	K	K6, P5
<i>T. siluri</i> (Zandt, 1924)	Sg	T	K	K5, K6, K21, K22, P5, P10,
<i>T. vistulensis</i> (Siwak, 1932)	Sg	T, H	K	K5, K6, K7, K8, P5, P10, P13

Az élősködő latin neve	Gazdahal faja(i)	Vízterület	Előfordulás helye	Szakirodalom
Name of parasite	Host	Water-basin	site	References
Tetraonchidae				
<i>Tetraonchus monenteron</i> (Wagener, 1857)	El	D, T, B, K-B	K	K5, K6, K23, P5, P10, P12, P13, P14, P15
Gyrodactylidae				
<i>Gyrodactylus aphiae</i> Malmberg, 1957	Ph	T	K	P5
<i>G. barbatuli</i> Achmerov, 1952	Nb	T	K, U	P5
<i>G. carassii</i> Malmberg, 1957	Al, Cc	T	K	P5
<i>G. cernuae</i> (Malmberg, 1956)	Gc	B	K	K5, K6, K15, P5, P10
<i>G. cobitis</i> Bychowsky, 1934	Ct	B, D, H	K	K5, K6, P5
<i>G. cyprini</i> Diarova, 1934	C	D	B	K6
<i>G. decorus</i> Malmberg, 1956	Al, Ru, Sc, Se	B, D, T, P	K, B, U	K5, K6, P13,
<i>G. elegans</i> Nordmann, 1832	Ab, Sc, Cn, Bs,, Bl	B, D, T, P	K,	K5, K6, P5, P13, P10
<i>G. fossilis</i> Lupu et Roman, 1956	Mf	T	K	P5
<i>G. gobii</i> Schulman, 1953	Gp	T	U	P5, P13
<i>G. hronosus</i> Zitnan, 1964	Ap	P	U	K5, K6, P5
<i>G. jiroveci</i> Ergens, 1967	Nb	P	U	K5, K6, P5
<i>G. katherineri</i> Malmberg, 1964	C, Cc	D, T, H	U, B,	K5, K6, P5, P10, P13
<i>G. laevis</i> Malmberg, 1956	Ph	P	K	K5, K6, P5
<i>G. latus</i> Bychowsky, 1933	Ct	T	K	P5
<i>G. longiradix</i> Malmberg, 1956	Gc, Pf,	B, D	U	K5, K15, K6, P4
<i>G. lotae</i> Gussev, 1953	Lo	P	U	K5, K6
<i>G. longiradix</i> Malmberg, 1957	Gc	T	U	K27, P5
<i>G. lucii</i> Kulakovskaya, 1952	El	B, T	U	K5, K6, P5, P13, P14
<i>G. luciopercae</i> Gussev, 1962	Sl	B, T, H	U	K5, K6, K16, P5
<i>G. macrocornis</i> Malmberg, 1957	Gc	T	U	P5
<i>G. macronychus</i> Malmberg, 1956	Ph	P, T	U	K5, K6, P5
<i>G. malmbergi</i> Ergens, 1961	Bc	P	U	K5, K6, P5, P13
<i>G. markakulensis</i> Gvosdev, 1950	Gg	P, T	K	K5, K6, P5
<i>G. markewitschi</i> Kulakovskaya, 1952	Bc	P, T	K, U	K5, K6, P5
<i>G. medius</i> Katheriner, 1893	C	D, H, T	K	K5, P5, P6, P13, P14
<i>G. misgurni</i> Ling wo-en, 1962	Ct	T	K	P5
<i>G. phoxini</i> Malmberg, 1956	Ph	P	K	K5, K6
<i>G. prostaе</i> Ergens, 1963	Ru, Al, Se,Vv, Sc, Li	D, T	U	K5, K6, P5
<i>G. rhodei</i> Zitnan, 1964	Ra	D, P, T	U	K5, K6, P5, P13
<i>G. scardinii</i> Malmberg, 1957	Se	T, B	U	P5, P10, P13
<i>G. sedelnikovi</i> Gvosdev, 1950	Nb	P	U	K5, K6
<i>G. shulmani</i> Ling Mo-en, 1962	C, Cc	T	K	K5, P5, P10

TUDOMÁNY

Az élősködő latin neve	Gazdahal faja(i)	Vízterület	Előfordulás helye	Szakirodalom
Name of parasite	Host	Water-basin	site	References
<i>G. slovacicus</i> Ergens, 1968 <i>syn: K. pannonicus</i> Molnár, 1963	Ph	P	U	K6
<i>G. sprostonae</i> Ling Mo-en, 1962	C	T, H	K	P5, P10
<i>G. stankovici</i> Ergens, 1970	C	D, H	K	K9, P10
<i>G. vimbi</i> Schulman, 1953	Vv	T	U	K5, K6, P5
<i>G. wagneri</i> Malmberg, 1956	Ph, Se, Ti	D, T, B, H, P	K, U	K5, K6, P5, P13
Discocotylidae				
<i>Octomacrum europeum</i> Roman et Bychowsky 1956	Ap	P, T	K	K5, K6, P5, P13, P14
<i>Diplozoon paradoxum</i> Nordmann, 1832	Ab	T, D, B, H, K-B	K	K3, K5, K6, K16, K17, P5, P6, P10, P12, P13, P14, P15
<i>Paradiplozoon bergi</i> (Gavrilova, 1964)	Bs	T	K	P5
<i>P. bliccae</i> (Rechenbach-Klinke, 1961) <i>syn: D. gussevi</i> (Gläser et g	Bj	T, D	K	K5, K6, P5
<i>P. homoion</i> (Bychowsky et Nagibina, 1959)	Ru, Bj,	T, D, B, Ve, K-B	K	K5, K6, P5, K27. P15, P10
<i>P. markewitschi</i> (Bychowsky et al. 1964)	Vv	T	K	P5
<i>P. megan</i> (Bychowsky et Nagibina, 1959)	Bl	D	K	K5, K6, P13, P14
<i>P. nagibinae</i> (Gläser, 1965)	Li	T, B, D,	K	K6, P5
<i>P. pavlovskii</i> (Bychowsky et Nagibina, 1959)	As	T, D, B	K	K5, K6, K16, P5, P13
<i>P. scardinii</i> Komarova, 1966	Se	K-B	K	P15
<i>Eudiplozoon nipponicum</i> (Goto, 1891)	C	B, H, K-B	K	P15

Betűjelzések, rövidítések az I. táblázat után találhatóak. *= Magyarországon biztosan előfordul, de leírásra nem került.

Szakirodalom:

- K1/ Buchmann, K., Székely, Cs., Bjerregaard, J. (1990): Treatment of *Pseudodactylogyrus* infestations of *Anguilla anguilla* I. Trials with niclosamide, toltrazuril, phenolsulfonphtalein and rafoxanide. *Bul Eur. Assoc. Fish Pathol.* 10:14-17.
- K2/ Buchmann K., Székely, Cs., Bjerregaard, J. (1990): Treatment of *Pseudodactylogyrus* infestations of *Anguilla anguilla* II. Trials with bunamidine, praziquantel and levamisole. *Bul Eur. Assoc. Fish Pathol.* 10:18-20.
- K3/ Ivasik, V.M. (1963): To the knowledge of parasite fauna of cyprinid fishes at the upper section of Tisa River. *Acta Vet. Acad. Sci. Hung.* 13. 364-366.
- K4/ Molnár, K. (1964): Über die Parasitenfauna der Fische in Ungarn. II. Bekannte und neue *Dactylogyrus*-Arten an einheimischen Fischen. *Acta Vet. Sci. Hung.* 14. 455-467.
- K5/ Molnár, K. (1970): Métélyek I. – Trematodes I. Közvetlen fejlődésű métélyek, Monogenea.. Magyarország Állatvilága, Fauna Hungariae. 2(4) 75pp.
- K6/ Molnár, K. (1968): Beiträge zur Kenntnis der Fischparasiten in Ungarn. 3. Weitere Monogeneidenarten aus Fischen. *Acta Vet. Sci. Hung.* 18. 295-311.
- K7/ Molnár, K., Németh, I. (1962): Beiträge zur Kenntnis der Fischparasiten in Ungarn. *Acta Vet. Sci. Hung.* 12, 249-255.
- K8 / Molnár, K. (1968): Die Wurmkrankheit (Ancylo-discoidose) des Welses (*Silurus glanis*). *Z. Fischerei NFBd.* 16. 31-41.
- K9 / Molnár, K. (1976): To the Knowledge of the Monogenea-fauna in Hungary. *Parasit. Hung.* 9, 31-33.

- K10/ Molnár, K. (1978): *Dactylogyrus suchengtaii* Gussev, 1962 (Monogenea) előfordulása Magyarországon. *Parasit. Hung.* 11, 141.
- K11/ Molnár, K. (1984): Occurrence of new monogeneans of Far-East origin on the gills of fishes in Hungary. *Acta Vet. Sci. Hung.* 32. 3-4, 153-157.
- K12/ Molnár, K., (1987): First record of a common carp parasite *Dactylogyrus molnari* Ergens et Dulma, 1969 (Monogenea) in Hungary. *Parasit. Hung.* 20, 41-43.
- K13/ Molnár, K. (2012): Ötvenéves megfigyelések a halak kopolyúférgességét okozó *Dactylogyrus*-fajoknak az európai ponty (*Cyprinus carpio carpio* L.) kopolyúján való előfordulásáról. *Magy. Állatorv. Lapja*, 134: 111-118.
- K14/ Molnár, K. (1983): Das Vorkommen von parasitären Hakensaugwürmern bei der Aalaufzucht in Ungarn. *Z. Binnenfischerei der DDR.* 30,(11) 341-345.
- K15/ Molnár, K. (1966): Untersuchungen über die jahreszeitlichen Schwankungen in der Parasitenfauna des Kaulbarsches und des Zanders in Balaton mit besonderer Berücksichtigung der Gattung *Proteocephalus*. *Angew. Paras.* 7. 65-77.
- K16/ Molnár, K., Székely, Cs. (1995): Parasitological survey of some important fish species of Lake Balaton. *Parasitol. Hung.* 28: 63-82.
- K17/ Molnár, K., Székely, Cs. (1995): A Balaton néhány fontosabb halfajának parazitológiai vizsgálata. *Halászat.* 88: 19-23.
- K18/ Molnár, K., Szilágyi, G., Mosonyi, G., Varga, Á., Székely, Cs. (2016): Histological investigation on *Ancyrocephalus paradoxus* (Dactylogyridea: Ancyrocephalidae) infection causing mortalities in an intensively cultured pikeperch [*Sander lucioperca* (L.)] stock. *Acta Vet. Hung.* 64: 201-212. DOI: 10.1556/004.2016.020
- K19/ Székely, Cs.; Molnár, K. (1987): Mebendazole is an efficacious drug against pseudodactylogyrosis in the European eel (*Anguilla anguilla*). *J. Appl. Ichthyol.* 3, 183-186.
- K20/ Székely, Cs., Molnár, K. (1988). Mebendazol: új gyógyszer az angolna pseudodactylogyrózisa ellen. *Halászat.* 81:150-153.
- K21/ Székely, Cs., Molnár, K. (1990). Treatment of *Ancylodiscoides vistulensis* monogenean infestation of the European catfish *Silurus glanis*. *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol.* 10: 74-77.
- K22/ Székely, Cs., Molnár, K. (1990).. Az intenzíven nevelt angolna és harcsa kopolyúférgességei ellen végzett gyógyszerhatékonysági kutatások. *Halászat.* 83:162- 163.
- K23/ Székely, Cs., Molnár, K. (1997): Preliminary survey of the parasite fauna of some important fish species in the Upper-Reservoir of the Kis-Balaton System. *Parasit. Hung.* 29-30. 45-54.

Munkánkat a MAHOP-2.1.1-2016-2017-00002 (RESEARCHFISH) azonosítójú, „A horgászati- és halgazdálkodás szempontból jelentős halfajok tenyésztését és termelését támogató technológia-, tudástranszfer és innovációs infrastruktúra fejlesztése” című projekt támogatta.

The work was supported by the MAHOP-2.1.1-2016-2017-00002 (RESEARCHFISH) project, called „Development of technology and knowledge transfer as well as innovation infrastructure for the support of breeding and production of fish species for recreational fishing and aquaculture”.



A LABRAWEAN projekt első publikációja

Az **Aquaexcel2020** keretein belül, a Dr. Jovanka Lukic, a Belgrádi Egyetem Molekuláris Genetika és Géntechnológiai Intézetének kutatója (IMGGE), által vezetett TNA alapra pályázó “Probiotikus tejsavbaktériummal módosított tápértékű élő és mesterséges eledel alkalmazása süllő lárva tápra szoktatásánál” című projekt elnyerte a támogatásra jogosultságot és kivitelezésre került a NAIK Halászati Kutatóintézetben a NAIK HAKI kutatóival szoros együttműködésben.

2019 július 11-én a tanulmányok egyike egy tudományos értekezés részeként jelent meg “Solid state treatment with *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* BGHN14 and *Lactobacillus rhamnosus* BGT10 improves nutrient bioavailability in granular fish feed” címmel a PLOS ONE tudományos folyóiratban. A cikk az alábbi linken bárki számára elérhető: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219558>.

First publication of LABRAWEAN project

In the frame of Aquaexcel2020, a TNA funding has been granted to the project “Effects of lactobacilli supplemented to cultured pike-perch through live and inert diets on fish performance in the case of rapid and gradual weaning” led by Jovanka Lukic, PhD, Institute of Molecular Genetics and Genetic Engineering (IMGGE), University of Belgrade (UB), Serbia and performed at the site of Research Institute for Fisheries and Aquaculture NAIK HAKI in a close collaboration with NAIK HAKI researchers.

On July 11, 2019 the first results of the one of the studies were published in a form scientific paper titled “Solid state treatment with *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* BGHN14 and *Lactobacillus rhamnosus* BGT10 improves nutrient bioavailability in granular fish feed” in the PLOS ONE scientific journal. The paper is published in open access mode, thus available to everyone at <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219558>.