

XLIV. Halászati Tudományos Tanácskozás
XLIV. Scientific Conference on Fisheries & Aquaculture

HALÁSZATFEJLESZTÉS 37
FISHERIES & AQUACULTURE DEVELOPMENT Vol. 37



Szarvas
2020

HALÁSZATFEJLESZTÉS 37
FISHERIES & AQUACULTURE DEVELOPMENT
Vol. 37

A XLIV. Halászati Tudományos Tanácskozás kiadványa
(Szarvas, 2020. szeptember 23-24.)

Proceedings of the 44th Scientific Conference on Fisheries & Aquaculture
(23-24 September 2020, Szarvas, Hungary)

Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ
Halászati Kutatóintézet
National Agricultural Research and Innovation Centre
Research Institute for Fisheries and Aquaculture

Szarvas
2020

Felelős kiadó: Dr. Halasi-Kovács Béla
Szerkesztő: Nagyné Dr. Biró Janka
Szerkesztőbizottsági tagok: Molnár Zsuzsanna, Fazekas Gyöngyvér,
Bozánne Békefi Emese

Készült a Fazekas Nyomdában, Szarvason
150 példányban

Responsible publisher: Béla Halasi-Kovács PhD
Editor: Janka Biró Nagyné PhD
Editorial board: Zsuzsanna Molnár, Gyöngyvér Fazekas, Emese Békefi

Printed by Fazekas Nyomda, Szarvas, Hungary
Number of printed copies: 150

ISSN 1219-4816
ISSN 0230-8312
ISBN 978-963-7120-42-8

A kiadvány megjelentetése és a tanácskozás megrendezése az AM állami halgazdálkodási feladatok támogatása fejezeti kezelésű előirányzat, HaGF/184/2020. számú támogatásával kerül sor.

Copyright
Published by NAIK HAKI, Szarvas, 2020

javasolt citálási forma az itt megjelent cikkekhez:

Szerzők neve, 2020. A cikk címe. In: Nagyné Biró J. (szerk.) Halászatfejlesztés 37 – Fisheries & Aquaculture Development Vol. 37 NAIK HAKI Szarvas, Hungary, pp. 000-000.

Suggested citing format for the articles:

Authors name, 2020. Title of the article. In: Biro, J. Nagyne (ed.) Halászatfejlesztés 37 – Fisheries & Aquaculture Development Vol. 37 NAIK HAKI Szarvas, Hungary, pp. 000-000.

Tartalom

Réczey Gábor

Lesz-e halászati támogatás 2021-2027 között? - A tárgyalások jelenlegi állása -
érdekérvényesítési 1x1..... 7

Bardócz Tamás

Mi lesz veled magyar ponty? 8

Halasi-Kovács Béla, Urbányi Béla

Merre tovább? A magyar akvakultúra helyzete és kilátásai a 2021-2027 közötti
gazdasági ciklus során 9

Ljubobratovic Uros, Nagy Zoltán, Nagy Gábor, Lévai Ferenc, Fazekas Georgina

A fekete sügér (*Micropterus salmoides*) potenciális szerepe a tógazdasági
haltermelés intenzifikálásában..... 12

Kucska Balázs, Stettner Gabriella, ifj. Horváth Zoltán, Varga Dániel, Ljubobratovic Uros

A süllő (*Sander lucioperca*) intenzív lárvanevelésének fejlesztése – különböző
megvilágítás alkalmazásával 14

Molnár Áron, Homoki Dávid, Bársony Péter, Stündl László, Remenyik Judit, Fehér Milán

A medenceszín hatása a csapósügér (*Perca fluviatilis*) termelési és élettani
paramétereire 16

Fazekas Georgina, Káldy Jenő, Kovács Gyula, Ljubobratovic Uros

Kecsegeelárva (*Acipenser ruthenus L.*) megmaradásának és növekedésének
vizsgálata eltérő telepítési sűrűségek függvényében. 18

Molnár József, Békési Richárd, Várkonyi Levente, Csorbai Balázs, Csenki-Bakos Zsolt, Müller Tamás, Urbányi Béla, Szabó Tamás

Különböző népesítési sűrűségben történő márna (*Barbus barbus*) előnevelés
növekedésre és megmaradásra gyakorolt hatásának vizsgálata intenzív
körülmények között..... 21

Bürgés József, Berzi-Nagy László, Gyalog Gergő

A magyar tógazdasági akvakultúra karbonlábnyoma..... 24

Mihály-Karnai Laura, Szűcs István, Bársony Péter, Fehér Milán	
A szezonon kívüli ponty szaporítás alkalmazásának ökonómiai szempontú értékelése	27
Homoki Dávid, Kovács László, Minya Dániel, Molnár Áron, Fehér Milán, Kövics György, Stündl László	
Különböző bazsalikom (<i>Ocimum basilicum</i> L.) fajták akvapóniás vizsgálata.....	31
Kozák Balázs	
Az EM mikroszervezetek és a víz oxigéntartalma közötti összefüggések.....	34
Káldy Jenő, Mozsár Attila, Fazekas Gyöngyvér, Farkas Móni, Fazekas Dorottya, Fazekas Georgina, Goda Katalin, Gyöngy Zsuzsanna, Kovács Balázs, Ken Semmens, Bercsényi Miklós, Molnár Mariann és Patakiné Várkonyi Eszter	
Az első sikeres hibridizáció a vágótok (<i>Acipenser gueldenstaedtii</i>) és az amerikai lapátorrú tok (<i>Polyodon spathula</i>) között, mely életképes utódokat eredményezett.....	36
Benedek Ildikó, Kovács Balázs, Zsolnai Attila, Lehoczky István, Bánó Bálint, Molnár Tamás	
A süllő tógazdasági tenyésztésének lehetséges genetikai következményei természetes vizek telepítése során	41
Horváth Ákos, Marinovič Zoran, Lujčič Jelena, Ščekič Ilija, Hoitsy György, Franěk Roman, Pšenička Martin, Urbányi Béla	
Ósivarsejtek mélyhűtése és átültetése: mi működik és mi nem?	46
Müller Tamás, Nguyen Quyen, Berta Izabella, Hoitsy György, Hoitsy Márton, Kiss Péter, Havasi Máté, Csenki Zsolt, Urbányi Béla, Kucska Balázs	
Megfigyelések vegyszermentes ikrakezeléssel kapcsolatban	49
Müller Tamás, Nguyen Quyen, Getachew Worku Alebachew, Bógó Bence, Horváth László, Csorbai Balázs, Szabó Tamás, Gebretsadik Askale Gebremichael, Urbányi Béla, Kucska Balázs	
Különböző hormonbejuttatási módszerek hatása afrikai harcsa indukált szaporítása során.....	51
Nguyen Quyen, Pataki Bernadett, Nevena Kitanović, Horváth Ákos, Havasi Máté, Keszte Szilvia, Urbányi Béla, Hartmut Greven, Müller Tamás	
Kísérletek az afrikai harcsa természetes ívási viselkedésének részletes feltárására	53

Pataki Bernadett, Urbányi Béla, Kollár Tímea, Horváth Ákos Három különböző módszer összehasonlítása a pontysperma (<i>Cyprinus carpio</i>) koncentrációjának méréséhez	55
Somogyi Dóra, Nyeste Krisztián, Antal László, Varga Ádám, Székely Csaba, Molnár Kálmán, Cech Gábor, Selleyi Boglárka A tiszai ingola (<i>Eudontomyzon danfordi</i>) első, mikroszkópikus parazita okozta megbetegedésének észlelése a Tisza vízgyűjtőjén.....	58
Borzák Réka, Cech Gábor, Molnár Kálmán, Varga Ádám, Székely Csaba A ponty parazita <i>Thelohanellus nikolskii</i> különböző megjelenési formái	63
Mozsár Attila, Vitál Zoltán, Józsa Vilmos Műholdas nyomkövetők használhatósága édesvízi halak mozgási mintázatának vizsgálatában	65
Kiss Tamás, Tóth Balázs, Szalóky Zoltán, Kőmíves Zoltán, Szabó Tamás A márna (<i>Barbus barbus</i>) keltetőházi szaporítása az Ipoly folyó márnaállományának erősítése érdekében.....	70
Ardó László, Boros Gergely, Mozsár Attila, Szűcs Anita, Berecz Orsolya, Fazekas Gyöngyvér, Józsa Vilmos, Vitál Zoltán, Boross Nóra A balatoni busaállomány nagyságának és térbeli eloszlásának becslése környezeti DNS (eDNS) módszerrel (előzetes eredmények)	75
Berzi-Nagy László, Mozsár Attila, Halasi-Kovács Béla A magyarországi halastavi termelés vízminőségre gyakorolt hatásának vizsgálata a töltővíz-halastó-befogadó tengely mentén	79
Palásti Péter, Kerepeczki Éva Ökosisztéma-szolgáltatások értékelése a Szegedi Fehértó esetében.....	84
Jakabné Sándor Zsuzsanna, Vojislav Banjac, Kugyela Nándor, Nagyné Biró Janka, Káldy Jenő, Adányiné Kisbocskói Nóra, Különböző rovarfélék emészthetőségi együtthatói afrikai harcsa esetében.....	87
Kertész Attila, Bereczki Gábor, Bársony Péter, Stündl László, Fehér Milán A fényintenzitás hatása a harcsa (<i>Silurus glanis</i>) lárvák takarmányfelvételére és növekedésére	90

Tóth Flórián, Zsuga Katalin, Kerepeczki Éva, Berzi-Nagy László, Jakabné Sándor Zsuzsanna, Körmöczy László	
Halastavi zooplankton közösségi összetételben rejlő különbségek eltérő takarmányösszetevők használata mellett	93
Balogh Réka, Ihász Katalin, Keszte Szilvia, Csorbai Balázs, Szilágyi Gábor, Varju-Katona Milán, Urbányi Béla, Kovács Balázs	
Előzetes eredmények egy tápra szelektált afrikai harcsa (<i>Clarias gariepinus</i>) vonal létrehozása során	98
Gebremichael Askale, Stettner Gabriella, Varga Dániel, Kucska Balázs	
Alternatív fehérjeforrás – Lisztkukac (<i>Tenebrio molitor</i>) alkalmazása harcsa (<i>Silurus glanis</i>) takarmányokban	102
Jakabné Sándor Zsuzsanna, Nagyné Biró Janka, Szűcs Anita, Berecz Orsolya, Dergez Ágnes, Ughy Bettina, Ardó László	
Tapasztalatok édesvízi algák takarmányban történő hasznosításában az intenzív haltenyésztés során	104
Kánainé Sipos Dóra, Balogh Réka, Ihász Katalin, Keszte Szilvia, Hegyi Árpád, Müller Tamás, Varju-Katona Milán, Kovács Gyula, Szilágyi Gábor, Urbányi Béla, Kovács Balázs	
Előzetes eredmények afrikai harcsa (<i>Clarias gariepinus</i>) populációk genetikai vizsgálatához.....	107
Nagy Borbála, Bernáth Gergely, Várkonyi Levente, Fodor Ferenc, Koltai Tamás, Bodnár Ádám, Molnár József, Láng Levente Zete, Izsák Tibor, Staszny Ádám, Ferincz Árpád, Birkó-Sulyok Zita Katalin, Urbányi Béla, Szári Zsolt, Bokor Zoltán	
A balatoni kősüllő (<i>Sander volgensis</i>) hímivarsejt minőségének és mélyhűtésének vizsgálata	111
Várkonyi Levente, Bokor Zoltán, Csenki-Bakos Zsolt, Csorbai Balázs, Molnár József, Nagy Borbála, Láng Levente Zete, Izsák Tibor, Bartucz Tamás, Fekete Áron, Fodor Ferenc, Szári Zsolt, Urbányi Béla, Bernáth Gergely	
A balatoni sudár ponty (<i>Cyprinus carpio carpio morpha acuminiatus</i>) keltetőházi szaporítása, valamint intenzív recirkulációs rendszerben történő lárvanevelése.....	116

LESZ-E HALÁSZATI TÁMOGATÁS 2021-2027 KÖZÖTT? - A TÁRGYALÁSOK JELENLEGI ÁLLÁSA - ÉRDEKÉRVÉNYESÍTÉSI 1x1

RÉCZEY Gábor

Halgazdálkodási Főosztály, Agrárminisztérium – Budapest

Kivonat

Az Európai Unió állam- és kormányfői 2020. július 21-én állapodtak meg a 2021-2027 közötti többéves pénzügyi keretről (MFF), amelynek teljes összege 1824,3 milliárd EUR. Bár az összeg nagy része a Next Generation EU pénzügyi kerettel együtt a koronavírus-járvány utáni újjáépítést fogja segíteni, továbbra is jelentős összeggel támogatja az Európai Unió a mezőgazdasági és halászati ágazatot.

Az MFF javaslatcsomagban 6,14 Mrd EUR-t javasolt az Európai Bizottság az európai halászati és akvakultúra-ágazat fejlesztésére. Magyarország részesedése ebből 2018-as áron számolva 37,7 millió EUR. Fő prioritása a fenntartható halászat és akvakultúra-tevékenységek előmozdítása, a halászati és akvakultúra-közösségek fejlődésének erősítése, valamint a nemzetközi óceánpolitika erősítése.

Bár az új halászati alapról a tárgyalások 2018 májusában megkezdődtek, a mai napig nem sikerült megállapodni a jogszabály szövegében. Ennek fő oka, hogy mind az Európai Bizottság, mind az Európai Parlament a korábbiaknál szigorúbb környezetvédelmi feltételekhez köti a halászatot a tengereken, de a támogatás-intenzitásról és a társfinanszírozás arányáról komoly vita alakult ki a tagállamok között is.

Ebben a nemzetközi környezetben, ahol dominál a tengeri halászat támogatása, kifejezetten nagy szerepe van a koordinált magyar álláspont képviselőnek. Ugyanakkor hamar világossá válik az is, hogy az Európai Unió 27 tagállama között szükség van a regionális összefogásra is, hogy a hasonló érdekeket képviselő országok közösen lépjenek fel.

Magyarország több mint 9 éve hívta életre Szarvason a tenger nélküli országok együttműködését, amely azóta kibővült olyan tengerrel rendelkező országokkal is, ahol az édesvízi akvakultúra-ágazatnak fontos szerepe van. Az összefogás eredménye volt 2015-ben, hogy a korábbiakhoz képest 12%-kal magasabb támogatást kapott Magyarország az Európai Tengerügyi és Halászati Alapból (ETHA). Most szintén ennek az együttműködésnek köszönhető, hogy a tervezet szerint a korábbiaknál magasabb támogatási intenzitás jut az akvakultúra-fejlesztésekre (50% helyett 60%), valamint 25%-ról 20%-ra csökken a társfinanszírozás aránya. Nem utolsósorban, az új rendelettervezet címébe is bekerült az *akvakultúra* szó, utalva az ágazat megkerülhetetlen szerepére a halászat területén.

MI LESZ VELED MAGYAR PONTY?

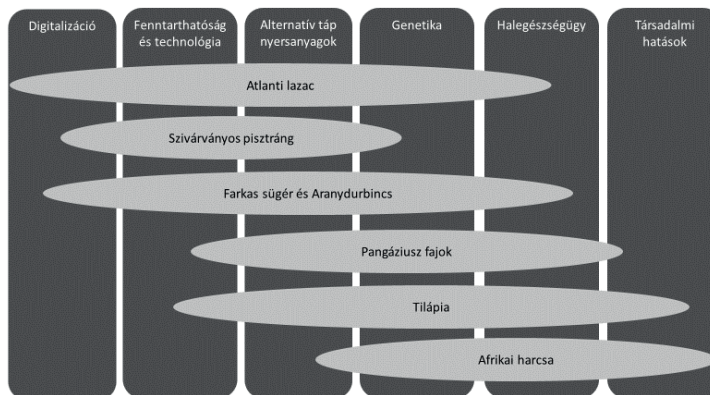
BARDÓCZ Tamás

AquaBioTech Group – Mosta, Málta

Kivonat

A termelői tapasztalatok és a statisztikákban megmutató trendek is azt mutatják, hogy a ponty hazai értékesítési lehetőségei egyre szűkülnek. Ennek számos oka lehet, amelyek a teljes értékláncon végighúzódnak és amelyekben csak ezt a teljes folyamatot figyelembe véve lehet változtatni. A változásra pedig szükség van, hiszen a ponty a magyar haltermelés „kenyérhala”, amely mellett egyre növekszik ugyan más fajok hazai termelése is, de jelenleg nem látszik olyan alternatív termék, amely biztosíthatná a hazai haltermelés jelenlegi volumenét és árbevételét. Ha viszont a pontyot ugyanolyan terméként, változatlan technológiával termelve akarjuk piacra juttatni, a fogyasztás és a termelés drasztikus visszaesése elkerülhetetlennek látszik.

A ponty ugyanakkor számos olyan tulajdonsággal is rendelkezik, amelyek alapján, a kor kihívásainak megfelelő termék lehetne, ha ezeket a tulajdonságait az értéklánc több pontjának innovációjával sikerülne erősíteni és a piacon érvényesíteni. A ponty, mint termék, ilyen megközelítéssel történő teljes újragondolása, hosszú távú stratégia terveken alapuló innovációt igényel, amely stratégia alulról szerveződő megalkotása elsősorban a ponty termelők feladata az ágazat innovációs szakembereinek segítségével. A főbb változtatási pontok feltárásához figyelembe kell venni a ponty versenytársaiként a hazai piacon is jelen lévő akvakultúra termékek innovációs trendjeit. Ezekből hasznos információk nyerhetők a versenytársak fejlődési irányairól és ötleteket meríthetünk a pontytermelés hosszútávú fejlesztési stratégiájának elkészítéséhez. Az előadásban részletesen tárgyalt akvakultúrában termelt főbb halfajokat és jellemző jelenlegi kutatás – fejlesztési és innovációs igényeiket az 1. ábra foglalja össze.



1. ábra. A jelentősebb akvakultúra halfajok termelési innovációs trendjei

**MERRE TOVÁBB?
A MAGYAR AKVAKULTÚRA HELYZETE ÉS KILÁTÁSAI A 2021-2027 KÖZÖTTI
GAZDASÁGI CIKLUS SORÁN**

HALASI-KOVÁCS Béla¹ és URBÁNYI Béla²

¹*Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Halászati Kutatóintézet – Szarvas*

²*Szent István Egyetem, Halgazdálkodási Tanszék – Gödöllő*

Kivonat

A 2020-as év stratégiai jelentőségű nem csak a hazai, de a teljes európai akvakultúra további fejlődésének meghatározása szempontjából is. A 2019-ben felállt új, Ursula von der Leyen asszony által vezetett Európai Bizottság egyik első stratégiai intézkedése az „Európai Zöld Megállapodás” előterjesztése volt 2019 decemberében. A megállapodás egy ütemterv, amely mentén az Unió gazdasága fenntarthatóvá tehető oly módon, hogy az éghajlati és környezeti kihívásokból a szakpolitikai területek mindegyikén lehetőségeket kovácsol, az átmenetet pedig mindenki számára méltányossá teszi. Cselekvési tervet vázol fel az erőforrások hatékony felhasználásának elősegítésére a tiszta, körforgásos gazdaságra való áttérés révén, a biológiai sokféleség helyreállítására és a környezetszennyezés mértékének csökkentésére. A Megállapodásban foglalt célok eléréséhez stratégiák készülnek. Ezek közül már megjelent a „Termelőtől a Fogyasztóig” és a „Biodiverzitás” Stratégia. Ezen stratégiák célja, hogy javuljon az egyensúly a természet és az élelmiszertermelés között, javuljon az emberek egészsége és jólléte, növekedjen az EU versenyképessége és ellenálló képessége. Ez utóbbi az év során kibővült a járványok hatásaival szembeni reziliencia erősítésével is a klímaváltozással szembeni ellenálló képesség növelésén túl. Fontos tény, hogy a stratégiákban fontos elemként jelenik meg az európai akvakultúra jelen helyzete és jövőbeni lehetőségei.

Jelenleg zajlik a 2021-2027 közötti gazdasági ciklus tervezése is, amely során elfogadásra kerül az Európai Tengerügyi, Halászati és Akvakultúra Alap. Ez határozza meg az akvakultúra ágazat támogatási rendszerét a következő hét évre. A dokumentum szemléletét egyértelműen meghatározzák a Zöld Megállapodás részeként létrehozott különböző szakpolitikák stratégiái. Kiemelten jelenik meg benne egyúttal az innováció, amelyet a koronavírus-járvány még inkább hangsúlyossá tesz.

A Zöld megállapodás, illetve az annak végrehajtása érdekében létrehozott és előkészítés alatt álló stratégiák, szabályozók – bár tartalmukban megjelennek az ágazat fenntarthatóságát veszélyeztető célok is – jelenleg pozitívan értékelhetők az európai, de még inkább az extenzív tógazdasági akvakultúra dominálta magyar akvakultúra-ágazat szempontjából. A hazai ágazat nyertese lehet a Zöld megállapodás végrehajtásának. Ezt a folyamatot segítik az európai akvakultúra fejlődéséért tevékenykedő szervezetek. Például az Európai Akvakultúra Termelők Szövetsége (FEAP), az Akvakultúra Tanácsadó Bizottság (AAC), Marketing Tanácsadó Bizottság (MAC), az Európai Farmerek és Európai Termelő Szövetkezetek Szövetségének Halászati Munkacsoportja (COPA-COGECA Fish WG), továbbá az Európai Akvakultúra Technológiai és Innovációs Platform (EATIP), vagy a Bizottság Mezőgazdasági Állandó Tanácsadó Testületének Halászati Csoportja (SCAR-FISH). Ezekben a szervezetekben a hazai

ágazat képviselői is aktívan részt vesznek és hallatják a hangjukat a hazai ágazati érdekek megjelenése és a hazai ágazat fejlődése érdekében.

A termelés oldaláról vizsgálva az európai akvakultúrát és abban a magyar haltermelést, a következő kép rajzolódik ki. Ma az Európai Unió jelenti a világ egyik legnagyobb halfogyasztó piacát mintegy 5 millió tonna éves halfogyasztással. Ugyanakkor az uniós országok haltermelése – ideértve a rákokat és puhatestűeket egyaránt – mintegy 1,4 millió tonna, vagyis mindössze az igények 28%-t biztosítják. Ez egyrészt óriási potenciált jelenthet az európai termelés számára, ugyanakkor az is látszik, hogy az EU termelése 2000 óta nem növekedett. Magyarországon az akvakultúra meghatározó, 80,5 %-os részét jelenleg is a tógazdasági haltermelés biztosítja. A tógazdasági akvakultúra kismértékű, inkább fluktuáló termelési volumenéhez viszonyítva az intenzív termelés az elmúlt tíz év során lényegesen erősebb ütemben fejlődött, hozzávetőlegesen évi 10%-kal bővült.

Az európai akvakultúra növekedése szempontjából több veszély is azonosítható. Az ágazat társadalmi elfogadottsága a környezetvédelem, a területhasználat és az állatjólét szempontjából egyaránt csökkent. Több északi országban betiltották az új tengeri ketreces rendszerek építését és nem támogatják a meglévő kapacitások fejlesztéseit sem. Miközben a kárókatona már a természetesvízi halpopulációkat is fenyegeti Európa-szerte, addig továbbra sincs támogatottsága a kárókatona kezelésnek uniós szinten. A klímaváltozás a szélsőséges időjárási események gyakoribbá válása okán egyre kiszámíthatatlanabbá teszi a termelést. A Tengerügyi Bizottság felkérésére készített tanulmány hangsúlyozza, hogy az édesvízi akvakultúra-termelés alacsony volumene és a termelés időszakos kiegyenlítetlensége miatt nem képes versenyképesé válni az európai piacon. Ráadásul a vásárlási prioritást továbbra is az ár jelenti, míg a többi tényező, pl. a minőség vagy az íz, csak ezt követi. Komoly problémát jelent az unión kívüli termelés alulszabályozottsága a belső szabályozáshoz viszonyítva. Emiatt sérül az egyenlő piaci feltétel elve. Ezek miatt európai szinten is felmerült már az akvakultúra-termelés növelésének racionalitása.

Erre a kérdésre kutatóként és az ágazatért felelősen gondolkodó vezetőként nem lehet más válasz, mint hogy van értelme és lehetőség is az európai akvakultúra, ezen belül a magyarországi édesvízi akvakultúra fejlesztésére. Azonban csak akkor tudunk eredményeket elérni, ha az ágazat három kiemelt szereplője, vagyis a termelés, a kutatás és a kormányzat szorosan együttműködik az ágazat növekedése és fejlődése érdekében. Ennek során a termelőknek innovatívnak kell lenniük a termelés során. Nélkülözhetetlen, hogy a farmereknek igénye legyen a fejlesztésekre. A kutatás számára pedig a hagyományos akvakultúra K+F tevékenységen túl fontos a teljes értéklánc mentén kutatás-fejlesztési tevékenységet végezni, ami segíti az akvakultúra társadalmi elfogadottságát, hozzájárul a feldolgozott termék-előállításához és marketinghez, ideértve a termékdiverzifikációt és a melléktermék-hasznosítást. Központi feladatot kell jelentenie, hogy a kutatás eredményeit minél hatékonyabban tudja a kutató szakma artikulálni mind a termelők, mind a döntéshozók felé annak érdekében, hogy azok valóban hasznosítható tudást biztosítsanak az ágazati fejlődés számára. A kormányzat feladata ebben a hármásban a megfelelő szabályozási környezet kialakítása, kiemelve az egyszerűbb szabályozási környezet létrehozását, az egyenlő piaci esélyek megteremtését és az ágazat támogatási rendszerének létrehozását.

A magyarországi lehetőségeket vizsgálva ma az látszik, hogy a tógazdasági akvakultúra stratégiai célja a jelenlegi termelési szint hosszú távú megőrzése lehet. Bár a tógazdasági termelésre alapozott fenntartható intenzifikálásban komolyabb potenciált látunk. A tógazdasági akvakultúra fenntartásához ma már elengedhetetlen a tógazdálkodás természeti értékfenntartó

szerepének megfelelő szintű elismerése és támogatása. Fontos ugyanakkor a tápanyag-gazdálkodás fejlesztése mind a termelési költségek csökkentése, mind környezetvédelmi megfontolások okán. Szintén szükséges a változó piaci igényeknek megfelelő technológiai fejlesztések elvégzése. A horgászigények kielégítése során egyre sürgetőbb a kiegészítő fajok termelésbiztonságának megteremtése. A belföldi kereslet hangsúlya ugyanis fokozatosan a horgászpiac irányába tolódik. Ennek fenntartása ugyanakkor biztonságot is jelenthet a tógazdálkodók számára.

A hazai akvakultúra termelés lényegi növelése szempontjából igazi kitörési pontot az intenzív akvakultúra fejlesztése jelenti. Az elmúlt években az intenzív akvakultúrában komoly kutatási eredmények születtek itthon az új halfajok bevezetése, a termelésbe vont halfajok genetikai potenciáljának kihasználása, a takarmányozás és immunológia, valamint a technológiai elemek fejlesztése területén. Ezek az eredmények jó alapot biztosítanak az ágazati innováció számára, az intenzív haltermelés növekedése érdekében.

A FEKETE SÜGÉR (*MICROPTERUS SALMOIDES*) POTENCIÁLIS SZEREPE A TÓGAZDASÁGI HALTERMELÉS INTENZIFIKÁLÁSÁBAN

**LJUBOBRATOVIC Uros*¹, NAGY Zoltán¹, NAGY Gábor², LÉVAI Ferenc²,
FAZEKAS Georgina¹**

¹*Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Halászati Kutatóintézet
Szarvas, Anna-liget u. 35.*

²*Aranypony Zrt. Százhalombatta, Arany János u. 7.*

**uros.ljubobratovic@haki.naik.hu*

Kivonat

Bevezetés

A fekete sügér (*Micropterus salmoides*) globálisan a hús legfontosabb édesvízi akvakultúrás halfaj közé tartozik a termelés volumene alapján, közel félmillió tonna éves termeléssel (FAO 2020). Kínában termelik a legnagyobb mennyiségben intenzív tavi körülmények között, kisebb tavakban, ketrecekben vagy tavi recirkulációs rendszerekben. A kedvező növekedés, alacsony tápanyagigény, kezelésekkel és vízigénnyel szembeni tűrőképesség a legígéretesebb sügéralakú édesvízi halfajjává teszi, globális termelése a jövőben meghaladja az 1 millió tonnát (Hussein és mtsai 2020). Az észak-amerikai sügéralakúak közül Magyarországon eddig a legnagyobb figyelmet a hibrid csíkos sügér kapta, ezért referenciaként (benchmark-ként) szolgál a vizsgált fajok termelési teljesítményének a leírására. A jelen tanulmány a fekete sügér különböző tavakhoz kapcsolódó rendszerekben történő termelés lehetőségének az előzetes eredményeit mutatja be.

Anyag és módszer

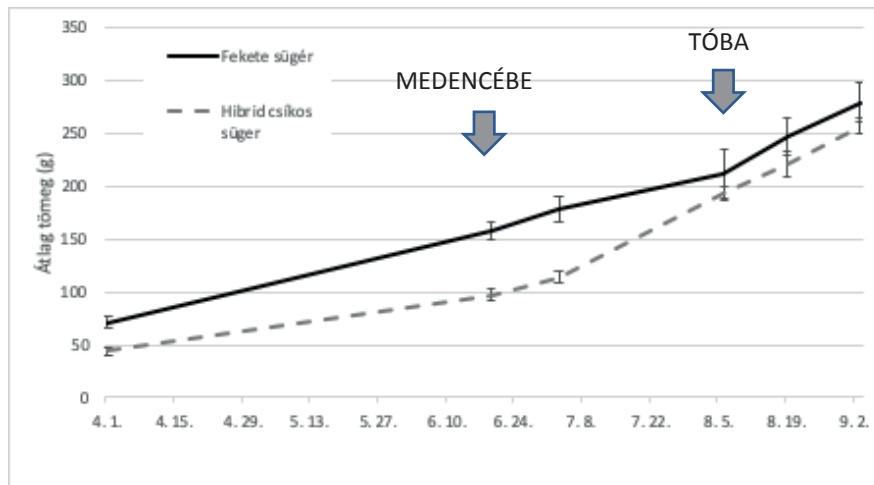
A vizsgálat céljából 2500 db fekete sügér (átlagos testtömeg: 2,5g) került beszerzésre a bajai Megafish Kft-től. Medencében, tavi vízzel történő egy hónapos nevelést követően a halak tavi recirkulációs rendszerbe kerültek áthelyezésre, ahol további 1 évig neveltük őket. Végül, a halak 2020. augusztus elején kihelyezésre kerültek egy 400 m²-es tóba. Az első növekedési szezon végén a halakat szétválogattuk és a második szezonban a legnagyobb egyedek harmada került értékelésre. A szezon során a halak növekedését minden második héten ellenőriztük. A tenyésztési időszak során a növekedési mutatókat, a túlélési és takarmányértékesítési arányt értékeltük, ezenfelül összehasonlítottuk a hasonló körülmények között nevelt hibrid csíkos sügér termelési mutatóival.

Eredmények és következtetések

Az első tenyésztési időszak végén a halak átlagos tömege $48,7 \pm 22,4$ g, a növekedési arány 3,3 %/nap, a megmaradási arány 50,5 %, míg a takarmányértékesítés (FCR) 0,75 g/g volt. Hasonló körülmények között a hibrid csíkos sügér $43,5 \pm 11,4$ g átlagos tömeget ért el, a növekedési arány 3,7 %/nap, a takarmányértékesítés 0,9 g/g, míg a megmaradás 59,4 % volt. A fekete sügér halálozási aránya 2 % alatt volt. A halak további hiánya a kannibalizmusnak

tulajdonítható. A hibrid csíkos sügér esetében az elhullás fő oka bakteriális fertőzés volt, amely a szállítást követően egy héttel jelentkezett.

A teletetést követően a fekete sügér 91,6 %-a, míg a hibrid csíkos sügér 84,1 %-a maradt életben. A második időszakban, szeptember elején az átlagos tömeg 279 g, a növekedési arány 0,9 %/nap, a takarmányértékesítés 1,2 g/g volt, míg a hibrid csíkos sügér esetében az átlagos tömeg 257 g, a növekedési arány 1,1 %/nap és a takarmányértékesítés pedig 1,5 g/g volt.



1. ábra A fekete sügér, illetve a hibrid csíkos sügér növekedés a második szезon során

A kezelésekkal szembeni tűrőképesség, a könnyű tápraszkotatás, a tavaszi és nyári kedvező növekedés, a harcsatápok alkalmazása mellett is alacsony takarmányértékesítés hozzájárulhat a fekete sügér tavi termelésének fejlesztéséhez. Az előzetes megfigyelések alapján a kisebb tavak jelenthetik a legjobb megoldást e halfaj neveléséhez, míg a legfontosabb ivadéknevelési kérdés az marad, hogy a tápraszkotatás megoldható-e a nevelőtavakban, vagy a tóvízzel ellátott medencékben. A kezdeti technológiai kutatásoknak a szaporodás és a nagy tömegű lárvanevelés kidolgozására kell irányulnia, míg a magyarországi termelés megvalósíthatóságának a szempontjából az értékesítés piac lehet a legkritikusabb.

Kulcsszavak: fekete sügér, intenzív tavi nevelés,

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk a NAIK HAKI kísérleti tavain asszisztenciát nyújtó technikai munkatársaknak a kísérletek végrehajtásában tett munkájukért. Külön köszönetet mondunk Dr. Kovács-B. Dánielnek, hogy megosztotta velünk tapasztalatait.

Irodalom

- FAO 2020. Fishery and Aquaculture Statistics. Global aquaculture production 1950-2018 (FishstatJ). In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 2020. www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en
- Hussein G.H.G., Chen M., Qi P.P., Cui Q.K., Yu Y., Hu W.H., Tian Y., Fan Q.X., Ga, Z.X., Feng M.W., Shen, Z. G. 2020. Aquaculture industry development, annual price analysis and out-of-season spawning in largemouth bass *Micropterus salmoides*. *Aquaculture*, 519: 734901.

A SÜLLŐ (*SANDER LUCIOPERCA*) INTENZÍV LÁRVANEVELÉSÉNEK FEJLESZTÉSE – KÜLÖNBÖZŐ MEGVILÁGÍTÁS ALKALMAZÁSÁVAL

**KUCSKA Balázs*¹, STETTNER Gabriella¹, ifj. HORVÁTH Zoltán², VARGA Dániel¹,
LJUBOBRATOVIC Uros³**

¹*Szent István Egyetem, Környezettudományi és Természetvédelmi Intézet,
Kaposvár Guba S. u. 40.*

²*H&H Carpio Halászati Kft. Ócsárd Kossuth u.*

³*Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Halászati Kutatóintézet
Szarvas Anna-liget u. 35.*

**kucska.balazs@szie.hu*

Kivonat

Bevezetés

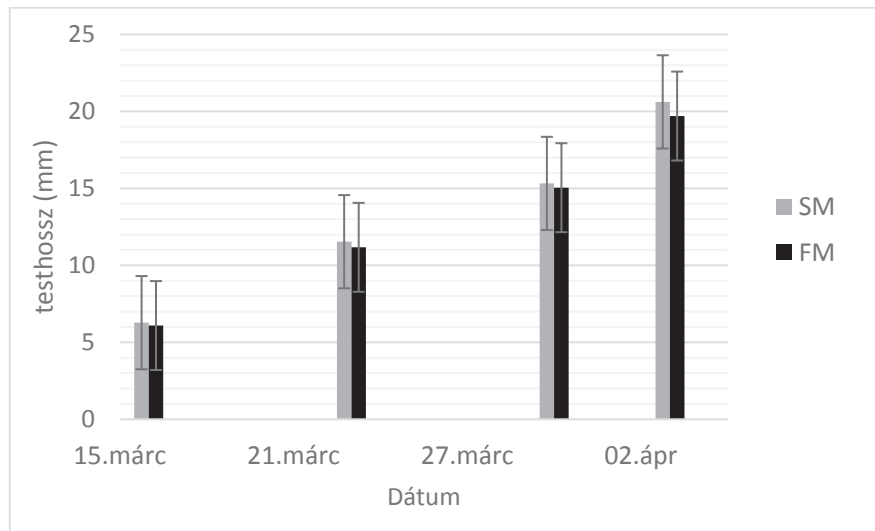
A zárt rendszerű intenzív süllőnevelés egyik sarokpontja a megfelelő minőségű tápra szoktatott ivadék előállítása. A süllő lárva esetén a környezeti tényezők közül a megvilágítás alapvetően befolyásolhatja a nevelés sikerességét. A lárwanevelés hatékonysága és a fényintenzitás mértéke közötti összefüggésekről készült már tanulmány (Tielmann et al. 2017), de a megvilágítás egyéb aspektusainak hatása a lárva nevelésre kevésbé ismertek. Kísérletünkben a víz feletti és a vízbe süllyesztett fényforrás megmaradásra, növekedésre és lárvaminőségre gyakorolt hatását vizsgáltuk meg.

Anyag és módszer

A kísérlethez recirkulációs rendszerben nevelt anyáktól származó termékenyített ikrát használtunk fel (termékeny ikra mennyisége: 10.000 db). A gyertyázó lárvákat térfogat szerint szétosztottunk 6 db 250 l-es, kúp alakú, alsó vízbevezetésű, lárwanevelő kádba (1600 lárva / kád). Három kádat felülről meleg fehér szórt fényrel, három kádat vízbe süllyesztett meleg fehér fényt kibocsájtó szigetelt LED szalaggal világítottuk meg (16h/8h fényes/sötét periódus). A halakat a táplálkozás megkezdésétől két hétig kizárólag artémiával etettük (300 nauplius/lárva/nap), majd az artémiát táppal egészítettük ki (10g táp/kád/nap 0,3-0,5 mm Essence Coppens) a kísérlet végéig, ami a kelés után 24 napig tartott.

Eredmények és következtetések

A halak mindkét kezelésben egyenletesen növekedtek. A növekedés mértéke kissé magasabb volt a süllyesztett megvilágítású kádakban, míg a megmaradt egyedek száma magasabb volt a felső megvilágítású kádaknál, rosszabb úszóhólyag feltöltési százalék mellett. A különbségek ugyanakkor sem növekedésben, sem a megmaradásban nem bizonyultak szignifikánsnak ($p > 0.05$ t-próba).



1. ábra A lárvák növekedése SM: vízbe süllyesztett megvilágítás FM: kád feletti megvilágítás

1. táblázat A kísérlet eredményei

	átlagos megmaradás (db)	úszóhólyag nélküli (%)	kannibál (%)
süllyesztett megvilágítás	341±193	19,79±4,46	3,56±3,38
felső megvilágítás	519±115	35,76±18,88	1,12±0,24

A kísérlet tapasztalatai alapján a vízbe süllyesztett fényforrás kedvezően hathat a lárva minőségére, ugyanakkor az optimális fényerősség és megvilágítási időtartam meghatározásához további vizsgálatokra van szükség.

Kulcsszavak: *Sander lucioperca*, intenzív lárwanevelés, megvilágítás

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az Európai Regionális Fejlesztési Alap, Magyarország Kormánya támogatta a GINOP-2.3.2-15-2016-00025 projekt keretében. Valamint köszönjük a HOP3_COLL1 1699329032 azonosító számú projekt támogatását is.

Irodalom

Tielmann M., Schulz C., Meyer S. 2017. The effect of light intensity on performance of larval pike-perch (*Sander lucioperca*), *Aquacultural Engineering*, Volume 77, 61-71.

A MEDENCESZÍN HATÁSA A CSAPÓSÜGÉR (*PERCA FLUVIATILIS*) TERMELÉSI ÉS ÉLETTANI PARAMÉTEREIRE

**MOLNÁR Áron¹, HOMOKI Dávid¹, BÁRSONY Péter², STÜNDL László³,
REMENYIK, Judit³, FEHÉR Milán²**

¹ Debreceni Egyetem Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola, Debrecen, Böszörményi út 138, molnar.aron@agr.unideb.hu

² Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Állattudományi, Biotechnológiai és Természetvédelmi Intézet, Debrecen, Böszörményi út 138.

³ Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertechnológiai Intézet, Debrecen, Böszörményi út 138.

Kivonat

Bevezetés

A csapósügér (*Perca fluviatilis*) őshonos ragadozó halfajunk, amely lassú növekedéssel, ugyanakkor kiváló húsmínőséggel jellemezhető. Jelenleg a magyarországi tógazdasági haltermelés mellékhalaként tartjuk számon, azonban a természetes vízi halászat megszüntetése óta jelentős piaci érdeklődés mutatkozik a halfaj iránt. Nyugat-Európában, mint étkezési hal tölt be fontos szerepet, és főként filé formájában kerül értékesítésre. A megnövekedett piaci keresletet csak az akvakultúrában történő termelésének bővítésével képes kielégíteni, ehhez azonban számos tartás- és takarmányozás-technológiai fejlesztés szükséges. Számos halfaj intenzív nevelése során bizonyítást nyert, hogy a medence színe alapvetően befolyásolja a halak stressz állapotát és ezáltal a termelési paramétereket (Tamazouzt et al. 2000., McLean et al. 2008., Monk et al. 2008.). A kísérletünk célja az volt, hogy megvizsgáljuk, a medence különböző részeinek elsötétítése hogyan befolyásolja a csapósügér ivadékok megmaradását, növekedését, takarmányértékesítését és stressz paramétereit.

Anyag és módszer

A kísérletet a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Halbiológiai Laboratóriumának ivadéknevelő recirkulációs rendszerében hajtottuk végre. A vizsgálat időtartama 8 hét volt. A kísérlet során 3 kezelést és 3-3 ismétlést alkalmaztunk. Az első beállítás esetében a medencék oldalfalát fekete színű tófoliával sötétítettük el (SO), a második kezelés esetében a medence alja volt fekete fóliával borítva (SA), míg a kontroll esetében nem módosítottunk a medencék eredeti, világos színezetén (K). Minden medencébe 20, kezelésenként 60, összesen 180 csapósügér ivadékot helyeztünk ki, amelyek átlagos egyedi testtömege a kísérlet kezdetén $32,01 \pm 0,79$ gramm volt. A halak takarmányozása ad libitum történt, a takarmány kijuttatása kézzel, napi kétszeri megosztásban történt. A kísérlet végén meghatároztuk a halak termelési paramétereit, illetve bódítást követően vérmintákat gyűjtöttünk az élettani és stressz paraméterek (E-vitamin, C-vitamin, Kortizol, Kataláz, Melatonin, Glükóz, MDA, HSP70, GSH-GSSG, GR, GPx) meghatározása érdekében.

Eredmények és következtetések

A kísérlet során elhullást nem tapasztaltunk. A lesötétített aljú (SA) medencében nevelt halak lehalászási egyedsúlya szignifikánsan nagyobb volt, mint a másik két kezelés esetében ($P < 0,05$). A lesötétített oldalfalú medencék (SO) és a kontroll csoport (K) között nem tapasztaltunk statisztikailag igazolható eltérést. A csapósügér ivadékok specifikus növekedési üteme (SGR) szintén az SA kezelés esetében volt a legkedvezőbb, a medencék aljának elsötétítése szignifikánsan jobb növekedést eredményezett azokhoz a csoportokhoz képest, amelyeknek az oldalfala került letakarásra (SO). A halak takarmányértékesítését (FCR) vizsgálva nem volt tapasztalható szignifikáns eltérés a kezelések között, de ebben a vonatkozásban szintén a lesötétített aljú kezelés (SA) érte el a legkedvezőbb eredményt a kísérlet végén. A halak kondíció faktorát, valamint az állományok homogenitását vizsgálva az eredmények között nem tapasztaltunk szignifikáns eltérést, ugyanakkor a lesötétített aljzatú medencében lévő állomány bizonyult a leginkább homogénnek a kísérletünk végén.

1. táblázat A halak termelési paramétereit

Kezelés	Megmaradás (S, %)	Lehalászási testtömeg (BWf, g)	Specifikus növekedési ütem (SGR, %/nap)	Takarmány értékesítés (FCR, g/g)	Szétnöves (CV%)	Kondíció faktor (K)
SO	100	48,70 ± 11,21 ^a	0,76 ± 0,08 ^a	1,40 ± 0,19	22,44 ± 4,66	2,66 ± 0,25
SA	100	54,24 ± 9,70 ^b	1,00 ± 0,06 ^b	1,29 ± 0,13	17,51 ± 2,46	2,70 ± 0,27
K	100	49,22 ± 11,21 ^a	0,84 ± 0,14 ^{ab}	1,38 ± 0,24	22,40 ± 6,56	2,62 ± 0,25

A termelési paraméterekkel kapcsolatos eredményeket a stressz-paraméterek alakulása is alátámasztotta. A lesötétített aljú medencékben nevelt halak (SA) szignifikánsan magasabb E-vitamin és C-vitamin, illetve statisztikailag alacsonyabb kortizol és kataláz koncentrációt mutattak a többi kezeléshez képest. A többi élettani és stressz paraméter vonatkozásában nem tapasztaltunk szignifikáns különbségeket ($P < 0,05$).

Összefoglalás

A kísérletünk eredményei azt mutatták számos más kutatócsoport eredményeihez hasonlóan, hogy a medencék színe jelentősen befolyásolja a csapósügér ivadékok termelési paramétereit. A medencék aljának elsötétítése szignifikánsan nagyobb lehalászási egyedsúlyt és növekedési ütemet eredményezett, ugyanakkor nem volt hatással a takarmányértékesítésre, valamint a kondíció faktor és a szétnöves alakulására. A medencék oldalának elsötétítése a kontrollhoz képest nem befolyásolta statisztikailag igazolhatóan a halak termelési paramétereit.

Kulcsszavak: csapósügér, intenzív rendszer, medenceszín, stressz paraméterek

Köszönetnyilvánítás

A munkát a MAHOP-2.1.1-2016-2017-00002 (RESEARCHFISH) projekt támogatta

Irodalom

- McLean M., Cotter P., Thain C., King N. **2008**. Tank color impacts performance of cultured fish. *Ribarstvo* 66, (2), 43-54.
- Monk J., Puvanendran V., Brown A.J. **2008**. Does different tank bottom colour affect the growth, survival and foraging behaviour of Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae? *Aquaculture*. 277, 197-202.
- Tamazouzt L., Chatain B., Fontaine P. **2000**. Tank wall colour and light level affect growth and survival of Eurasian perch larvae (*Perca fluviatilis* L.). *Aquaculture*, 182 (1-2), 85-90.

KECSEGELÁRVA (*ACIPENSER RUTHENUS* L.) MEGMARADÁSÁNAK ÉS NÖVEKEDÉSÉNEK VIZSGÁLATA ELTÉRŐ TELEPÍTÉSI SŰRŰSÉGEK FÜGGVÉNYÉBEN

FAZEKAS Georgina*, KÁLDY Jenő, KOVÁCS Gyula, LJUBOBRATOVIC Uros

*Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Halászati Kutatóintézet,
Szarvas, Anna-liget utca 35.*

**fazekas.georgina@haki.naik.hu*

Kivonat

Bevezetés

Napjainkban a természetvédelmi tevékenységek növekvő számban az *ex situ* megőrzés felé irányulnak. Ezen programok elsősorban mesterséges szaporításból származó egyedek visszatelepítésével igyekeznek erősíteni a természetes tokhalpopulációkat. Az akvakultúra rendszerek hatékonyságának maximalizálását a telepítési sűrűség növelésével lehet elérni, ugyanakkor a magas denzitás állatjóléti szempontból hátrányos lehet néhány halfaj esetében (Aidos et al. 2018). Wuertz és mtsai. (2006) kimutatták, hogy a magas telepítési sűrűség környezeti stresszor tokhalak esetében; Mohler és mtsai. (2000) pedig úgy találták, hogy az Atlanti tokhal (*Acipenser oxyrinchus oxyrinchus*) növekedését negatívan befolyásolta a magas telepítési sűrűség.

Jelen cikkben bemutatott kísérlet célja az eltérő telepítési sűrűség növekedésre és túlélésre gyakorolt hatásának vizsgálata kecszegelárva (*Acipenser ruthenus* L) esetében, a lárvák kikelését követő 100 mg-os méretig, beleértve az első táplálkozás és tápraszoktatás kritikus időszakát.

Anyag és módszer

2020.04.06-án, intézeten belüli (NAIK HAKI) mesterséges kecszegeszaporításból származó kecszegelárvákon végeztünk kísérletet, melynek célja eltérő denzitásban telepített lárvák növekedésre és megmaradásra gyakorolt hatásának vizsgálata volt. A mesterséges szaporítás a HAKI recirkulációs üzemében zajlott. A kelést követő második napon (napok száma a kelés után = NKU) a lárvákat (10,08 mg \pm 1,5; 9,53 mm \pm 0,5) a recirkulációs üzem vályús rendszerű lárvanevelőjében helyeztük el, ahol ellenőrzött, stabil körülmények (18,1°C \pm 0,4; 101,1 O₂% \pm 1,22) között neveltük őket. A vályúk bruttó térfogata 0,25 m³, alapterülete kb. 0,57 m².

Négy különböző telepítési sűrűséget alkalmaztunk kétszeres ismétlésben, 8 db vályúban:

1. 5 db lárva/liter – A
2. 10 db lárva/liter – K1
3. 15 db lárva/liter – K2
4. 20 db lárva/liter – M

A szikzacskó felszívódását követően (8 NKU) frissen kelt *Artemia salina*-t kínáltunk a lárváknak, majd a 9 NKU fogva fagyasztott szünöglárvával is kiegészítettük a takarmányukat. A tápraszkotatás 10 napos időszaka alatt (14 -25 NKU) a lárváknak szünöglárvával kevert száraz tápot kínáltunk. A nevelés 25 NKU kezdve kizárólag táppal folytattuk a takarmányozást. A kísérlet időtartama a kikeléstől számítva 4 hét volt. A kísérlet végeztével az összes egyedszám leszámolásra került, továbbá minden kádból 31 db lárvát véletlenszerűen kiválasztva (28 NKU) egyedi testtömeget és teljes testhosszt mértünk.

Eredmények és értékelésük

Az egyetlen paraméter, amely esetében szignifikáns korrelációt találtunk a telepítési sűrűséggel a halak biomassa-növekedése (FBG) volt ($r = 0,900$, $p = 0,002$). Így a legmagasabb FBG érték az M csoportban volt megfigyelhető, amely szignifikánsan különbözött az A csoporttól (Duncan post-hoc test). A napi mortalitást vizsgálva a legnagyobb veszteség az exogén táplálkozásra történő átállás, illetve a kizárólag száraztáppal történő takarmányozás ideje alatt volt tapasztalható, azonban a kísérlet végére a mortalitás csökkenni látszott.

Összefoglalás

Az eredményeink tekintetében összegezhető, hogy a csoportátlagok az FBG paraméter kivételével nem tértek el egymástól szignifikánsan; sem a növekedésben, sem a megmaradásban nem mutatkozott szignifikáns különbség az eltérő sűrűségben telepített csoportok között. Esetünkben a nagyobb telepítési sűrűség nagyobb biomassa-növekedéssel járt a kísérlet végeztével. Következésképpen megállapítható, hogy nem értük el azt a telepítési sűrűséget, amely alkalmazása negatív hatással lett volna a lárvák növekedésére, megmaradására és a hozamra a beállított nevelési körülmények mellett. Hasonlóan a mi eredményeinkhez, Mohseni és mtsai. (2000) tanulmánya szerint az exogén táplálkozás kezdete előtt a telepítési sűrűség nem volt korlátozó tényező a mortalitás és növekedés szempontjából; azonban utána létfontosságú szerepet játszott a toklárvák növekedésében, mely eredmények egyeznek Oprea és Oprea tanulmányában leírt (2009), eltérő denzitásban telepített vicsege lárva (*H. huso* x *A. ruthenus*) esetében is, ahol különbség mutatkozott a növekedési és megmaradási értékekben a telepítési sűrűség függvényében, ellentétben a mi eredményeinkkel.

A kísérlet kimenetelét tekintve elmondható, hogy kecsege esetében a 20 lárva/liter telepítési sűrűség alkalmazása megfelelő a lárwanevelés korai időszakában.

Kulcsszavak: telepítési sűrűség, mortalitás, növekedés, kecsege lárva

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnénk mondani a NAIK HAKI Akvakultúra Osztály és a Halbiológia Osztály munkatársainak a kísérletben való aktív részvételükért.

Irodalom

- Aidos L., Vasconi M., Abbate F., Valente L.M.P., Lanfranchi M., Giancamillo A.D. **2018**. Effect of stocking density on reared Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) larval growth, muscle development and fatty acids composition in recirculating aquaculture system. *Aquaculture Research*. 2018, 1–11.
- Mohler J.W., King M.K., Farrel P.R. **2000**. Growth and Survival of First-Feeding and Fingerling Atlantic Sturgeon under Culture Conditions. *North American Journal of Aquaculture*. 62, 174–183.
- Mohseni M., Pourkazemi M., Amiri B.M., Kazemi R., Foshkhomi M.R.N., Kaladkova L.N. **2000**. A Study on the Effect of Stocking Density of Eggs and Larvae on the Survival and Frequency of Morphological Deformities in Persian Sturgeon, Great Sturgeon and Stellate Sturgeon. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 2(1), 75–90.
- Oprea D., Oprea L. **2009**. THE AFFECT OF DENSITY ON BESTER (*H.HUSO* x *A. RUTHENUS*) LARVAE REARED IN A SUPERINTENSIVE SYSTEM. *Lucrări Științifice, Seria Zootehnie* 52, 655–660.

Wuertz S., Lutz I., Gessner J., Loeschau P., Hogans B., Kirschbaum F., Kloas W. **2006**. The influence of rearing density as environmental stressor on cortisol response of Shortnose sturgeon (*Acipenser brevirostrum*). Journal of Applied Ichthyology. 22(1), 269–273. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2007.00966.x>

KÜLÖNBÖZŐ NÉPESÍTÉSI SŰRŰSÉGBEN TÖRTÉNŐ MÁRNA (*BARBUS BARBUS*) ELŐNEVELÉS NÖVEKEDÉSRE ÉS MEGMARADÁSRA GYAKOROLT HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA INTENZÍV KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT

**MOLNÁR József, BÉKÉSI Richárd, VÁRKONYI Levente, CSORBAI Balázs,
CSENKI-BAKOS Zsolt, MÜLLER Tamás, URBÁNYI Béla, SZABÓ Tamás**

*Szent István Egyetem, Természeti Erőforrások Megőrzése Intézet, Halgazdálkodási Tanszék,
Gödöllő, Páter Károly utca 1. Molnar.Jozsef@szie.hu*

Kivonat

Bevezetés

A márna dombvidéki halfaj (Pintér K. 2002; Valló L. 2016). Horgászati jelentősége miatt hazai folyóvizeinkben nagy gazdasági értéket is képvisel (Pintér K. 1975).

Az emberi tevékenység számos vonatkozásban megváltoztatta a folyóvíz-rendszerek természetes állapotát. A folyami halak szaporodásához alapvető fontosságú ivóhelyek és ivadékbölcsők száma drasztikusan lecsökkent (Szabó T. 2001, Fűrész et al. 2006). A mesterséges beavatkozások az áramló vizek halközösségébe tartozó márnát is érzékenyen érintették (Pintér K. 1975).

A haltelepítés a még természetes, vagy csak részben átalakított élőhelyek megőrzése, illetve helyreállítása mellett hozzájárulhat a márnaállomány megőrzéséhez (Pintér K. 1975). A halasításhoz szükséges telepítő anyag előállításának alapja a mesterséges, vagy félmesterséges szaporítás mellett az ellenőrzött környezetben történő ivadéknevelés lehet (Tamás G. and Horváth L. 2011, Csorbai et al. 2015). A márna mesterséges szaporítására több eljárást is kidolgoztak (Szabó T. 2000). Ivartermék gyűjthető ivási időszakban ivóhelyen, de ikrát és tejet hipofizálást követően is nyerhetünk szülőhalaktól. A lefejt és termékenyített ikra keltetőházban, védett környezetben inkubálható. A márna ivadéka a faj rheofil jellegéből adódóan a hazai tógazdasági környezetben jellemző földmedrű halastavakban nem nevelhető hatékonyan (Pintér K. 1975).

Anyag és módszer

A kísérletekhez szükséges zsenge ivadék mesterséges szaporításból származott. A szülőhalakat elektromos halászeszközzel, kutatói engedély birtokában gyűjtöttük be az Ipoly folyón. Az ovulált ikrásoktól az ikrát tálakba fejtük, amit a helyszínen termékenyítettünk a hímektől lefejt spermával (Kiss T. 2019). A termékenyített ikrát a SZIE Halgazdálkodási Tanszékén inkubáltuk.

Márna zsenge ivadékának előnevelését végeztük el intenzív halnevelő rendszerben, 12 literes akváriumok alkalmazásával. Két eltérő népesítési sűrűség (50, 100 zsenge ivadék / liter) hatását vizsgáltuk három ismétlésben. A kísérlet a nem táplálkozó lárvaszakasz napjától kezdődött, teljes időtartama 21 nap volt. Az előnevelés során a vízhőmérséklet $22,4 \pm 0,5$ °C, az

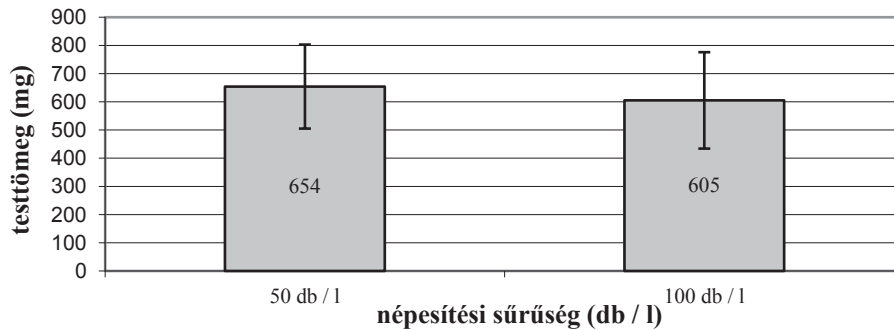
oxigénkoncentráció $6,6 \pm 0,4$ mg / l volt. A napi megvilágítás időtartamát 12 órában határoztuk meg.

A halakat napi háromszor ad libitum etették. A halak takarmánya az első 7 napban *Artemia salina* petéből kelteztetett lárvá volt. A 8-9. napon az élő táplálék mellett ivadéknevelő táp kiegészítést alkalmaztunk. A 10. naptól a halakat kizárólag mesterséges takarmánnyal etettük. A takarmány bejuttatását megelőzően a keletkezett bélsarat és az el nem fogyasztott takarmányt eltávolítottuk.

A kísérlet kezdetén és végén meghatároztuk az átlagos testhosszt és testtömeget, valamint megállapítottuk a megmaradást. A testtömeg mérést alkalmanként és kezelésként 20-20 egyedden végeztük $\pm 0,1$ mg pontossággal. A testhossz méréshez a halakat 0,4 ml/l - fenoxietanol oldatban altattuk. Alkalmanként és kezelésként 25-25 egyedtet fényképeztünk le, melyet követően digitális képelemző szoftverrel határoztuk meg a testhosszt $\pm 0,1$ mm pontossággal. A kísérlet végén megállapítottuk a megmaradást.

Eredmények és következtetések

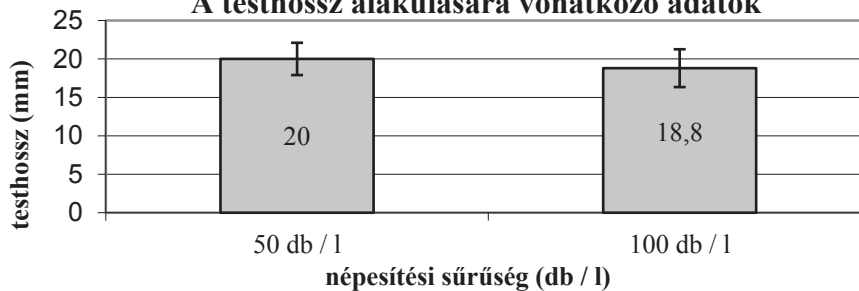
A testtömeg alakulására vonatkozó adatok



1. ábra A testtömeg alakulására vonatkozó adatok három ismétlés átlagában

A kísérlet kezdeti napján a zsenge ivadék testtömege $11,0 \pm 1,77$ mg ($n=20$) volt. A végén 50 db / l népesítési sűrűség esetén 654 ± 149 mg ($n=60$), míg 100 db / l -nél 605 ± 171 mg ($n=60$). A két kezelés három ismétlésének átlagos testtömege $629,3 \pm 161,6$ mg ($n=120$) volt. A különböző népesítési sűrűségek között szignifikáns eltérést nem tapasztaltunk.

A testhossz alakulására vonatkozó adatok



2. ábra A testhossz alakulására vonatkozó adatok három ismétlés átlagában

A kísérlet kezdetén a zsenge ivadék testhossza $13,1 \pm 0,9$ mm ($n=25$) volt. A kísérlet végén 50 db / l népesítési sűrűség esetén szignifikánsan magasabb értéket rögzítettünk $20 \pm 2,1$ mm ($n=75$), mint a magasabb 100 db / l népesítési sűrűség esetén $18,8 \pm 2,46$ mm ($n=75$). A két kezelés három ismétlésének átlagában $19,43 \pm 2,35$ mm ($n=150$) testhosszt jegyeztünk fel.

A két népesítési sűrűsége vonatkozó megmaradásértékek 95 % fölött voltak, azok között a Chi-négyzet próba nem jelzett különbséget.

Összefoglalás

A márna három – négy hétig tartó intenzív környezetben zajló előnevelése teljes értékű ivadékokat eredményez, rendkívül jó megmaradás mellett. Kísérleteink alapján megállapítottuk, hogy a magasabb népesítési sűrűség (100 db zsenge ivadék / liter) alkalmazása esetén a kísérlet végén meghatározott átlagos testtömeg nem, de az átlagos testhossz szignifikánsan alacsonyabb volt, mint az alacsonyabb népesítési sűrűség esetén.

Kulcsszavak: márna, ivadéknevelés

Köszönetnyilvánítás

Az előadás elkészítését a EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. A kutatást a Halászati Operatív Program III. tengelye ("Európai Halászati Alap: a megújuló halászatért"- az Európai Unió és Magyarország támogatásával) pályázat támogatta.

Irodalom

- Csorbai B., Péteri A., Urbányi B. **2015.** Intenzív haltenyésztés. Kiadta a Szent István Egyetem Halgazdálkodási Tanszék megbízásából: Vármédia-Print Kft. 248.
- Fürész Gy., Dudás T., Zellei Á. **2006.** A halgazdálkodás gyakorlata. Magyar Országos Horgász Szövetség, 136.
- Kiss T. **2019.** A márna (*Barbus barbus*) keltetőházi szaporítása az Ipoly folyó márna állományának erősítése érdekében. Szakdolgozat, SzIE, Gödöllő. 84 p.
- Szabó T. **2000.** A balin, a jászkeszeg, a paduc és a márna szaporítása. Halbiológia és haltenyésztés. (egyetemi tankönyv) Szerkesztő: Horváth László. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 336-341.
- Szabó T. **2001.** A paduc (*Chondrostoma nasus* L.) közép-európai állományának értékelése természetvédelmi szempontból. Halászat, 94 (1), 11-13.
- Tamács G. and Horváth L. **2011.** Halivadék-nevelés, Haszonhalaink szaporítása és ivadéknevelése. (második, átdolgozott kiadás). Kiadta: Szent István Egyetem Halgazdálkodási Tanszék, 120 p.
- Pintér K. **1975.** A márna (*Barbus barbus* L). Halászat. 21(3): mell.:1-2.
- Pintér K. **2002.** Magyarország halai – biológiájuk és hasznosításuk, Akadémia Kiadó, Budapest, 202 p.
- Valló L. **2016.** Kapás van! Csúcs ez a márna, Mezőgazda Kiadó.

A MAGYAR TÓGAZDASÁGI AKVAKULTÚRA KARBONLÁBNYOMA

BÜRGÉS József*, BERZI-NAGY László, GYALOG Gergő

*Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Halászati Kutatóintézet,
Szarvas, Anna-liget utca 35.*

**burg.es.jozsef@haki.naik.hu*

Kivonat

Bevezetés

A klímaváltozás és a haltermelés közötti kapcsolat megértése kiemelt fontosságú kutatási téma az akvakultúra jövője szempontjából. Ezek a kutatások két, egymástól jól elhatárolható irányba mutatnak: i) egyfelől a globális felmelegedésnek, a megváltozó csapadékviszonyoknak és egyéb megváltozó klimatikus körülményeknek a haltermelésre gyakorolt hatásainak feltárására és adaptációs stratégiák azonosítására; ii) másfelől egy ezzel ellentétes irányú kapcsolat vizsgálatára, vagyis az akvakultúra szektor éghajlatváltozáshoz való hozzájárulására. Bár az előbbi téma időszerűsége kevésbé vitatott, nem elhanyagolható az utóbbi kutatási terület sem, hiszen – hasonlóan a mezőgazdasághoz – a globális haltermelés is jelentős „szerepet vállal” az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátásában (Cohrane és mtsai. 2009). MacLeod és mtsai. (2020) úgy becsülik, hogy a globális akvakultúra CO₂ egyenérték (CO₂eq) kibocsátása évente 263 Mt, ami megközelítőleg fél százaléka a teljes antropogén eredetű ÜHG emisszióknak globális szinten. Mind az előbbi tanulmány, mind Waite és mtsai. (2014) arra a következtetésre jutottak, hogy az akvakultúra egyes termelési rendszerei és fajtái eltérő karbonlábnyommal (egységnyi termelésre jutó GHG emisszióval) jellemezhetők, de a pontyfélékre számolt mutató megközelítőleg azonos a globális akvakultúrás átlaghoz. Ez utóbbi egyébként hasonló a csirke és sertéshús előállítás ÜHG kibocsátási intenzitásához, de jóval alacsonyabb, mint a kérődzők termelésének karbonlábnyoma.

Jelen tanulmány célja, hogy – a fent említett munkákkal azonos metodológiát alkalmazva – meghatározzuk a hazai halastavi termelés fajlagos ÜHG kibocsátást, és ezt a számot összevessük a globális haltermelés egyes főbb fajcsoportjaira kalkulált mutatókkal.

Anyag és módszer

A MacLeod és mtsai. (2020) által alkalmazott módszertant követve csak a haltermelés során, és az ahhoz szükséges inputok termelése során kibocsátott ÜHG mennyiségének összegzésére tettünk kísérletet, tehát a poszt-harvest lánc (szállítás, feldolgozás, csomagolás, értékesítés) karbonlábnyomával nem kalkuláltunk. A referenciaként használt – és az összehasonlíthatóság kedvéért pontosan követendő – tanulmány négy elemét határolja le az ÜHG keletkezésének az akvakultúrás termeléshez kapcsolódóan: i) a haltápok gyártása és a takarmányösszetevők termelése során fellépő karbonlábnyom; ii) a tavi gazdálkodás során felhasznált műtrágya gyártása során fellépő karbonlábnyom; iii) a haltermelés során felhasznált fosszilis energiahordozók karbonlábnyoma; valamint a iv) a vízi szervezetek termelése során a mikrobiális nitrifikációs és denitrifikációs tevékenység során felszabaduló N₂O mennyisége szén-dioxid egyenértékben kifejezve.

A mi tanulmányunkban az előbbieik közül a műtrágya felhasználásnak tulajdonítható ÜHG kibocsátással nem foglalkoztunk, hiszen azzal a feltételezéssel éltünk, hogy a hazai haltermelés során csak szerves trágyát használnak a tógazdák. Ez utóbbi karbonlábnyomával a referenciaként használt tanulmány sem foglalkozik, hiszen a szerves trágya minden esetben egy másik állattenyésztési tevékenység mellékterméke, nem pedig célterméke.

A takarmány esetében azzal a feltételezéssel éltünk, hogy a termelők csak búzát etetnek, az 1 kg haltermelésre jutó takarmányhasználat mennyiségét pedig a hivatalos lehalászási jelentésben közölt ágazati átlag alapján határoztuk meg (Kiss G., 2020). A búzatermelés során kibocsátott ÜHG mennyiségét pedig a GLEAM adatbázis alapján határoztuk meg (FAO, 2017).

A fosszilis energiahordozók használatából származó karbonlábnyom összetevőt úgy számszerűsítettük, hogy a Karnai L. és Szűcs I. (2020) tanulmányát megalapozó felmérés adatait vettük figyelembe az egységnyi termelésre jutó villamos energia (kWh), földgáz (m³), valamint gázolaj és benzin (l) felhasználásról. A fajlagos inpuhasználatot megszoroztuk az adott energiahordozó fajlagos karbonlábnyomával, a közép-európai régióra jellemző mutatót választva a BEIS (2017) adatbázisból.

Végül a termelés során felszabaduló fajlagos N₂O kibocsátást 0,791 kgCO₂eq/kg értéknek vettük, Macleod és mtsai. (2020) alapján. Bár ez utóbbi, referenciaként használt tanulmány a más állattenyésztési ágazatokkal való pontos összehasonlíthatóság kedvéért hústermék tömegre vetítve számolja a fajlagos karbonlábnyomot, a tanulmány adatai alapján élősúlyra is meghatározhatók az adatok. Mi ez utóbbit használtuk elsődleges számítási alpnak munkánk során.

Eredmények és értékelésük

A fentebb leírt módszertanon nyugvó kalkuláció eredményeként a hazai halastavi gazdálkodás fajlagos (1 kg haltermelésre jutó) karbonlábnyoma 3,02 kgCO₂eq-nek adódott, amelynek 54 százaléka a takarmányhasználathoz, 26 százaléka a vízi N₂O kibocsátáshoz, 19 százaléka pedig a termelés során felhasznált fosszilis energiahordozók (üzemanyag, villamos energia) ÜHG emissziójához kapcsolódott. A hazai haltermelés karbonlábnyoma így hasonló a nagy ázsiai országok esetében a pontyfélékre számított mutatóhoz (2,92-3,28 kgCO₂eq/kg hal) hasonló. Az egyes karbonlábnyom összetevők között azonban jelentős különbségek vannak. Egyfelől 1 kg pontytermelésre jutó fosszilis energia felhasználásunk jóval magasabb, mint a kínai, indiai gazdálkodóké, hiszen extenzívebb termelés és jelentősebb alacsonyabb hozamok mellett a szivattyúk és a tógazdasági gépek energiaszükséglete egységnyi termelésre sokkal magasabb. Ezzel szemben a takarmányhasználat karbonlábnyoma Ázsiában valamivel magasabb az intenzív termelési technológia miatt, ráadásul az ottani karbonlábnyomot a műtrágya használat elterjedtsége is rontja.

A magyar pontytermelés karbonlábnyomát egyéb termelési rendszerekhez és fajokhoz viszonyítva, az látható, hogy a ráktermelés (3,05-7,09 kgCO₂eq/kg rák) átlagos karbonlábnyoma magasabb, mint az itthoni tavi akvakultúráé; a globális tilápia termelés (2,00-4,06 kgCO₂eq/kg hal), a lazactermelés (2,71-4,48 kgCO₂eq/kg hal) és a harcsatermelés (2,37-3,25 kgCO₂eq/kg hal) karbonlábnyoma viszont hasonló ahhoz. Ezzel szemben ezeknél a mutatóknál a globális kagylótermelés mutatói lényegesen alacsonyabbak (0,98-1,15 kgCO₂eq/kg kagyló), hiszen a kagylótermelés során – a tenyésztett szervezetek planktonszűrő hajlama miatt – nem használnak takarmányt.

Kulcsszavak: üvegházhatású gázok, ÜHG, karbonlábnyom, pontytermelés, tógazdasági akvakultúra

Irodalom

- BEIS (Department for Business Energy & Industrial Strategy) **2016**. Government GHG conversion factors for company reporting: Methodology paper for emission factors. London, UK Department of Business, Energy & Industrial Strategy. 112 p.
(https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/553488/2016_methodology_paper_Final_V01-00.pdf).
- Cochrane K., De Young C., Soto D., Bahri T. (eds). **2009**. Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 530. Rome, FAO. 212 p
- FAO **2017**. Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM) 109 (FAO, Rome, 2017) www.fao.org/gleam/en/.
- Karnai L., Szűcs I. **2020**. Profitability analysis of fish production in an extensive pond fish system: a Hungarian case study. *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists* XXII: 2, 60-69.
- Kiss G. **2020**. Lehalászási Jelentés. 2019. év. Agrárgazdasági Kutatóintézet, Statisztikai Jelentések XXV. évfolyam, letölthető: <http://repo.aki.gov.hu/3584/>
- MacLeod M.J., Hasan M.R., Robb D.H.F., Mamun-Ur-Rashid M. **2020**. Quantifying greenhouse gas emissions from global aquaculture. *Scientific Reports*, 10(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68231-8>
- Waite R., Beveridge M., Castine S., Chaiyawannakarn N. **2014**. Improving Productivity and Environmental Performance of Aquaculture. Working Paper, Instalment 5 of “Creating a Sustainable Food Future 59 (World Resources Institute, Washington, DC, 2014).

**A SZEZONON KÍVÜLI PONTY SZAPORÍTÁS ALKALMAZÁSÁNAK ÖKONÓMIAI
SZEMPONTÚ ÉRTÉKELÉSE
(A kombinált (zárt rendszerű előnevelés és tógazdasági utónevelés) ponty nevelési
technológia gazdasági elemzése)**

MIHÁLY-KARNAI Laura¹, SZÚCS István¹, BÁRSONY Péter², FEHÉR Milán²

¹*Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Gazdálkodástudományi Intézet, Debrecen,
Böszörményi út 138., karnai.laura@econ.unideb.hu; szucs.istvan@econ.unideb.hu*

²*Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Állattudományi, Biotechnológiai és Természetvédelmi Intézet, Debrecen, Böszörményi út
138., barsonp@agr.unideb.hu; feherm@agr.unideb.hu*

Kivonat

Bevezetés

Világszinten megfigyelhető az iparszerű mezőgazdaság, az intenzív termelés, mely hosszútávon fenntarthatatlan, valamint társadalmi és környezeti problémákat szül. Mindezek alapján napjaink egyik legnagyobb kihívásaként jelenik meg a fenntartható termelés, valamint fejlődés biztosítása legfőképp a mezőgazdaságban, hiszen a népességnövekedésből adódó élelmiszer iránti növekvő igényt (mennyiség, minőség, valamint biztonság tekintetében) ez az ágazat elégíti ki (Takácsné György K. 2015; Horn P. 2014). Ezzel a kihívással néz szembe a haltermelés is, hiszen a halhús fogyasztása kulcsfontosságú része az emberi táplálkozásnak (Stermiša et al. 2017).

Az akvakultúra az egyik leginkább szabályozott élelmiszertermelő szektor az Európai Unióban, hiszen a termelés során az egyik legszükségesebb erőforrást, az édesvízkészleteket használja és köti le (a tengeri akvakultúra pedig gyakran frekventált parti területeket foglal el), a társadalom figyelmének fókuszában áll (SustainAqua 2009). Európa természetes vizeinek halászati hasznosítása jelentősen csökkent az elmúlt években. A tengeri fogások korlátozása miatt egyre nagyobb jelentősége lesz az édesvízi és zárt haltermelő rendszereknek, valamint nagyobb figyelmet fordít a fenntartható haltenyésztésre, vagyis az akvakultúrára, kiemelten pedig az édesvízi haltenyésztésre (The Nature 2019). A zárt, recirkulációs rendszer számos olyan előnyt biztosít, mely költségsökkentést tesz lehetővé a termelő számára, hisz víz- és energiatakarékos, folyamatosan ellenőrzött, jó vízminőséget biztosít, alacsony a környezeti terhelése, hiszen jobban kontrollálható a hulladék keletkezése és szennyvízkibocsátása más haltermelő rendszerekétől. Az európai haltermelésben egyelőre kevésbé terjedt el a vízvisszaforgatásos rendszerek használata, inkább a természetes közegben termelt halnevelés a jellemző, mint például a halastavi gazdálkodás, átfolyóvizes vagy ketreces haltermelő rendszerek (Várad L. 2001).

A hazai haltermelés legnagyobb részét a halastavak adják, ezért a hazai haltermelés növekedését a tavak termelésbiológiai lehetőségeinek hatékonyabb kihasználásával, takarmányozási költségek csökkentésével, hozamok növelésével, illetve az intenzívebb termeléssel érhetjük el. A klimatikus és talajtani tényezők (tótalaj) itt is nagymértékben

befolyásolják a termelési eredményeket. A föld minőségéhez hasonlóan, az egyes tavak műszaki állapota, minősége és így potenciális termőképessége (természetes és mesterséges) különböző, s mindez alapvetően differenciálja a halászati ágazat termelőit (Pintér K. 2010). A halászati termelés számos előnnyel és hátránnyal rendelkezik üzemgazdasági, valamint nemzetgazdasági szempontból egyaránt. A hazai tógazdasági haltermelés alapvetően a hagyományos hároméves üzemformában működik, így a piaci hal a harmadik év őszére éri el kereskedelemre alkalmas állapotát (Várad L. 2001). A hal magas önköltsége és viszonylag alacsony értékesítési ára miatt egyre többen azon dolgoznak, hogy a tenyésztési időszak lerövidítésével a költségek csökkenthetők legyenek, így gazdaságosabb működést eredményezve. Ezen problémák leküzdése érdekében a tanulmány célja egy szezonon kívüli kombinált (zárt rendszerű előnevelés és tógazdasági utónevelés) pontysaporítás termelési paramétereinek, költség- és jövedelemviszonyainak, valamint a legfontosabb ökonómiai és termelési paraméterekben bekövetkező változások különböző gazdasági mutatókra gyakorolt hatásának vizsgálata esettanulmányi jelleggel, adott magyarországi gazdaság példáján keresztül.

Anyag és módszer

A primer adatgyűjtés során egy Hajdú-Bihar megyében végzett kombinált (zárt rendszerű előnevelés és tógazdasági utónevelés) ponty nevelési kísérlet extenzív és intenzív tenyésztési technológiájára vonatkozó adatait gyűjtöttük be. A szezonon kívüli szaporítás a DE MÉK Halbiológiai laboratóriumában valósult meg, majd ezt követően egy Hajdú-Bihar megyében működő tógazdaságba történt a kihelyezés. Az adatgyűjtés során különböző technológiai és ökonómiai adatok is begyűjtésre kerültek, majd a termelési paraméterekből származtatott természetes hatékonysági mutatókat képeztünk. A primer adatok (technológiai paraméterek, ökonómiai alapadatok) és a származtatott mutatók feldolgozását leíró statisztikai módszerekkel végeztük.

Eredmények és következtetések

A kísérlet során a lárvából az ivadék méretű hal előállítására összesen 8,5 hetet (60 nap) vett igénybe. Az ivadék szaporítása februárban esedékes, hiszen az intenzív körülmények közötti tenyésztést követően a megszokott népesítési időszak előtt (április) kikerülhet a tógazdaságba, ha az időjárás és a megfelelő planktonszám ezt lehetővé teszi. A technológia rugalmassága épp ebben áll, hogy ha a feltételek adottak, akkor a szaporítás előrehozatalával a kihelyezés is hamarabb meg tud valósulni. A vizsgálat során a szaporítás mintegy 56 ezer db lárva (3 294 db lárva/medence) népesítéssel történt. A tavi kihelyezés az első fázis végére 60%-os megmaradás volt megfigyelhető, így 33,6 ezer db ivadék kerül át a 2. fázisba, a tavi körülmények közé. Az 1. fázis során lehalászaskori egyedi testtömeg 1,05 gramm volt, mintegy 6,0 kg/m³ biomassza sűrűség mellett. Az ivadék kijuttatása áprilisban történt, s ezt követően az őszi lehalászás után kerül értékesítésre vagy akár egy átminősítéssel a telet követően kerül további hizlalásra. A jelenlegi kísérlet során a tógazdaságba a kihelyezés április 10-én történt 6 ezer m²-es tavakba (3 000 ivadék/tó), amelyekben a víz hőmérséklet ekkor 16,7°C volt. A tavak előkészítése és betrágyázása a kihelyezés előtt megtörtént a megfelelő planktonszám érdekében. A második fázisban a megmaradás közel 70%-os az eddig rendelkezésre álló adatok alapján. A takarmányozás tekintetében megfigyelhető, hogy a kihelyezett halak június közepéig a planktonnal táplálkoztak, majd miután az elfogyott, rászoktak a tápra.

A technológiának megfelelően két egymástól elkülönülő fázisról beszélhetünk. Az 1. fázisban – összefüggésben az ivadékok és a halak életkorával és méretével – viszonylag alacsonyabb a kijuttatott takarmány mennyisége, illetve annak költsége, ezzel szemben a

tógazdasági nevelés során jelentős növekedés figyelhető meg ezen értékekben. Állattenyésztési ágazatról lévén szó a termelési költségek meghatározó részét az anyagjellegű költségek jelentik, tógazdasági körülmények közötti tartás esetén azon belül is takarmányfelhasználás és annak költségvonzata a legjelentősebb. A zárt recirkulációs rendszerű nevelés során a legmeghatározóbb költségtételek közé a személyi jellegű költség, valamint a felvett áram költsége sorolható.

Az esettanulmányi jelleggel összeállított adatgyűjtés során begyűjtött naturáliák alapján megállapítható, hogy a költségek a szezonon kívüli kombinált (zárt rendszerű előnevelés és tógazdasági utónevelés) pontysaporítás során jelentős eltérést nem tapasztaltunk a hagyományos üzemformához képest, azonban fontos megjegyezni azt a tény is, hogy míg utóbbi esetében a termelő csak a 3. év végén realizál árbevételt a hal piaci értékesítéséből, addig a vizsgált rövidített nevelési idő többször jelent bevételi forrást (több turnus valósítható meg). Az ilyen körülmények közötti tartás sokkal inkább kontrolálható és nyomon követhető, hiszen a fázisok közötti átminősítés során egyfajta visszacsatolás válik lehetővé. Fontos azonban további kutatásokat végezni, hiszen a bemutatott adatok kísérleti tenyésztésből származnak, s több év, illetve több gazdaság adatainak vizsgálatba történő bevonása jobban rávilágítana ezen kombinált technológia előnyeire és hátrányaira. Érdemes vizsgálni továbbá, hogy a tógazdaságok számára a kombinált nevelési forma alkalmazása hatékonyabb-e, illetve érdemes-e szezonon kívüli szaporításban nevelt ivadékokat vásárolnia, viszonylag magasabb piaci áron, s rövidebb tenyészidőszakot alkalmazni a nevelés során, alacsonyabb elhullás mellett vagy célszerűbb a hagyományos, 3 éves üzemformában olcsóbban megvásárolt vagy szaporított lárvából piaci halat előállítani.

Összefoglalás

Napjaink legnagyobb problémáját az jelenti, hogy a világ népességének élelmezése biztosított legyen megfelelő minőségű és mennyiségű élelmiszerral. Ennek okán, egyre nagyobb szerepet kapnak a fenntartható módon előállítható élelmiszerek, így többek között a hústermelés esetében is. Ezzel a kihívással néz szembe a haltermelés is, hiszen a halhús fogyasztása kulcsfontosságú része az emberi táplálkozásnak. A halászat és az akvakultúra esetében a fenntarthatóság elsősorban az akvakultúra szektor térnyerésének köszönhető, hiszen az egyre növekvő kereslet egy viszonylag stabil ellátást igényel, mely a halászattal nem megvalósítható. Éppen ezért a fenntarthatóság szempontjából kiemelt szerepet kap a minél hatékonyabb módon történő termelés megvalósítása, mely esetében egyre nagyobb szerepet kaphat a kombinált (zárt rendszerű előnevelés és tógazdasági utónevelés) pontysaporítás alkalmazása, mely során a termelő rövidebb nevelési időszak alatt képes piaci ponty előállítására.

Kulcsszavak: kombinált pontynevelés, zárt rendszerű előnevelés, tógazdasági utónevelés, haltermelés költség- és jövedelemviszony

Köszönetnyilvánítás

A munka a GINOP-2.3.2-15-2016-00025 projekt keretei között az Európai Regionális és Fejlesztési Alap és Magyarország Kormánya támogatásával valósult meg.

Irodalom

- Horn P. **2014.** Termelés és versenyképesség. Baromfiágazat, 14 (3), 4-11.
Pintér K. **2010.** Magyarország halászata 2009-ben. Halászat 103 (2), 43-48.
Sterniša M., Jan M., Možina S. S. **2017.** Common carp - still unused potential. Scientific and professional section (19), 5, 434-439.

- SustainAqua **2009**. A fenntartható akvakultúra kézikönyve. URL:
http://www.haki.hu/sites/default/files/Sustainaqua/SustainAqua%20handbook_HU.pdf,
Takácsné György K. **2015**. Mezőgazdasági innováció és a fenntartható fejlődés. LVII. Georgikon Napok, 395-407.
The Nature **2019**. Towards a blue revolution: Catalyzing private investment in sustainable aquaculture production system. The Nature Conservancy and Encourage Capital 2019. 1st ed.
Várad L. **2001**. Erőforrás kímélő haltermelő rendszerek fejlesztése, különös tekintettel az integrációra. Doktori értekezés, Debrecen, 158 p.

KÜLÖNBÖZŐ BAZSALIKOM (*OCIMUM BASILICUM* L.) FAJTÁK AKVAPÓNIÁS VIZSGÁLATA

HOMOKI Dávid¹, KOVÁCS László¹, MINYA Dániel¹, MOLNÁR Áron¹, FEHÉR Milán²,
KÖVICS György³, STÜNDL László⁴

¹Debreceni Egyetem Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola, homokidz@agr.unideb.hu

²Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság- Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Állattudományi, Biotechnológiai és Természetvédelmi Intézet

³Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság- Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Növényvédelmi Intézet

⁴Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság- Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertechnológiai Intézet

Kivonat

Bevezetés

Az akvapónia a hidropónikus növénytermesztés és az akvakultúra kombinációja, ahol a növények feladata a gyökereik szűrő tevékenysége révén csökkenteni a halak által termelt mérgező anyagok mennyiségét (Endut et al., 2011; Graber A. and Junge R., 2009; Nelson R.L., 2008; Rakocy J., 1993). Ehhez a biológiai szűrő mechanizmushoz nélkülözhetetlen a nitrifikáció mikrobiális folyamatának közreműködése. A nitrifikáló baktériumok (*Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrospira*, *Nitrosolobus*, *Nitrosovibrio*) tevékenysége biztosítja, hogy a halak által termelt nitrogén vegyületek a növények számára felvehető formában álljanak rendelkezésre. A nitrogénformák (nitrit, nitrát, ammónia) optimális aránya alapvetően meghatározza ezen rendszerek működésének stabilitását. Az akvapóniás rendszerben beállított különböző bazsalikom fajtákkal ellátott hidropóniás egységekről szóló vizsgálatunk célja, hogy az eltérő bazsalikom (*Ocimum basilicum* L.) fajták ponttyal (*Cyprinus carpio* L.) való integrációján keresztül meghatározzuk a vízminőségben lezajló változásokat, valamint a ponty és a bazsalikom termelési paramétereit

Anyag és módszer

A kísérletet liaflor agyaggranulátummal ellátott szubsztrátos egységgel rendelkező (media culture) akvapóniába állítottuk be. A három egymástól független rendszer (AkVg, AkvRR, AkvAr2) ár-apály elven működött. A haltartályokban 107,93g ($\pm 11,8$) átlag testtömegű vegyes ivarú pontyok kerültek (n= 8). A növénytermesztő egységekbe három bazsalikomfajta lett ültetve (Genovese, Red-rubin, Aroma 2) melyeknek a kiindulási átlag biomasszája 4,08g ($\pm 0,4$) volt. A teljes beültetett zöld növényi tömeg: Genovese: 48g (n= 12), Red-rubin: 48,7g (n= 12), Aroma 2: 50,1g (n= 12) volt. A környezet hőmérsékletét, páratartalmát és a fény intenzitását, valamint a vizek fizikai tényezőit, a hőmérsékletet, oldott oxigént (DO), kémhatást (pH), vezetőképességet (EC), sókoncentrációt (TDS) és a redox-potenciált (ORP) naponta, a kémiai paramétereit (NO_2^- -N, NO_3^- -N, NH_4^+ -N, PO_4^{3-} -P, K^+) pedig hetente mértük a halas és a hidropóniás egységekben egyaránt. Minden héten vizsgáltuk továbbá a bazsalikom levelek klorofill tartalmát (SPAD index) és a növekedési intenzitását. A kísérlet 28 napig tartott, ekkor

meghatároztuk a bazsalikom fajták biomassza gyarapodását és a pontyok termelési paramétereit a Specifikus növekedési rátát (SGR), Napi növekedési ütemet (DGR), Takarmány értékesítést (FCR), a pontyok Súlygyarapodást (WG), Napi súlygyarapodást (DWG), Fehérje hatékonysági arányt (PER)). Minden kezelést háromszori ismétléssel állítottunk be.

Eredmények és következtetések

A kísérlet ideje alatt sem növény, sem hal pusztulás nem volt (SR%= 100). A rendszerekre ható környezeti tényezők a következőképpen alakultak: a hőmérséklet: 29,4 °C (± 3), páratartalom: 60,35% ($\pm 6,9$) a fényintenzitás 4563,6 Lux volt. A halas kád és a növénytermesztő felület vizeinek monitorozása során a DO, O₂%, pH, EC, és a TDS eredményeiben szignifikáns különbséget ($p < 0.05$) tapasztaltunk a rendszerek között. A kémiai paraméterek tekintetében a halak számára toxikus nitrogénformák aránya a Red-rubin fajtával ellátott AkvRR rendszerben volt a legkedvezőbb (NO₂⁻-N, 0,1 mg/l ($\pm 0,1$); NH₄-N, 0,16 mg/l ($\pm 0,07$)) de szignifikáns különbség nem eredményezett ($p > 0.05$). A legtöbb zöld növényi biomasszát (AkvG: 596,5g) a Genovese fajta állította elő, ami egyben szignifikánsan ($p < 0.05$) a legmagasabb szárazanyagtartalmat is eredményezte (92g). A legalacsonyabb átlagos növénymagasságot (18,53cm $\pm 9,9$) az AkvAr2 rendszerbe ültetett Aroma 2 produkálta, ami szignifikánsan különbözött a többi fajtától. A kísérlet időtartamában a pontyok specifikus növekedési rátája (SGR) az AkvG rendszerben volt a legkedvezőbb (0,71% d⁻¹ $\pm 0,2$), de szignifikáns különbség nem volt kimutatható ($p > 0.05$) egyik termelési paraméter esetében sem (1. táblázat).

1. táblázat A halak termelési paramétereit

Kezelések	Specifikus növekedési ráta (SGR) (% d-1)	Napi növekedési ütem (DGR) (g/nap)	Fehérje hatékonysági arány (PER)	Megmaradás (SR%)
AkvG	0,71 \pm 0,2	0,84 \pm 0,2	0,19 \pm 0,05	100
AkvRR	0,63 \pm 0,1	0,74 \pm 0,2	0,17 \pm 0,04	100
AkvAr2	0,56 \pm 0,1	0,66 \pm 0,2	0,15 \pm 0,04	100

A három bazsalikom fajta akvapóniás nevelése során a fajták közötti differencia jól megmutatik tanulmányunkban. Minden tényező figyelembevételével elmondható, hogy az AkvG rendszer eredményei tükrözték a legkedvezőbb értékeket. Ezekben az egységekben volt a legkedvezőbb a nitrogénformák aránya, a növényi biomassza termelés és a ponty növekedés. Mindhárom bazsalikom a kísérlet végére pozitív mérleget mutatott ám az akvapóniás rendszerekbe a Genovese fajta a leginkább integrálható a ponty tenyésztésével.

Összefoglalás

A kísérlet időtartama alatt a pontyok nevelése szempontjából minden tényező optimális tartományban maradt. Az eredmények alapján kijelenthető, hogy az akvapóniás rendszerekben a víz minőségének változása alapján, jól kimutatható az egyes bazsalikom fajták közötti különbség. Ez különösen igaz a vizek fizikai tényezőire, amelyek minden általunk mért paramétere különbséget mutatott. A halas kádak vizeiben kimutatott különbségek a ponty termelési paramétereiben ugyan nem mutatkozott meg, de a kismértékű tömeggyarapodás egy rá utaló érték lehet. Vizsgálatunkban bizonyítást nyert, hogy a bazsalikom, fajtától függetlenül jól beilleszthető ezekben az integrált rendszerekbe.

Kulcsszavak:

akvapónia, bazsalikom, ponty, Genovese, Red-rubin, Aroma 2

Köszönetnyilvánítás

A munka a 2018-1.3.1.-VKE-2018-00012 projekt keretei között a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alap támogatásával valósult meg.

Irodalom

- Enduta A., Jusoh A., Ali N., Wan Nik W. **2011**. Nutrient removal from aquaculture wastewater by vegetable production in aquaponics recirculation system. *Desalination and Water Treatment* 32, 422-430.
- Graber A. and Junge R. **2009**. Aquaponic systems: Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production. *Desalination* 246, 147-156.
- Nelson R.L. **2008**. *Aquaponic Food Production*. Nelson and Pade Inc. Press, Montello, WI, USA, 218 p.
- Rakocy J. **1993**. Integration of vegetable hydroponics with fish culture: A review. *Techniques for Modern Aquaculture* 112-136.

AZ EM MIKROSZERVEZETEK ÉS A VÍZ OXIGÉNTARTALMA KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉSEK

KOZÁK Balázs

Halinnofish Kft., Szigetszentmihály, Kavicsbánya tó 0 173/2 hrsz

Kivonat

Bevezetés

A gyakorlatban számtalan esetben, amikor az oxigén viszonyok alapján a halaknak el kellett volna hullaniuk, és nem lehetett kimutatni a molekuláris oxigén jelenlétét, felmerült, hogy más oxigén formák is részt vehetnek a légzésben. A kutató centrumokban azt állítják, hogy ez nem lehetséges, mert az atomos oxigén szabad gyök. Az szerintük károsítja a sejteket. Szerintem ez másképpen van. Minden szabad gyök ellen van a szervezetben egy antioxidáns, ami ezt a szabad gyököt semlegesíti. Ezért itt az a kérdés, hogy mekkora koncentrációja kell legyen egy szabadgyöknek, itt atomos oxigénnek, hogy az egyedek ne károsodjanak. A bebizonyításhoz azonban több alap kísérlet elvégzése volt szükséges. 1. A kataláz enzim bizonyítása a mikroszervezeteknél. 2. A kísérleti hal oxigénigényének meghatározása (a víz oxigéntelenítésének kidolgozása, az ilyen vízbe a hidrogénperoxid beadagolása). 3. A minimális atomos oxigén meghatározása (szabad gyök) amely mellett a hal életben marad.

Egy korábbi alap kísérletben megmértem a látható paramétereket, amelyeket iszaprobantás után újra mértem. A nitrát oxidációjára több oxigén használt fel, mint amennyi a vízben oldva volt.

Anyag és módszer

A kísérletekhez EM BIO egy általam aktivizált formáját, a meszezéshez Baunit takarmánymeszet, az atomos oxigén kinyeréséhez 30%-os hidrogén peroxidot használtam (Gyártási szám: DX4715653). Az oxigén méréseket HQ40d Hach Lange műszerrel végeztem. Teszt halnak az akváriumi guppit használtam.

Eredmények és következtetések

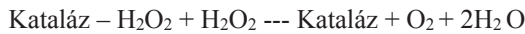
Aktivizált mikroszervezetes oldathoz 30%-os H_2O_2 hozzáadásával különböző százalékos oldatokat készítettem a kataláz enzim kimutatásához. Az oldatok erősen pezsegtek, gáz fejlődött. Az oldatokba kutyatápot helyeztem. Erős pezsgést tapasztaltam. A továbbiakban Petri-csészékbe öntöttem az oldatokat, amelyek még 25 nap után is pezsegtek a táp bontása közben. A pezsgés egyértelműen gáz fejlődést mutatott, a parázsló hurkapálca meggyulladt.

A további kísérleteket csak azért mutatom be, hogy másoknak ne kelljen ezen az úton járniuk.

Első fázisban a vizet oxigénteleníteni szerettem volna, amihez nátrium-szulfátot használtam. Az oxigéntelenített vízhez H_2O_2 -ot adagoltam. Amelynek eredményeit függvényben is ábrázoltam. A következőkben a kísérleteket kútvízzel, mikroszervezetes vízzel és aktivizált mikroszervezetes oldatban is elvégeztem. Előzetesen halas kísérleteket csináltam különböző

mennyiségű 30%-os H_2O_2 oldatokban, amelyekből megállapítottam, hogy sok volt a H_2O_2 és a mikroszervezet is. Ez után egy boksás akváriumi vízbe mikroszervezet plusz nátriumszulfáttal kezelt vízbe helyeztem a halat. Megállapítottam a guppi letális oxigénszintjét mikroszervezetes vízben. Az előkísérletek után visszatértem a nagyüzemben már bevált módszerhez. A takarmánymész mennyiségét átszámoltam laboratóriumi mennyiségekre, mivel felmerült, hogy a halas kísérletek azért nem sikerülnek, mert nem használtam takarmány meszet. Így 0,4 mg/l takarmánymeszet, 0,7 ml/l mikroszervezetet és 0,4; 0,8 és 1,6 ml 30%-os H_2O_2 -ot öntöttem hozzá. A magasabb oxigéntartalmú vízben az O_2 sem emelkedett 200 %-ig. Az oxigén folyamatosan csökkent (levegőztetés nem volt), a víz hőmérséklete viszont emelkedett. Egy üvegben pusztult el a hal 24 óra után 0,16 mg/l O_2 tartalomnál. A többi 0,53 mg/l O_2 és 1,14 mg/l O_2 -nél túléltek az atomos oxigén hatását.

Önmagukban a hidrogénperoxidból, illetve a hidrogénperoxid és mikroszervezetek keverékéből a halak nem tudták felvenni az oxigént. Ezt a következők magyarázzák: nem volt elég lúgos a közeg. A lúgos közegben az alábbi folyamat megy végbe: kataláz + H_2O_2 --- kataláz (- H_2O_2)



Savas közegben viszont peroxidatív aktivitást mutat, ahol a szubsztrátok lehetnek alkoholok, fenolok, hangyasav, formaldehid stb. Ilyenkor a hal nem jut oxigénhez, mert az aktív felület savas. Ezért használok takarmány meszet.

AZ ELSŐ SIKERES HIBRIDIZÁCIÓ A VÁGÓTOK (*ACIPENSER GUELLENSTAEDTII*) ÉS AZ AMERIKAI LAPÁTORRÚ TOK (*POLYODON SPATHULA*) KÖZÖTT, MELY ÉLETKÉPES UTÓDOKAT EREDMÉNYEZETT

**KÁLDY Jenő¹, MOZSÁR Attila¹, FAZEKAS Gyöngyvér¹, FARKAS Móni¹,
FAZEKAS Dorottya¹, FAZEKAS Georgina¹, GODA Katalin², GYÖNGY Zsuzsanna²,
KOVÁCS Balázs³, SEMMENS Ken⁴, BERCSÉNYI Miklós⁵, MOLNÁR Mariann⁶,
PATAKINÉ VÁRKONYI Eszter⁶**

¹Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Halászati Kutatóintézet, Szarvas,
mozsar.attila@haki.naik.hu; fazekas.gyongyver@haki.naik.hu; farkas.móni@haki.naik.hu;
fazekas.dorottya.lilla@haki.naik.hu; fazekas.georgina@haki.naik.hu;

²Debreceni Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Biofizikai és Sejtbiológiai Intézet,
Debrecen, goda@med.unideb.hu; gyongy.zsuzsanna@med.unideb.hu

³Szent István Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék,
Gödöllő, Kovacs.Balazs@mkk.szie.hu

⁴School of Aquaculture and Aquatic Sciences, Kentucky State University, Frankfort, USA,
ken.semmens@kysu.edu

⁵Szent István Egyetem, Georgikon Kar, Állattudományi Tanszék, Keszthely,
miklosbercsenyi77@gmail.com

⁶Nemzeti Biodiverzitás- és Génmegőrzési Központ, Haszonállat-génmegőrzési Intézet,
Gödöllő, molnar.mariann@nbgk.hu; varkonyi.eszter@nbgk.hu

Kivonat

Bevezetés

A tokalakúak rendjén belül (*Acipenseriformes*) jelenleg két élő család található, a tokfélék (*Acipenseridae*) és a kanalasok-félék (*Polyodontidae*) családja. A tokfélék családjába 27 ma is élő faj tartozik, míg a kanalasok-félék családjába már csak egy, miután a kínai kanalas tokot (*Psephurus gladius*) 2020-ban kihalt fajnak nyilvánították (Zhang et al., 2020).

A dunai génállományú vágótok génmegőrzési, valamint állomány-megerősítési kutatásai ráirányítják a figyelmet olyan szaporítási módszerek alkalmazására, melyek nem szokványosak, de lehetővé teszik, hogy akár egyetlen, természetes vizeinkből begyűjtött nőivarú egyed is lehessen szaporítani, ezáltal az egyedtől ivadékot nyerni, így megőrizve az egyed génállományát.

A tokfélék meiotikus ginogenezis módszerével történő szaporítása megoldott, azonban a vágótok esetében a módszer még alaposabb kidolgozásra szorul. Ugyanis a nagyszámú ivadék összes egyedének genetikai ellenőrzése lassú és drága folyamat, ezért, hogy biztosak legyünk abban, hogy a szaporítási folyamatból származó utódok bizonyosan vágótokok, olyan faj spermáját célszerű használni a termékenyítéshez, mellyel a vágótok nem tud hibridizálni. Ugyanis, ha a besugárzás nem fragmentálja minden spermiumsejt DNS tartalmát, akkor így az ép DNS tartalmú spermiumsejt nem eredményez hibridet, melynek a természetes vizekben való megjelenése nem kívánatos.

Anya és módszer

A vágótokon végzett meiotikus ginogenezis kísérlethez az amerikai lapátorrú tok spermáját választottunk, egyrészt azért, mert régóta ismert, hogy a tokfélék családjának tagjai között a természetes és mesterséges hibridizáció könnyen végbemenő folyamat, másrészt, mert Mims S.D. és Shelton W.L. (1998) már publikáltak olyan hibridizációs kísérleteket az ásóorrú tok (*Scaphirhynchus platyrhynchus*) és a lapátorrú tok (*Polyodon. spathula*) között, melyek nem eredményeztek életképes utódokat. Ez alapján, illetve a nagy evolúciós távolság (a vágótok evolúciója során egy genom duplikáción esett át, ezért normál egyedei tetraploidok, míg a lapátorrú egyedek diploidok) alapján feltételezhető volt, hogy e két faj keresztezése szintén nem eredményez majd életképes utódokat.

A meiotikus ginogenezis szaporítási kísérletben két vágótok ikrást és egy lapátorrú tok tejest használtunk. A lapátorrú tok spermáját két részre osztottuk, az egyik részt gamma sugárzással besugároztuk, a másikat pedig kezeletlenül hagytuk. Mind a besugárzott, mind a natív spermát 1:200 arányban hígítottuk, majd elvégeztük a termékenyítést és az ikrákat 16 °C hőmérsékletű keltető vízben inkubáltuk. A keltető víz oxigéntelítettsége 90 % fölött volt a keltetés időtartama alatt. Azt tapasztaltuk, hogy a natív spermával termékenyített ikra is termékenyült, sőt életképes lárvák keltek ki. Hogy a tévedés lehetőségét kizárjuk, megismételtük a kísérletet a Neptun Bt. ercsi telephelyén Szilágyi Ákos ügyvezető segítségével. A HAKI génbankjából származó három lapátorrú tok egyedét fejtünk le, és a három egyed spermájával termékenyítettünk egy vágótok egyedtől származó 120-120-120 ml ikrát. Mind a három ikrátételt 3 ml, 1:200 arányban hígított spermával termékenyítettük. Így a spermaadó faj három ismétlésben vett részt a kísérletben. Mindhárom termékenyített ikrátételt a HAKI halkeltetőjébe szállítottuk, ahol minden ikraadagot külön Zuger-üvegben helyeztünk el. A keltető víz hőmérséklete ez esetben is 16 °C volt, míg a keltető víz oxigéntelítettsége 90 % fölötti. Az egyes tételek termékenyülését hat óra elteltével állapítottuk meg, a termékenyülés $88\pm 0,5-98\pm 0,6\%$ között volt minden esetben.

Eredmények és következtetések

A hibrid utódokon több genetikai elemzést is elvégeztünk. A sejtmagok DNS mennyiségét áramlási citométerrel határoztuk meg, melynek eredményét az első táblázat mutatja.

1. táblázat A DNS mennyiség és a funkcionális ploiditás alakulása az egyes szülő kombinációk esetében. (a táblázatban található 2E.75, 596B, 551F, 6517 az apai egyedek egyedi azonosító számai, míg a 6F15, 1748, Ag03 az anyaejedek egyedi azonosító számai.)

Kezelés	<i>P. spathula</i> (tejes)	<i>A. gueldenstaedtii</i> (ikrás)	átlag (pg)	skála	n	ploiditási fok	
hibridizáció	2E75.	6F15	7,55±0,39	6,96 - 8,1	11	triploid	tényleges hibrid egyedek
			-	10,7	1	pentaploid	
	2E75.	1748.	7,59±0,33	7,19 - 7,82	9	triploid	
			12,09±0,44	11,78 - 12,71	3	pentaploid	
	596B	Ag03	6,56±0,69	4,39 - 7,79	22	triploid	
			-	10,36	1	pentaploid	
	551F	Ag03	7,62±0,55	6,53 - 8,84	24	triploid	
			-	13,17	1	pentaploid	
	6517	Ag04	7,05±0,51	5,93 - 8,16	17	triploid	
			11,48±0,68	10,87 - 12,87	8	pentaploid	
-	-	A. gueldenstaedtii	7,87*	-	3	oktoploid	anyai egyedek
-	P. spathula	-	3,89*	-	4	oktoploid	apai egyedek

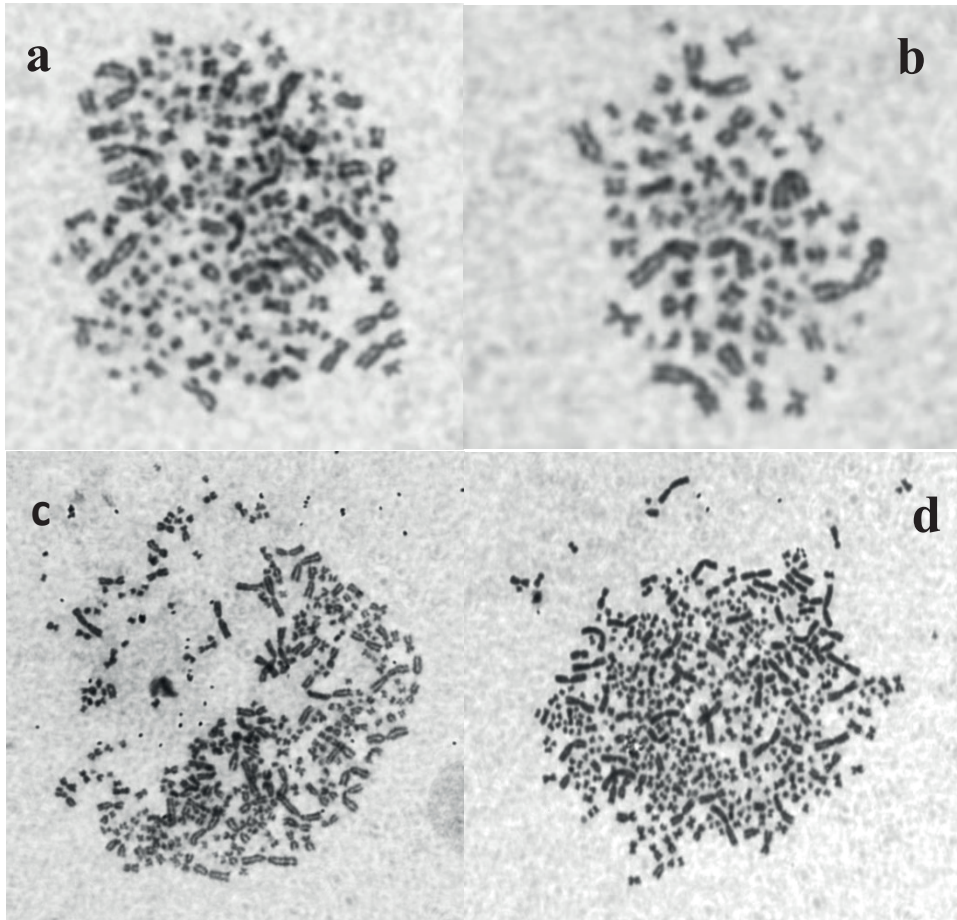
*Tiersch et al., 1989 alapján

Minden szülő kombináció esetében két eltérő DNS mennyiségű utódformát találtunk, azonban az eltérő DNS mennyiségű utódok aránya szülőkombinációnként eltérő volt. A tokfélék esetében előfordulhat, hogy a második meiotikus osztódás során visszamaradt második poláros test megnöveli az utód kromoszóma számát, azaz ploiditását (Havelka et al., 2016). A két faj közötti hibridizáció esetében ez a folyamat spontán lejátszódik az egyedek egy részénél, így két eltérő ploiditás fokú életképes hibrid forma keletkezik (1. ábra).



1. ábra Egy tipikus triploid hibrid (A) és egy tipikus pentaploid hibrid (B)

Az eltérő DNS mennyiségű egyedek kromoszómaszámát megvizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a kromoszómaszámok tekintetében is elkülöníthető volt a két csoport. A triploid ($3n$) csoportban 156 ± 4 és 174 ± 10 között volt a kromoszómák száma, míg a pentaploid ($5n$) hibridek esetében ez a szám átlagosan 304 ± 6 kromoszóma volt. Érdekes tény, hogy mindkét csoport egyes egyedeinél előfordult haploid sejtvonal ($n=60$), feltételezhetően a polispermia eredményeként. Azonban találtunk olyan kiugróan magas kromoszómaszámú sejteket is ($n=430$), melyek mozaikosságra utalhatnak (2. ábra).



2. ábra Egy triploid ($3n$) egyed (D52B1B) $n=168$ kromoszómaszámú sejtje (a) és ugyanennek az egyednek egy $n=66$ kromoszómaszámú sejtje (b), valamint egy pentaploid ($5n$) egyed (D522C1) $n=306$ kromoszómaszámú sejtje (c) és ugyanennek az egyednek egy $n=430$ kromoszómaszámú sejtje (d).

A hibridizáció tényét megvizsgáltuk mikroszatellit marker analízissel is. Az analízishez 4 markert használtunk fel (SPL_101, PSP_28, PSP_29 és PSP_32). Ezek a markerek mind a szülő egyedekben, mind a hibrid egyedekben jól kimutathatóak voltak, és a hibridizáció tényén túl, ez a vizsgálat bizonyította, hogy mind a triploid, mind a pentaploid egyedekben csak egyetlen haploid apai (lapátorrú tok) kromoszóma készlet találgató. E mellett a triploid egyedek egy normál ivarsejtképződésből származó kromoszóma készletet (az evolúciós genomduplikáció következtében $2n$), a pentaploid egyedek pedig duplikálódott kromoszóma készletet ($4n$) örökölték a vágótok anyától. A hibrid egyedeket megvizsgáltuk morfológiai bélyegeik alapján is. Megállapítható, hogy összességében mind a morfometrikus, mind a merisztikus bélyegeik alapján nagy egyedi változékonyságot mutatnak az egyes egyedek. A hátvértek és oldalvértek számában a pentaploid egyedek egymáshoz képest kevésbé voltak változatosak, míg triploid társaiktól szignifikáns eltérést mutattak. Azonban mind a morfometrikus, mind a merisztikus bélyegek tekintetében mindkét hibrid forma az anyai vágótok fajjal mutat nagyobb hasonlóságot, míg az apai lapátorrú tok fajtól jobban eltér a fenotípusos bélyegek tekintetében.

Összefoglalás

Eredményeink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy bár e két faj 184,4 millió évvel ezelőtt különvált egymástól (Peng et al., 2007), poliploid státuszuknak köszönhetően képesek arra, hogy hibridizáljanak egymással, és így életképes utódok fejlődjenek. A hibrid halak rendkívül változatosak mind küllemi, mind genetikai tulajdonságaikat illetően.

Jelenlegi tudásunk szerint ezek a hibrid egyedek valószínűleg sterilek lesznek, azonban arra mindenképpen felhívják a figyelmet, hogy a két faj közötti földrajzi elkülönülés fenntartása mindenképp célszerű.

Kulcsszavak: tokfélék, kanalastok-félék, meiotikus ginogenezis, DNS mennyiség, kromoszómaszám, morfológia, mikroszatellit marker analízis

Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk, köszönetet mondani Feledi Tibornak, aki munkájával és szaktanácsaival támogatta munkánkat, továbbá Szilágyi Ákosnak, aki lehetőséget biztosított a második termékenyítés elvégzéséhez és Demény Ferencnek, aki a keltetés alatt munkájával és hasznos tanácsaival támogatta munkánkat.

Irodalomjegyzék

- Havelka M., Bytyutskyy D., Symonová R., Ráb P., Flajshans M. **2016**. The second highest chromosome count among vertebrates is observed in cultured sturgeon and is associated with genome plasticity. *Genet. Sel. Evol.* 48, 12; doi:10.1186/s12711-016-0194-0.
- Mims S.D., Shelton W.L. **1998**. Induced meiotic gynogenesis in shovelnose sturgeon. *Aquaculture International* 6:323–329; doi.org/10.1023/A:1009280804945
- Peng Z., Ludwig A., Wang D., Diogo R., Wei Q., He S. **2007**. Age and biogeography of major clades insturgeons and paddlefishes (Pisces: Acipenseriformes). *Mol. Phyl. Ev.*, 42, 854–862; doi:10.1016/j.ympev.2006.09.008
- Tiersch T.R., Chandler R.W., Wachtel S.S., Elias S. **1989**. Reference Standards for Flow Cytometry and Application in Comparative Studies of Nuclear DNA Content. *Cytometry.* 10, 706–710; doi:10.1002/cyto.990100606.
- Zhang H., Jarić I., Roberts D.L., He Y., Du H., Wu J., Wang Ch., Qiwei Wei Q. **2020**. Extinction of one of the world's largest freshwater fishes: Lessons for conserving the endangered Yangtze fauna. *Science of The Total Environment.* 710, 136242; doi:10.1016/j.scitotenv.2019.136242

A SÜLLŐ TÓGAZDASÁGI TENYÉSZTÉSÉNEK LEHETSÉGES GENETIKAI KÖVETKEZMÉNYEI TERMÉSZETES VIZEK TELEPÍTÉSE SORÁN

**BENEDEK Ildikó¹, KOVÁCS Balázs², ZSOLNAI Attila³, LEHOCZKY István⁴,
BÁNÓ Bálint⁵, MOLNÁR Tamás^{1,4}**

¹ Szent István Egyetem, Kaposvár Guba S. u 40. benildi@gmail.com, molnart75@gmail.com

² Szent István Egyetem, Gödöllő Páter K. u. 1. Kovacs.Balazs@mkk.szie.hu

³ NAIK ÁTKHK, Herceghalom, Gesztenyés út 1. attila.zsolnai@gmail.com

⁴ NBGK HGI, Gödöllő Isaszegi u. 200. lehoczky.istvan@nbgk.hu

⁵ ÖK BLI, Tihany, Klebelsberg K. u. 3. bano.balint@okologia.mta.hu

Kivonat

A süllő (*Sander lucioperca* L.) nagy potenciállal rendelkezik az európai akvakultúra diverzifikációja szempontjából. A tenyésztett egyedek természetes vizek állományába telepítésekor fellépő genetikai kockázattal kapcsolatos információk azonban korlátozottak a faj tekintetében. Még a tógazdasági termelés genetikai összetételre gyakorolt hatását sem határozták meg. Vizsgálatunk célja egy vadon élő süllő populáció, egy tavi tenyészállomány és azok utódai genetikai változatosságának összehasonlítása volt.

Bevezetés

A vad populációk genetikai sokfélesége lehetővé teszi a természetes (ökológiai) és az antropogén kihívások megválaszolását (Grant et al., 2017). A telepítési programok elsősorban az alacsony tényleges populációméretű és/vagy alacsony genetikai sokféleséggel rendelkező populációkra összpontosítanak (Fraser et al., 2019). A tenyésztett fajok állománynövelése általában a halászat kompenzálására irányul (Guilleraut et al., 2018). Az állománynövelés azonban az ökoszisztéma szintjén is potenciális kockázatot jelenthet, mivel a gazdaságilag értékes fajok gyakran a tápláléklánc csúcsán vannak, és jelentősen befolyásolják a lánc többi fáját (Grant et al., 2017). A zárt rendszerben történő tenyésztés lehetővé teszi a természetes körülmények közt maladaptív fenotípusok kialakulását is (Fraser et al., 2019). Az akvakultúra-állományokból és a vadon élő populációkból származó egyedek hibridizációja különböző genetikai kockázatokkal járhat: 1) a populáción belüli és közötti genetikai variáció elvesztése, (2) az alkalmazkodás képességének elvesztése (fitnesz csökkentése), (3) a populáció összetételének megváltozása és (4) a népesség szerkezetének változása (Laikre et al. 2010, Waples et al. 2016).

Kutatásunk célja egy vadon élő (Balaton) süllőpopuláció, egy tógazdasági tenyész állomány és annak utód generációjának összehasonlítása volt i. a különféle állományok genetikai mintáinak (genetikai sokféleség és genetikai szerkezet) leírására, ii. felvázolni azokat az okokat, amelyek valószínűleg meghatározták a faj genetikai szerkezetét (alapító hatás, genetikai sodródás és szelekció), és iii. elemezni, hogy a jelenlegi tenyésztési gyakorlat hogyan befolyásolhatja a természetes populációk szerkezetét.

Anyag és módszer

A vadon élő halak úszó mintáit a Balatonból horgászok fogásaiból hat helyszínen (Keszthely, Tihany, Balatonfüred, Balatonboglár, Balatonakali és Siófok, az összes minta száma $n = 46$), a 2016-2017 közötti időszakban gyűjtöttük. A tógazdasági állomány és azok utódainak mintái a BoFa halgazdaságból (Attala) ($n = 40$ tenyészállomány és $n = 44$ utódok) a 2016-os tenyészidőszakban kerültek begyűjtésre. Az úszó mintákat 96% -os etanolban gyűjtöttük és mélyhűtőben ($-80\text{ }^{\circ}\text{C}$) tároltuk a feldolgozásig. A genomi DNS-t a DNeasy Blood and Tissue kit-ekkel (Qiagen, Hilden, Németország) vontuk ki a gyártó protokollját követve. A DNS minőségét és mennyiségét a Maestro Nano Drop spektrofotométerrel (MN-913) ellenőriztük (MaestroGen, Tajvan). A minta DNS-koncentrációját $50\text{ }\mu\text{g} / \text{ml}$ -re kiegyenlítettük.

Összesen 15 mikroszatellit DNS-markert (MSL1, MSL2, MSL3, MSL5, MSL6, MSL9 –Kohlmann K. és Kersten P., 2008; Svi-4, Svi-6, Svi-L7, Svi-L8, Svi-18 - Wirth et al., 1999; Pfla-L3, Pfla-L8 - Leclerc et al., 2000, Za138, Za199 Dubut et al., 2010) használtunk a genotípusjelzéshez. A markereket három multiplex PCR-ben amplifikáltuk NED, PET, VIC és FAM végjelzett primerek felhasználásával.

Eredmények és következtetések

Az elvárások szerint a tavi tenyészállományban és az utódokban a vadon élő populációhoz képest csökkent a sokféleség. Az utódok még alacsonyabb diverzitást mutattak, mint a tenyészállomány, de a különbség csak az egyedi allélgazdagságban volt szignifikáns. A korrigált elvart heterozigotitás (uHe) értékek magasak (0,68 és 0,72 között voltak), és a három vizsgált csoport között nincs szignifikáns különbség. A megfigyelt heterozigotitás értékek szintén magasak voltak (Ho 0,68 és 0,71 között változott), és a különbség a három csoport között sem volt szignifikáns. A lokuszonkénti átlagos allélszám (NA) 6,00 és 11,00 között volt, mely tekintetében a vadállomány szignifikánsan eltért a másik kettőtől. Az allélgazdagság (AR) adatai szignifikáns különbségeket mutattak az összes csoport között, ám a Bonferroni korrekciót követően csak a vadállomány és az utódok különbsége maradt szignifikáns. Az egyedi allélgazdagság (ARp) esetén az összes populáció szignifikánsan különbözött. Az utód populáció nem mutatott egyedi allélokot, míg az átlagos ARp 0,43 volt a tenyészállományban és 3,81 a vadon élő populációban.

1. táblázat A három vizsgált populáció diverzitás adatai

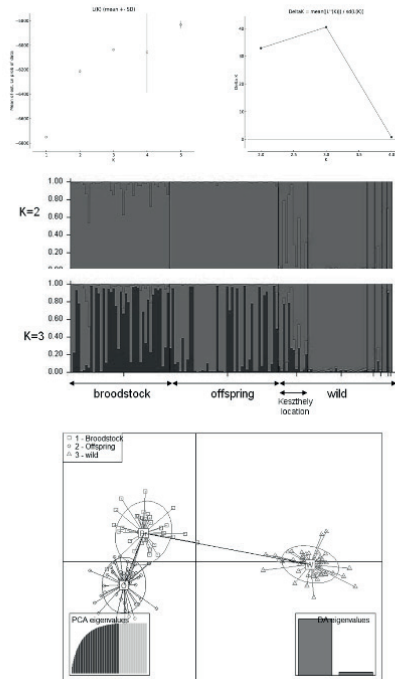
Populáció	N	uHe	Ho	NA	AR	ARp
Vad	46	0.70±0.12	0.68±0.16	11.00±4.26a	10.47±3.98a	3.81±2.01a
Tenyészállomány	40	0.72±0.10	0.71±0.10	7.50±3.34b	7.50±3.34b	0.43±0.75b
Utódállomány	44	0.68±0.11	0.70±0.16	6.00±1.46b	5.9±1.47b	0,0±0,0c

Eredményeink alátámasztották azt a hipotézist, miszerint a menedzsment megváltoztathatja a tényleges populáció méretét. A linkage disequilibrium módszerével becsült tényleges populációméret értéke (N_e) 1022,6 (CI 95% 306,5-végtelen), 62,5 (CI 95% 47,9-86,6) és 15,1 (CI 95% 12,9-17,7) egyed a vadállományban, tenyészállományban és az utódpopulációban. A tenyészállatok és az utódok populációjánál a temporal method módszer eredményeként az N_e 31,3 (CI 95% 23,0 - 89,9) egyed volt. Azonban a BOTTLENECK által elvégzett Wilcoxon -teszt eredményei szerint a közelmúltban csak a vadon élő (Balaton) populációban tapasztalható bottleneck hatás ($P = 0,00006$).

Az AMOVA eredményei azt mutatják, hogy a variancia csak 7,87%-a volt a populációk között, amely alacsony/közepes szintű populáció-különbséget mutat. Ezt megerősítette a páros F_{ST} -értékek szignifikanciája ($P < 0,05$) a populációs párok között. Alacsony F_{ST} -értéket (0,011) találtunk a tenyészállomány és az utódok között, míg mérsékelt értékeket a vadon élő populáció és a tenyészállomány (0,089), valamint a vadon élő és utód állomány (0,123) között.

A három eredeti populáció létezését a STRUCTURE elemzés alá támasztotta, amelynek eredményeként a legvalószínűbb klaszterszám három ($K = 3$, átlag $\text{LnP}(K) = -6037,19$; Delta $K = 40,499$), az összes marker felhasználásával (1. ábra.). Ha csak semleges markereket vettünk figyelembe, akkor a legvalószínűbbnek a $K = 2$ -t kaptuk (átlag $\text{LnP}(K) = -4946,13$; Delta $K = 71,640$).

A DAPC elemzés a mintákat származásuk szerint, az előző eredményekkel összhangban, három csoportba osztotta szét, alá támasztva egy távoli (vad) és két részben egymással átfedő (szülő és utód) csoport jelenlétét (1. ábra).



1. ábra A STRUCTURE és DAPC analízis eredménye az összes marker felhasználásával.

Összefoglalás

Bár a halastavi állomány mindkét populációja diverzitását tekintve szegényebb volt a Balatonéhoz képest, a heterozigotitás magas mértéke igazolja a megfelelő, hosszútávon is fenntartható tenyésztés meglétét. Áruhal előállítás esetében ez a genetikai háttér megfelelően támogatja a halastavi termelést. Kánainé et al. (2019) a Duna-medence tíz sülőpopulációjának

genetikai sokféleségét írta le (ideértve a Balaton és az Attala populációkat is) egy másik mikroszatellitkészlet felhasználásával. A két populáció genetikai sokfélesége mérsékelt ($A_r = 3,49$ és $3,50$ $H_e = 0,46$, illetve $0,52$ a Balaton és az Attala populációban) a többi populációhoz képest ($A_r = 2,48-3,97$ $H_e = 0,48-0,59$), de alacsonyabb, mint a jelen tanulmányban.

A nagyobb sokféleség ellenére a balatoni populáció a közelmúltbeli bottleneck jeleit mutatta. Specziár és Turcsányi (2017) alapján, a Balaton süllőpopulációjára magas a hasznosítás mértéke, a korai életkorban a megfelelő táplálék hiánya, valamint a magas ragadozási arány és a kannibalizmus jellemző. Ezeknek a tényezőknek nagy a populációméretet csökkentő hatása, ami a genetikai szerkezet változásait eredményezi.

Specziár A. és Turcsányi B. (2017) évente 1-1,5 millió ivadék Balatonba telepítéséről számol be. A jelölés visszafogás adatai alapján átlagosan 7,7% -os túlélést tapasztaltak <150 g méretkategória esetén, míg az érték 30,1% volt, ha 300 g feletti méretet telepítettek. A Ryman – Laikre modell alapján a minimális effektív populáció méret a tenyészállatoknál 5, 53 és 176-nak kell lennie, 1%, 10% és 30% szaporodási siker mellett annak biztosítása érdekében, hogy az $N_e = 1000$ vadon élő populációnak ne csökkenjen a populáció mérete (Grant et al., 2017). Vizsgálatunk utód csoportjának méretkategóriájában (<150 g) az effektív populáció méret ($N_e = 15,1$) ez alapján csak 1% körüli szaporodási sikert támogat. Salminen et al. (2012) erősen változó reprodukciós sikert írt le a fajban. Ez azt feltételezi, hogy a „Ryman-Laikre” hatás magas lehet, ha a balatoni populációt nagyszámú ivadékkal telepítjük. Mivel a süllő nem vándorló halfaj (az ívási mozgások maximális távolsága kevesebb, mint 35 km, (Lappalainen et al., 2003), a helyi populációk tenyésztésével a keltetőállomány arányának függvényében óvatosan kell eljárni.

Kulcsszavak: *Sander lucioperca*, Balaton, tógazdaság, genetikai diverzitás

Köszönetnyilvánítás

Ezúton köszönjük Faidt Petra és Bognár Attila segítségét a tógazdasági minták gyűjtése során. A kutatás az EFOP-3.6.1-16-2016-00007 projekt támogatásával készült.

Irodalom

- Dubut V., Grenier R., Meglécz E., Chappaz R., Costedoat C., Danancher D., Descloux S., Malausa T., Martin J.F., Pech N., Gilles A. **2010**. Development of 55 novel polymorphic microsatellite loci for the critically endangered Zingel asper L. (Actinopterygii: Perciformes: Percidae) and cross-species amplification in five other percids, European Journal of Wildlife Research 56, 931-938.
- Fraser D.J., Walker L., Yates M.C., Marin K., Wood J.L.A., Bernos T., Zastavniouk C. **2019**. Population correlates of rapid captive-induced maladaptation in a wild fish. Evolutionary Applications 12, 1305–1317.
- Grant W.S., Jasper J., Bekkevold D., Adkison M. **2017**. Responsible genetic approach to stock restoration, sea ranching and stock enhancement of marine fishes and invertebrates. Reviews in Fish Biology and Fisheries 276: 15-649.
- Guillerault N., Hühn D., Cucherousset J., Arlinghaus R., Skov C. **2018**. Stocking for pike population enhancement. In: Skov C, ed. Biology and Ecology of Pike. CRC Press, 215–247
- Kohlmann K., Kersten P. **2008**. Isolation and characterization of nine microsatellite loci from the pike-perch, *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), Molecular Ecology Resources 8(5), 1085-1087
- Kánainé Sipos D., Kovács G., Buza E., Csenki-Bakos K., Ósz Á., Ljubobratović U., Cserveni-Szűcs R., Bercsényi M., Lehoczky I., Urbányi B., Kovács B. **2019**. Comparative genetic analysis of natural and farmed populations of pike-perch (*Sander lucioperca*) Aquaculture International
- Laikre L., Schwartz M.K., Waples R.S., Ryman N., GeM Working Group. **2010**. Compromising genetic diversity in the wild: unmonitored large-scale release of plants and animals. Trends in Ecology and Evolution 25: 520-529.
- Lappalainen J., Dörner H., Wysujack K. **2003**. Reproduction biology of pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) – a review. Ecology Freshwater Fish 12, 95–106.
- Leclerc D., Wirth T., Bernatchez L. **2000**. Isolation and characterization of microsatellite loci in the yellow perch (*Perca flavescens*), and cross-species amplification within the family Percidae. Molecular Ecology 9, 995–997.

- Salminen M., Koljonen M., Säisä M., Ruuhijärvi J. **2012**. Genetic effects of supportive stockings on native pikeperch populations in boreal lakes--cases, three different outcomes. *Hereditas*. 149(1), 1-15.
- Specziár A., Turcsányi B. **2017**. Management of pikeperch stocking in Lake Balaton: effect of season, area, fish size and method of release on the rate and distribution of recaptures. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems* 418, 52.
- Waples R.S., Hindar K., Karlsson S., Harda J.J. **2016**. Evaluating the Ryman–Laikre effect for marine stock enhancement and aquaculture. *Current Zoology* 62, 617–627.
- Wirth T., Saint-Laurent R., Bernatchez L. **1999**. Isolation and characterization of microsatellite loci in the walleye (*Stizostedion vitreum*), and cross-species amplification within the family Percidae. *Molecular Ecology* 8, 1960–1962.

ŐSIVARSEJTEK MÉLYHÜTÉSE ÉS ÁTÜLTETÉSE: MI MŰKÖDIK ÉS MI NEM?

**HORVÁTH Ákos¹, MARINOVIČ Zoran¹, LUJIĆ Jelena¹, ŠČEKIČ Ilija¹,
HOITSY György², FRANĚK Roman³, PŠENIČKA Martin³, URBÁNYI Béla¹**

¹ *Szent István Egyetem, Természeti Erőforrások Megőrzése Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő, Páter Károly utca 1. Horvath.Akos@szie.hu*

² *Hoitsy és Rieger Kft, Miskolc, Erzsébet sétány 55.*

³ *University of South Bohemia in České Budějovice, FROV CENAKVA, Vodňany, Csehország*

Kivonat

Bevezetés

Az ivarsejtek mélyhűtése az értékes fajok és fajták megőrzésének hatékony eszköze. A halak esetében csak a hímivarsejtek mélyhűthetőek megbízhatóan, így a mélyhűtött sperma felhasználásakor az utód elkerülhetetlenül hibrid lesz. Ennek kiküszöbölésére dolgoztak ki kutatók módszereket az ősvarsejtek (primordiális, spermatogóniális és oogóniális ősvarsejtek) mélyhűtésére majd átültetésére (Yoshizaki et al. 2011). Öt évnyi kutatómunkánk során számos fajban dolgoztunk ki mélyhűtési módszereket, illetve végeztünk átültetési vizsgálatokat. A vizsgálatok rávilágítottak arra is, hogy az ősvarsejtek átültetése nem csak sikerrel, hanem számos kudarcral is jár.

Anyag és módszer

A vizsgálatokat lazacfélékben, pontyfélékben és angolnafélékben végeztük. A halak ivarmirigyeit túllattatást követően távolítottuk el. Mélyhűtéshez vagy az ivari szövet darabjait használtuk fel, vagy az azokból izolált sejtek szuszpenzióit. A sejtek túlélését Trypan kék élőhalott festéssel határoztuk meg. A mélyhűtés során a következő tényezők hatását vizsgáltuk a spermatogóniális és oogóniális őssejtek túlélésére:

- szövetdarabok vagy sejtsuszpenziók mélyhűtése,
- fagyasztás vagy vitrifikáció (jégkristályok képződése nélküli gyors hűtés),
- különböző védőanyagok és azok koncentrációi,
- cukor- és fehérjekiegészítők használata.

A frissen izolált vagy mélyhűtést követően felolvasztott sejteket megfelelő szűrést követően közeli rokon recipiens fajokba ültettük be. Lazacfélék esetében szivárványos pisztrángot (*Oncorhynchus mykiss*) és tigrispisztrángot (*Salmo trutta m. fario* × *Salvelinus fontinalis*), pontyfélék esetében zebradániót (*Danio rerio*) és aranyhalat (*Carassius auratus*) használtuk recipiensként. Az esetek nagy részében a sejtsuszpenziót a recipiensek frissen kelt lárváiba (az ivari redő környékére) ültettük be mikroinjektor segítségével. A tigrispisztráng esetében megpróbáltunk a kifejlett egyedekbe végzett beültetéssel az ivarmirigybe vezetett szilikonkatéter segítségével. Az átültetés sikerét a felboncolt recipiensek ivarszerveiben felfedezhető és a donor sejtekre jellemző fluoreszcens jellel, illetve a begyűjtött ivartermék (sperma) és a létrehozott ivadék molekuláris markerek segítségével végzett vizsgálatával igazoltuk.

Eredmények és következtetések

A lazacfélék esetében a sebes pisztráng (*Salmo trutta m. fario*) petefészkek-szövetét mélyhűtöttük sikeresen. A szövetdarabokat akupunktúrás tűre húzva vitrifikátuk, és 3 M dimetilszulfoxid (DMSO) és 3 M propilén-glikol (PG) védőanyag-összetételű hűtőmédiium használata mellett a sejtek 40%-os túlélését tapasztaltuk (Lujic et al. 2017). A pontyfélék közül a compó (*Tinca tinca*) spermatozóniumai azonos túlélést mutattak sejtuszpenzió és hereszövet-darabok fagyasztásakor, ugyanakkor az aranyhal esetében a szuszpenzióban lévő sejtek túlélése magasabb volt (Marinović et al. 2017). Zebradánióban is kiprobáltuk az akupunktúrás tűre húzott egész herék vitrifikációját és megfelelő körülmények között a spermatozóniumok 50%-a élte túl a mélyhűtést (Marinović et al. 2018, 2019). A ponty (*Cyprinus carpio*) hereszövetének mélyhűtések a fagyasztásos eljárás egyértelműen jobb túlélést eredményezett (40%), mint a vitrifikáció (12%) (Franěk et al., 2019a), ezért a petefészkek-szövet mélyhűtések már csak fagyasztással próbálkoztunk jó eredménnyel (65% körüli túlélés) (Franěk et al. 2019b). Az angolnában (*Anguilla anguilla*) ugyanakkor mind a vitrifikáció, mind a fagyasztás az oozóniumok igen magas (közel 100%-os) túlélését eredményezte (Šćekić et al. 2020).

Átültetési kísérleteink során lazacfélékben a sebes pisztráng és a pénzes pér (*Thymallus thymallus*) fluoreszcensen jelölt (PKH-26) spermatozóniumait és oozóniumait transzplantáltuk szivárványos pisztráng recipiensbe. Az átültetést követően 2 hónappal a recipiensek mintegy 26-28%-ban tapasztaltunk fluoreszcens jelet, illetve a donor-eredetű ivarsejtek jelenlétét a fajra jellemző molekuláris markerekkel is kimutattuk (Lujic et al. 2018). Az ivarérésig felnevelt triploid recipiensekben ugyanakkor a donor-eredetű sejtek már nem voltak kimutathatók és ivarterméket sem sikerült nyerni. A szivárványos pisztrángot donorként is használtuk azokban a vizsgálatainkban, amiben a tigrispisztráng, mint recipiens alkalmasságát kutattuk. A recipiens egyedeket felnevelve egy esetben sikerült spermát nyernünk és azzal sikeres termékenyítést végeznünk. A kapott ivadékot felnevelve fenotípusosan (1. ábra) és molekuláris módszerekkel is bizonyítottuk azok donor-eredetét. A tigrispisztrángban ugyanakkor igen magas mortalitást (95%) tapasztaltunk, illetve a további ivartermék nyerése iránti próbálkozásaink kudarcra végződtek.



1. ábra Tigrispisztráng (*Salmo trutta m. fario* × *Salvelinus fontinalis*) recipiens használata szivárványos pisztráng (*Oncorhynchus mykiss*) spermatozóniumok átültetéséhez. a. donor-eredetű tej fejése felnevelt tigrispisztráng recipienstől; b. a recipienstől kinyert donor-eredetű tejjel termékenyített ikratételekből kikelt és felnevelt szivárványos pisztráng utódok (fotó: Hoitsy György).

A pontyfélékben végzett átültetési vizsgálatainkban intraspecifikus transzplantációt végeztünk zebradánióban mind a vitrifikált herékből izolált, mind frissen kinyert spermatozóniumok felhasználásával. Ebben az esetben a recipienseket antiszensz morfolino

oligonukleotidok segítségével sterilizáltuk, amelyek ivarszerve így csírahámtól mentes áttetsző szövet lett. Donorként zöld fluoreszcens transzgénikus zebraadániót használtunk, ami lehetővé tette a recipienstől kinyert sperma, illetve az ezzel végzett termékenyítésből származó utódok azonosítását (Marinović et al. 2019). Ugyanezt a módszert használtuk aranyhal recipiensek sterilizálására a pontytól származó spermatogóniumok átültetésekor. A transzplantáció sikere kb. 40%-os volt, a felnevelt és felboncolt recipiensekben aktív spermatogenezis volt megfigyelhető. Az ivarmirigyekben fejlődő csírasejtek donor-eredetét molekuláris markerekkel is igazoltuk (Franěk et al. 2019a).

Összefoglalás

A halak ősvarsejtjeinek mélyhűtése és átültetése megfelelő recipiensbe jó alternatívát jelenthet a spermamélyhűtéssel szemben a genetikai tartalékok *ex situ* megőrzése során. Munkánk során sikeresen alkalmaztuk ezeket a módszereket lazacfélékben, pontyfélékben és angolnafélékben. Több faj esetében sikerült intra- és interspecifikus transzplantációt végrehajtani és donor-eredetű utódokat nyerni a recipienstől kinyert ivartermek felhasználásával. A módszernek ugyanakkor vannak korlátai is, ami elsősorban a lazacfélékben mutatkozott meg, ahol a fajok rendszertani távolsága nem, vagy csak korlátozottan tette lehetővé a beültetett ősvarsejtek sikeres proliferációját és a gametogenezist. Az angolna esetében bizonyítottuk, hogy az őscsírasejtek jól mélyhűthetőek, azonban ehhez a fajhoz megfelelő recipiens találni egy igazi kihívás lesz.

Kulcsszavak: ősvarsejtek, spermatogónium, oogónium, mélyhűtés, vitrifikáció, átültetés

Köszönetnyilvánítás

A prezentáció elkészítését a EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- Franěk R., Marinović Z., Lujčić J., Urbányi B., Fučíková M., Kašpar V., Pšenička M., Horváth Á. **2019a**. Cryopreservation and transplantation of common carp spermatogonia. PLoS One 14, e0205481.
- Franěk R., Tichopád T., Steinbach C., Xie X., Lujčić J., Marinović Z., Horváth Á., Kašpar V., Pšenička M. **2019b**. Preservation of female genetic resources of common carp through oogonal stem cell manipulation. Cryobiology 87, 78–85.
- Lujčić J., Marinović Z., Sušnik Bajec S., Djurdjevič I., Kása E., Urbányi B., Horváth Á. **2017**. First successful vitrification of salmonid ovarian tissue. Cryobiology 76, 154–157.
- Lujčić J., Marinović Z., Sušnik Bajec S., Djurdjevič I., Urbányi B., Horváth Á. **2018**. Interspecific germ cell transplantation: a new light in the conservation of valuable Balkan trout genetic resources? Fish Physiol. Biochem. 44, 1487–1498.
- Marinović Z., Lujčić J., Kása E., Bernáth G., Urbányi B., Horváth Á., **2017**. Cryosurvival of isolated testicular cells and testicular tissue of tench *Tinca tinca* and goldfish *Carassius auratus* following slow-rate freezing. Gen. Comp. Endocrinol. 245, 77–83.
- Marinović Z., Lujčić J., Kása E., Csenki Z., Urbányi B., Horváth Á. **2018**. Cryopreservation of Zebrafish Spermatogonia by Whole Testes Needle Immersed Ultra-Rapid Cooling. J. Vis. Exp. e56118.
- Marinović Z., Li Q., Lujčić J., Iwasaki Y., Csenki Z., Urbányi B., Yoshizaki G., Horváth Á., **2019**. Preservation of zebrafish genetic resources through testis cryopreservation and spermatogonia transplantation. Sci. Rep. 9, 13861.
- Ščekić I., Marinović Z., Lujčić J., Müller T., Kitanović N., Urbányi B., Horváth Á., **2020**. A novel strategy for conservation of European eel (*Anguilla anguilla*) genetic resources: Cryopreservation of ovarian stem cells. Cryobiology 95, 151–156.
- Yoshizaki G., Fujinuma K., Iwasaki Y., Okutsu T., Shikina S., Yazawa R., Takeuchi Y., **2011**. Spermatogonial transplantation in fish: A novel method for the preservation of genetic resources. Comp. Biochem. Physiol. Part D Genomics Proteomics 6, 55–61.

MEGFIGYELÉSEK VEGYSZERMENTES IKRAKEZELÉssel KAPCSOLATBAN

MÜLLER Tamás¹, NGUYEN Quyen¹, BERTA Izabella¹, HOITSY György²,
HOITSY Márton², KISS Péter³, HAVASI Máté⁴, CSENKI Zsolt¹, URBÁNYI Béla¹,
KUCSKA Balázs³

¹Szent István Egyetem, Természeti Erőforrások Megőrzése Intézet, Halgazdálkodási Tanszék,
Gödöllő, Páter Károly utca 1. muller.tamas@mkk.szie.hu

²Hoitsy & Rieger Kft, Miskolc-Lillafüred, Erzsébet sétány 55.

³Szent István Egyetem, Környezettudományi és Természetvédelmi Intézet, Kaposvár, Guba
Sándor u. 40.

⁴Szent István Egyetem, Georgikon Kar, Állattudományi Tanszék, Keszthely, Deák F. u. 16.

Kivonat

Bevezetés

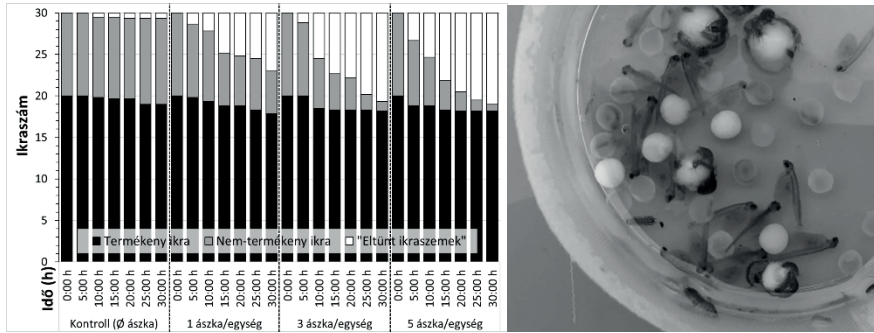
A keltetőházi ikrakeltetés egyik kulcs momentuma a különféle vízi penészgombák (*Saprolegnia* spp.) elleni védekezés. Legtöbb esetben különböző vegyi anyagokkal (gyógyszerek, fertőtlenítők stb.) próbálják megfékezni a terjedésüket és kártételüket. Mivel ezen anyagok hatásmechanizmusa nem korlátozódik a keltetőházi keltetésre (elfolyóvíz, felhalmozódás, bioakkumuláció, környezetterhelés stb.) ezt a problémakört felismerve az utóbbi időkben különböző alternatív kezelések is látókörbe kerülnek. Egyik lehetőség az ikrák védelmének biológiai megközelítése, szemben a kémiai módszerekkel (Frenken et al. 2019). A jelen vizsgálatok célja a közönséges víziászka (*Asellus aquaticus*) táplálkozási sajátosságából adódó (holt szerves anyagok fogyasztása mellett szaprofita gombákat is eszik) hatásának felmérése volt, mint potenciális ikravédő zebra-dánió (*Danio rerio*), és sebes pisztráng (*Salmo trutta m. fario*) ikrákra, valamint lárvákra.

Anyag és módszer

Zebra-dánió terméketlen és 24 órás élő embriót is tartalmazó ikratételeire különböző egyed számmal *A. aquaticus* kifejlett egyedeket telepítettünk fel összesen 6 különféle kísérleti elrendezéssel (egy példa 1. ábra). Emellett 22 napos, szempontos állapotú- és ugyanilyen idős, már vízi penésszel (*Saprolegnia* sp.) is fertőzött pisztrángikrára helyeztünk víziászskákat (összesen 3 különböző kísérleti elrendezésben, kísérleti időszak 20 nap).

Eredmények és következtetések

Zebra-dánió fajban végzett kísérletek összefoglaló eredményei alapján a víziászkákat a nem termékenyült ikraszemeket eltüntették (fogyasztás, valamint ikrahéj sértés; 1. ábra), az élő embriót tartalmazó ikraszemekhez nem nyúltak, a kikelt lárvákat sem fogyasztották el (nem ragadozók). Pisztrángikrák esetében a nem termékenyült ikraszemeket fogyasztották a *Saprolegnia* fonalakat, egyes ikrákba beleettek, az élő embriót tartalmazó ikraszemekhez nem nyúltak, kikelt lárvákat nem bántották a megfigyelés alatt (20 nap).



1. ábra Egyik víziászká kísérlet összefoglaló diagramja (kezelésenként 6 ismétlés, 1 egység = 5 ml víz, 5 óránkénti ikraszám ellenőrzés 30 óráig (termékenyítéstől 54. óráig)). Jobbra: frissen kelt pisztráng lárvák a kísérlet 20. napján, termékletlen és termékeny ikraszemek közöttük víziászkával).

Összefoglalás

Víziászkákat (*A. aquaticus*) telepítettünk különböző kísérleti elrendezésben zebradánió (*D. rerio*), valamint sebes pisztráng (*S. trutta m. fario*) ikrákra és lárvákra. Összefoglalva a kisméretű ikrával rendelkező, élő zebradánió embriókat nem tartalmazó ikraszemeket a víziászkák részben elfogyasztották, részben ikrahéj sértéssel számukat csökkentették, a pisztráng ikrán megtelepedő *Saprolegnia* telepeket gyérítették. Egyik halfaj kikelt hallárváját sem károsították. Gyakorlati alkalmazási lehetőségét a hosszú embriogenezissel rendelkező pisztráng ikrák keltetésében látjuk, de még kutatni szükséges a biológiai sajátosságaikból adódó konkrét alkalmazási körülményeket (ikra:ászká arány, újratelepítés lehetősége, stb.).

Kulcsszavak: zebradánió, pisztráng, víziászka, *Asellus aquaticus*

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008, az Európai Regionális Fejlesztési Alap és Magyarország Kormánya (GINOP-2.3.2-15-2016-00025), valamint a Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program (FEKUT2019: TUDFO/47138/2019-ITM) támogatta, a Szent István Egyetem vízzel kapcsolatos kutatások tématerületi programja keretében.

Irodalom

Frenken T., Agha R, Schmeller D.S., van West R., Wolinska J. **2019**. Biological Concepts for the Control of Aquatic Zoosporic Diseases. Trends in Parasitology 35(7), 571-582.

KÜLÖNBÖZŐ HORMONBEJUTTATÁSI MÓDSZEREK HATÁSA AFRIKAI HARCSA INDUKÁLT SZAPORÍTÁSA SORÁN

**MÜLLER Tamás¹, NGUYEN Quyen¹, GETACHEW Worku Alebachew¹, BÓGÓ Bence¹,
HORVÁTH László¹, CSORBAI Balázs¹, SZABÓ Tamás¹,
GEBRETSADIK Askale Gebremichael², URBÁNYI Béla¹, KUCSKA Balázs²**

¹ Szent István Egyetem, Természeti Erőforrások Megőrzése Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő, Páter Károly utca 1. muller.tamas@szie.hu

² Szent István Egyetem, Környezettudományi és Természetvédelmi Intézet, Kaposvár, Guba Sándor u. 40. kucska.balazs@szie.hu

Kivonat

Bevezetés

Amikor az indukált halszaporítás keretén belül hormonkezelési módszerekről beszélünk, akkor a gyakorlatban hormoninjektálást értünk alatta, ami elsősorban izom- (intramuszkuláris), vagy hasüregi (intraperitoneális) bejuttatás jelent leggyakrabban fiziológiás sóoldat segítségével. Kísérleti szinten már többféle más kezelést is kipróbáltak (Müller et al. 2020). Jelen kísérletben célul tűztük ki, hogy megvizsgáljuk, hogy egy adott hormonszítvány milyen hatást gyakorol a termékenyülési értékekre, ha különböző invazív, vagy nem-invazív módszerekkel kezeljük az ikrásokat. Vivőanyagként fiziológiás sóoldatot (0,9% NaCl), halspermát, és tojásfehérjét használtunk.

Anyag és módszer

Afrikai harcsa (*Clarias gariepinus*) ikrásokat kezeltünk Ovopel-lel (GnRH-a és metaklopramid, Interfish Kft ©; adag 1 pellet/ hormonvivőanyag / testtömeg kg) a következő beadási módszerekkel.

Első kísérlet:

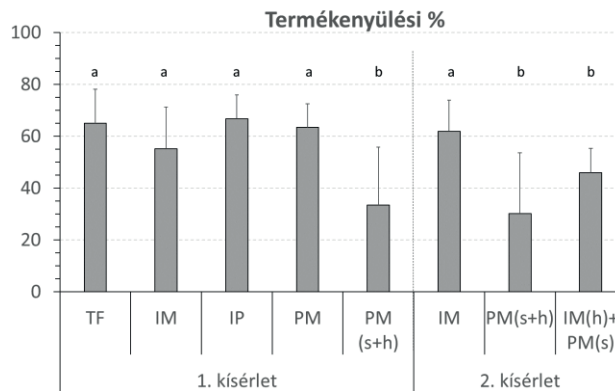
- intramuskuláris kezelés, fiziológiás sóoldat vivőanyag, hátúszó tövénél (IM)
- intraperitoneális kezelés, fiziológiás sóoldat vivőanyag, hasúszó tövénél (IP)
- katéteres petefészekmosás (Németh et al. 2012.) I., fiziológiás sóoldat vivőanyag (PM)
- katéteres petefészekmosás (Müller et al. 2018), II., sperma vivőanyag (PMs+h)
- katéteres petefészekmosás III., tojásfehérje vivőanyag (TF)

Második ellenőrző kísérlet:

- intramuscularis kezelés, fiziológiás sóoldat vivőanyag, hátúszó tövénél (IM)
- katéteres petefészekmosás II., sperma vivőanyag (PMs+h)
- intramuscularis kezelés, fiziológiás sóoldat vivőanyag, hátúszó tövénél + katéteres sperma petefészek mosás (IM(h)+PM(s)).

Ahol nem spermát juttattunk a petefészek lebenybe ott hagyományos in vitro fertilizációval termékenyítettünk poolozott spermamintákkal. Mértük a termékenyítési arányokat 28°C-on 24h-val a termékenyítést követően (kelés kezdete).

Eredmények és következtetések



1. diagram Különböző hormonbeadási módszerek hatása a termékenyülési arányra. A különböző betűjelek statisztikailag igazolható különbséget jelölnek ($p < 0,05$, ANOVA tukey post hoc teszt)

A spermajektálás, valamint a sperma vivőanyagú kezelés termékenyülési értékei elmaradtak a többi csoportéhoz képest, amit egyfelől az Ovopelben található egyéb vivőanyag (szacharidok, aszkorbinsav stb.) depresszív hatásának a spermiumok életképességére, valamint a magas beérési hőmérséklet negatív hatásának tudjuk be.

Összefoglalás

Afrikai harcsa indukált szaporítás módszerénél vizsgáltuk, hogy a hormon bejuttatási módszerek milyen mértékben hatnak a termékenyülési értékekre. Fiziológiás sóoldat és tojásfehérje vivőanyagú kezelések között függetlenül az alkalmazott eljárástól (injektálás, petefészekmosás) nem volt szignifikáns hatása a termékenyülésre, míg a sperma vivőanyag és sperma inszeminált halak értékei statisztikailag igazolható módon elmaradtak a többi csoporttól.

Kulcsszavak: *Clarias garepinus*, petefészekmosás, tojásfehérje vivőanyag

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008, az Európai Regionális Fejlesztési Alap és Magyarország Kormánya (GINOP-2.3.2-15-2016-00025), valamint a Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program (FEKUT2019: TUDFO/47138/2019-ITM) támogatta, a Szent István Egyetem vízzel kapcsolatos kutatások tématerületi programja keretében.

Irodalom

- Müller T., Horváth L., Szabó T., Ittész I., Bognár A., Faidt P., Ittész Á., Urbányi B., Kucska B. **2018**. Novel method for induced propagation of fish: sperm injection in oviducts and ovary / ovarian lavage with sperm. *Aquaculture* 482, 124-129
- Müller T., Urbányi B., Horváth L. **2020**. Áttekintés az indukált halszaporításban alkalmazott hormonbejuttatási módszerekről. *Halászat* 113 (2), 69-76.
- Németh Á., Orbán K., Faidt P., Horváth Á., Müller T., Szathmári L., Urbányi B., Horváth L. **2012**. Induction of ovulation in the pikeperch (*Sander lucioperca* L.) by ovarian lavage. *J. Appl. Ichthyol.* 28, 914-91.

KÍSÉRLETEK AZ AFRIKAI HARCSA TERMÉSZETES ÍVÁSI VISELKEDÉSÉNEK RÉSZLETES FELTÁRÁSÁRA

**NGUYEN Quyen¹, PATAKI Bernadett¹, NEVENA Kitanović¹, HORVÁTH Ákos¹,
HAVASI Máté², KESZTE Szilvia¹, URBÁNYI Béla¹, HARTMUT Greven³,
MÜLLER Tamás¹**

¹Szent István Egyetem, Természeti Erőforrások Megőrzése Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő, Péter Károly utca 1. muller.tamas@mkk.szie.hu

²Szent István Egyetem, Georgikon Kar, Állattudományi Tanszék, Keszthely, Deák F. u. 16.

³Institut für Zoomorphologie und Zellbiologie der Universität Düsseldorf, Universitätsstr. 1, Düsseldorf, Germany

Kivonat

Bevezetés

Az afrikai harcsa (*Clarias gariepinus*) akvakultúrák termelése az 1992-es, mintegy 5 ezer tonnáról 2015-re 248 ezer tonnára nőtt (FAO 2019), melyből az összesített magyar termelés évi 4 ezer tonna körülire tehető. A faj keltetőházi szaporítása régóta kidolgozottnak nevezhető: hasonlóan a többi harcsaféléhez, a tejeseket előlik és a termékenyítésre felhasználó spermát közvetlenül a kioperált heréből gyűjtik, mivel nehezen fejthetők. A *C. gariepinus* természetes ívási viselkedését több, mint 40 éve leírták, azóta - habár több mozzanata nem ismert - nem kutatták behatóbban (van der Waal B.C.W. 1974, Bruton M.N. 1979). Ezidáig feltételezések alapján írták le a termékenyítés pillanatát, mert nem volt megfigyelhető a tejesek spermaürítése. Célul tűztük ki, hogy megfigyeljük az afrikai harcsa ívási etológiájának mindazon sajátosságait, amit eddig nem tártak fel és/vagy nem írtak le kellő alaposással.

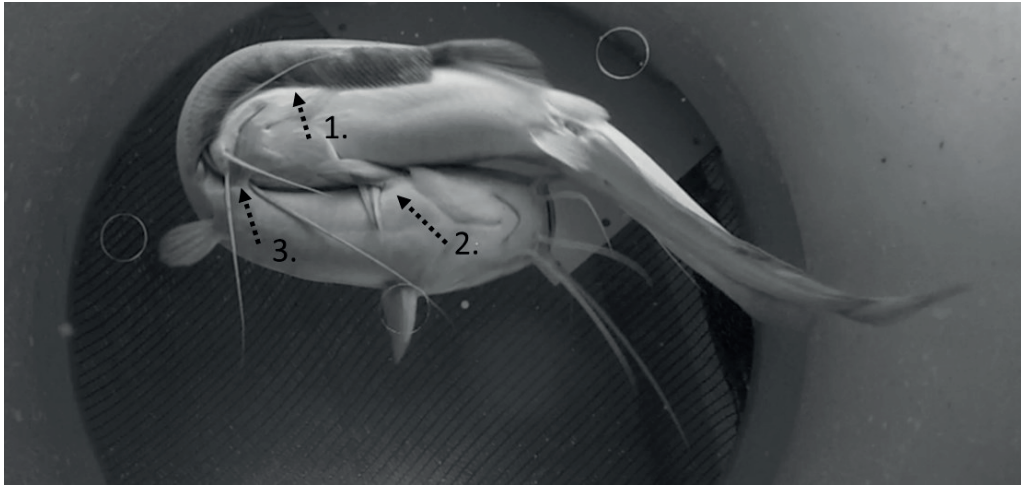
Anyag és módszer

Óriás Zuger keltetőben végeztük a kísérleteinket, ahova az alsó kónuszba, valamint a felső kifolyó szintjében 1-1 GoPro kamerát helyeztünk el. Afrikai harcsa párokat helyeztünk a keltetőbe, előzetes hormonkezelést követően (5 mg ponty hipofízis / testtömeg kg), majd az ívás megkezdésekor elindítottuk a 2-2,5 óráig tartó felvételeket (7 szaporítás). Hisztológiai metszeteket készítettünk a heréből, szemínális vezikulumból és a genitális papillából. Hímivarsejt minőségellenőrzést végeztünk a hím nemi szervrendszer különböző pontjain kinyert ivartermékekből CASA (Computer assisted sperm analysis mérőműszer) segítségével.

Eredmények és következtetések

GoPro kamerával, alulról készített felvételek segítségével feltártuk az eddig rejtett mozzanatait az ívási viselkedésben, mint például a párok ívási pozíciójának rögzítését (a mellúszók egymásba karolása, bajuszszálak és hasúszók rögzítése stb.). Ezentúl elsőként figyeltük meg a tejesek spermaköteg kibocsátását, az ikraszórás programozott, genetikailag mélyen rögzült viselkedési mechanizmusát (1980 óta nagyüzemi szaporításkor kizárólag in vitro fertilizációval szaporítják a halakat Magyarországon). Hisztológiai metszetek és CASA

segítségével feltártuk a sperma vezikulum külső elválasztású mirigyváladék szerepét a spermaköteg képzésben.



I. ábra Ívási pozíció rögzítése. A tejes U alakban átöleli az ikrást, a farokalatti úszót befördítja az ikrás oldalára (1.), az ikrás mellúszóját kimerevíti, a tejes mellúszóval rákucsol (2.), a tejes a hasúszóval megtartja az ikrás fejét, míg az a bajusz szálaival rákucsol (3).

Összefoglalás

Víz alatti videófelvételek, hisztológiai vizsgálatok és CASA spermaminőségvizsgálatok együttes alkalmazásával sikerült részleteiben pontosítani az afrikai harcsa ívási viselkedését. Az ívási stratégia a *Corydoras* (páncélosharcsa-félék neme) fajoknál ismert viselkedéshez áll a legközelebb (Zarske A. és Greven H. 2015).

Kulcsszavak: *Clarias gariepinus*, ívás, spermaköteg.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008, az Európai Regionális Fejlesztési Alap és Magyarország Kormánya (GINOP-2.3.2-15-2016-00025), valamint a Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program (FEKUT2019: TUDFO/47138/2019-ITM) támogatta, a Szent István Egyetem vízzel kapcsolatos kutatások tématerületi programja keretében

Irodalom

- Bruton M.N. 1979. The breeding biology and early development of *Clarias gariepinus* (Pisces; Clariidae) in Lake Sibaya, South Africa, with a review of breeding in species of the subgenus *Clarias*. *Trans. Zool. Soc. Lond* 35, 1-45.
- FAO. 2019. Fisheries & Aquaculture - Cultured Aquatic Species Information Programme - *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) 13 p.
- Van der Waal B.C.W. 1974. Observations on the breeding habits of *Clarias gariepinus* (Burchell). *J. Fish Biol.* 6, 23-27.
- Zarske A., Greven H. 2015. Twenty years “sperm drinking” by female catfishes – and still nothing new? An essay about the different perception of amateurs and professionals. *Bulletin of Fish Biology* 15, 9-31.

HÁROM KÜLÖNBÖZŐ MÓDSZER ÖSSZEHASONLÍTÁSA A PONTYSPERMA (*CYPRINUS CARPIO*) KONCENTRÁCIÓJÁNAK MÉRÉSÉHEZ

PATAKI Bernadett, URBÁNYI Béla, KOLLÁR Tímea, HORVÁTH Ákos

*Szent István Egyetem, Természeti Erőforrások Megőrzése Intézet, Halgazdálkodási Tanszék,
Gödöllő, Páter Károly utca 1. Pataki.Bernadett@szie.hu*

Kivonat

Bevezetés

Kísérletünkben három olyan módszert teszteltünk, amelyek által a ponty (*Cyprinus carpio*) sperma koncentrációjának mérése könnyebbé és gyorsabbá válik. Erre azért volt szükség, mert az eddig használt Bürker-Türk kamrával történő, mechanikus sejtszámolási módszer rendkívül időigényes, ezáltal megnehezíti az adott koncentrációval történő termékenyítést, mélyhűtést, illetve egyéb folyamatokat. Néhány halfajnál már sikerült megalkotni azt az egyenletet, amellyel könnyen kiszámolható a spermakoncentráció, ha ismerjük az abszorbancia értékét. 1992-ben Ciereszko A. és Dabrowski K. sárga sügér (*Perca flavescens*), szivárványos pisztráng (*Oncorhynchus mykiss*) és maréna (*Coregonus clupeaformis*) esetében talált lineáris összefüggést az abszorbancia és a sejtszám között.

Anyag és módszer

Kísérletünkhöz három különböző készüléket használtunk. Egy küvettás spektrofotométert (Shimadzu UV-VIS Spectrophotometer, UV mini 1240), egy plate leolvasó spektrofotométert (Thermo Scientific Varioskan Lux) és egy számítógépes spermavizsgáló rendszert (Computer-assisted sperm analysis – CASA, Minitüb GmbH, AndroVison).

A küvettás spektrofotométeres vizsgálatához 6 db, a Szent István Egyetem Halgazdálkodási Tanszékén, recirkulációs rendszerben tartott ponty spermáját használtuk fel. A mintákból elsőként 10 µl-t hígítottunk 990 µl pír hígítóval (200 mM glükóz, 40 mM KCl, 30 mM Tris, pH 8.0), amelyeknek az abszorbanciáját 505 nanométeren mértük meg spektrofotométer segítségével. Ezt követően a már kihígított mintákból hígítottunk 100 µl-t 900 µl pír hígítóval (1000-szeres hígítás), majd ezeknek a sűrűségét Bürker-Türk-féle sejtszámláló kamra segítségével állapítottuk meg. A hígításokat minden minta esetében háromszor ismételtük meg.

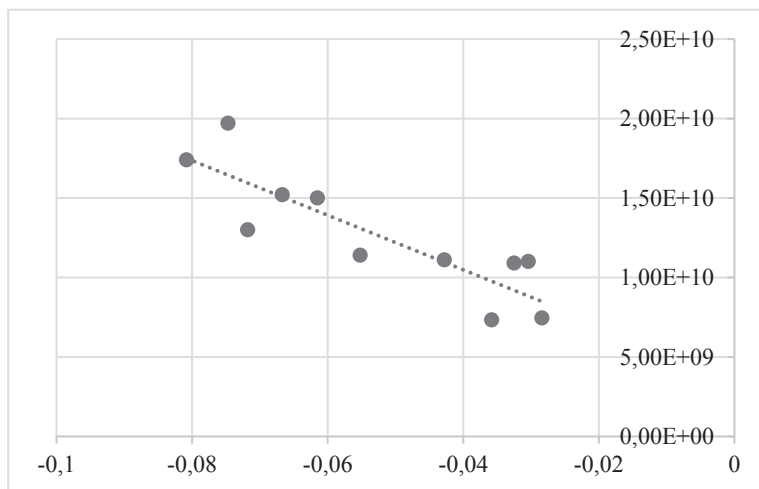
A plate leolvasó spektrofotométeres vizsgálatához szintén 6 db, a Szent István Egyetem Halgazdálkodási Tanszékén, recirkulációs rendszerben tartott ponty spermáját használtuk fel. A mintákból 1 µl spermát hígítottunk 999 µl pír hígítóval (200 mM glükóz, 40 mM KCl, 30 mM Tris, pH 8.0), majd 100 µl kihígított mintát helyeztünk lyukanként a plate-be (Thermo Scientific, BioLite 24 Well Multidish). A minták abszorbanciáját rázás után 505 nanométeren mértük meg. Ezt követően a kihígított minták sűrűségét Bürker-Türk kamra segítségével állapítottuk meg. A hígításokat minden minta esetében háromszor ismételtük meg.

A CASA-s vizsgálatához 3 db, a Szent István Egyetem Halgazdálkodási Tanszékén, recirkulációs rendszerben tartott ponty spermáját használtuk fel. A három mintát 3 különböző

hígítással hígítottuk ki háromszori ismétléssel (100x;200x;300x). A mintákat CASA segítségével fotóztuk le, amely kiszámolta az immobilizált minták sűrűségét. Ezek után a mintákat tovább hígítottuk (1000x;2000x;3000x), majd ezeknek a sűrűségét Bürker-Türk kamra segítségével is megállapítottuk.

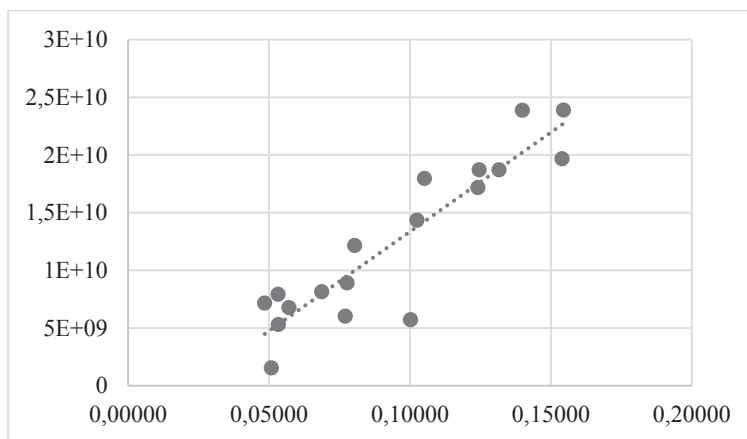
Eredmények és következtetések

Kísérletünk során küvettás spektrofotométert használva lineáris összefüggést találtunk az abszorbancia és a koncentráció között (1. ábra), amely függvény egyenlete a következőképpen írható fel: $Y = -2 \times 10^{11}x + 4 \times 10^9$ ($R^2 = 0,7494$).



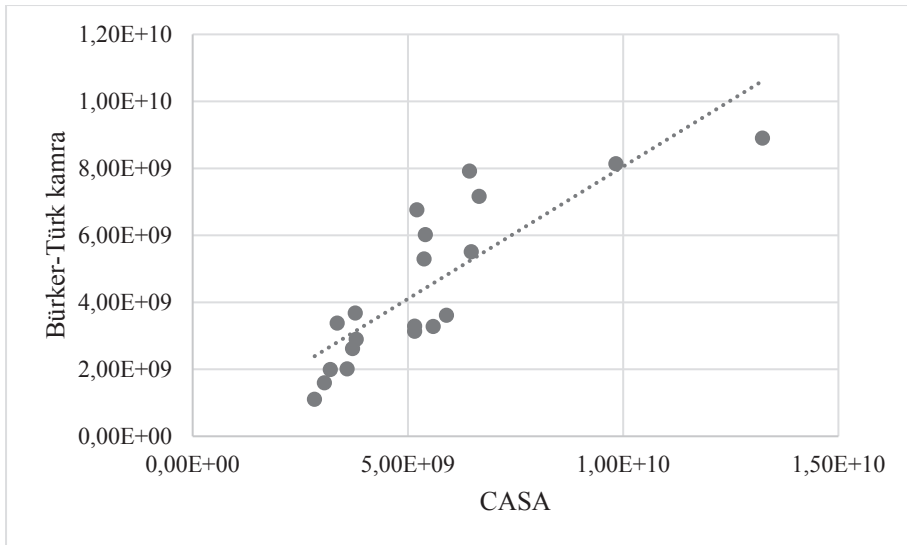
1. ábra Spermakonzentráció és abszorbancia összefüggése küvettás spektrofotométerrel vizsgálva

A plate leolvasó spektrofotométerrel szintén lineáris összefüggést találtunk az abszorbancia és a koncentráció között (2. ábra), amely függvény egyenlete a következőképpen írható fel: $Y = 2 \times 10^{11}x - 4 \times 10^9$ ($R^2 = 0,8283$).



2. ábra Spermakonzentráció és abszorbancia összefüggése plate leolvasó spektrofotométerrel vizsgálva

A CASA segítségével mért sűrűség és a Bürker-Türk kamra segítségével megállapított spermakonzentráció közötti összefüggés determinációs együtthatójának az értéke a következőként alakult: $R^2 = 0,6902$ ($Y = 0,7901x + 2 \times 10^8$) amelyet a következő, 3. ábrán láthatunk.



3. ábra CASA és Bürker-Türk kamra segítségével mért spermakonzentráció közötti összefüggés

Összefoglalás

A spektrofotométerek közül a plate leolvasó spektrofotométer mért a legpontosabban, azonban a két spektrofotométerrel alkotott függvény egyenletének abszolútértéke megegyezik. A mérés a két leolvasó spektrofotométerrel kevesebb hibalehetőséget rejt magában, mivel a mérés előtt a minta felrázható. A leggyengébb összefüggést a CASA-s spermakonzentráció mérésnél kaptuk. Következtetésként levonhatjuk, hogy a következő egyenlettel: $Y = 2 \times 10^{11}x - 4 \times 10^9$, plate olvasó spektrofotométerrel kaphatjuk a legpontosabb eredményt.

Kulcsszavak: ponty, sperma, koncentráció, sejtszámolás, *Cyprinus carpio*,

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Európai Unió és az Európai Szociális Alap támogatásával, az NKFH K129127 és az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 projekt által valósult meg.

Irodalom

Ciereszko A., Dabrowski K. 1993. Estimation of sperm concentration of rainbow trout, whitefish and yellow perch using a spectrophotometric technique. *Aquaculture*, 109(3-4), 367–373.

**A TISZAI INGOLA (*EUDONTOMYZON DANFORDI*) ELSŐ, MIKROSZKÓPIKUS
PARAZITA OKOZTA MEGBETEGEDÉSÉNEK ÉSZLELÉSE A TISZA
VÍZGYŰJTŐJÉN**

**SOMOGYI Dóra^{*1,2}, NYESTE Krisztián¹, ANTAL László¹, VARGA Ádám³,
SZÉKELY Csaba³, MOLNÁR Kálmán³, CECH Gábor³, SELLYEI Boglárka³**

¹*Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar
Hidrobiológiai Tanszék, Debrecen*

²*Debreceni Egyetem, Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola, Debrecen*

³*Agrártudományi Kutatóközpont, Állatorvos-tudományi Intézet, Halkórtan és parazitológia
témacsoport, Budapest*

**s.dora9611@gmail.com*

Kivonat

Bevezetés

Jelen álláspont szerint a Kárpát-medencében három ingolafaj (Petromyzontidae) előfordulásáról tudunk. A dunai ingola (*Eudontomyzon mariae*) a Duna, míg a Vladykov-ingola (*Eudontomyzon vladykovi*) a Duna és a Dráva vízrendszerében fordul elő, szemben a tiszai ingolával (*Eudontomyzon danfordi*), mely a Tisza vízrendszerének endemizmusa (Harka Á. és Sallai Z. 2004). Az ingolák életmódjáról (Kottelat M. and Freyhof J. 2007) és paraziták okozta megbetegedéseiről viszonylag keveset tudunk. Sobecka és munkatársai (2009) a dunai ingola 10 parazitájáról számoltak be, melyek mind a bélférgesek közé sorolhatók, azonban eukarióta mikroorganizmusok okozta megbetegedésekről az ingolák (Cephalaspidomorphi) körében a mai napig nem rendelkezünk információkkal.

A dermocisztid paraziták okozta megbetegedések világszerte széles körben elterjedtek mind a gerinctelen, mind a gerinces szervezetekben, egyaránt beleértve a halakat, a kétélűtüket, a madarakat és az emlősöket (Mendoza et al. 2002, Glockling et al. 2013). A gombák és az állati egysejtűek evolúciós elválásának pontjával határos pozícióban elhelyezkedő *Dermocystidium* fajok a halak gyakori parazitái (Mendoza et al. 2002). Magyarországon korábban a sügér (*Perca fluviatilis*), az angolna (*Anguilla anguilla*), a ponty (*Cyprinus carpio*), valamint a széles kárász (*Carassius carassius*) esetében sikerült kimutatni *Dermocystidium* fajok okozta megbetegedéseket (Csaba G. és Láng M. 1991; Molnár K. 1979, Molnár K. és Sövényi J. 1984, Molnár et al. 2008), de egyre gyakrabban születnek publikációk az egyéb ős- és az idegenhonos halfajok ökológiai és gazdasági jelentőségű dermocisztidiózisairól Afrikában és Dél-Amerikában is (Eiras J.C. and Silva-Souza A.T. 2000, El-Mansy A. 2008, Fujimoto et al. 2017, Steckert et al. 2019).

Összességében elmondható, hogy bár a *Dermocystidium* fajok okozta megbetegedések széles körben elterjedtek az állatvilágban (így a halakban is), az ingolák dermocisztidiózisáról mindeztidáig nem volt ismeretanyagunk. Jelen munkánkban elsőként számolunk be a tiszai ingola *Dermocystidium*-szerű parazitával való fertőzéséről.

Anyag és módszer

Terepi mintavétel:

Mintavételünket 2017. április 18-án egy egyedszámfelmérés keretén belül végeztük a Zempléni-hegységben található Kemence-patakon. A mintavétel során egy német gyártmányú Hans Grassl IG200/b típusú, akkumulátorról üzemelő, pulzáló egyenárammal működő halászgépet használtunk. Halászat közben lettünk figyelmesek az ingolák testét borító hólyagokra. Így a populáció méretének felmérése mellett a szóban forgó elváltozások populáción belüli elterjedtségét is feltérképeztük. Mivel az általunk felmért állomány közel 10%-án megfigyelhetők voltak ezen bőrelváltozások, a további vizsgálatok érdekében egy 16 cm-es (legalább 4 éves) egyedét hordozható akváriumban megvizsgáltunk, majd a gerincvelő elroncsolását követően testét a hossz tengelyre merőlegesen két részre vágtuk. A test feji végét 70%-os etanolba, míg farki végét 10%-os puffereelt formalinba helyeztük. A minták begyűjtését és tárolását az Országos Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Főfelügyelőség engedélyezte (engedélyszám: *OKTF-KP/3460-27/2016*).

Morfológiai és hisztológiai vizsgálatok:

Az ingola testét borító hólyagok morfológiai és szövettani vizsgálataira az Agrártudományi Kutatóközpont, Állatorvos-tudományi Intézet, Halkórtan és parazitológia témacsoport laboratóriumában került sor. A farki testfélről származó hólyagok egyikét fénymikroszkóp alatt feltártuk, az ürülő fehér, szemcsés váladékból készült kenetben spórákhoz hasonló képletek ezreit sikerült megfigyelnünk. A vizsgálat során egy, cellSens Entry képarchiváló szoftverrel felszerelt, Olympus BX53 kutatómikroszkóp segítségével fénymikroszkópos felvételeket is készítettünk. Az ingola 10%-os puffereelt formalinban tartósított részéből szövettani vizsgálatra egy 4–5 µm vastagságú metszetet készítettünk hematoxilín-eozin festéssel. A cisztákat határoló szövetek jellemzését Elliot D.G. (2011) irányelvei alapján végeztük.

Molekuláris biológiai vizsgálatok:

A parazita pontos rendszertani azonosítása érdekében molekuláris vizsgálatokat végeztünk. A hólyagból kinyert, majd 80%-os etanolban fixált spóraszerű képletekből genomiális DNS-t izoláltuk Geneaid™ DNS izoláló készlet (Geneaid Biotech Ltd., New Taipei City, Taiwan) segítségével. A 18S riboszómális DNS felsokszorosításához és szekvenálásához az alábbi primerpárt használtuk: AmgF 5'-GTAGTCATATGCTTGCTCTC; AmgR 5'-TATTGCCTCAAAC-TTCCAT) (González-Hernández et al. 2010). A PCR termék méretét és minőségét agarózgél-elektroforézissel ellenőriztük, majd a felsokszorosított DNS fragmentet EZ-10 Spin Column PCR Purification Kit segítségével tisztítottuk (Bio Basic Inc., Markham, Canada). A szekvenálás ABI BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit felhasználásával történt. A szekvenciák leolvasása, megrendelt szolgáltatás keretében, az ABI 3100 Genetic Analyser automata szekvenátorral zajlott. A nyers szekvenciákat a MEGA 6.06 szoftverrel ellenőriztük és szerkesztettük össze (Tamura et al. 2013). Szekvenciánkat a génbankban elérhető és ahhoz leginkább hasonló dermocisztid szekvenciákkal a CLUSTAL W szoftver segítségével illesztettük (Thompson et al. 1994). A filogenetikai rekonstrukció a maximum-likelihood algoritmus alapján történt (Akaike információs kritérium (AIC) modell). A filogenetikai fa megbízhatóságának becslésére bootstrap analízist végeztünk 1000-szeres ismétlésben.

Eredmények és következtetések

A mintavétel során megvizsgált 274 tiszai ingola közül 25 egyeden figyeltük meg a bőr hólyagos elváltozásait. A faj fokozottan védett természetvédelmi státuszára való tekintettel egyetlen 16 cm-es egyedet gyűjtöttünk be további vizsgálatokra. A vizsgálatra gyűjtött ingola testének különböző részein összesen 10, kiboltosodó hólyagot (7–10 mm) észleltünk. A feltárással került hólyagból ürülő fehér, szemcsés folyadékban, fénymikroszkóp alatt, apró (8–14 μm -es) spóraszerű képleteket figyelhettünk meg, melyek viszonylag vékony (0,5 μm) sejtfallal rendelkeztek. A képleten belüli teret túlnyomó részt szemcsés sejttálmány és keskeny citoplazma töltötte ki. Egyes esetekben a sejtfalhoz szorult sejtmagok is kirajzolódtak. A spóraszerű képleteken túl, a *Dermocystidium* fajokra gyakran jellemző spóráképző fonalak (hifa) képződését nem tapasztaltuk.

A molekuláris azonosítást célzó vizsgálatainkhoz a spóraszerű képletekből DNS-t izoláltunk, majd egy specifikus PCR reakció segítségével a 18S rDNS egy adott, 1348 bp hosszúságú szakaszát felerősítettük, és megszekvenáltuk. A génbankból az általunk vizsgált szekvenciához hasonló, összesen 39 *Dermocystidium* szekvenciát választottunk ki és illesztettünk egymásra, a végső illesztés 1411 bp hosszúságú lett. A tiszai ingola parazitája a spóraszerű képletekből nyert DNS vizsgálata alapján monofiletikus csoportot alkot több dermocisztid fajjal (pl. *Dermocystidium salmonis*, *D. hylarum*, *Rhinosporidium seeberi*, *Valentines rwandae*). Azonban a halak esetében ismeretes és a dermocisztid paraziták közül legjobban ismert *Dermocystidium percae* ezen csoporton kívül helyezkedik el. Az eredményeket tekintve elmondható, hogy a tiszai ingolából származó dermocisztid parazita a génbankból származó és azokkal összevetett szekvenciák közül a legnagyobb hasonlóságot a *D. salmonis* fajjal mutatta (98,4%), valamint az összes egyéb szekvenciától legalább 2% mértékben eltért.

Összefoglalás

Számos *Dermocystidium* parazita létezik világszerte, melyek édesvízi és anadrom vándorló halfajokon okoznak különféle megbetegedéseket (Feist et al. 2004, Zhang Q. and Wang Z. 2005, Molnár et al. 2008, Hassan et al. 2014, Mahboub H.H. and Shaheen A.A. 2020). A tiszai ingola a Kárpát-medence fokozottan védett endemizmusa, melynek parazitáiról mindeztáig nem rendelkezünk információkkal. Jelen munkánk az első, amely adatokat közöl eukarióta mikroorganizmusok okozta megbetegedésekről az (édesvízi) ingola fajokban. Sőt, a tanulmányozásra került *Dermocystidium*-szerű kórokozó a tiszai ingola tudomány által első felismert parazitája.

Az általunk begyűjtött és további vizsgálatoknak alávetett ingola testén fejlődött hólyagok, eltérően a korábban hazánkban kimutatott *Dermocystidium* paraziták okozta fertőzésektől, meglehetősen vékonynak mutatkoztak. A ciszták fehér színű, szemcsés folyadékot tartalmaztak spóraszerű képletek ezreivel. Ezek belső struktúrájuk tekintetében nem mutatták a klasszikusan a *Dermocystidium* parazitákra jellemző „félhold alakot” (nagy központi vakuólum, mely vékony sarló alakban a sejtfalhoz szorítja a citoplazmát és a sejtmagot), valamint nem képeztek az ezen fajokra gyakran jellemző hifafonalakat sem. Ez a sejtszerveződési eltérés, vélhetően a fertőzés korai stádiumával magyarázható, amikor is a spórákat még egy sokkal szemcsésebb struktúra jellemzi (Pekkarinen et al. 2003). Az érett spórák hiányában az általunk vizsgált fajt, pontosabb rendszertani megjelölés nélkül, csupán *Dermocystidium*-szerű parazitaként kezelhetjük.

A további vizsgálatok a parazita fajának pontos meghatározását illetően akadályokba ütköznek, mert azon túl, hogy egy fokozottan védett és folyamatosan csökkenő populációval

rendelkező gazdafajról beszélünk, a fertőzött ivarérett egyedek begyűjtésére csupán néhány nap áll rendelkezésünkre tavasszal, az ívási időszak során.

A molekuláris vizsgálatok eredményei alapján elmondható, hogy jelen parazita a dermocisztid fajok monofiletikus csoportjában foglal helyet. Rokonságban áll a pisztráng- és sügérféléből már korábban megismert *Dermocystidium* fajokkal, azonban azok mindegyikétől figyelemre méltó (> 2% bázissorrend) eltérés választja el, mely a gazdaszervezetek közötti filogenetikai távolságok figyelembevételével értelmezhető, ugyanis az ingolafélék az állkapcsos élőlényektől (Gnathostomata), beleértve a csontos halakat is, elkülönülő filogenetikai csoportot képeznek. Ezt a tényt figyelembe véve fontos hangsúlyozni, hogy jelen tanulmány az első, mely ezen ősi gerinces csoport (Cephalaspidomorphi) dermocisztid parazitás fertőzöttségéről szolgáltat adatokat.

Kulcsszavak: dermocisztid parazita, tiszai ingola, hólyagok, hisztológia, 18S rDNS

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani Lontay Lászlónak, az Aggteleki Nemzeti Park természetvédelmi öröknek a mintavételben nyújtott nélkülözhetetlen segítségért és tapasztalatainak megosztásáért, valamint Abonyi Tamás és Pádár Patrik egyetemi hallgatónak a mintavétel során nyújtott segítségért.

Somogyi Dórát az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-20-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programja támogatta.

A tanulmány alapjául szolgáló kutatást az Innovációs és Technológiai Minisztérium által meghirdetett Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program NKFIH-1150-6/2019 számon támogatta, a Debreceni Egyetem 4. tématerületi programja keretében.

Irodalom

- Csaba G., Láng M. **1991**. A ponty bőrében élősködő *Dermocystidium erschowi* megjelenése hazánkban. *Halászat*, 84, 109–111. (in Hungarian)
- Eiras J.C., Silva-Souza A.T. **2000**. Dermocystidium infection in *Trichomycterus* sp. (Osteichthyes, Trichomycteridae). *Parasite*, 7, 323–326. <https://doi.org/10.1051/parasite/2000074323>.
- Elliott D.G. **2011**. *The Many Functions of Fish Integument*. In: Farrell A.P., (ed.), *Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome to Environment*, San Diego: Academic Press, 1, 471–475.
- El-Mansy A. **2008**. A new finding of Dermocystidium-like spores in the gut of cultured *Oreochromis niloticus*. *Journal of Global Veterinary Research and Development*, 2, 369–371.
- Feist S.W., Longshaw M., Hurrell R.H., Mander B. **2004**. Observations of *Dermocystidium* sp. infections in bullheads, *Cottus gobio* L., from a river in southern England. *Journal of Fish Diseases*, 27, 225–231. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2004.00535.x>
- Fujimoto R.Y., Couto M.V.S., Sousa N.C., Diniz D.G., Madi R.R., Martins M.L., Eiras J.C. **2017**. *Dermocystidium* sp. infection in farmed hybrid fish *Colossoma macropomum* × *Piaractus brachipomus* in Brazil. *Journal of Fish Diseases*, 41, 565–568. <https://doi.org/10.1111/jfd.12761>.
- Glockling S.L., Marshall W.L., Gleason F.H. **2013**. Phylogenetic interpretations and ecological potentials of the Mesomycetozoea (Ichthyosporea). *Fungal Ecology*, 6, 237–247.
- González-Hernández M., Denoël M., Duffus A.J.L., Garner T.W.J., Cunningham A.A., Acevedo-Whitehouse K. **2010**. Dermocystid infection and associated skin lesions in free-living palmate newts (*Lissotriton helveticus*) from Southern France. *Parasitology International*, 59, 344–350. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2010.04.006>
- Harka Á., Sallai Z. **2004**. Magyarország halfaunája. *Nimfea Természetvédelmi Egyesület, Szarvas*, 269 p.
- Hassan M.A., Osman H.A.M., Mahmoud M.A. **2014**. Studies on Dermocystidiosis (Yellow Muscle Disease) among Some Marine Fishes of Arabian Gulf and Red Sea Coast, Jeddah, Saudi Arabia. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 22(4), 478–487.
- Kottelat M., Freyhof J. **2007**. *Handbook of European Freshwater Fishes*. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany, 646 p.

- Mahboub H.H., Shaheen A.A. **2020**. Prevalence, diagnosis and experimental challenge of *Dermocystidium* sp. infection in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Egypt, *Aquaculture*, 516, doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734556>.
- Mendoza L., Taylor J.W., Ajello L. **2002**. The class Mesomycetozoa: A group of microorganisms at the animal-fungal boundary. *Annual Review of Microbiology*, 56, 315–344. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.56.012302.160950>
- Molnár K. **1979**. Protozoan parasites of fish species indigenous in Hungary. *Parazitologia Hungarica*, 12, 5–8.
- Molnár K., Sövényi J. **1984**. *Dermocystidium anguillae* infection in elvers cultured in Hungary. *Aquacultura Hungarica* (Szarvas), 4, 71–78.
- Molnár K., Müller T., Lefler K.K., Csorbai B. **2008**. *Dermocystidium* fertőzöttség széles kárász szemében. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 130, 53–56.
- Pekkarinen M., Lom J., Murphy C.A., Ragan M.A., Dyková I. **2003**. Phylogenetic Position and Ultrastructure of Two *Dermocystidium* Species (Ichthyosporea) from the Common Perch (*Perca fluviatilis*). *Acta Protozoologica*, 42, 287 – 307.
- Sobecka E., Moskal J., Więcaszek B. **2009**. Checklist of the pathogens of lamprey species of Poland. *International Journal of Oceanography and Hydrobiology*, 38, 129–137. <https://doi.org/10.2478/v10009-009-0015-7>
- Steckert L.D., Cardoso L., Tancredo K.R., Martins M.L., Jeronimo G.T. **2019**. *Dermocystidium* sp. in the gills of farmed *Oreochromis niloticus* in Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 91, e20180959. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201920180959>
- Tamura K., Stecher G., Peterson D., Filipski A., Kumar S. **2013**. MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. *Molecular Biology and Evolution*, 30, 2725–2729.
- Thompson J.D., Higgins D.G., Gibson T.J. **1994**. CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research*, 22, 4673–4680.
- Zhang Q., Wang Z. **2005**. *Dermocystidium* sp. infection in cultured juvenile catfish *Silurus meridionalis* in China. *Diseases of Aquatic Organisms*, 65, 245–250. <https://doi.org/10.3354/dao065245>

A PONTY PARAZITA *THELOHANELLUS NIKOLSKII* KÜLÖNBÖZŐ MEGJELENÉSI FORMÁI

BORZÁK Réka, CECH Gábor, MOLNÁR Kálmán, VARGA Ádám, SZÉKELY Csaba

*Agrártudományi Kutatóközpont, Állatorvos-tudományi Intézet, Budapest, Hungária krt. 21.
borzak.reka@atk.hu*

Kivonat

Bevezetés

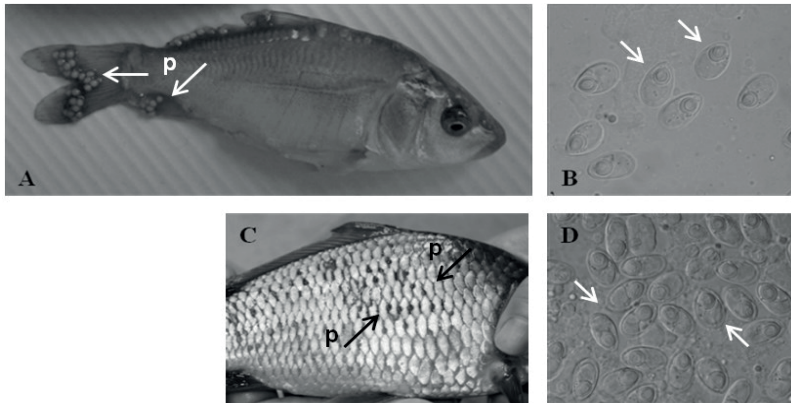
A gazdasági károkat is okozó *Thelohanellus nikolskii* (Achmerov A. 1955) nyálkaspórási ponty parazitát a Közel-Keletről mutatták ki először 1955-ben. A parazita 1979-ben jelent meg Magyarországon, ahová feltehetőleg az amúri tőponty (*Cyprinus carpio haematopterus*) telepítésével került be (Jeney G. 1979). A fertőződés során jól látható ciszták alakulnak ki az ivadék pontyok farokúszóján. Idősebb halakon ez a körkép kevésbé kifejezett. Moshu A. és Molnár K. (1997) azonban felveti a lehetőségét, hogy a többnyaras pontyok pikkelyén megfigyelhető nyálkaspórási eredetű cisztákat is ugyanez a *T. nikolskii* parazita okozza. Vizsgálataink során az uszony és pikkely fertőzöttségét hasonlítottuk össze molekuláris módszerekkel.

Anyag és módszer

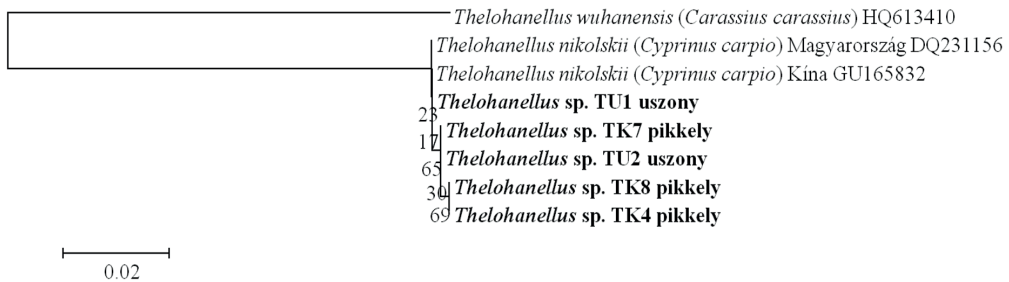
Pikkely és uszony thelohanellózist mutató pontyokat gyűjtöttünk hazai halgazdaságokból és természetes vizekből. A cisztákat felnyitva mikroszkóp alatt kigyűjtöttük belőlük a spórákat, melyeket molekuláris és morfológiai vizsgálatoknak vetettünk alá. A morfológiai méréseket Olympus BH-2 sztereomikroszkóppal végeztük. A molekuláris vizsgálatok során DNS kivonást követően, nested PCR módszerrel határoztuk meg a spórák 18S rDNS szekvenciáját, melyeket összehasonlítottunk a nemzetközi adatbázisokban fellelhető egyéb nyálkaspórási paraziták szekvenciáival. Ezek segítségével elvégezhettük a spórák faj szintű azonosítását.

Eredmények és következtetések

A morfológiai vizsgálatok során az ivadékhalk uszonyáról származó ciszták spórái és az idősebb halak pikkelyén talált ciszták spóráinak alakja és mérete egymással megegyezett (1. ábra). Elhelyezkedésük ugyan eltérő szervben, de megegyező szövettípusban (kollagénrostos kötőszövet) található. A molekuláris eredmények alátámasztották a morfológiai egyezést, a két különböző lokációban fejlődő spórák 18S rDNS szekvenciái egymással megegyeznek (2. ábra), így ezek a nyálkaspórási paraziták azonos fajnak tekinthetők.



1. ábra A *T. nikolskii* által képzett plazmódiumok (→, p) és spórák (→) a ponty úszóján (A, B) és pikkelyén (C, D)



2. ábra. A pontyok uszonyán és a pikkelyén előforduló *Thelohanellos* spórák molekuláris elemzése a 18S rDNS gén alapján. Az elemzés Maximum Likelihood algoritmus alapján történt, a K2+G+I modell szerint. Kulcsoportnak a *T. wuhanensis*-t választottuk. A bootstrap értékeket az elágazásoknál feltüntettük. A méretarány az egy nukleotidra jutó szubsztitúciók becsült számát jelöli.

Összefoglalás

Jelen kutatásunk kapcsán bebizonyosodott, hogy az elsőnyaras ivadékhalk farokúszóján cisztákat képző, *Thelohanellos nikolskii*-ként ismert nyálkaspóras parazita és az idősebb halak pikkelyén később tavasszal-kora nyáron gyakran megjelenő kemény, cisztaszerű képletekben fejlődő *Thelohanellos* faj azonosnak tekinthető.

Kulcsszavak: ponty, parazita, *Thelohanellos nikolskii*, farokúszó, pikkely

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a GINOP 2.3.2 – 15 – 2016 – 00025 (Goodfish) és a ParaFishControl – Horizon 2020 pályázatokból finanszíroztuk.

Köszönjük továbbá a NÉBIH ÁDI segítségét a halminták biztosításában.

Irodalom

- Achmerov A. 1955. Ways of the origin of Myxosporidia species of the genus *Thelohanellos* Kudo from Amur wild carp. Dokl. Akad. Nauk SSSR. 105, 1129-1132. (in Russian).
- Jeney G. 1979. The Occurrence of *Thelohanellos dogieli* Achmerov, 1955 (Myxosporidia) on Carp (*Cyprinus carpio*) in Fish Ponds in Hungary. Parasit. Hung. 12, 19-21.
- Moshu A., Molnár K., 1997. *Thelohanellos* (Myxozoa: Myxosporidia) infection of the scales in the European wild carp *Cyprinus carpio*. Dis. Aquat. Org. 28, 115-123.

MŰHOLDAS NYOMKÖVETŐK HASZNÁLHATÓSÁGA ÉDESVÍZI HALAK MOZGÁSI MINTÁZATÁNAK VIZSGÁLATÁBAN

MOZSÁR Attila¹, VITÁL Zoltán^{1,2}, JÓZSA Vilmos¹

¹ *Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Halászati Kutatóintézet, Szarvas*

² *Ökológiai Kutatóközpont, Balatoni Limnológiai Intézet, Tihany*

Kivonat

Bevezetés

Az állatok nyomkövetéséhez kezdetben passzív jeleket használtak, melyek segítségével a visszafogás vagy megfigyelés alapján következtettek a mozgási mintázatokra. Egyszerűségének köszönhetően mind a mai napig széles körben alkalmazott módja a nyomkövetésnek. Hátránya, hogy általában csak durva időléptékben képes rekonstruálni az állat mozgását. A finom idő- és térléptékű nyomkövetést a rádiós kommunikáció (Kays et al. 2015) valamint az akusztikus helymeghatározó technológiák (Donaldson et al. 2014) tették lehetővé. Ez utóbbi főleg édesvízi környezetben terjedt el. Ezek hátránya, hogy a nyomkövetés véges hatósugarú vevőegységek telepítését igényli (lásd: Colborne et al. 2019). A rádió- és akusztikus telemetria előtt álló térbeli korlátokat már csak a műholdas helyzetmeghatározó rendszerek voltak képesek ledönteni. A műholdas jeladók fejlődésével, méretük csökkenésével már az állatokra erősíthető jeladóként szolgálhattak és a nyomkövetés tér és időbeli korlátok nélkül történhetett. Ennek megfelelően kontinenseken átívelő vándorlási útvonalakat térképezhettek fel.

Mivel a műholdas helyzetmeghatározás – a jelenlegi technológiai lehetőségek szerint – víz alatt nem lehetséges, a vízi élőlények esetében ennek felhasználhatósága nagyon szűk tartományban mozog. Leginkább a tüdővel lélegző tengeri állatok esetében használható sikeresen, hiszen ezek az állatok (pl.: teknősök, cetek) légvételhez feljönnek a felszínre, lehetőséget kínálva a jeladónak a műholdas kommunikációra (Hussey et al. 2015). Emellett nagytestű, felszín közelében mozgó tengeri halak vizsgálatára használták ezt a technológiát (Block et al. 2005, Cermeño et al. 2015).

A műholdas telemetriához azok a vízi állatok alkalmasak, melyek elég nagytestűek egy jeladó vontatásához, idejük jelentős részében a felszín közelében tartózkodnak, nyílt vízi életmódot folytatnak és kerülnek a szűkös helyeket. Az előhelynek is meg kell felelnie különféle elvárásoknak, mégpedig kellően nagyoknak kell lennie ahhoz, hogy a jól bevált akusztikus jeladók helyett megérje a műholdas technológia használata, valamint akadótól, a jeladó fel- illetve megakadására alkalmas tereptárgyaktól mentesnek kell lennie. Ezek a feltételek igen kevés édesvízi halfaj és élőhely esetében teljesülnek, így édesvízi halak nyomkövetésében nem terjed el a műholdas helymeghatározáson alapuló technológia.

A balatoni busa (*Hypophthalmichthys* spp.) állomány minden szempontból megfelel a műholdas nyomkövetés kritériumainak, így kiváló modellként szolgál a módszer édesvízi körülményekhez történő adaptálására. Emellett, a világszinten is komoly ökológiai és gazdasági kockázatot jelentő (Cooke et al. 2009) inváziós busa fajok ökológiájának (pl.: diszperziós

képesség, élőhelyhasználat) megértése szempontjából is egyedülálló lehetőséget kínál a műholdas nyomkövetés. Vizsgálatunk első évében a módszer alkalmazhatóságára fókuszáltunk.

Anyag és módszer

Munkánk során a Wildlife Computers SPOT-253 (Seattle, WA, USA) típusú jeladóit használtuk, melyek helymeghatározáshoz az Argos műholdrendszert használják, pontosságuk 350 m. A precízen kiegyensúlyozott felúszó jeladó áramvonalas formájával a lehető legkevesebb terhet ró a jelölt állat számára. Beállításától függően az akkumulátor kapacitás az egy évet is meghaladhatja.

A jeladó kommunikációs beállításaira vonatkozóan korábbi eredményekre nem támaszkodhattunk, így a biztos helymeghatározást és az akkumulátor élettartamát figyelembe véve egy kompromisszumos kísérleti beállítás mellett döntöttünk. A jelsugárzást hatórás időintervallumokra osztottuk és az egyes intervallumokra maximalizáltuk a kommunikációs próbálkozások számát (100 kommunikációs próbálkozás / 6 óra). A 100 próbálkozás már feltételezhetően eredményez 2-3 jó minőségű helyadatot, a hatórás intervallumokkal pedig naponta négy alkalmat adunk a jeladónak ezen 2-3 helyadat előállítására.

A gyűjtés kopoltyúhálós módszerrel (330 méter, 12 cm-es szembőség) történt a Balaton Siófoki-medencéjében, a halakat a fogás észlelését követően azonnal szabadítottuk, majd 60 ppm töménységű MS-222 oldatban altattuk. A jeladót egy hámon rögzítettük, amit a hátúszú előtt varrtunk fel. A könnyebb felúszás és kommunikáció érdekében a jeladókat 30-40 cm-es plusz drótkötéssel rögzítettük.

1. táblázat A jelölés első évének tapasztalatai.

jelölés dátuma	teljes testhossz (cm)	ivar	a halakon töltött napok száma	helyadatot szolgáltató napok száma	összes helyadat	helyadatok száma naponként	a jeladó visszakerült-e
április 1.	105	tejes	0	0	0	0	nem
április 1.	95	tejes	6	3	14	4,6	igen
április 1.	115	ikrás	16	4	26	6,5	nem
április 1.	100	tejes	9	5	54	10,8	igen
április 1.	105	ikrás	9	9	72	8	igen
április 2.	95	tejes	0	0	0	0	nem
április 2.	105	tejes	40	24	112	4,6	nem
április 4.	105	ikrás	51	25	98	3,9	nem
május 24.	110	ikrás	13	12	64	5,3	igen
május 24.	95	tejes	15	14	106	7,6	igen
május 24.	115	ikrás	13	8	38	4,7	nem
május 24.	90	tejes	24	13	103	7,9	nem
június 4.	120	ikrás	25	19	55	2,3	nem
június 12.	105	ikrás	15	13	44	3,4	igen
június 14.	90	tejes	7	1	6	6	igen
június 19.	110	tejes	9	4	23	5,7	igen
augusztus 15.	110	tejes	11	11	44	4	nem

augusztus 15.	115	ikrás	49	23	179	7,8	nem
augusztus 15.	125	tejes	11	6	27	4,5	nem
augusztus 15.	100	ikrás	7	4	21	5,2	nem
augusztus 15.	125	tejes	0	0	0	0	igen
augusztus 15.	110	tejes	11	5	28	5,6	nem

Eredmények és következtetések

A vizsgálat első évében összesen 22 jeladót helyeztünk fel. A jelölt halak teljes testhossza 90 és 125 cm között változott. Összesen 1115 helyadatot gyűjtöttünk (1. táblázat); 88 olyan nap volt, amikor legalább egy helyadatot kaptunk, halanként átlagosan 4-5 adatot naponta. Halanként átlagosan 50 helyadatot szolgáltatottak a jeladók. Az eloszlás azonban nagyon heterogén volt. Egyes jeladók soha nem kommunikáltak, míg mások több mint 100 helyadatot szolgáltatottak. A jeladók megtartásában is igen nagy különbségek voltak, kéthetes átlag mellett közel két hónap és a néhány nap között változott.

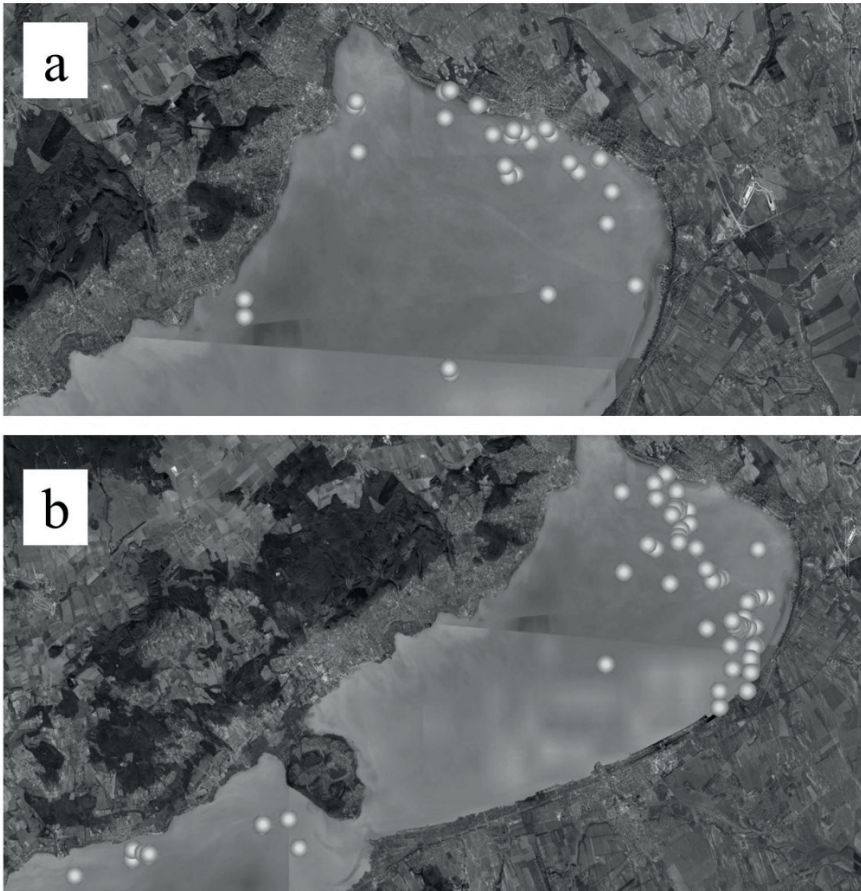
A jeladókhöz egy kis műanyag táblát rögzítettük egy értesítési telefonszámmal. Ennek köszönhetően a halakról leszakadt jeladók közel fele visszakérült hozzánk, melyek így újra felhelyezhetőek. A megtalálók feltétlen együttműködése és segítőkészsége nagyban hozzájárult jelen és az ehhez hasonló vizsgálatok sikerességéhez. A halak mozgási aktivitásában is jelentős különbségeket figyeltünk meg (1. ábra). A halak egy része nem hagyta el a Siófoki-medencét (1. ábra a). Több egyed azonban komoly távolságokat tett meg a jelölést követő néhány napban (1. ábra b). A jelenlegi eredmények birtokában nem jelenthetjük ki bizonyosan, hogy ez fajra jellemző vagy a jelölés okozta stressz által kiváltott viselkedés (Hoolihan et al. 2011). A helyadatok alapján a megjelölt egyedek a parthoz közelebbi, mélyebb vizeket részesítik előnyben.

A megtalálók, egy eset kivételével nem az elhullott halon találták meg a jeladókat. Ez rámutatott, hogy a jelenleg alkalmazott rögzítés teherbírása nem elegendő a jeladók tartós rögzítésére. A döntő mértékben nyílt vízfelülettel rendelkező Balatonon is számolni kell a jeladók elakadásával. Ennek elkerülése érdekében a továbbiakban 1 mm-es acélhuzallal rögzített, rozsdamentes acélból készült hámoikat használunk.

A helyadatok időbeni eloszlása mozaikos, amiből arra következtethetünk, hogy a busák csak időszakosan tartózkodnak a vízfelszín közelében. Ezekben az időszakokban nagy mennyiségű és jó minőségű helyadatot szolgáltatottak a jeladók, ami azt mutatja, hogy a busák ekkor a vízfelszín közvetlen közelében tartózkodtak. A nagy mennyiségű helyadat azt mutatja, hogy a hatórási időtartamra megadott kommunikációs próbálkozások száma (jelenleg 100) csökkenthető, így lehetőség nyílik az akkumulátor élettartamának csökkentése nélkül hosszabb távú vagy finomabb időléptékű nyomkövetésre. Ha megtartjuk a hatórási időintervallumokat és 50-re csökkentjük a próbálkozások számát, az – a jeladó akkumulátorát kímélve – kétszer olyan hosszú távú nyomkövetést tesz lehetővé. Ha 50 próbálkozást állítunk be, de háromórás intervallumokra az kétszer annyi helyadatot, így finomabb léptékű nyomkövetést eredményez. A 4-5 helyadat/nap/hal elegendő a statisztikai értékeléshez, így a nyomkövetés időtartamának növelésével emelhető a felmérés tudományos értéke. Ez megerősíti a rögzítés stabilitásának szükségességét.

Összefoglalás

Az édesvízi halak mérete, életmódja és az élőhelyeik környezeti feltételei általában nem alkalmasak műholdas nyomkövetésre. A balatoni busa állomány azonban a busák testmérete és életmódja, valamint a Balaton mérete, akadóktól mentes, nyíltvízi jellege lehetővé teszi a műholdas nyomkövetés alkalmazását. A vizsgálatunk során kísérletet tettünk a műholdas nyomkövetés édesvízi körülményekhez történő adaptálására, ami egyedülálló lehetőséget biztosít az inváziós busa fajok élőhelyhasználatának és diszperziós képességeinek megismerésére. A felmérés során 22 db nagytű (TL > 95 cm) busára helyeztünk fel Argos rendszerű SPOT-253 jeladót. Az eredmények alapján a busa fajok alkalmasak a műholdas nyomkövetésre, ami a faj elleni védekezésben (gyérítésben) is új lehetőségeket nyit meg. A vizsgálatunk több ponton rávilágít az alkalmazott módszerek gyenge pontjaira. Az első év tanulsága szerint a rögzítés során a lehető legbiztosabb megoldásokat és legerősebb anyagokat kell alkalmazni. A busák időszakosan, de akkor tartósan tartózkodnak a vízfelszín közelében, ami lehetővé teszi, hogy kis számú kommunikációs próbálkozás mellett alkalmazzuk a jeladókat, megnövelve az akkumulátoruk élettartamát.



1. ábra A busák mozgási aktivitásában mutatkozó különbségek szemléltetése. Mindkét ábra egy-egy hal helyadatait mutatja. (a) április 04. és május 24. közötti gyűjtött adatok (b) június 10. és 28. között gyűjtött adatok.

Kulcsszavak: busa, *Hypophthalmichthys*, Balaton, Argos

Köszönetnyilvánítás

A szerzők kiemelt köszönetet mondanak Duane C. Chapman-nek, aki nélkül a munka nem jöhetett volna létre. Köszönettel tartozunk továbbá, Dobos Géza, Joel W. Yeager, Boros Gergely, Nagy Gábor és Fazekas Dorottya segítségéért. Értékes tanácsaiért köszönet illeti: Torma Pétert, Tóth Viktort és Sály Pétert. A jeladók megtalálójának köszönjük a példátlan segítőkészséget! A vizsgálatot a GINOP-2.3.2-15-2016-00004 projekt támogatta.

Irodalomjegyzék

- Block B.A., Teo S.L.H., Walli A., Boustany A., Stokesbury M.J.W., Farwell C.J., Weng K.C., Dewar H., Williams T.D. **2005**. Electronic tagging and population structure of Atlantic bluefin tuna. *Nature* 434, 1121-1127.
- Cermeño P., Quílez-Badía G., Ospina-Alvarez A., Sainz-Trápaga S., Boustany A.M., Seitz A.C., Tudela S., Block A.B. **2015**. Electronic Tagging of Atlantic Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*, L.) Reveals Habitat Use and Behaviors in the Mediterranean Sea. *PLoS ONE* 10(2): e0116638.
- Colborne S.F., Hondorp D.W., Holbrook C.M., Lowe M.R., Boase J.C., Chiotti J.A., Wills T.C., Roseman E.F., Krueger C.C. **2019**. Sequence analysis and acoustic tracking of individual lake sturgeon identify multiple patterns of river-lake habitat use. *Ecosphere* 10 (12): e02983
- Cooke S.L., Hill W.R., Meyer K.P. **2009**. Feeding at different plankton densities alters invasive bighead carp (*Hypophthalmichthys nobilis*) growth and zooplankton species composition. *Hydrobiologia* 625, 185-193.
- Donaldson M.R., Hinch S.G., Suski C.D., Fisk A.T., Heupel M.R., Cooke S.J. **2014**. Making connections in aquatic ecosystems with acoustic telemetry monitoring. *Frontiers in Ecology and Environment* 12, 565-573.
- Hoolihan J.P., Luo J., Abascal F.J., Campana S.E., De Metrio G., Dewar H., Domeier M.L., Howey L.A., Lutcavage M.E., Musyl M.K., Neilson J.D., Orbesen E.S., Prince E.D., Rooker J.R. **2011**. Evaluating post-release behaviour modification in large pelagic fish deployed with pop-up satellite archival tags. *ICES Journal of Marine Science* 68(5), 880-889.
- Hussey N.E., Kessel S.T., Aarestrup K., Cooke S.J., Cowley P.D., Fisk A.T., Harcourt R.G., Holland K.N., Iverson S.J., Kocik J.F., Flemming J.E.M., Whoriskey F.G. **2015**. Aquatic animal telemetry: A panoramic window into the underwater world. *Science* 348(6240):1255642
- Kays R., Crofoot M.C., Jetz W., Wikelski M. **2015**. Terrestrial animal tracking as an eye on life and planet. *Science* 348(6240):aaa2478

A MÁRNA (*BARBUS BARBUS*) KELTETŐHÁZI SZAPORÍTÁSA AZ IPOLY FOLYÓ MÁRNAÁLLOMÁNYÁNAK ERŐSÍTÉSE ÉRDEKÉBEN

KISS Tamás¹, TÓTH Balázs², SZALÓKY Zoltán³, KŐMÍVES Zoltán⁴, SZABÓ Tamás⁵

¹*Nógrád Megyei Kormányhivatal Földművelésügyi Osztály, Salgótarján, Baglyasi út 2., kekalga@freemail.hu*

²*Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatósága, Budapest, Költő út 21., zingelzingel@gmail.com*

³*MTA ÖK Dunakutató Intézet, Budapest, Karolina út 29., szalokyz@gmail.com*

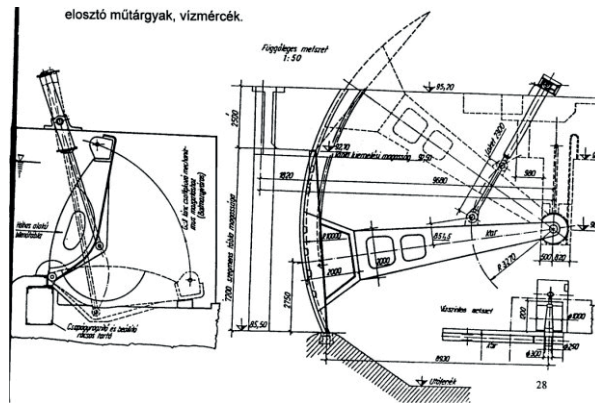
⁴*Horgász Egyesületek Nógrád Megyei Szövetsége, komizoli@freemail.hu*

⁵*Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő, Péter Károly utca 1. Szabo.Tamasf@mkk.szie.hu*

Kivonat

Bevezetés

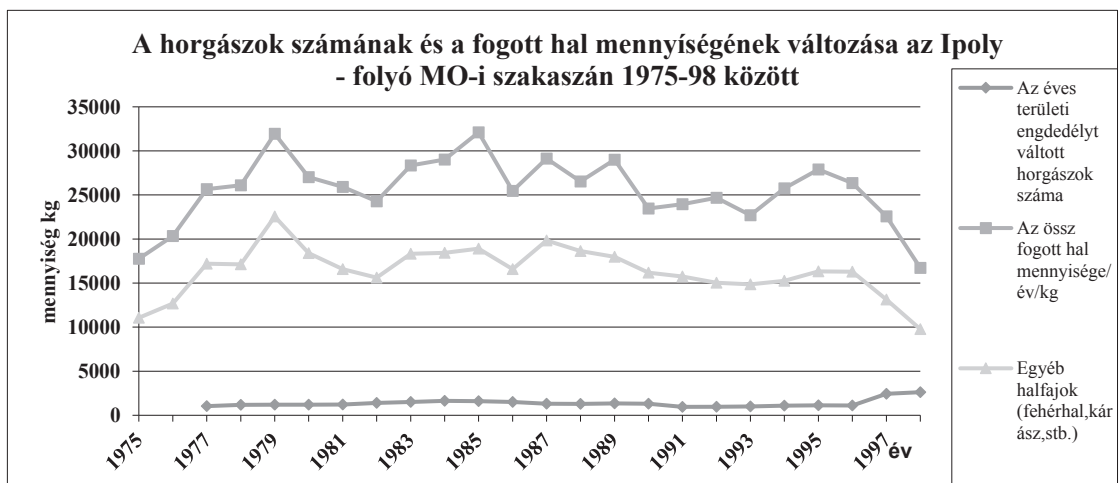
A XX. század vízrendezései, a folyóvízi áruszállítás, a folyóvizeink halközösségeinek életében jelentős változást eredményeztet. Ez a változás megfigyelhető az Ipoly-folyón is. Az Ipoly-folyó 144,5 fkm hosszban képez közös határt a Szlovák Köztársasággal. Ipolytarnócnál lép be hazánk területére és Szobnál torkollik a Dunába. Az 1960-as években a Bős-Nagymarosi beruházáshoz kapcsolódóan *Viera Hulinová és József Spánik* tervei (*Hulinová terv*) alapján kezdődött meg az Ipoly szabályozása. Az eredeti tervek szerint 11 db három gátmezős szegmensgát kivitelezése, az eredeti medereséshez képest a meder 0,2-0,75 %-os korrekciója, továbbá a „túlfejlett” kanyarok átvágásával a folyó hosszának 45 km-el történő megrövidítése szerepelt. A *Magyar-Csehszlovák Műszaki Bizottság* és a tervezők elképzelése az volt, hogy az Ipoly a Nagymarosi Erőmű puffertározórendszereként üzemeljen. A vízáteresztőműveket, melyek egyben áramtermelést is szolgáltak volna *réselt halátjárók nélkül* kerültek elképzelésre. A kivitelezés során a folyó 35 fkm-el lett rövidebb és 8 szegmensgát került kivitelezésre a folyó teljes hosszában (257,4 km). A közös határszakaszon 4 szlovák és egy magyar érdekeltégű szegmensgát került kivitelezésre. A létesítmény műszaki vázrajzát az 1. ábra szemlélteti.



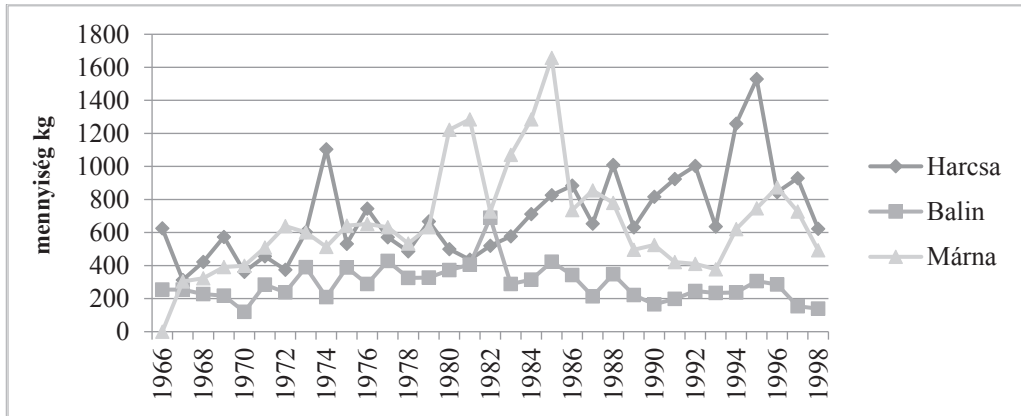
1. ábra Billenő táblás szegmens gát műszaki vázrajza (György I. nyomán 1974.)

Időközben a Bős-Nagymarosi vízlépcső kivitelezését felfüggesztették magyar részről. Hallépcsők (réselt halátjáró) kialakítása csak az 1994-es években kezdődött meg. Az ipolyi „tározórendszer” árvízvédelmi és öntözési célra hasznosítja napjainkban a Szlovák Vízügyi Vállalat.

Ezen beruházások a hordalékhiány felborulását is magukkal hozták. A felvízi (tározott) szakaszokon feltöltődést, az alvízi szakaszokon az áramlás felgyorsulása miatt meder eróziót eredményezett. A folyóvízi halközösségek feldarabolódása és egyedszám csökkenése volt megfigyelhető. A *fitofil* ivású halfajok ivási időszakban az ártér/hullámtéri vízborítottság megszűnése miatt veszítették el ivóhelyeiket. A *litofil* ivású halfajok pedig a mederfeltöltődés jelensége miatt küzdenek ivási nehézségekkel. A változások nyomán követésére a horgászfogások, horgászlétszámok statisztikai alakulását – mint véletlenszerű mintavételt – vettük alapul 1975-1998., illetve 2012-2017. között az Országos Halászati Adattár (OHA) és a Horgász Egyesületek Nógrád Megyei Szövetségének (HENOSZ) adatai alapján. Az alábbiakban a 2-3. és a 4. ábra mutatja be a horgászfogásokat, illetve a márna fogás alakulását az Ipoly folyón.

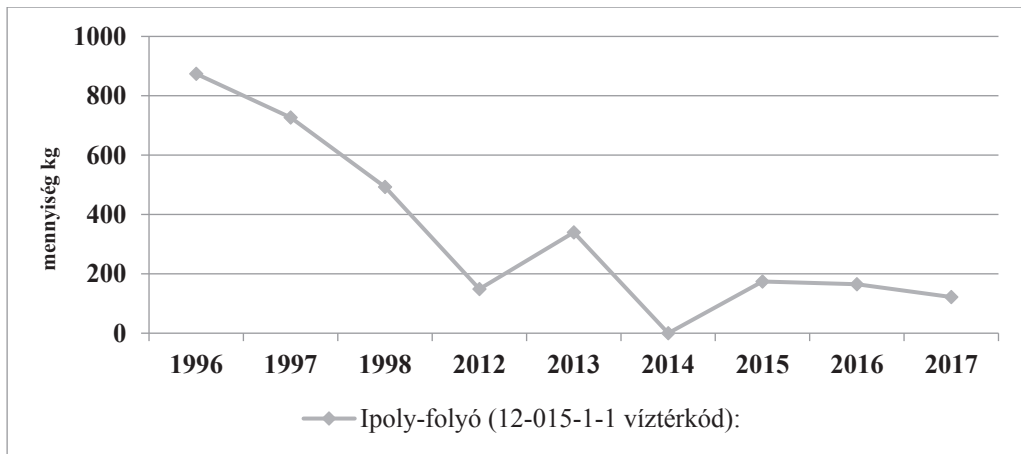


2. ábra Horgászfogás és a horgászlétszám alakulása az Ipoly folyón 1975-98. között (Kiss T. 2000.)



3. ábra A harcsa, a balin és a márna horgászfogásának alakulása az Ipoly folyón 1966-98 között (Kiss T., 2000.)

A grafikonokon látható fogási trendek alapján kiolvasható az Ipoly folyó halállományában bekövetkezett változás, különösen, ha figyelembe vesszük a horgászlétszám emelkedését.



4. ábra A márna horgászfogásának alakulása az Ipoly folyón 1996-2017. között OHA adatok alapján (Kiss T. 2019.)

A 4. ábra drasztikus fogáscsökkenést ábrázol az Ipoly folyó márna fogása vonatkozásában. 1999 és 2011 közötti időszakról nem sikerült adathoz hozzájutni. Indokoltnak láttuk a márna mesterséges szaporítását és telepítést. Kísérletet tettünk az ívásban lévő szülőhalak szaporítására.

Anyag és módszer

A vizsgálatokat a márna ívási időszakában, április végén - június elején végeztük. Az Ipoly vizének hőmérséklete ekkor $22 \pm 1,0$ °C volt. A szülőállományt elektromos halászeszközzel, kutatói engedély birtokában gyűjtöttük be. Az ovulált ikrásoktól (5 db) a

bódítást követően (2-fenoxoethanol) az ikrát tálakba fejtük, amit a helyszínen termékenyítettünk a hímektől lefejt spermával.

A halak és a lefejt ikra tömegét grammnyi pontossággal mértük. A halakat fejest követően folyóvizet tartalmazó medencébe raktuk, és miután magukhoz tértek, visszaengedtük őket az Ipolyba. A termékenyített ikrát a SZIE Halgazdálkodási Tanszékére szállítottuk és Zuger üvegekben inkubáltuk, a kikelő lárvát ugyanitt neveltük fel négy hetes korig. A termékenyülési százalékot binokuláris mikroszkóp segítségével határoztuk meg gerinchúros állapotban.

Vizsgálataink során a következő szaporítási mutatókat határoztuk meg:

pszeudo-gonado-szomatikus index (PGSI, %):

(lefejt ikra tömege / hal tömege fejes előtt) × 100

termékenyülési %:

(megtermékenyült ikrák száma / termékenyített ikrák száma) × 100

Eredmények és következtetések

Az ikrások súlya $1,818 \pm 89$ gramm (átlag ± szórás), a lefejt ikra fejes előtti testtömeghez viszonyított mennyisége (pszeudo gonadoszomatikus index) $7,8 \pm 0,7$ % volt (lásd.:1. táblázat). Az ikra termékenyülése 98 %-nak, a kelés 96 %-nak adódott. Az embriógenézishez (keléshez) 6 napra volt szükség $18,2 \pm 0,1$ °C-os vízhőmérsékleten. A nem-táplálkozó lárvaszakasz hossza $19,5 \pm 0,5$ °C-os vízhőmérsékleten 9 nap volt. A vizsgálatok eredményeként 15-20 ezer táplálkozó lárvát ($11,0 \pm 1,8$ mg) és 5 ezer előnevelt ivadékot (629 ± 161 mg) helyeztünk ki az Ipolyba.

1. táblázat A szaporított ikrások és tejesek testtömege, az egyes nőstényektől lefejt ikra abszolút és relatív mennyisége

	Ikrás (g)	Ikra (g)	PGSI (%)	Tejes (g)
1	1740	120	6,9	900
2	1860	160	8,6	720
3	1860	135	7,3	600
4	1710	140	8,2	740
5	1920	155	8,1	700
átlag ± SD	1818 ± 89	142 ± 16	7,8 ± 0,7	732 ± 108

Az 1. táblázat adataiból látható, hogy az ivásban résztvevő hímek mérete kisebb, mint a nőstényeké. A márna természetes ivását elemző vizsgálatok is arról számolnak be, hogy a nász során általában 2 – 3 tejes követi az ikrást a kavicságy felett, és a hímek mérete mindig kisebb, mint a nőstényeké (Hancock et al., 1976).

Összességében megállapítható, hogy az Ipoly-folyó megváltozott hidroökológiai állapotában – rögzített mederküszöbön billenőtáblas szegmensgátak (8 db) és annak következtében a felvízi-duzzasztott szakaszok feliszapolódása, ivási időszakban bekövetkező jelentős vízszintingadozással járó vízkormányzás, a folyó hosszirányú átjárhatóságának hiánya miatt – a reofil fajok ivási vándorlása és ivása nem biztosított. A jelentős horgászati nyomás ezen fajok megrikulásához vezetett. Az alkalmazott fémesterséges halszaporítási módszerrel megfelelő ikraérelő, lárvatartó és ivadéknevelő kapacitás esetén több tízezer előnevelt márnaivadék állítható elő és helyezhető ki természetes vizekbe.

Összefoglalás

Az Ipoly és a Duna természetes állapotában összefüggő rendszer volt. A vízrendezésekkel az ívóhelyek jelentős része elveszett. A reofil fajok életfeltételit a folyó képes még a jelenlegi állapotában is biztosítani, azonban a duzzasztóművek jelentős problémát okoznak a vándorló fajok (*paduc, márna, szilvaorrú keszeg*) számára különösen azokban az években, amikor a meglévő hallépcsők üzemtetése nem biztosított. A vándorló fajok állományainak növelést tűzte ki célul a Horgász Egyesületek Nógrád Megyei Szövetsége. Ennek megnyugtató megoldása az élőhelyrevitalizáció lehetne, mely nagyon komoly beruházási költségekkel jár. Annak megvalósulásáig a reofil fajok állományainak stabilizálására egy lehetséges módszere, az ívársra felkészült szülőhalak befogása, in-situ ivartermék kinyerése, megtermékenyítése. A megtermékenyített ikrák keltetőházi inkubálása, majd a felnevelt ivadékok Ipolyba történő kihelyezése.

Kulcsszavak: Ipoly, reofil halfajok, márna mesterséges szaporítása.

Köszönetnyilvánítás

Dr. Györe Károlynak, Dr. Józsa Vilmosnak, Sallai Zoltának, Dr. Müller Tamásnak, Dr. Hegyi Árpádnak, Dr. Csorbai Balásznak nem utolsó sorban Udvari Zsoltnak és Wollent Józsefnek (Ipoly Unió SK.) munkánk támogatásában és értékes tanácsaikkal-javasolataikkal.

Irodalom

- György I. **1974.** Vízügyi berendezések létesítése. Műszaki Kiadó, Budapest, 28 p.
- Hancock R.S., Jones J.W., Shaw R. **1976.** A preliminary report on the spawning behaviour and nature of sexual selection in the barbel, *Barbus barbus* (L.). J Fish Biol 9(1), 21-28.
- Kiss T. **2000.** Halgazdálkodás az Ipoly-folyón. Halászati szakmérnöki szakdolgozat, Debreceni Egyetem Agrárcentrum, 34, 40-51.
- Kiss T. **2019.** A márna (*Barbus barbus*) keltetőházi szaporítása az Ipoly folyó márnaállományának erősítése érdekében. Msc állattenyésztő mérnöki szakdolgozat, Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar., 30, 40-41.

**A BALATONI BUSAÁLLOMÁNY NAGYSÁGÁNAK ÉS TÉRBELI ELOSZLÁSÁNAK
BECSLÉSE KÖRNYEZETI DNS (eDNS) MÓDSZERREL (ELŐZETES
EREDMÉNYEK)**

**ARDÓ László¹, BOROS Gergely², MOZSÁR Attila¹, SZÚCS Anita¹, BERECS Orsolya¹,
FAZEKAS Gyöngyvér¹, JÓZSA Vilmos¹, VITÁL Zoltán², BOROSS Nóra²**

¹Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Halászati Kutatóintézet, Szarvas,
Anna-liget u. 35. ardo.laszlo@haki.naik.hu

²Ökológiai Kutatóközpont, Balatoni Limnológiai Intézet (ÖK-BLI), 8237 Tihany, Klebelsberg
Kuno u. 3. boross.nora@okologia.mta.hu

Kivonat

Bevezetés

A Kelet-Ázsiából származó busafajok (fehér busa (*Hypophthalmichthys molitrix*); pettyes busa (*H. nobilis*)) Balatonba való telepítését 1972-ben kezdték el, a halászati hozamok növelése és az akkoriban igen intenzíven jelentkező planktonikus eutrofizáció visszaszorítása céljából. Mivel a busák nem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket, így telepítésüket az 1980-as évek elején leállították (Specziár A. 2010). Ennek ellenére napjainkban is jelentős állományuk él a Balatonban, melyet az eddigi morfológiai és genetikai vizsgálatok alapján főként a fehér- és pettyes busa hibridjei alkotnak (Boros és mtsai 2014, Kovács és mtsai. 2016, Mozsár és mtsai. 2017). Ugyanakkor a balatoni busaállomány mennyiségi viszonyaival és térbeli eloszlásával kapcsolatos ismereteink meglehetősen hiányosak. Ennek oka, hogy a Balaton adottságainak köszönhetően (nagy vízfelület, melyhez viszonylag kis átlagos vízmélység párosul) sem a hagyományos halászati módszerekkel, sem pedig hidroakusztikus technikával (szonárral) nem mérhető fel igazán hatékonyan a busák állománya. Ezért egy újszerű megközelítést, az ún. környezeti DNS (environmental DNA, a továbbiakban eDNS) analízist alkalmaztuk, melynek segítségével reményeink szerint az eddiginél pontosabb képet kaphatunk a balatoni busaállomány méretéről és eloszlásáról.

Az eDNS olyan DNS, amelyet nem az élőlényekből, hanem azok környezetéből (pl. vízből vagy talajból) izolálnak (Thomsen P.F. és Willerslev E. 2015). Az elválasztásra megfelelnek a hagyományos DNS-izoláló módszerek. Egy adott faj jelenléte az eDNS-sel végzett polimeráz láncreakcióval (polymerase chain reaction, PCR) mutatható ki, amelyhez a fajra tervezett specifikus oligonukleotid primereket kell használni. Az utóbbi években a valós idejű kvantitatív polimeráz láncreakció (real-time quantitative PCR, a továbbiakban qPCR) technikájának kifejlesztése és elterjedése lehetővé tette, hogy ne csak a faj jelenlétét tudjuk kimutatni, de a biomaszájának nagyságát is meg tudjuk becsülni. Ehhez a két primeren kívül szükség van egy harmadik oligonukleotidra is. Ez a próba, amely szintén az adott fajra specifikus. A próba egy fluoreszcens festékkel jelölt, amely a PCR reakció során leválik, és egy adott hullámhosszon fluoreszkálni kezd. Ezt a fluoreszcenciát egy qPCR készülékkel a reakció futása alatt folyamatosan, valós időben detektálni lehet (Shipley G.L. 2006). A fluoreszcencia fokozatosan erősödik a reakció előrehaladtával, de az intenzitása függ a kiinduló DNS (templát) mennyiségétől is. Minél több volt a mintában az adott fajra specifikus DNS, a fluoreszcencia

annál hamarabb ér el egy küszöbértéket. Az ehhez szükséges idő a küszöbciklus (threshold cycle, Ct). A fajra jellemző eDNS mennyiségi meghatározásához standard sort kell készíteni, majd az ismert koncentrációkhoz tartozó Ct értékekből standard görbét kell felvenni. Erről a görbéről lehet leolvasni a minták Ct értékéhez tartozó eDNS mennyiségét.

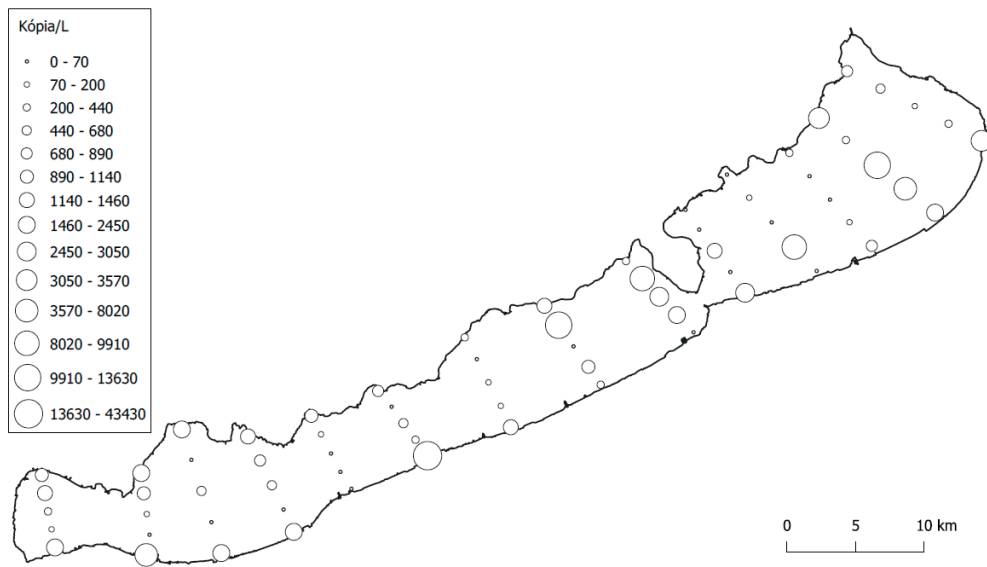
A fentiek alapján ez a módszer jól használható egy adott halfaj biomasszájának becslésére egy vízterületen (Takahara és mtsai. 2012). Különböző pontokról gyűjtött minták elemzésével a populáció térbeli eloszlását is meg tudjuk becsülni. Eredetileg újonnan megjelent invazív vagy veszélyeztetett őshonos fajok jelenlétének detektálására és állománybecslésére fejlesztették ki (Thomsen és mtsai. 2012, Farrington és mtsai. 2015), mivel a módszer rendkívül érzékeny, nagyon kis mennyiségű DNS-t is ki tud mutatni (Hunter és mtsai. 2017), de alkalmazható nagyobb populációk biomasszájának becslésére is. A módszer használata során nem szükséges a halfaj egyedeinek kifogása, amely ráadásul nem is valósítható meg más halfajok kifogása vagy zavarása nélkül. A balatoni GINOP projektben (GINOP-2.3.2-15-2016-00004) a Balatonban élő busaállomány nagyságának és térbeli eloszlásának becslésére használtuk.

Anyag és módszer

2018 májusában 70 mintavételi helyen (lásd 1. ábra), összesen 280 vízmintát gyűjtöttünk a Balatonból. Az egyes helyeken YSI szonda segítségével rögzítettünk háttérváltozókat, valamint a pontos GPS koordinátákat. Mintavételi helyenként négyszer 50ml vizet vettünk steril centrifugacsövekbe, amelyeket ezután jégen tároltunk. A helyek között az eszközöket fertőtlenítettük, gumikesztyűt cseréltünk. Mintavételi kontrollként a laboratóriumból a helyszínre vitt desztillált vizet használtuk. A terepi mintavételt több napnyi nyugodt, szélcsendes időjárást követően végeztük, mivel a felkeveredő üledék befolyásolhatja a kimért DNS mennyiségét. A Balaton vizének Secchi-átlátszósága átlagosan 138 cm volt, amely jól mutatja a felkeveredettségek hiányát. A vízmintákat 12 órán belül -20 °C hőmérsékleten lefagyasztottuk, és fagyott állapotban a NAIK Halászati Kutatóintézetbe szállítottuk. A vízmintákból E.Z.N.A. Tissue DNA Kit (Omega Bio-Tek, USA) használatával kivontuk a DNS-t, amelyet további felhasználásig -20 °C-os hőmérsékleten tároltunk. Az eDNS mennyiségi meghatározásához szükséges qPCR reakciókat minden minta esetében három párhuzamossal futtattuk. A reakciókba a minta és a mindkét busafajra specifikus primerek és próba mellett egy szintetikus belső pozitív kontroll (internal positive control, IPC) szekvenciát is belemértünk, a rá specifikus primerekkel és próbával együtt (Farrington és mtsai. 2015, Hunter és mtsai. 2017). Ez a fals negatívok (nem működő reakciók) kiszűrésére szolgált, amit az tett lehetővé, hogy a busákra és az IPC-re specifikus próbákat jelölő festékek (FAM és HEX) eltérő hullámhosszú fényt bocsájtanak ki. Pozitív kontrollként busa uszonymintából kivont DNS-t, negatív kontrollként nukleázmentes vizet használtunk. Minden futtatáshoz külön standard sort állítottunk össze, így egy futtatás során 24 minta tesztelésére volt lehetőség. A standard egy mesterségesen előállított DNS-szakasz volt, amelynek nukleotidsorrendje megegyezett a két busafajra jellemző célszekvenciával. A standard görbe alapján kiszámítottuk a busa DNS kópiaszámát a 20 µl térfogatú reakciókban (ha a minta pozitív volt). Az egy helyen vett minták átlagából számoltuk ki busa DNS koncentrációját az adott mintavételi helyen (kópia/liter).

Eredmények és következtetések

A 70 mintavételi hely közül 53 helyen kaptunk pozitív eredményt. Az összesen 248 értékelhető mintából 150 volt negatív, 98 pozitív. A medencénkénti átlagos kópiaszám/liter értékek nyugatról keletre haladva: Keszthelyi medence: 1535; Szigligeti medence: 659; Szemesi medence: 1711; Siófoki medence: 1844.



I. ábra A Balaton egyes mintavételi helyein mért busa DNS kópiaszám/liter értékek térképes megjelenítése.

Környezeti DNS analízis eredményeinek segítségével készíthettünk egy eloszlási térképet a balatoni busaállomány adott időben való elterjedéséről. Bár azt várjuk, hogy a busák vándorolnak, egy Balaton méretű tó esetében nem korlátozódik életterük egy medencére, mégis egy ilyen vizsgálat során megmutatkozhatnak preferált területek. Esetünkben a Siófoki medencében, valamint a Tihanyi szoros közelében kaptuk a legnagyobb arányú kópiaszámot. Ezeket a területeket nagyobb vízmélység jellemzi, mely a nyílt vízi régióban rajokban úszó busa számára előnyös tulajdonság lehet. A tó teljes területén kimutattuk a busák jelenlétét, amelyet - figyelembe véve a nyugodt időjárási viszonyokat és a környezeti DNS lebomlási idejét - a busák tényleges előfordulása okozott, és nem a víz medencék közötti áramlása.

Ahhoz, hogy a vízből kimutatott DNS mennyiségéből a busaállomány nagyságára a kópiaszámokból megbízhatóan következtetni tudjunk, figyelembe kell venni, hogy adott méretű hal milyen sebességgel adja le a DNS-t a környezetébe. A hal biomassa nagyléptékben egyenesen arányos a leadás mértékével, és ez fajra specifikus (Klymus és mtsai. 2015). Ugyanakkor azt is számításba kell venni, hogy milyen gyorsan bomlik le a DNS az adott víztestben, melyet több tényező is befolyásol: vízhőmérséklet, pH, lebontó szervezetek stb. (Lance és mtsai. 2017). A továbbiakban azon dolgozunk, hogy a lehető legpontosabb becslést adhassuk a balatoni busaállomány nagyságáról az előbbieket figyelembevételével, a kapott DNS kópiaszámok alapján.

Kulcsszavak: busa, Balaton, biomassa, környezeti DNS

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnénk mondani a US Geological Survey, Columbia Environmental Research Center kollégáinak, Duane C. Chapmannek, Cathy A. Richternek, Katy E. Klymusnak és Nathan Thompsonnak a szakmai tanácsaikért és módszertani útmutatásukért. Kern Bernadettnek

köszönjük a terepi munkában való részvételét. A kutatás anyagi támogatását a GINOP-2.3.2-15-2016-00004 pályázat biztosította.

Irodalom

- Boros G., Mozsár A., Vitál Z., Nagy A.S., Specziár A. **2014**. Growth and condition factor of hybrid (Bighead Hypophthalmichthys nobilis Richardson, 1945 x silver carp H. molitrix Valenciennes 1944) Asian carps in the shallow, oligo-mesotrophic lake Balaton. *Journal of Applied Ichthyology* 30, 546-548.
- Farrington H.L., Edwards C.E., Guan X., Carr M.R., Baerwaldt K., Lance R.F. **2015**. Mitochondrial genome sequencing and development of genetic markers for the detection of DNA of invasive bighead and silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix* and *H. nobilis*) in environmental water samples from the United States. *PLoS ONE* 10(2) <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117803>
- Hunter M.E., Dorazio R.M., Butterfield J.S.S., Meigs-Friend G., Nico L.G., Ferrante J.A. **2017**. Detection limits of quantitative and digital PCR assays and their influence in presence-absence surveys of environmental DNA. *Molecular Ecology Resources* 17(2), 221-229.
- Klymus K.E., Richter C.A., Chapman D.C., Paukert C. **2015**. Quantification of eDNA shedding rates from invasive bighead carp *Hypophthalmichthys nobilis* and silver carp *Hypophthalmichthys molitrix*. *Biological Conservation*, 183, 77-84.
- Kovács B., Boros G., Vitál Z., Mozsár A., Specziár A., Józsa V., Urbányi B., Lehoczky I. **2016**. Genetic analysis of filter feeding Asian carps (*Hypophthalmichthys* spp.) in Lake Balaton, Hungary. *Aquaculture Europe* 2016, 67-67.
- Lance R.F., Klymus K.E., Richter C.A., Guan X., Farrington H.L., Carr M.R., Thompson N., Chapman D.C., Baerwaldt K.L. **2017**. Experimental observations on the decay of environmental DNA from bighead and silver carps. *Management of Biological Invasions*, 8(3), 343.
- Mozsár A., Specziár A., Bottonyay I., Borics G., Görgényi J., Horváth H., Présing M., G-Tóth L., Vitál Z., Boros G. **2017**. Influence of environmental factors and individual traits on the diet of non-native hybrid bigheaded carp (*Hypophthalmichthys molitrix* x *H. nobilis*) in Lake Balaton, Hungary. *Hydrobiologia* 794(1), 317-332.
- Shibley G.L. **2006**. An introduction to real-time PCR. M. Tevfik Dorak (ed.): *Real-time PCR*. Taylor-Francis London and New York, 1-29.
- Specziár A. **2010**. A Balaton halfaunája: A halállomány összetétele, az egyes halfajok életkörülményei és a halállomány korszerű hasznosításának feltételrendszere. *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung.* 23. Debrecen, Debreceni Egyetem, 185 p.
- Takahara T., Minamoto T., Yamanaka H., Doi H., Kawabata Z. **2012**. Estimation of fish biomass using environmental DNA. *PLoS ONE* 7(4) <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056584>
- Thomsen P.F., Kielgast J., Iversen L.I., Wiuf C., Rasmussen M., Gilbert M.T.P., Orlando L., Willerslev E. **2012**. Monitoring endangered freshwater biodiversity using environmental DNA. *Molecular Ecology* 21, 2565-2573.
- Thomsen P.F., Willerslev E. **2015**. Environmental DNA – An emerging tool in conservation for monitoring past and present biodiversity. *Biological conservation* 183, 4-18.

A MAGYARORSZÁGI HALASTAVI TERMELÉS VÍZMINŐSÉGRE GYAKOROLT HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA A TÖLTŐVÍZ-HALASTÓ-BEFOGADÓ TENGYELY MENETÉN

BERZI-NAGY László, MOZSÁR Attila, HALASI-KOVÁCS Béla

*Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Halászati Kutatóintézet, Szarvas, Anna-liget 35.
berzi.nagy.laszlo@haki.naik.hu*

Kivonat

Bevezetés

A halastavakra jellemző a magas retenció és a természetes folyamatok kiaknázása, azonban működésük során a lecsapoláskori elfolyó víz szerves anyaggal terhelheti a befogadó vízteret, ahol ez környezeti problémákat is előidézhethet (Gál et al. 2016). A befogadóba jutó szerves anyag lebomlása időszakos oxigénhiányt, a mineralizált tápanyagok pedig eutrofizációt okozhatnak, megváltoztatva ezen vizek környezeti adottságait is (Cao et al. 2007). A magyarországi tógazdasági akvakultúra a FAO terminológia alapján a félintenzív kategóriába sorolható, azonban tápanyagforgalmi szempontból a termelés egyre inkább az extenzív irányba tolódik. A pénzügyi eredmény növeléséhez a termelők túlnyomó többségben költségminimalizáló stratégiát választanak, ami egyúttal inputcsökkenéssel is jár (Baluyut E.A. 1989, Gyalog és mtsai. 2011, Kestemont P. 1995, Woynárovics et al. 2010). Ebből adódóan a hazai halastavi termelés még a korábbiaknál is alacsonyabb szervesanyag-terhelést okozhat a természetes befogadókban, azonban a terhelés értékelésére kevés országos kiterjedésű adat áll rendelkezésre. Jelen tanulmány az OVF 2019-ben elvégzett országos adatgyűjtésének eredményire támaszkodva, azok elemzésével kíván hozzájárulni ezen ismeretanyag bővítéséhez. Az elemzés során vizsgáltuk a halastavi töltővizet, a halastavakból lecsapolt vizet, valamint a befogadó vizét a befogadás alatt, illetve ez utóbbi változását a halastavi bevezetés hatására. Ki kell azonban emelni, hogy a mintavétel sajátossága miatt anyagforgalmi jellegű változások detektálására nem volt módunk. Így az értékelés kizárólag a befogadó vízének koncentrációváltozásait jelzi.

Anyag és módszer

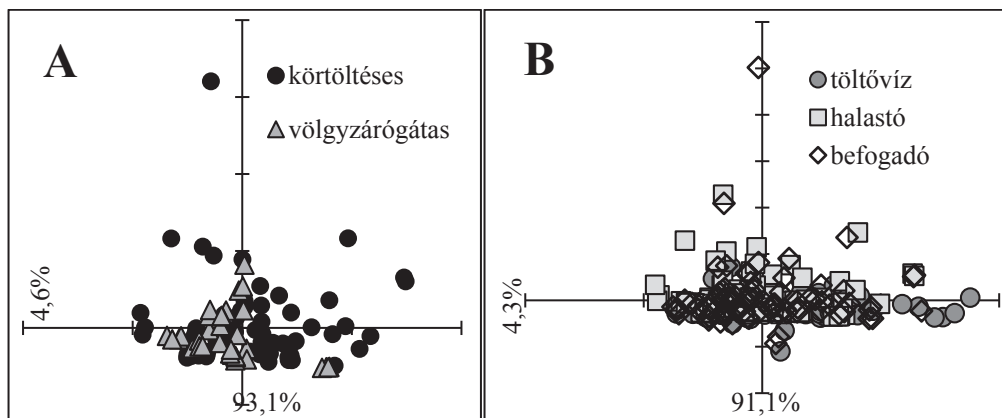
A felmérés alapját a 12 vízügyi igazgatóság, összesen 464 mintavételi ponton 2019-ben végzett vízminőségvizsgálata biztosítja. Az egymásból származtatott, így nagyon erősen korreláló paraméterek közül (pl.: NO_3 és NO_3 -nitrogén) az egyiket kizártuk. A statisztikai elemzéseket 12 vízminőségi paraméter – vízhőmérséklet, pH, vezetőképesség, oldottoxigén-arány ($\text{O}_2\%$), dikromátos oxigénfogyasztás (KOI_k), 5 napos biokémiai oxigénigény (BOI_5), ammónium (NH_4), nitrit (NO_2), nitrát (NO_3), összes nitrogén (TN), ortofoszfát (PO_4), összes lebegő anyag (TL) alapján végeztük el. A halastavakat a jellemző termelési módjuk alapján két kategóriába soroltuk, a völgyzárógátas tavakra, melyek a dombvidéki területeken gyakoriak, illetve a körtöltéses tavakra, melyek rendszerint alföldi területekre jellemzőek és a vizüket jellemzően mesterséges csatornákból veszik ki és oda is továbbítják. A két rendszer vízgazdálkodási

szempontból egymástól eltér, ami a vizsgált paraméterekre is hatással lehet, ezért az adatok elemzését ezen kategóriákra csoportosítva is elvégeztük. Az elemzés során figyelembe vettük továbbá, hogy a minta az adott halastavi egység töltő vizéből, közvetlenül a halastóból, vagy az elfolyó vizet befogadó víztérből lett véve, modellezve a halastavi működés vízfelhasználási fázisainak hatását a vízminőségre. Az ugyanazon halastórendszerhez tartozó vízminőségi adatokat (töltővíz, halastó vize, befogadó) csoportosítottuk és az elemzésnél figyelembe vettük. Az elemzés alapját képező adattábla így 92 esetet foglal magában és 3192 adatból áll.

A töltővíz, halastó és befogadó vizek vízminőségét többváltozós statisztikai elemzések segítségével értékeltük. Az egyes paraméterek adatai jelentősen eltérő eloszlást mutattak, így egy robusztus teszt a főkomponens analízis (PCA) alkalmazása mellett döntöttünk. A vízminőségi paraméterekben bekövetkező változásokat a kiindulási értékhez viszonyítottuk. Az összes lebegő anyag koncentrációja nagy variabilitást mutatott, esetében az adatpontok eloszlásáról hisztogramot készítettünk.

Eredmények és következtetések

Habár a főkomponens-analízis alapján (1/A. ábra) a körtöltéses tavak vízminőségi paramétereire nagyobb variancia volt jellemző, a két technológia jelentős mértékben átfedett egymással és a jelen vizsgálatba bevont paraméterek mentén nem voltak elkülöníthetőek. Mivel így szétválasztásuk nem indokolt, a tanulmány további elemzéseiben a két csoportot együtt kezeltük.

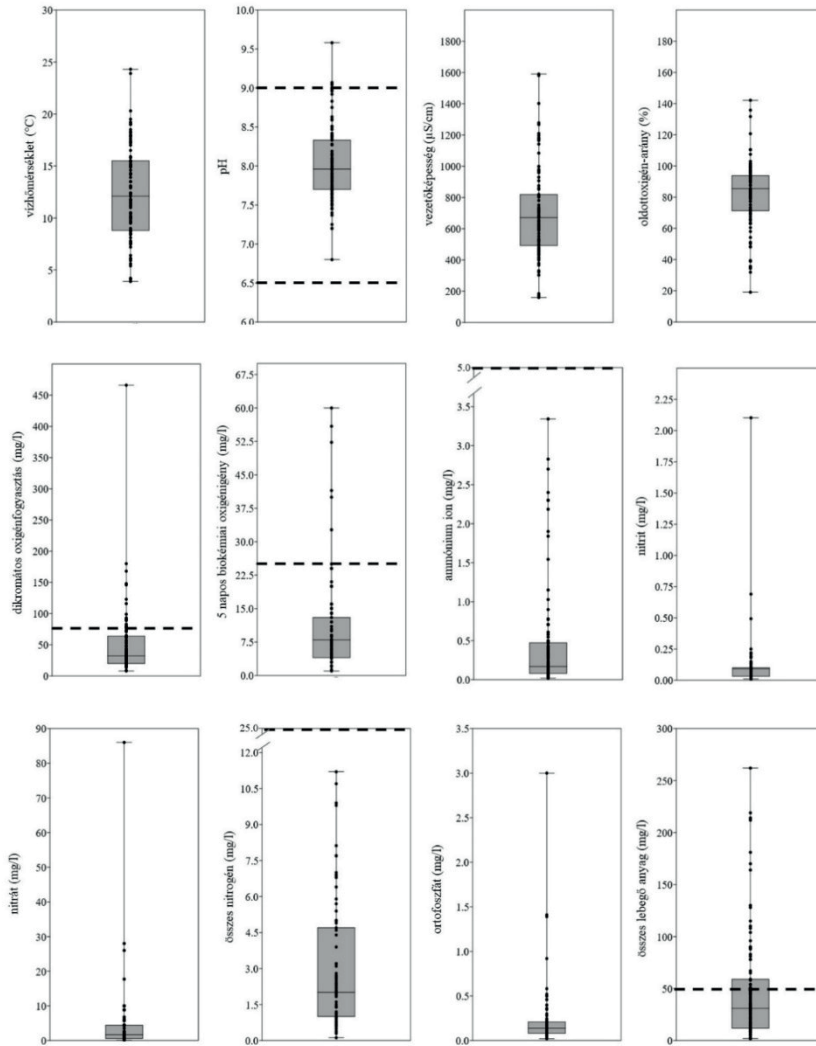


1. ábra A halastavi technológiák (A), illetve a töltővíz, a halastó és a befogadó (B) vízminőségének összehasonlítása főkomponens analízissel (PCA), az alábbi vízminőségi paraméterek alapján: vízhőmérséklet, pH, vezetőképesség, O%, KOI₆, BOI₅, NH₄, NO₂, NO₃, összes nitrogén, PO₄, összes lebegő anyag.

A halastavi vízminőség változásának felderítése érdekében a töltő, a tavi és a befogadó vizek összevetését is elvégeztük főkomponens analízis segítségével. Ennél az elemzésnél feltételeztük a vízminőségi paraméterek koncentrációbeli eltérését a töltővíz, a tóvíz, illetve a befogadó között, azonban a 1/B. ábrán jól látszik, hogy az egyes halastórendszerek variabilitása elfedi a töltő, a tavi és a befogadó vizek vizsgált paramétereinek koncentrációértékeiben jelenlévő különbségeket. Ez azt jelenti, hogy az egyes tórendszerek között nagyobb különbségek jellemzőek, mint egy adott rendszeren belül a töltő, a tavi és a befogadó víz értékei között.

Az elemzésbe vont halastavi vízminőségi paramétereket, a vonatkozó környezetvédelmi határértékek jelölésével, boxplot ábrákon jelenítettük meg (2. ábra). A

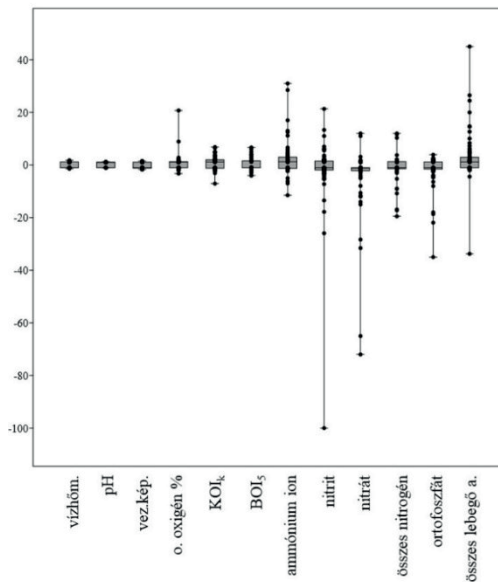
határértékek megválasztásakor a 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet 2. számú melléklete 3. területi kategóriához (időszakos vízfolyás befogadó) tartozó értékeit vettük figyelembe. A határértéket meghaladó vízminőségi értékek a pH, KOI_k, BOI₅ és az összes lebegőanyag paraméterek esetében volt kimutatható. Ezek közül az összes lebegőanyag esetében volt nagyobb arányú a határérték túllépés. Itt az esetek több mint 25%-ában lépte túl a határértéket a vizsgált halastavi rendszerek vízminősége.



2. ábra A halastavak vízminőségi paramétereinek boxplot ábrája. A szürke doboz jelöli az alsó és felső kvartilis tartományt, a dobozban található vonal a mediánt, a dobozból kinyúló vonalak pedig a teljes adattartományt. A fekete pontok a tényleges megfigyelések. A fekete szaggatott vonal a 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet 2. Számú mellékletének 3. területi kategóriájára vonatkozó határértékeket jelöli.

A töltővíz, halastóvíz, befogadó víz között megfigyelhető vízminőség-változást a töltő vízhez, mint kiindulási értékhez viszonyítva adtuk meg. Ez a megközelítés lehetővé tette, hogy

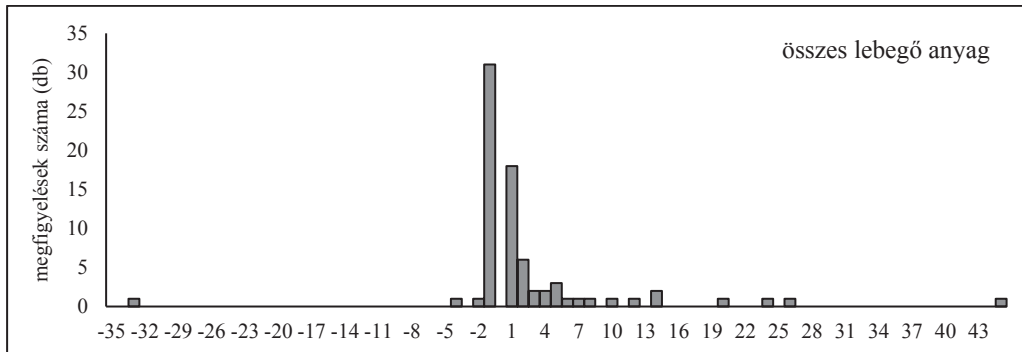
a különböző mértékegységű és eltérő skálán mozgó paramétereket egy skálán szemléltethessük. A változás mértékét paraméterenként boxplotok szemléltetik (3. ábra). Az eredmények alapján jól látható, hogy a vizsgált paraméterek többségének koncentrációja a töltővízre jellemzőhöz képest változott. Itt azonban újra hangsúlyozni kell, hogy az eredmények csupán koncentrációváltozást indikálnak, az adatok az anyagforgalmi jellegű megállapításokat nem teszik lehetővé. A töltővízből vett minták ráadásul nem a halastavak töltéskori, hanem annak lecsapoláskori állapotát mutatják. Fontos azt is kiemelni, hogy az adatok jelentős része pozitív és negatív irányba is szór. A fenti jelenséget a legnagyobb szórással rendelkező paraméter (összes lebegőanyag) esetében az 4. ábrán szemléltetjük, ahol látszik, hogy a paraméter hasonló eséllyel nő vagy csökken a töltő és a befogadó víz között. Továbbá, a megfigyelések közel 65 százalékában a változás mértéke nem éri el a kiinduló érték kétszeresét. A kiugróan magas változások a koncentrációban ritkának, így inkább egyedinek tekinthetők.



3. ábra A töltővíz és a befogadó alvizek vízminőségi paramétereiben bekövetkező változások, a töltővíz értékeihez viszonyítva. A szürke doboz jelöli az alsó és felső kvartilis tartományt, a dobozban található vonal a mediánt, a dobozból kinyúló vonalak pedig a teljes adattartományt. A fekete pontok a tényleges megfigyelések.

Összefoglalás

Az országos lefedettségű vizsgálat eredményei azt jelzik, hogy a halastavakból kibocsátott vizek vízminőségi paramétereire rendkívül nagy szórást mutatnak. Egyúttal a körtöltéses és a völgyzárógátas tavak kibocsátott vizei között nem található szignifikáns különbség. Szintén nem mutatható ki trendszerű változás a töltővíz, a halastóvíz és a befogadó víz vízminőségi paramétereire között. Az egyes halastavak egyedi különbségei nagyobbak, mint egy adott rendszer töltővizének, halastavi vizének és befogadó vizének eltérései. Ez egyúttal azt is jelzi, hogy a magas koncentrációértékek nagyobb részt a rendszer autochton sajátosságaiból fakadnak, kisebb részt pedig nem megfelelő technológiát jelezhetnek.



4. ábra Az összes lebegő anyag esetében megfigyelt változások gyakorisága.

A vizsgált paraméterek többségének koncentrációja a töltővízre jellemzőhöz képest a halastavi termelés hatására változik. Eredményeink alapján a halastavak – az extrém eseteket leszámítva – megközelítően ugyanolyan gyakorisággal okoznak növekedést, mint csökkenést a befogadó vízminőségi paramétereinek értékeiben. A ritkább, kiugró értékeket is figyelembe véve az egyes paraméterek esetében azonban jelentős eltéréseket is azonosítottunk. A legjelentősebb változást az összes lebegőanyag koncentrációjában tapasztaltuk, ahol a halastavi termelés a legnagyobb valószínűséggel okoz terhelést, illetve határérték-átlépést. Kisebb mértékű változást a KOI_k és BOI_5 paramétereknél is tapasztaltunk, mely utóbbi származhat a lebegőanyag bomlásakor fellépő oxigénhiányos és mineralizációs folyamatokból. Ezen paraméterek határérték-átlépése azonban csak kevés alkalommal volt kimutatható. Nagyobb szélsőértékeket figyeltünk meg az oldott tápanyagok, azaz a nitrogén és foszformáknál. Fontos tény, hogy az eredmények az egyes paraméterek koncentrációváltozását indikálják, a töltővízből vett minták a halastavak lecsapoláskori állapotát jellemzik. Az adatok így anyagforgalmi jellegű megállapításokat nem tesznek lehetővé.

Kulcsszavak: halastó, vízminőség, elfolyó víz, határérték, lebegőanyag

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk az Országos Vízügyi Főigazgatóság munkatársainak az összegyűjtött nyers adatok átadásáért.

Irodalom

- Baluyut, E.A. **1989**. Aquaculture systems and practices: A selected review (ADCP/REP/89/43) FAO.
- Cao L., Wang W., Yang Y., Yang C., Yuan Z., Xiong S. **2007**. Environmental impact of aquaculture and countermeasures to aquaculture pollution in China. *Environmental Science and Pollution Research* 14, 452–462.
- Gál D., Pekár F., Kerepeczki É. **2016**. A survey on the environmental impact of pond aquaculture in Hungary. *Aquaculture International*, 24(6), 1543-1554.
- Gyalog G., Váradi L., Gál D. **2011**. Is intensification a viable way for pond culture in Central and Eastern Europe? *AAEL Bioflux* 4, 584–589
- Kestemont P. **1995**. Different systems of carp production and their impacts on the environment. *Aquaculture* 129(1-4), 347-372
- Woynarovich A., Moth-Poulsen T., Péteri A. **2010**. Carp polyculture in Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia: a manual. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper (554). FAO, Rome

ÖKOSZISZTÉMA-SZOLGÁLTATÁSOK ÉRTÉKELÉSE A SZEGEDI FEHÉRTÓ ESETÉBEN

PALÁSTI Péter, KEREPECZKI Éva

*Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Halászati Kutatóintézet,
Szarvas, Anna-liget utca 35. palasti.peter@haki.naik.hu*

Kivonat

Bevezetés

Környezettudatos kezelésének köszönhetően a Csongrád-Csanád megyében található, több mint 2000 hektár kiterjedésű Szegedi Fehértó a területén folytatott haltermelés mellett számos vízhez kötődő élőhely és védett faj – elsősorban madárfaj – megőrzését támogatja (Sztanó J. 2018). A törendszer által fenntartott természetközeli életközösségek nem csupán jelentős természetvédelmi értékkel bírnak, de emellett olyan, az ember számára hasznos javak, ún. ökoszisztéma-szolgáltatások (MEA 2003) biztosítására is képesek, melyek felhasználása alapot teremthet a multifunkcionális tógazdálkodás megvalósításához (Bozáné Békefi E. 2017, FAO 2010). A Szegedi Fehértó ilyen irányú esetleges jövőbeli fejlesztéseinek megalapozása érdekében kutatásunk során összegyűjtöttük, majd a rendelkezésre álló információk segítségével mennyiségi, illetve közgazdasági szempontból is (TEEB 2010) jellemeztük a halastórendszer által nyújtott ökoszisztéma-szolgáltatások körét.

Anyag és módszer

A halastórendszer által nyújtott szolgáltatások feltárására egy részvételi alapú felmérés keretében került sor a helyi érdekelt csoportok és intézmények – Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatósága, Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Főigazgatóság, SzegedFish Kft., Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület, Fehértói Halászcsergő – bevonásával, 2018 és 2019 között (Palásti et al. 2020).

Felhasznált éves mennyiségük jellemzése érdekében valamennyi feltárt ökoszisztéma-szolgáltatáshoz ún. biofizikai indikátorokat (TEEB 2010) rendeltünk, melyek információit a helyi szakértők személyes megfigyeléseiből, illetve feljegyzéseiből származó adatokkal is kiegészítettük (Díaz et al. 2015).

Mennyiségi eredményeink később a szolgáltatások közgazdasági értékelésének alapját képezték: a piaccal rendelkező szolgáltatások esetében (pl. hal- és nádtermelés) azok közvetlen, piacon megjelenő árait és költségeit használtuk fel a pénzügyi érték meghatározásához, melyet az esetleg felmerülő költségekkel is igyekeztünk korrigálni költség-haszon elemzések keretében (TEEB 2010). A piaccal nem rendelkező szolgáltatások jellemzése olyan közvetett, elsősorban költség alapú módszerek (pl.: helyettesítési-, elkerült költség módszer stb.) alkalmazását tették szükségessé, melyek segítségével közelítő becslést tehettünk a kérdéses szolgáltatások értékéről (Marjainé Szerényi et al. 2018).

Eredmények és következtetések

A helyi érdekelt csoportok szakértőivel végzett interjúk összesen 11 szolgáltatást tártak fel a területen, melyeket a Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) (Haines-Young R. and Potschin M.B. 2018) kategorizálási rendszere alapján ellátó (haltermelés, nádtermelés), szabályozó (vízminőség szabályozás, vízraktározás, belvíztározás, mikroklíma szabályozás, CO₂ elnyelés), és kulturális szolgáltatások csoportjába soroltunk (kutatásra való lehetőség, környezeti nevelés, inspirációs forrás, rekreáció) (1. táblázat).

A helyi szakértők által, a kiválasztott indikátorokhoz társított információk jól szemléltetik, hogy a haltermelés mellett a Szegedi Fehértó a kulturális, illetve a szabályozó szolgáltatások terén is kiemelkedő mennyiségi értékeket mutatott a vizsgált időszakban. A kulturális szolgáltatások közül külön figyelmet érdemel a rekreáció, illetve a környezeti nevelés, míg a szabályozó szolgáltatások közül a vízminőség és a mikroklíma szabályozás (1. táblázat).

1. táblázat A Szegedi Fehértó ökoszisztéma-szolgáltatásainak felhasznált mennyiségei

Ökoszisztéma-szolgáltatás	Indikátor (mértékegység)	Érték
Haltermelés	Természetes hozam (t/év)	~732
Nádtermelés	Learatott nádkévek mennyisége (kéve/év)	~200 000
Vízminőség szabályozás	Eltávolított szerves N-formák mennyisége (kg/év)	~8600 – 24 100
Vízraktározás	Téli időszakban elraktározott víz mennyisége (m ³ /év)	~6 200 000
Belvíztározás	A halastórendszer területén szükség esetén elraktározható víz mennyisége (m ³ /év)	~11 000 000
Mikroklíma szabályozás	A tórendszer területéről elpárolgó víz hozzávetőleges mennyisége (m ³ /év)	~18 300 000
Kutatásra való lehetőség	A halastórendszerrel kapcsolatban megjelent fontosabb tudományos szakirodalmak száma 1990-től kezdve (db)	7
Oktatás/környezeti nevelés	A halastórendszer területére, környezeti nevelés céljából látogató személyek száma (fő/év)	~5500
Rekreáció	A halastórendszer területére, rekreációs célból látogató személyek száma (fő/év)	~6000

A mennyiségi információkra alapozott közgazdasági értékelésünk eredményei szerint a halastórendszer piacon is megjelenő ökoszisztéma-szolgáltatásai közül a természetes halhozam jelentette a tógazdaság számára a legtöbb hasznot, amihez a területen működő nádtermelésből, illetve rekreációból származó bevételek alacsonyabb mértékben ugyan, de szintén hozzájárultak. Mindezek mellett a halastórendszer több, a piacon meg nem jelenő szabályozó szolgáltatásához – pontosabban a vízminőség szabályozáshoz, a vízraktározáshoz és a belvíztározáshoz – is számottevő értéket tudunk társítani (2. táblázat).

2. táblázat A Szegedi Fehértó szolgáltatásainak nettó közgazdasági értékei

Ökoszisztéma-szolgáltatás	Felhasznált módszer	Teljes nettó érték
Haltermelés	Piaci ár	~127 000 000 Ft/év
Nádtermelés	Piaci ár	~26 240 000 - 46 240 000 Ft/év
Vízminőség-szabályozás	Helyettesítési költség	~1 600 000 - 4 500 000 Ft/év
Vízraktározás	Elkerült költség	~18 600 000 - 21 700 000 Ft/év
Belvíztározás	Piaci ár (kiesés)	~126 000 000 Ft/év
Mikroklíma szabályozás	Piaci ár (kiadás)	~10 800 000 - 12 600 000 Ft/év
Oktatás/környezeti nevelés	Piaci ár (kiadás)	~600 000 - 800 000 Ft/év
Rekreáció	Piaci ár	~1 275 000 Ft/év

Összefoglalás

A Szegedi Fehértó egy különleges adottságokkal bíró halastórendszer, amely a helyi érdekcsoportok által nagy becsben tartott fél-intenzív haltermelési technológiának és az általa fenntartott természetközeli életközösségeknek köszönhetően számos ökoszisztéma-szolgáltatást nyújt a haltermelés mellett. Mennyiségi, illetve közgazdasági értékelésünk az utóbbi szolgáltatások közül a nádtermelés, a belvíztározás és a mikroklíma-szabályozás esetében kiemelkedő, piacon is megjelenő értékeket tárt fel a vizsgált halastórendszer esetében. Mellettük, a piaccal nem rendelkező szolgáltatások körében alapvetően a vízminőség szabályozás, illetve a vízraktározás terén voltak kimutathatók számottevő értékek, melyeket elsősorban a szóban forgó szolgáltatások segítségével elkerülhető potenciális költségek alkottak.

Kulcsszavak: ökoszisztéma-szolgáltatás, halastórendszer, fél-intenzív akvakultúra, mennyiségi értékelés, közgazdasági értékelés

Köszönetnyilvánítás

Kutatásunkat a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, illetve az EU Horizon 2020 AquaSpace projektje támogatta.

Irodalom

- Bozáné Békefi E., Gyalog G., Váradi L. **2017**. A multifunkcionális halgazdaságok szerepe és jelentősége. Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok. 2017; XII. évfolyam, 1-2. szám. 121-125.
- Díaz S., Demissew S., Carabias J., Joly C., Lonsdale M., Ash N., Larigauderie A., Adhikari J.R., Aricò S., Báldi A., et al. **2015**. The IPBES Conceptual Framework - Connecting nature and people. Curr. Opin. Environ. Sustain. 2015; 14, 1-16.
- FAO **2010**. Aquaculture development. 4. Ecosystem approach to aquaculture. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 5, Suppl. 4. Rome, FAO, 2010; 53p.
- Haines-Young R. and Potschin M.B. **2018**. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure, 53 p.
- Marjainé Szerényi Zs., Kovács E., Kalóczkai Á., Zölei A. **2018**. Az ökoszisztéma-szolgáltatások társadalmi-gazdasági értékelési "módszertani menü" összeállítása. KEHOP-4.3.0-15-2016-00001: A közösségi jelentőségű természeti értékek hosszú távú megőrzését és fejlesztését, valamint az EU biológiai sokféleség stratégia 2020 célkitűzéseinek hazai megvalósítását megalapozó stratégiai vizsgálatok. Nemzeti Ökoszisztéma-szolgáltatások Térképezése és Értékelése Projektem (NÖSZTÉP) II/2E. 2.4.3. Kézirat, 39 p.
- MEA **2003**. Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. Washington, D.C., USA, Island Press. 2003; 245p.
- Palásti P., Kiss M., Gulyás Á., Kerepeczki É. **2020**. Expert knowledge and perceptions about the ecosystem services and natural values of Hungarian fishpond systems. Water. 2020; 12, 2144
- Sztánó J. **2018**. A Fehértó halgazdálkodása (Dorozsmai Füzetek 20.). Szeged, 2018, 28 p.

KÜLÖNBÖZŐ ROVARFÉLÉK EMÉSZTHETŐSÉGI EGYÜTTHATÓI AFRIKAI HARCSA ESETÉBEN

JAKABNÉ SÁNDOR Zsuzsanna¹, VOJISLAV Banjac², KUGYELA Nándor¹,
NAGYNÉ BIRÓ Janka¹, KÁLDY Jenő¹, ADÁNYINÉ KISBOCSKÓI Nóra³

¹ Nemzeti Agrárgutatói és Innovációs Központ, Halászati Kutatóintézet,
Szarvas, Anna-liget u. 35. jakabne.sandor.zsuzsanna@haki.naik.hu

² Institute of Food Technology, University of Novi Sad,
Bulevar cara Lazara 1. Novi Sad, Szerbia

³ Élelmiszertudományi Kutatóintézet, Budapest, Herman Ottó út 15.

Kivonat

Bevezetés

A rovarok tenyésztésének ökológiai lábnyoma jóval alacsonyabb a szántóföldi növények termesztésénél, amelyek az állati takarmányok döntő többségét alkotják. A rovarok gyorsan kifejlődnek és szaporodnak, biológiai hulladékokon eltarthatók és mivel változó testhőmérsékletűek, magas a takarmányhasznosítási rátájuk. Egy kilogramm rovar biomassza előállításához körülbelül 2 kilogramm hulladékra van szükség. A haltakarmányozásban a tengeri alapanyag források szűkülése és limitált hozzáférhetősége miatt szükség van a rovarfehérjék alkalmazására. A rovarok közül (pl. fekete katonalégy, lisztkukac, házi méh lárvá, tücsök, sáska stb.) számos fajon végeznek etetési kísérleteket az akvakultúrában termelt egyes fajoknál, az eddig megismert eredmények biztatóak ezek iparszerű termelésére vonatkozóan is. A rovarliszt magas fehérjetartalmú és a kitin tartalom miatt immunstimulátor hatása is van. A rovarokból készített másik termék, a rovarzsír összetétele néhány fajnál kedvező, elsősorban a közepes láncú zsírsav, a laurinsav előfordulása miatt, amelynek antibakteriális hatása van. A rovareredetű alapanyagok takarmány összetevőként való felhasználását komplex vizsgálati rendszerek alkalmazásával (metagenomikai, toxin, takarmány beltartalmi, élettani, egészségügyi) hal modell rendszerekben tervezzük vizsgálni. A többéves vizsgálat sorozat első kísérletének célja a lisztkukac (*Tenebrio molitor*), a fekete katonalégy lárvá (*Hermetia illucens*), és a csontkukac (*Calliphora vicina*) látszólagos emészthetőségi együtthatóinak meghatározására irányult afrikai harcsa ivadék (*Clarias gariepinus*) etetése során.

Anyag és módszer

Az emészthetőségi vizsgálatokhoz egy magas hallisztartalmú alaptakarmányt terveztünk, majd ezt a keveréket a kísérleti takarmányhoz 70%-ban használtuk, míg a fennmaradó 30%-hoz különböző rovarliszteteket (fekete katonalégy lárvá -BSL, lisztkukac - TM, csontkukac CALL) kevertünk. Az extrudált tápokhoz 0,1%-ban inert markert használtunk (Y₂O₃). Az extrudálást az Újvidék Egyetem kísérleti takarmányüzemében végeztük. A három különböző rovarlisztnek eltérő beltartalmi értékeke volt, így a tápok összetétele jellemzően különbözött (1. táblázat). 12 db 1 m³-es kádba 75 db afrikai harcsa ivadékot helyeztünk kádanként és 25-26 °C-on ad libitum ettük három héten keresztül. A kísérlet utolsó hetében öt egymást követő napon az ülepítőtartályon keresztül ürüléket gyűjtöttünk reggel és este, melyet

ülepítést és centrifugálást követően fagyaszta tároltuk. A kísérlet zárásaként, 4-5 órával etetés után kádanként 15 db hal beltartalmának alsó szakaszát begyűjtöttük, majd a csoportonként összegyűjtött féceszt szintén fagyasztóban tároltuk. A fécesz mintákat liofilizáltuk, majd meghatároztuk az egyes táplálóanyagokat és beltartalmi mutatókat, úgymint nyersfehérje, nyerszsír, nyersrost, nyershamu, szárazanyag, ittrium, Ca, P, zsírsav profil, bruttó energia. A beltartalmi mérésekhez szabvány módszereket (AOAC 1995) alkalmaztunk a NAIK HAKI és NAIK-ÉKI laboratóriumaiban. Az elemanalitikai mérések a NAIK ÖVKI Környezetanalitikai Központjában történtek ICP OES mérés technikával. A zsírsav méréseket Agilent GC-MS készüléken, Folch és mtsai. (1957) módszere szerint végeztük. Ugyanezeket a vizsgálatokat az alapanyagokból és a tápból is elvégeztük, majd kiszámoltuk a látszólagos emészthetőségi együtthatókat a következő képletekkel (Bureau és mtsai, 1999):

$$(1) \text{ADC}_{\text{táp}} (\%) = 100 - (100 * \{Y_{\text{táp}} \% / Y_{\text{fécesz}} \% \} \times \{D_{\text{fécesz}} \% / D_{\text{táp}} \% \})$$

$$(2) \text{ADC}_{\text{alapanyag}} = \text{ADC}_{\text{kísérleti táp}} + [(\text{ADC}_{\text{kísérleti táp}} - \text{ADC}_{\text{kontroll táp}}) \times (0.7 \times D_{\text{kontroll táp}} / 0.3 D_{\text{alapanyag}})]$$

ahol **D** tápanyag % a féceszben (kísérleti és kontroll csoport), a tápban (kísérleti és kontroll csoport), az alapanyagban (sz. a), Y ittrium.

A meghatározott ADC értékek alapján a két féceszgyűjtési eljárást is összehasonlítottuk.

1. táblázat A tápok összetétele és beltartalmi értékei

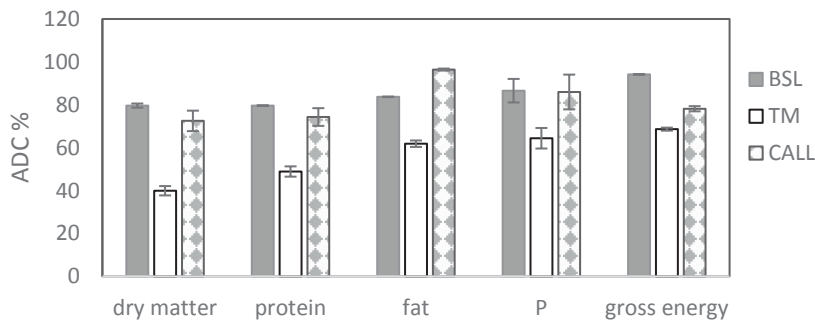
Összetevők	Kontroll	BSL ¹	TM ²	CALL ³
Halliszt	40	28	28	28
Őszi búza	30	23	23	23
Szója fehérje koncentrátum	13	9,1	9,1	9,1
Kukorica glutén	11	7,7	7,7	7,7
Vitamin/ ásványianyag premix	3	2,1	2,1	2,1
Ittrium oxid	0,1	0,1	0,1	0,1
Rovarliszt (BSL/TM/CALL)	0	30	30	30
Beltartalmi összetétel (e.a)				
Nyers fehérje (%)	47,1	50,1	53,1	48,9
Nyers zsír (%)	5,80	8,50	5,90	12,10
Nyers rost (%)	1,43	4,05	1,70	3,55
Nyers hamu (%)	9,01	8,33	8,34	7,66
Foszfor (%)	1,02	0,89	0,85	0,49
Bruttó energia (KJ g ⁻¹)	18,63	19,92	19,23	20,66

¹ BSL- Black soldier fly larvae; ² TM- Tenebrio molitor; ³ CALL- Calliphora vicina

Eredmények és következtetések

A kísérlet során megállapítottuk, hogy a két légylárvát (BSL és CALL) tartalmazó **táp** nyersfehérje, szárazanyag és bruttó energia látszólagos emészthetőségi együtthatói (82,4 és 79,6%; 76,9 és 74,8%, valamint 79,6 és 78,2%) szignifikánsan nem kisebbek, mint a kontroll táp hasonló értékei (81,7%, 75,8%, 78,8%). Ugyanakkor a lisztukac tartalmú tápnál szignifikáns csökkenést tapasztaltunk a fenti mutatókban, mely gyengébb emészthetőségre utal a vizsgált afrikai harcsa esetében. A kék dongólégylárvá esetében a táp nyerszsír ADC értéke (94,2%) szignifikánsan magasabb úgy a kontroll tápéhoz képest (89,7%), mint a többi rovartartalmú tápéhoz képest. Az ásványi anyag ADC értékek jellemzően alacsonyak (37% - 61,9 %) voltak. A foszfor esetében a legmagasabb értéket (73,4%) a fekete katonalégy lárvánál tapasztaltuk. A zsírsavak látszólagos emészthetőségi együtthatói 97-99 % közötti tartományban mozogtak

mindegyik táp esetében, kivéve a laurinsavat (12:0), amely 77,8% volt a TM tápban és 82,2% a kontroll tápban. Az **alapteranyagok** meghatározott emészthetőségi együtthatói alapján elmondható (1. ábra), hogy a vizsgált rovarok közül a fekete katonalégy lárvát emésztí a legjobban az afrikai harcsa. Összehasonlítva a ponty és tilápia fajoknál meghatározott rovareredetű alapteranyagok emészthetőségi értékeivel (Ogunji és mtsai. 2009) megállapítottuk, hogy az általunk kapott értékek nem sokban különböznek ezektől.



1. ábra. Az egyes rovarfélék látszólagos emészthetőségi együtthatói.

Az ürülék gyűjtési eljárások összehasonlítása során megállapítottuk, hogy a két módszerrel kapott értékek nagyságrendileg nem különböznek egymástól, de az ülepítőtartályban begyűjtött fecesz valószínűleg maradék takarmányt tartalmazott és ennek következtében a táp ADC értékek magasabbak és az alapteranyag ADC értékek kisebbnek mutatkoztak a boncolás útján nyert ürülékhez képest.

Összefoglalás

Emészthetőségi kísérletet végeztünk afrikai harcsa ivadékkal, hogy meghatározzuk az egyes rovarfehérjék látszólagos emészthetőségi együtthatóit az egyes tápanyagokra és nettó energiára vonatkozóan. Megállapítottuk, hogy a fekete katonalégy lárvája és a kék dongólégy lárvája jól emészthető a vizsgált halfaj esetében, a közönséges lisztkukac ugyanakkor kevésbé emészthető.

Kulcsszavak: látszólagos emészthetőségi együtthatók, afrikai harcsa, rovarfehérjék

Köszönetnyilvánítás

A kísérleti munka a Területi Kiválósági Program keretében, a „Fehérjetakarmány program a magyar mezőgazdaság minőségi és mennyiségi fejlődéséhez és a társadalom jólétének erősítésére” című projekt támogatásával valósult meg.

Irodalom

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) **1995:** Official methods of analysis, 16th edition. Association of Analytical Chemists, Arlington, Virginia, USA
- Bureau D.P., Harris A.M., Cho C.Y. **1999:** Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 180, 345–358.
- Folch J., Lee M. and Sloane Stanley G.H. **1957:** A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J. Biol. Chem.* 226, 497-509
- Ogunji J.O., Pagel T., Schulz C., Kloas W. **2009.** Apparent Digestibility Coefficient of Housefly Maggot Meal (maggot) for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) and Carp (*Cyprinus carpio*). *Asian Fisheries Science*, 22, 1095–1105.

A FÉNYINTENZITÁS HATÁSA A HARCSA (*SILURUS GLANIS*) LÁRVÁK TAKARMÁNYFELVÉTELÉRE ÉS NÖVEKEDÉSÉRE

**KERTÉSZ Attila¹, BERE CZKI Gábor¹, BÁRSONY Péter¹, STÜNDL László²,
FEHÉR Milán¹**

¹ Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Állattudományi, Biotechnológiai és Természetvédelmi Intézet, Debrecen, Böszörményi út 138., kertesz@agr.unideb.hu

² Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertechnológiai Intézet, Debrecen, Böszörményi út 138.

Kivonat

Bevezetés

A harcsa (*Silurus glanis*) a hazai akvakultúra legfontosabb ragadozó halfaja, amelynek termelése intenzív körülmények között is egyre inkább teret nyer. Az intenzív rendszerben történő termelés egyik alapvető pillére a lárvanevelés tartás-és takarmányozástechnológiai feltételeinek optimalizálása. A takarmányozás mellett a stressz az egyik legfontosabb, termelésre ható tényező, mivel a testtömeg gyarapodásra, a takarmányfelvételre és a kannibalizmusra egyaránt jelentős befolyással van. A harcsa esetében jól ismert a halfaj nagyfokú stressz érzékenysége, illetve a természetben és a zárt tartás során egyaránt megfigyelt fénykerülés, amely éjjeli életmódjából adódik. A harcsa lárvanevelése során éppen ezért kritikus pont a megvilágítás optimalizálása, vagyis annak a fényintenzitásnak a meghatározása, amely mellett a hal nyugodt körülmények között képes táplálkozni, ezáltal minimalizálni tudjuk a takarmány pazarlást és a kannibalizmust, ugyanakkor az emberi munka, valamint a halegészségügyi megfigyelések szempontjából is ideális. A kísérlet során ezért azt vizsgáltuk, hogy megvilágítás, vagy az alkalmazott takarmányozási protokoll befolyásolja-e leginkább a harcsa lárvanevelésének sikerét

Anyag és módszer

A kísérletbe bevont harcsa lárvák a Hajdúszoboszlói Bocskai Halászati Kft-től érkeztek és mesterséges szaporításból származtak. A nem táplálkozó lárvákat a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Állattenyésztési Tanszék, Halbiológiai laboratóriumába szállítottuk. A 48 órás akklimatizálást követően a halak a kísérletnek helyet biztosító, 150 l-es akvárium rendszerbe helyeztük át, amelyek mindegyike egyedi szűrővel volt ellátva. A kísérlet időtartama 21 nap volt. Minden akváriumot 300 harcsalárvával népesítettünk. Az összesen 16 db akvárium közül 8 db-ot lesötétítettünk és a kísérlet végéig teljes sötétben tartottuk. A másik 8 db akvárium esetében takarás nem történt és növekvő fényintenzitás mellett neveltük a halakat. Mindkét kezelési vonatkozásában 2-2 különböző takarmányozási protokollt állítottunk be, az egyik esetben az első 3 napban élő eleséggel (*Artemia nauplii*) etettük a halakat és csak ezt követően hajtottuk végre a száraz tápra

történő átszoktatást, míg a másik esetben végig tápos etetést alkalmaztunk (1. táblázat). A kezeléseket 4-4 ismétlésben állítottuk be.

1. táblázat A kísérleti protokoll

		Napok száma			
Kezelés		0 - 3	4 - 7	8 - 14	15 - 21
(S)	SA	<i>Artemia nauplii</i>	<i>Artemia nauplii</i> + <i>LARVIVA</i>	LARVIVA + INICIO PLUS	INICIO PLUS
	ST	BIOMAR LARVIVA	BIOMAR INICIO PLUS	INICIO PLUS	INICIO PLUS
Megvilágítás		0	6	12	24
(V)	VA	<i>Artemia nauplii</i>	<i>Artemia nauplii</i> + <i>LARVIVA</i>	LARVIVA + INICIO PLUS	INICIO PLUS
	VT	BIOMAR LARVIVA	BIOMAR INICIO PLUS	INICIO PLUS	INICIO PLUS

Eredmények és következtetések

A kísérlet során a harcsa lárvák megmaradása 40 és 74 % között alakult. A legmagasabb megmaradási arányt az élő eleséggel indított csoportok mutatták, függetlenül attól, hogy milyen megvilágítást alkalmaztunk a 21 nap során. A két kezelés esetében nem volt szignifikáns különbség. Statisztikailag igazolható eltérést tapasztaltunk azonban az élő táplálékkal indított és a kizárólag mesterséges tápon nevelt halak túlélése szempontjából. Az utóbbiak esetében szignifikánsan alacsonyabb volt a túlélési arány, ugyanakkor a megvilágított és a sötétben tartott kezeléseket között ezen mutató esetében sem mutatkozott különbség.

A kísérlet végén a legnagyobb egyedi testtömeget a fokozatosan növelt megvilágítás mellett, kezdetben élő táplálékon nevelt halak produkálták, ugyanakkor szignifikáns eltérés nem mutatkozott a szintén zooplanktonnal etetett, de teljes sötétben tartott csoportokhoz képest. Statisztikailag igazolhatóan kisebb egyedi testtömeget értek el a kizárólag tápon nevelt csoportok, azonban ebben az esetben is elmondható, hogy a megvilágítás nem volt hatással a testtömeg alakulására. Az eredmények alapján megállapítható, hogy megvilágítás nem befolyásolta a csoportok lehalászási egyedsúlyát, az élő eleség alkalmazása viszont kedvező hatással volt erre a termelési mutatóra.

A takarmányértékesítés vonatkozásában elmondható, hogy a legjobb értékeket azok a kezeléseket mutatták, amelyek kezdetben élő eleséget fogyasztottak. Az *Artemia nauplii*-val etetett, de eltérő megvilágítás mellett nevelt csoportok között nem volt szignifikáns különbség, ugyanakkor ezen beállítások FCR értékeitől statisztikailag a növekvő fényintenzitás mellett tartott, kezdetektől tápot fogyasztó halak takarmány hasznosítása sem tért el. Szignifikánsan gyengébb takarmányértékesítést mutattak azok az akváriumok, amelyeket letakarva, teljes sötétségben neveltünk és a kísérlet során végig mesterséges tápot fogyasztottak.

A kísérleti állományok növekedési ütemével kapcsolatos eredmények azt mutatták, hogy valamennyi vizsgált termelési mutatóhoz hasonlóan a legjobb értékeket az élő eleséggel indított kezeléseket mutatták, függetlenül attól, hogy sötétben, vagy növekvő fényintenzitás mellett neveltük a halakat. A két kezelés között nem tapasztaltunk szignifikáns eltérést. Szignifikánsan alacsonyabb növekedési ütemet produkáltak azok a csoportok, amelyek

takarmányozásából kihagytuk az élő eleség alkalmazását, ezek között statisztikailag igazolható különbséget nem tapasztaltunk.

Az állomány szétnövéseinek vizsgálata érdekében a kísérlet végén meghatároztuk az egyes kezelések variációs koefficiensét (CV%). Ez alapján megállapítottuk, hogy a leginkább szétnött állományt a növekvő fényintenzitás mellett és élő eleség alkalmazása nélkül nevelt kezelés eredményezte, amely szignifikánsan is eltért a többi csoporttól. Bár statisztikailag igazolható különbség nem volt a növekvő fényintenzitás mellett és élő eleséggel indított kezelés és a többi csoport között a CV% vonatkozásában, ez a beállítás adta a második leginkább szétnött állományt. A leginkább egyöntetű, leghomogénebb állományok a teljes sötétségben nevelt kezelések eredményeként alakultak ki.

Összefoglalás

A vizsgálat alapvető célja annak megállapítása volt, hogy a harcsa lárvanevelésében milyen mértékben játszik szerepet a fény intenzitásának változtatása, illetve az élő eleség etetése vagy esetleges kiváltása, zárt körülmények között, akváriumi rendszerben. A kísérlet eredményei azt mutatták, hogy a fokozatosan növelt fényintenzitáshoz a harcsa lárva jól alkalmazkodik és a termelési paramétereket elsősorban az alkalmazott takarmányozási protokoll befolyásolja. A takarmányozás vonatkozásban kijelenthető, hogy szükség van az élő eleség alkalmazására az első néhány napban.

Kulcsszavak: *Silurus glanis*, lárvanevelés, intenzív technológia, stressz, megvilágítása

Köszönetnyilvánítás

A munka a GINOP-2.3.2-15-2016-00025 projekt keretei között az Európai Regionális és Fejlesztési Alap és Magyarország Kormánya támogatásával valósult meg

HALASTAVI ZOOPLANKTON KÖZÖSSÉGI ÖSSZETÉTELÉBEN REJLŐ KÜLÖNBBSÉGEK ELTÉRŐ TAKARMÁNYÖSSZETEVŐK HASZNÁLATA MELLETT

**TÓTH Flórián¹, ZSUGA Katalin², KEREPECZKI Éva¹, BERZI-NAGY László¹,
JAKABNÉ SÁNDOR Zsuzsanna¹, KÖRMÖCZI László³**

¹*Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Halászati Kutatóintézet, Hidrobiológia Osztály,
Szarvas, toth.florian@haki.naik.hu*

²*Agrint Kft, Gödöllő*

³*Szegedi Tudományegyetem, Ökológiai Tanszék, Szeged*

Kivonat

Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben fokozódott a pontytermelés Európában és a világ más részein (Pechar L. 2000, Potužák J. 2007). 2016-ban a globális haltermelés meghaladta a 171 millió tonnát, amelynek 47% -át (körülbelül 80 millió tonnát) az akvakultúra adta. Ebben az évben a világ pontytermelése elérte a 4,5 millió tonnát (FAO 2018). A piaci igények az extenzív rendszerek fejlesztését kényszerítik. A fenntartható intenzitáshoz azonban olyan takarmánytípusok szükségesek, ahol a legmagasabb hozamok érhetőek el az ökoszisztéma legkisebb tápanyagterhelésével. Ennek eredményeként az akvakultúra takarmányipara alternatív forrásokhoz fordult (Welker et al. 2014) és elterjedt a növényi alapanyagok használata. Az alternatív növényi összetevők felvételének azonban saját kihívásai vannak a termékminőség (Mráz et al. 2012, Steffens W. és Wirth M. 2007, Trbovic et al. 2013) és a környezeti hatások (Hardy R.W. 2010) szempontjából. A ponty tenyésztése az extenzív és félig intenzív tavi akvakultúrában a természetes táplálékon és a gabonafélék takarmányozásán alapul. Ebben az esetben a haltenyésztő legfontosabb feladata agrotechnikai eszközök felhasználásával a folyamatosan növekvő zooplankton populáció létrehozása és fenntartása (Horváth et al. 2011). Azonban a halászat technológiai fejlődésének gazdasági megközelítése mellett az ökológiai megközelítést sem szabad figyelmen kívül hagyni. Az akvakultúra napjainkban tapasztalható intenzitása kihat a vízi ökoszisztémák és a zooplankton közösségek szerkezetére és dinamikájára. Ez a szervezetsoport hozzájárul a gazdaságilag fontos halfajok növekedéséhez is. A zooplankton jelentős aminosav-, fehérje-, zsírsav-, lipid-, enzim- és ásványianyag-forrásnak tekinthető (Watanabe et al. 1983, Millamena et al. 1990). Míg maga a gabona takarmány fehérjeszegény és magas szénhidrát-tartalmú, addig a zooplankton fehérjében gazdag és szénhidrátban szegény (Ruttikay A. 1975). A zooplankton közösségek összetétele és bősége mind a víz minőségének, mind a termelési intenzitás indikátorának tekinthető (Bhuiyan A.S. és Nessa Q. 1998). A munkánk célja a különféle kiegészítő takarmánytípusok hatásának felmérése a zooplankton közösségekre. Feltételeztük, hogy a kísérleti, növényi alapú takarmány hatása a közösségi összetételre nem különbözik a hagyományos, halliszt tartalmú és gabona takarmányokétól, és ezért a kísérleti takarmány nem jelent nagyobb környezeti terhet, így a hagyományos takarmányok fenntartható alternatívájaként ajánlható.

Anyag és módszer

A kísérletet azonos méretű halastavakban végeztük a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Halászati Kutatóintézet kísérleti telepén 2015-ben. A tavak átlagos területe $1754 \pm 74 \text{ m}^2$, átlagos mélysége 1,3 m volt. A kísérletet kilenc földmedrű tóban végeztük, takarmánytípusonként három ismétléssel. A tavak a közeli Holt-Körös vizéből kerültek feltöltésre. Minden tóba kétszáz darab kétnyaras ponty (átlagos tömeg: $745 \pm 80 \text{ g}$) került kihelyezésre. Takarmányozásra három különböző takarmányt alkalmaztunk: 1) halliszt- és halolaj alapú táp kereskedelmi takarmányként, 2) növényi liszt és növényi olaj tartalmú takarmány, mint kísérleti, fenntartható táp és 3) gabonafélék, a hagyományos kiegészítő takarmány kontrollként.

A zooplankton közösségből 2015-ben háromszor történt mintavétel (június, augusztus és szeptember) a felszíni víz 50 literjének 50 μm -es plankton hálón való átszűrésével. A tömörített mintákat a helyszínen formalinnal tartósítottuk. A vizsgálat során a következő paramétereket határoztuk meg: fajösszetétel, egyedszám, biomassa. A zooplankton mintavétellel egyidejűleg az egész vízoszlopot mintáztuk, és elemeztük a vízkémiai paramétereket. Az összes nitrogén (ISO 1997a), ammónium-nitrogén (ISO 2005), összes foszfor (ISO 2004), összes lebegőanyag (ISO 1997b), klorofill-a (ISO 1992) és vezetőképesség (ISO 1985) a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóintézet Környezetanalitikai Központ vizsgáló laboratóriumában a Magyar Szabványügyi Testület szabványai szerint került mérésre.

Statisztikai értékelés céljából a környezeti tényezők zooplankton közösségek szerkezetére gyakorolt hatásait kanonikus korrespondencia analízissel (CCA) elemeztük R (R Development 2013) szoftverkörnyezetben vegan (Oksanen et al. 2012) munkacsomaggal. A korábban felsorolt vízkémiai paraméterek mellett, három takarmány összetevő (halliszt, szója tartalom és búza) hatását elemeztük a fajlistához tartozó egyedszámok szerinti ordinációs térben való rendeződésre.

Eredmények és következtetések

A kerekeshéreg (*Rotifera*) és kistrák (*Cladocera* és *Copepoda*) eloszlására CCA felhasználásával hét vízkémiai és három takarmány összetevő paraméter hatását értékeltük. A kistrák közösségek esetében a teljes ammónium-nitrogén, az összes nitrogén, az összes foszfor, az összes lebegőanyag és a klorofill-a ellentétes hatást gyakorolt, mint az elektromos vezetőképesség és a kémiai oxigénigény: az előbbi csoport pozitívan korrelált a közösségi fajösszetétellel és egyedsűrűséggel szeptemberben, míg az utóbbi két paraméter negatívan. Ennek megfelelően a vízkémia alig volt hatással a közösség kialakulására vagy csoportosulására a másik két hónapban. A kezelések hatásainak vizsgálatokor részleges időbeli csoportosulás figyelhető meg. A júniusi és augusztusi értékek enyhe átfedést mutattak. Ebben az esetben a kísérleti takarmányra és a kontroll búza etetésére jellemző növénytartalom negatívan korrelált az augusztusi értékekkel, míg a halliszt halolaj alapú takarmányra ennek ellenkezője volt jellemző a szeptemberi közösségi összetételre. Így a növényi étrend felelős lehet a júniusi és augusztusi csoportok elkülönüléséért. A kerekeshéreg közösségeket ordinációs térben vizsgálva szintén időbeli csoportosulás figyelhető meg a vízkémiai paraméterek hatását tekintve. A szeptemberi közösségek fajösszetétele és denzitása pozitív korrelációt, az augusztusi közösségek pedig negatív korrelációt mutattak a klorofill-a koncentrációval és az összes lebegőanyaggal, míg a többi paraméter negatív korrelációt mutatott a júniusi közösségekkel. A takarmány összetevőket vizsgálva a kerekeshéreg közösségek fajösszetétele és denzitása időbeli csoportosulást

eredményeztek némi átfedéssel. Az augusztusi minták diszkrét halmazt alkottak, a szója volt a meghatározó a szeptemberi minták, a búza pedig a júniusi minták esetében. E plankton csoport esetében a takarmánynak kisebb szerepe volt, de a szója hatása volt a legerősebb az összetevők között.

A takarmány összetevők közösségi szintű hatását havi szinten vizsgálva a kiskárók és a kerekeshal közösségek eltérően reagáltak. Az előbbi esetében az ordinációs térbe illesztett ellipszisek egyetlen hónap alatt sem válnak el egymástól átfedés nélkül. A takarmány összetevőknek nem volt egyértelmű hatása a közösségi összetételre. A kerekeshal esetében sem mondható el teljes csoportosulás, de két hónap alatt is kialakultak bizonyos takarmány összetevőkre jellemző közösségek. Augusztusban a halliszt alapú takarmányok hatása elvált a másik két kezeléstől, míg szeptemberben a gabonával táplált tavakban olyan közösség alakult ki, amely élesen elkülönült a másik két kezeléstől. Mindezek fényében a vegetációs időszak alatt nem lehet általános megállapításokat tenni a takarmány zooplankton közösségekre gyakorolt hatásainak különbségeiről.

Összefoglalás

Egy halolaj és halliszt tartalmú halastavi takarmány, növényi alapú táppal való kiváltásának hatását vizsgáltuk a halastavak természetes táplálékkészletét jelentő zooplankton közösségek dinamikájára. A halastavakban az el nem fogyasztott plankton denzitás és biomasza alapján tipikusan a ponty monokultúrára jellemző mennyiségű ($0,06\text{--}70\text{ g/m}^3$) (Ördög V. 2000) és minőségű zooplankton állomány alakult ki, ilyen a *Bosmina-Cyclopidae* dominancia (Ruttkay A. 1996). Halgazdálkodási szempontból a zooplankton közösségek mennyisége és minősége megfelelő volt, a kezelések közötti lényeges különbség a struktúrában nem adódott. A környezeti háttérfaktorokat, és a takarmány összetevőket vizsgálva, a különböző takarmányok alig befolyásolták a közösségi összetételt. A közösség struktúráját inkább a szezonális jelleg, mintsem a takarmány összetétel határozta meg. Összességében a különböző kezelések nem jelentettek speciális körülményeket a zooplankton közösségek számára, ami az összetételükben változást okozott volna. A kísérleti takarmány mellett is a hagyományos, kereskedelemben kapható táphoz hasonlóan a ponty monokultúrára jellemző zooplankton állomány alakult ki, ami a halak természetes táplálékának megfelelt. A kísérleti tápnak nem volt olyan negatív hatása, ami alapján el kellene vetni a használatát.

Irodalom

- Bhuiyan A.S., Nessa Q. **1998**. Seasonal variation in the occurrence of some zooplankton in a fish pond. *Bangladesh J. Fish. Res.*, 2, 201–203
- FAO **2018**. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018—Meeting the sustainable development goals; Food and Agriculture Organisation: Róma, Olaszország, 2018; Elérhető online: <http://www.fao.org/3/i9540en/i9540EN.pdf> (2020. 05. 03.)
- Hardy R.W. **2010**. Utilization of plant proteins in fish diets: Effects of global demand and supplies of fishmeal. *Aquac. Res.*, 41, 770–776.
- Horváth L., Béres B., Urbányi B. **2011**. Ökológiai szemléletű tógazdálkodás, Szent István Egyetem, Gödöllő, Magyarország
- ISO **1985**. Water Quality—Determination of Electrical Conductivity; International Organization for Standardization: Genf, Svájc
- ISO **1992**. Water Quality—Measurement of Biochemical Parameters—Spectrometric Determination of the Chlorophyll-a Concentration; International Organization for Standardization: Genf, Svájc
- ISO **1997a**. Water Quality—Determination of Nitrogen—Part 1: Method Using Oxidative Digestion with Peroxodisulfate; International Organization for Standardization: Genf, Svájc
- ISO **1997b**. Water Quality—Determination of Suspended Solids by Filtration through Glass-Fibre Filters; International Organization for Standardization: Genf, Svájc

- ISO **2004**. Water quality—Determination of Phosphorus—Ammonium Molybdate Spectrometric Method; International Organization for Standardization: Genf, Svájc
- ISO **2005**. Water Quality—Determination of Ammonium Nitrogen—Method by Flow Analysis (CFA and FIA) and Spectrometric Detection; International Organization for Standardization: Genf, Svájc
- Millamena O.M., Peñaflorida V.D., Subosa P.F. **1990**. The macronutrient composition of natural food organisms mass cultured as larval feed for fish and prawns. *Isr. J. Aquac.*, 42, 77–83.
- Mráz J., Máchová J., Kozák P., Pickova J. **2012**. Lipid content and composition in common carp—optimization of n-3 fatty acids in different pond production systems. *J. Appl. Ichthyol.*, 28, 238–244.
- Oksanen J., Blanchet F.G., Kindt R., Legendre P., O’har R.B., Simpson G.L., Solymos P., Stevens M.H., Wagner H. **2012**. *Vegan: Community Ecology Package*. R package Version 1.17-2.
- Ördög V. **2000**. Zooplankton—táplálkozás, szaporodás és ökológiai igény In Halbiológia és haltenyésztés, Horváth, L., Mezőgazda Kiadó: Budapest, Magyarország, 373–376.
- Pechar L. **2000**. Impacts of long-term changes in fishery management on the trophic level water quality in Czech fishponds. *Fish. Manag. Ecol.* 2000, 7, 23–31.
- Potužák J., Huda J., Pechar L. **2007**. Changes in fish production effectivity in eutrophic fishponds—Impact of zooplankton structure. *Aquac. Int.* 15, 201–210.
- R Development Core Team **2013**. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*; R Foundation for Statistical Computing: Bécs, Ausztria
- Ruttkey A. **1975**. A ponty táplálkozásökológiai vizsgálata. *Kísérletügyi közlemények*, 67, 133–156.
- Ruttkey A. **1996**. Kölcsönhatások a ponty-félék, valamint a zooplankton között, XX. Halászati Tudományos Tanácskozás Halászatfejlesztés 1996, 19, 151–170.
- Steffens W., Wirth M. **2007**. Influence of nutrition on the lipid quality of pond fish: Common carp (*Cyprinus carpio*) and tench (*Tinca tinca*). *Aquac. Int.*, 15, 313–319.
- Trbovic D., Markovic Z., Milojkovic-Opsenica D., Petronijevic R., Spiric D., Djjinovic-Stojanovic J., Spiric A. **2013**. Influence of diet on proximate composition and fatty acid profile in common carp (*Cyprinus carpio*). *J. Food Compos. Anal.*, 31, 75–81.
- Watanabe T., Kitajima C., Fujita S. **1983**. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: A review. *Aquaculture*, 34, 115–143.
- Welker T.L., Lim C., Barrows F.T., Liu K. **2014**. Use of distiller’s dried grains with solubles (DDGS) in rainbow trout feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 195, 47–57.

POSZTEREK

ELŐZETES EREDMÉNYEK EGY TÁPRA SZELEKTÁLT AFRIKAI HARCSA (*CLARIAS GARIEPINUS*) VONAL LÉTREHOZÁSA SORÁN

**BALOGH Réka¹, IHÁSZ Katalin¹, KESZTE Szilvia¹, CSORBAI Balázs¹,
SZILÁGYI Gábor², VARJU-KATONA Milán², URBÁNYI Béla¹, KOVÁCS Balázs¹**

¹ *Szent István Egyetem, Természeti Erőforrások Megőrzése Intézet, Halgazdálkodási Tanszék,
Gödöllő, Páter Károly utca 1. balogh.reka.eniko@szie.hu*

² *Győri „Előre” Halászati termelőszövetkezet, Kisbajcs, Arany János utca 22.*

Kivonat

Bevezetés

A népesség növekedésével járó élelmezési problémák megoldása korunk egyik legnagyobb kihívása, melynek elérésében az akvakultúrás termelésnek hatalmas szerepe lehet. Hazánk akvakultúrás termelésében kiemelt jelentőségű az afrikai harcsa, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), mely betegségekkel szemben ellenálló, nem igényel jó vízminőséget, jó növekedési eréllyel és takarmányértékesítéssel rendelkezik, emiatt intenzív termelésre rendkívül alkalmas. Az akvakultúrás termelés költségeinek jelentős része takarmányköltség, mely magas fehérjetartalmú tápot igénylő fajok tenyésztése esetén még jelentősebb. A haltápok gyártása során általában állati eredetű fehérjét, gyakran hallisztet használnak, mely előállítására természetesvízi halászatból származik, így fenntarthatósági kérdéseket is felvet. Emellett, az erőforrások kimerülése miatt a halliszt ára az utóbbi időben jelentősen növekedett és a jövőben további növekedés várható. Számos halfaj estében próbálkoztak az állati eredetű fehérje növényi fehérjével történő helyettesítésével, azonban ez általában negatív irányba befolyásolta a halak növekedési mutatóit és egészségi állapotát (Gómez-Requeni et al. 2004; Mundheim et al., 2004; Vilhelmsson et al. 2004; Alami-Durante et al. 2010; Pongmaneerat et al. 2011; Ulloa et al. 2013). A legújabb kutatások alapján az állomány tápra történő szelekciójával ezek a mutatók jelentősen javíthatóak (Le Boucher et al. 2012; Abernathy et al. 2017; Callet et al. 2017). Célunk egy olcsóbb, csökkentett halliszt tartalmú haltápra szelektált afrikai harcsa állomány létrehozása, mely redukált termelési költségek és fenntarthatósági szempontokat is szem előtt tartó tenyésztési módszerek mellett, a hagyományos táppal etetett egyedekéhez hasonló vagy jobb növekedési mutatókkal rendelkezik.

Anyag és módszer

Kísérleteinket a Győri „Előre” Halászati Termelőszövetkezet (GYE) telepén, átfolyóvízes rendszerben, valamint a Szent István Egyetem Halgazdálkodási Tanszékén (SZIE), recirkulációs rendszerben végeztük. A kísérleti állomány első generációját (F1) 16 ikrás és 18 tejes keresztezésével hoztuk létre. Az utódokat egy általánosan használt kontroll táppal és két párhuzamos csoportban egy alacsony halliszt tartalmú kísérleti táppal etettük piaci méretig (1. táblázat). Recirkulációs rendszerben a 2 kísérleti és 1 kontroll táppal etetett csoportot 3 db 1000 literes medencében neveltük 25 °C-on. Átfolyóvízes rendszerben a halakat 23-24 °C-on, 1800 literes medencékben neveltük és a három csoport (2 kísérleti, 1 kontroll) egyedeit rendszeresen szétválogattuk további 3, méret szerinti csoportra. Az előbbieken túl, átfolyóvízes rendszerben

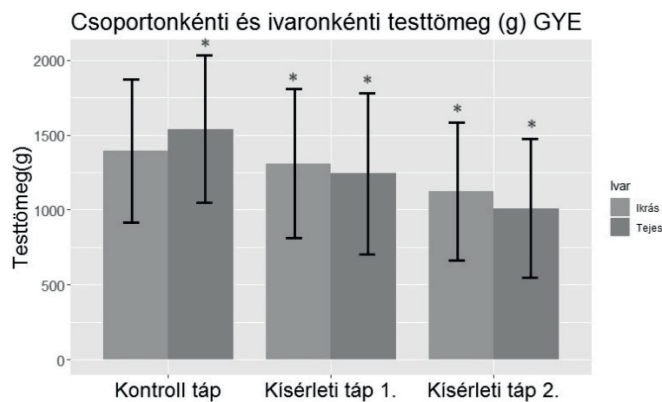
létrehoztunk három pozitív szelekciós csoportot a kísérleti táppal etetett legnagyobb egyedekből, melyeket a későbbiekben tenyészállományként tervezünk használni. A piaci méret elérésekor megmértük az egyedek testsúlyát és rögzítettük az ivarukat (N=783 SZIE és N=2795 GYE). Az adatok kiértékelése R szoftver (ver. 3.5.3) segítségével történt, $p < 0,05$ szignifikancia szinttel.

1. táblázat A kontroll és a kísérleti táp összetétele

	Kontroll táp (4,5 mm)	Kísérleti táp (4,5 mm)
Nyersfehérje (%)	42	42
Nyerszsír (%)	12	12
Halliszt (%)	8,1	6

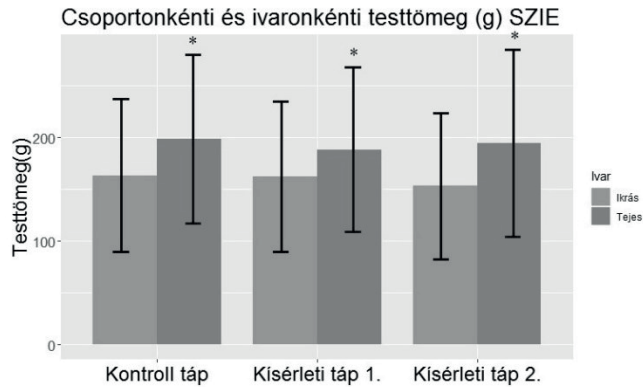
Eredmények és következtetések

Megvizsgáltuk a táp és az ivar közötti asszociációt Fisher-egzakt teszttel, azonban egyik helyszínen sem találtunk szignifikáns összefüggést, az ivar-arány minden csoportban 1:1 közeli volt. Félüzemi körülmények között (GYE) az átlagos testsúly csoportonként: kontroll táp $1461,6 \pm 490,34$ g, kísérleti táp 1. csoport $1281,67 \pm 515,97$ g, kísérleti táp 2. csoport $1076,37 \pm 464,36$, melyek az ANOVA analízis alapján szignifikánsan különböznek (1. ábra). Látható, hogy a csökkentett halliszt tartalmú táppal etetett csoportok alacsonyabb növekedési eréllyel rendelkeznek, mint a kontroll csoport. Modellünk alapján, a tápon túl az ivar hatása is szignifikáns volt, mely arra utal, hogy az ikrások jobban tudják hasznosítani a kísérleti tápot, mint a tejesek. A kontroll táppal etetett csoportban azonban a tejesek növekedési erélye meghaladta az ikrásokét.



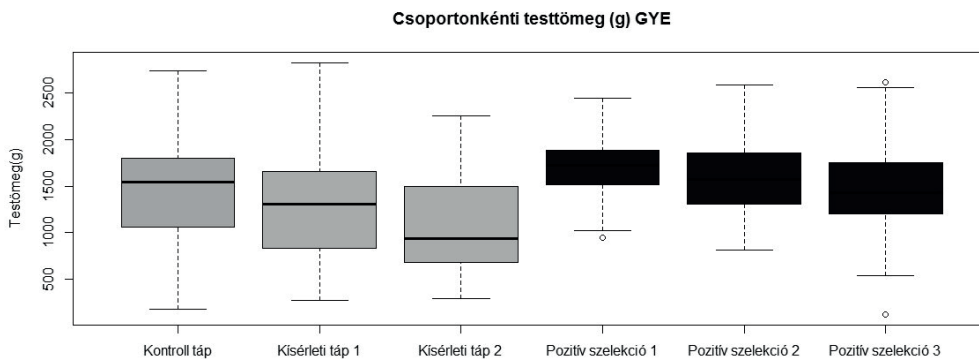
1. ábra Csoportonkénti és ivaronkénti testtömeg (g) átfolyóvízes rendszerben

Recirkulációs rendszerben (SZIE) a modellünk segítségével becslült eltérés a kísérleti táppal etetett csoportokban nem bizonyult szignifikánsnak, mely feltételezhetően az alacsonyabb mintaelemszámmal, valamint a visszafogottabb takarmányozással magyarázható. Ivari dimorfizmus azonban mindegyik csoportban megfigyelhető volt a testtömeg tekintetében: a tejesek növekedési erélye recirkulációs rendszerben minden csoportban meghaladta az ikrásokét.



2. ábra Csoportonkénti és ivaronkénti testtömeg (g) recirkulációs rendszerben

A pozitívan szelektált csoportok átlagsúlya: 1. csoport $1712,15 \pm 305,01$ g, 2. csoport $1587,36 \pm 378,04$ g, 3. csoport $1473,79 \pm 416,04$ g, mely a kontroll táppal etetett egyedekéhez hasonló. Ennek alapján feltételezhetjük, hogy szelekcióval kialakítható a csökkentett halliszt tartalmú tápot jobban hasznosító, fokozottabb növekedési erélyű állomány (3.ábra).



3. ábra A pozitívan szelektált csoportok testtömege (g) átfolyóvízes rendszerben

Összefoglalás

Adataink alapján látható, hogy átfolyóvízes rendszerben a csökkentett halliszt tartalmú kísérleti táppal etetett egyedek rosszabb növekedési eréllyel rendelkeznek, mint a kontroll táppal etetett csoport. Bár recirkulációs rendszerben nem találtunk statisztikailag igazolható eltérést a különböző táppal etetett csoportok között, feltételezzük, hogy ez az alacsonyabb mintaelemszám vagy a visszafogottabb takarmányozás miatt nem volt kimutatható. Az adatok arra utalnak, hogy az ikrások jobban képesek hasznosítani a növényi fehérjék felhasználásával készült kísérleti tápot, mint a tejesek, azonban ennek bizonyítása további vizsgálatokat igényel. Szignifikáns ivararány eltolódást egyik csoportban sem találtunk. A pozitívan szelektált csoportok testtömeg eloszlása alapján feltételezzük, hogy az állományban megvan a potenciál arra, hogy mesterséges szelekcióval olyan anyaállományt hozzunk létre, mely alacsonyabb takarmány költséggel,

fenntartható tenyésztési módszerekkel, a kontroll táppal etetett egyedekéhez hasonló növekedési eréllyel rendelkezzen.

Kulcsszavak: afrikai harcsa, *Clarias geriepinus*, növekedés, növényi fehérje, szelekció

Köszönetnyilvánítás

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-3- I kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával készült. A munkát az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008, az iFishIENCi projekt (Horizont 2020, No 818036) és a Halászati Operatív Program III. tengelye (“Európai Halászati Alap: a megújuló halászatért” - az Európai Unió és Magyarország támogatásával) támogatták. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- Abernathy J., Brezas A., Snekvik K.R., Hardy R.W., Overturf K. **2017**. Integrative functional analyses using rainbow trout selected for tolerance to plant diets reveal nutrigenomic signatures for soy utilization without the concurrence of enteritis. *PLoS ONE* 12.
- Alami-Durante H., Médale F., Cluzeaud M., Kaushik S.J. **2010**. Skeletal muscle growth dynamics and expression of related genes in white and red muscles of rainbow trout fed diets with graded levels of a mixture of plant protein sources as substitutes for fishmeal. *Aquaculture* 303, 50–58.
- Callet T., Médale F., Larroquet L., Surget A., Aguirre P., Kerneis T., Labbé L. **2017**. Successful selection of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on their ability to grow with a diet completely devoid of fishmeal and fish oil, and correlated changes in nutritional traits. *PLoS ONE* 12, 1–21.
- Gómez-Requeni P., Mingarro M., Caldach-Giner J.A., Médale F., Martin S.A.M., Houlihan D.F., Kaushik S., Pérez-Sánchez J. **2004**. Protein growth performance, amino acid utilisation and somatotropic axis responsiveness to fish meal replacement by plant protein sources in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture* 23, 493–510.
- Le Boucher R., Dupont-Nivet M., Vandeputte M., Kerneis T., Goardon L., Labbé L., Chatain B., Bothaire M.J., Larroquet L., Médale F., Quillet E. **2012**. Selection for adaptation to dietary shifts: towards sustainable breeding of carnivorous fish. *PLoS One*. 2012, 7(9).
- Mundheim H., Aksnes A., Hope B. **2004**. Growth, feed efficiency and digestibility in salmon (*Salmo salar L.*) fed different dietary proportions of vegetable protein sources in combination with two fish meal qualities. *Aquaculture* 237, 315–331.
- Pongmaneerat J., Watanabe T., Takeuchi T., Satoh S. **2011**. Use of Different Protein Meals as Partial or Total Substitution for Fish Meal in Carp Diets. *Nippon Suisan Gakkaishi* 59, 1249–1257.
- Ulloa P.E., Peña A.A., Lizama C.D., Araneda C., Iturra P., Neira R., Medrano J.F. **2013**. Growth Response and Expression of Muscle Growth-Related Candidate Genes in Adult Zebrafish Fed Plant and Fishmeal Protein-Based Diets. *Zebrafish* 10, 99–109.
- Vilhelmsson O.T., Martin S.A.M., Médale F., Kaushik S.J., Houlihan D.F. **2004**. Dietary plant-protein substitution affects hepatic metabolism in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *British Journal of Nutrition* 92, 71.

ALTERNATÍV FEHÉRJEFORRÁS – LISZTKUKAC (*TENEBRIO MOLITOR*) ALKALMAZÁSA HARCSA (*SILURUS GLANIS*) TAKARMÁNYOKBAN

GEBREMICHAEL Askale, STETTNER Gabriella, VARGA Dániel, *KUCSKA Balázs

Szent István Egyetem, Környezettudományi és Természetvédelmi Intézet,
Kaposvár Guba S. u. 40.
*kucska.balazs@szie.hu

Kivonat

Bevezetés

A megfelelő fehérjeforrások kiválasztása nem csupán gazdasági, de környezetvédelmi szempontból is kulcsfontosságú. A különböző rovarokból készült lisztek több halfaj esetén is fenntartható módon lehetnek alkalmasak a takarmány halliszt komponensének teljes vagy részleges kiváltására (Fasakin et al. 2003, Alegbeyele et al. 2012, Belghit et al. 2019). Kísérletünkben azt vizsgáltuk meg, hogy alkalmas-e a lisztkukac, mint alternatív fehérjeforrás az intenzíven nevelt egynyaras harcsa takarmányban a halliszt részleges vagy teljes kiváltására.

Anyag és módszer

A kísérlethez felhasznált takarmány halliszt tartalmát 0, 33, 66 és 100%-ban helyettesítettük szárított lisztkukac (*Tenebrio molitor*) lárvából készült liszttel. A takarmányokat egynyaras harcsával (n:72, w₀:242,2±52.9g) etettük (1,5% ttkg napi 2 adagban kézzel), az egy hónapig tartó kísérletben vizsgáltuk a növekedését és a takarmány értékesítését. A kísérleti táp azonos fehérje és energia tartalom mellett a következő százalékos összetétellel rendelkezett (1.táblázat)

1.táblázat

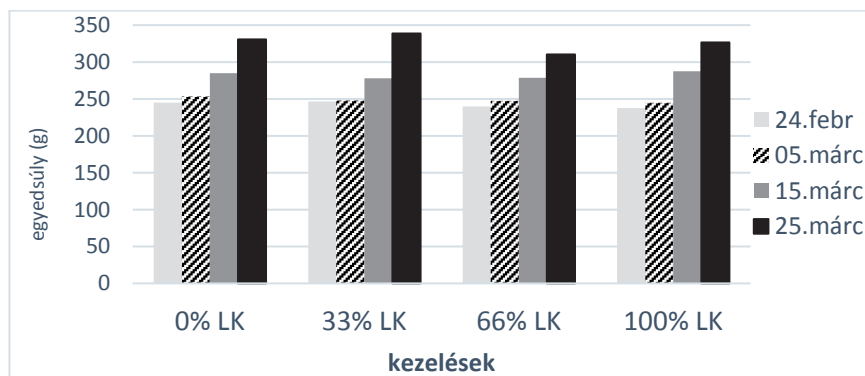
	szója	halliszt	lisztkukac	baromfi L.	halolaj	kukorica	px	kötőanyag
LK 0%	25	15	0	29	5	25.3	0.5	0.2
LK 33%	25	10	5	30.5	3.5	25.3	0.5	0.2
LK 66%	25	5	10	33	2	24.3	0.5	0.2
LK 100%	25	0	15	33.5	1	24.8	0.5	0.2

szója: hp300 (ny.feh. 56%, ny. zsír 2,5%) halliszt spanyol (ny. feh. 60% ny. zsír 12%), lisztkukac (ny. feh. 38%, ny. zsír 35%) baromfi L: (ny. feh. 70%, ny. zsír 12%), kukorica (ny. feh. 7 % ny. zsír 3,5%), px: ásványi és vitamin premix Cargill, kötőanyag: zselatin

Eredmények és következtetések

A legjobb növekedést és takarmányértékesítést a LK 33% táppal etetett csoportnál kaptuk (SGR: 1,05; FCR: 1,15). A többi kezelés esetén az SGR értékek: LK 0%: 0,99; LK 66%: 0,86; LK 100% 1,05 és az FCR értékek LK0%: 1,27; LK66%: 1,5; LK100%: 1,2) kis mértékben

alumulták a hallisztet 33%-ban lisztkukaccal helyettesített táp értékeit. A különbségek ugyanakkor nem bizonyultak szignifikánsnak. ($p < 0,05$ ANOVA).



1. diagram A különböző kísérleti tápok hatása a növekedésre.

A kísérletek alapján elmondható, hogy a több növényi és állati fehérje komponenst tartalmazó harcsatápban a halliszt teljes mértékben kiváltható lisztkukac liszttel a termelési paraméterek jelentős romlása nélkül. Ugyanakkor az alapanyag árakat is figyelembe véve inkább csak részleges 33% körüli halliszt kiváltási arány javasolt.

Összefoglalás

A rovarlisztek egyre hangsúlyosabb szerepet töltenek be a haltakarmányozásban, mivel részlegesen, vagy akár teljes mértékben is képesek kiváltani a hallisztet. Kísérleteink alapján a halliszt teljes mértékben kiváltható lisztkukac liszttel a termelési paraméterek jelentős romlása nélkül egyenyaras harcsa nevelésénél.

Kulcsszavak: *Silurus glanis*, alternatív fehérje, *Tenebrio molitor*

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az Európai Regionális Fejlesztési Alap, Magyarország Kormánya támogatta a GINOP-2.3.2-15-2016-00025 projekt keretében. Valamint köszönjük a HOP3_COLL1 1699329032 azonosító számú projekt támogatását is.

Irodalom

- Alegbeleye W.O., Obasa S.O., Olude O.O., Otubu K., Jimoh W. **2012**. Preliminary evaluation of the nutritive value of the variegated grasshopper (*Zonocerus variegatus* L.) for African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell. 1822) fingerlings *Aquac. Res.*, 43, 412-420.
- Belghit I., Liland N. S., Gjesdal P., Biancarosa I., Menchetti E., Li Y., Waagbø R., Krogdahl A., Lock E.J. **2019**. Black soldier fly larvae meal can replace fish meal in diets of sea-water phase Atlantic salmon (*Salmo salar*), *Aquaculture*, Volume 503, 609-619.
- Fasakin E.A., Balogun A.M., Ajayi O.O. **2003**. Evaluation of full-fat and defatted maggot meals in the feeding of clarid catfish *Clarias gariepinus* fingerlings *Aquac. Res.*, 34, 733-738.

TAPASZTALATOK ÉDESVÍZI ALGÁK TAKARMÁNYBAN TÖRTÉNŐ HASZNOSÍTÁSÁBAN AZ INTENZÍV HALTENYÉSZTÉS SORÁN

**JAKABNÉ SÁNDOR Zsuzsanna¹, NAGYNÉ BIRÓ Janka¹, SZŰCS Anita¹, BERE CZ
Orsolya¹, DERGEZ Ágnes², UGHY Bettina³, ARDÓ László¹**

¹ *Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Halászati Kutatóintézet,
Szarvas, Anna-liget u. 35. jakabne.sandor.zsuzsanna@haki.naik.hu*

² *Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Nonprofit Kft. Biotechnológiai Divízió (BAY-BIO),
Szeged, Derkovits fasor 2. agnes.dergez@bayzoltan.hu*

³ *ELKH, Szegedi Biológiai Kutatóközpont, Növénybiológiai Intézet (SZBK),
Szeged, Temesvári krt. 62. ughy4@gmail.com*

Kivonat

Bevezetés

Az intenzív akvakultúra rendszerekben elterjedően van olyan speciális tápok használata, melyek bizonyos immunstimuláns komponenseket is tartalmaznak az egészséges ivadékállomány fenntartása érdekében. A legismertebb és bizonyított hatású vegyület a β 1-3-glukán, de magas antioxidáns és vitamin (C, E és karotinoidok) tartalmú premixeket is egyre gyakrabban készítenek. Az algák tartalmazzák ezeket a vegyületeket és hosszú szénláncú, többszörösen telítetlen zsírsavakban is gazdagok, melyeknek szintén kiemelt szerepe van a halak védekezési mechanizmusában, egészség megőrzésében.

Kutatásaink olyan hazai vizekben előforduló mikroalgák vizsgálatára irányulnak, melyek alkalmasak lehetnek nagy tömegű termelésre és tartalmazzák a hal számára azokat a bioaktív komponenseket, melyek szerepet játszhatnak a halnevelés korai szakaszában a gyakori betegségek visszaszorításában. A beltartalmi tulajdonságok és a nevelhetőség alapján kiválasztott mikroalga izolátumokat *in vitro* és *in vivo* módon vizsgáljuk gazdasági szempontból fontos halfajokon immunstimuláló hatásuk megismerése céljából. Az etetési kísérletek során értékeljük az algák emészthetőségét és hasznosítását is, mely fontos szempont az alkalmazandó alga dózis megállapításánál.

Anyag és módszer

Etetési kísérletet végeztünk három halfajon zárt halnevelő rendszerben: ponty (*Cyprinus carpio*), szivárványos pisztráng (*Oncorhynchus mykiss*) és kecsge (*Acipenser ruthenus*) fajokkal. A kész, teljesértékű takarmányhoz konyhatechnikai eljárással adtuk hozzá az alga szuszpenziót, a megfelelő algadózis meghatározása céljából három különböző koncentrációban. Kontrollként algát nem tartalmazó tápot használtunk. A homogenizált tápmasszát húsdaráló 4, 5 és 6 mm nagyságú rostája segítségével formáztuk, majd aprítottuk. A maximum 6-8 mm hosszúságú tápszemcséket fémálcán hideg ventilátorral szárítottuk 4 órán keresztül, majd további 48 órán keresztül szobahőmérsékleten tároltuk. Különböző algamennyiségek keverésével változtattuk az algadózist a haltápban, mely a tápkészítés technológiáját nem befolyásolta. Vizsgáltuk az így elkészített tápok vízdoldhatóságát, stabilitását és süllyedő képességét, valamint a tápok beltartalmi értékeit és bioaktív komponenseit.

A **ponty ivadék** nevelését $78,4 \pm 12,8$ g átlag súllyal indítottuk és 22 napig ettük 2 % takarmányozási rátával. Takarmánynak piaci pontytápot használtunk **0,5; 1; 2 %-os** (szárazanyagra vonatkoztatva) alga biomassza kiegészítéssel. A pisztráng növendék etetését $354,2 \pm 55$ g átlagsúllyal indítottuk és 19 napig ettük 2 %-os takarmányozási rátával, míg a kecsge ivadékok $54,9 \pm 4,88$ g átlagsúlyúak voltak és 3 %-os rátával takarmányoztuk 28 napon keresztül. A **pisztráng** esetében a kereskedelmi tápot **0,25; 0,5; 1 %-ban** egészítettük ki, míg a **kecsge** esetén a dózisokat növeltük **1; 2; 4 %-ra** ugyanazzal az alga izolátummal és a fajnak megfelelő alaptápot használva. A kísérletek során hetente vizsgáltuk a fehérvérsejtek fagocitáló és respirációs aktivitását és nem-specifikus immunparamétereket (vérplazma összfehérje és immunoglobulin szintjét, lizozim aktivitását). Meghatároztuk a takarmányhasznosítást és növekedési paramétereket (növekedési rátát SGR g/nap, a takarmányhasznosítást FCR g/g, fehérje hatékonysági rátát PER g/g és fehérje produktions értéket PPV %), melynek segítségével a tápok alkalmasságát teszteltük. A kísérlet végén a pisztráng esetében fejveszből a természetes és specifikus immunválaszban szerepet játszó gének (pl. TNF- α , IgM, IgD, IgT, PER, IFN) kifejeződését vizsgáltuk valós idejű kvantitatív PCR módszerrel. Húsminőség vizsgálat céljára húsizom mintát gyűjtöttünk, melyből meghatároztuk a nyersfehérje, nyerszsír, szárazanyag, zsírsav profil, béta-karotin, asztaxantin és lutein tartalmat. A ponty és a kecsge ivadékokkal az etetési kísérletet követően bakteriális fertőzést végeztünk *Aeromonas hydrophila* baktériummal és nyomon követtük az elhullást egy héten keresztül, majd értékeltük a halak betegséggel szembeni ellenállóképességét.

Eredmények és következtetések

A meghatározott nem-specifikus immunparaméterek alapján szignifikáns különbségeket az első héten találtunk az 1 %-os és a 2 %-os dózis és a kontroll csoport között a ponty ivadékoknál, de a további etetés hatását már az egyedi különbségek elmosták. A túlélési ráta ugyanakkor a legkisebb dózis, a 0,5 %-kal etetett halaknál volt a legmagasabb és szignifikánsan is eltért a többi csoporttól. A termelési, valamint a takarmány- és fehérjehasznosítási paraméterek értékei alapján az látható, hogy az algakiegészítés kedvezőtlenül hatott ezekre a paraméterekre és a dózis növekedésével párhuzamosan rontotta azok értékeit. Ezt okozhatta a vizsgált édesvízi alga izolátum alacsony emészthetősége is a ponty esetében.

A pisztráng növendékek növekedése és takarmányhasznosítása már kedvezőbbnek mutatkozott a 3 hetes etetési kísérlet során. Majdnem minden paraméter értékeit javította az algakiegészítés, de szignifikáns különbséget nem tudtunk igazolni. A meghatározott húsminőségi paraméterek közül a karotinoid tartalomban mutatkozott szignifikáns eltérés a csoportok között, elsősorban a lutein koncentrációban. Itt az algadózis növekedésével párhuzamosan növekedett a húsizom lutein koncentrációja. Az összfehérje, immunoglobulin és lizozim értékek szignifikáns eltérést nem mutattak, akárcsak az immunrendszer aktivitását leíró gének expressziója sem. Itt a 0,5 %-os dózisu csoport esetében határoztunk meg magasabb szintet, de a kiugró értékek miatt a különbségek nem szignifikánsak.

A kecsge ivadékok 4 hetes etetése során a növekedést és a takarmányhasznosítást nem befolyásolta az algakiegészítés, szignifikáns különbséget nem tapasztaltunk a kontrollhoz képest. Ugyanakkor némi visszaesés látható a kereskedelmi toktáphoz képest. A betegség ellenálló képesség megállapítása céljából végzett fertőzés mortalitási adatai alapján pozitív tendencia mutatkozott a magas algakiegészítéssel (2-4 %) etetett csoport javára. A nem specifikus immunparaméterek vizsgálata még folyamatban van.

A három fajjal tesztelt alga izolátum immunstimuláló, valamint a halak növekedésére, és betegség ellenállására gyakorolt hatása kismértékű, szignifikancia nem volt kimutatható a kontroll csoport és az egyes dózisosok között. Az alga izolátum karotin és lutein tartalma kimutatható volt a pisztráng húszomban, mely arra enged következtetni, hogy ezek felszívódását az algasejtfal keménysége nem akadályozta. Szakirodalmi adatok szerint a növényevő és a mindenevő halak közötti emésztőrendszerbeli különbségek tekintetében az eltérés az algák emészthetőségében elhanyagolható, ugyanakkor az mikroalgákból származó tápanyagokhoz való hozzáféréseben jelentős különbségek mutatkoznak (Teuling et al. 2017).

Összefoglalás

Három különböző halfajon vizsgáltuk egy, a hazai vizekből izolált mikroalga izolátum hatását rövid távú etetési kísérletekben. Az alga izolátum kedvező termelési paraméterekkel és beltartalmi tulajdonságokkal rendelkezik, a bioaktív komponensek koncentrációja jelentős. Az alga izolátum takarmányban történő hasznosítása a pontynál rontotta a növekedési és termelési mutatókat, viszont a kecsagénél és a pisztrágnál nem tapasztaltunk szignifikáns eltérést a kontrollhoz képest. A halak immunrendszerére és fertőzéssel szembeni ellenállóképességére a rövid expozíciós idő miatt kismértékű pozitív hatást találtunk, de a hosszabb etetési idő feltételezhetően ezt javítani tudja.

Kulcsszavak: mikroalgák, immunstimuláció, ponty, pisztráng, kecsage

Köszönetnyilvánítás

A kísérleti munka a GINOP -2.3.2-15-2016-00058 „Immunstimuláló hatású és eddig nem alkalmazott mikroalga törzseken alapuló preventív célú takarmány kiegészítők hatékony termelése és intenzív halgazdaságokban történő hasznosítása” projekt keretei között az Európai Regionális és Fejlesztési Alap és Magyarország Kormánya támogatásával valósult meg.

Irodalom

Teuling E., Schrama J.W., Gruppen H., Wierenga P.A. 2017. Effect of cell wall characteristics on algae nutrient digestibility in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African catfish (*Clarus gariepinus*). *Aquaculture*, 479(April), 490–500. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.06.025>

**ELŐZETES EREDMÉNYEK AFRIKAI HARCSEA (*CLARIAS GARIEPINUS*)
POPULÁCIÓK GENETIKAI VIZSGÁLATÁHOZ**

**KÁNAINÉ SIPOS Dóra¹, BALOGH Réka¹, IHÁSZ Katalin¹, KESZTE Szilvia¹,
HEGYI Árpád¹, MÜLLER Tamás¹, VARJU-KATONA Milán², KOVÁCS Gyula³,
SZILÁGYI Gábor², URBÁNYI Béla¹, KOVÁCS Balázs¹**

¹ Szent István Egyetem, Természeti Erőforrások Megőrzése Intézet, Halgazdálkodási Tanszék,
Gödöllő, Páter Károly utca 1. Kovacs.Balazs@szie.hu

² Győri „Előre” Halászati termelőszövetkezet, Kisbajcs, Arany János utca 22,
varju.milan@gmail.com

³ NAIK HAKI, Szarvas, Anna-liget utca 35. kovacs.gyula@haki.naik.hu

Kivonat

Bevezetés

Az afrikai harcsa (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) Afrikában és a Közel-Keleten őshonos, de Európában, Ázsiában és Dél-Amerikában is tenyésztik. Fontos erőforrást jelent számos fejlődő országban. Termelése az utóbbi évtizedben több tízszeresére, több mint 200 000 tonnára nőtt (FAO 2016). Az egyre intenzívebb tenyésztés hatással van az európai változat genetikai hátterére, de az ellenőrizetlen állomány telepítések és fokozott kereskedelem miatt a természetes populációkra is (Barasa és mtsai. 2017, Holmlund és mtsai. 2004). A Magyarországon tenyésztett, holland eredetű változat genetikai vizsgálata azonban mindezidáig nem történt meg. A faj genetikai hátterének vizsgálatára hatékonyan alkalmazható fajspecifikus mikroszatellitek állnak rendelkezésre (Kánainé és mtsai. 2019), kutatásaink során ezeket alkalmazzuk a hazánkban tenyésztett változat elemzésére.

Anyag és módszer

A vizsgált afrikai harcsa egyedek a Magyarországi NAIK-HAKI Szarvas állományából származtak (GPS: 46°52'0.01" N 20°33'0.00" E). Az állományt a 80-as évek közepén alapították, és egy intenzív RAS rendszerben tartják fent időszakos frissítéssel. A genetikai elemzésekhez 32 egyed farokúszó mintáit (0,5 cm² szövet) használtuk fel. A genomiális DNS-t E.Z.N.A. DNS Tissue Kit (Omega BioTek) segítségével izoláltuk. A DNS-t 50 ng/μl koncentrációra hígítottuk a mikroszatellit elemzésekhez, és -20 °C-on tároltuk tároló pufferben. A mikroszatellitek kimutatására a Shimizu és munkatársai (2001) által leírt detektálási eljárást alkalmaztuk. A mikroszatellitek forward primereinek 5' végéhez egy 17 bázispár hosszú farok szekvenciát adtunk (5'ATT ACC GCG GCT GCTGG- mikroszatellit-specifikus primer-3') A normál PCR eljárást egy ehhez tapadó fluoreszcensen jelölt (FAM vagy VIC vagy NED vagy PET) farok-specifikus oligóval egészítettük ki. A PCR reakciók térfogata 25 μl volt, összetétele: 1× Taq DNS polimeráz puffer (Fermentase), amely (NH₄)₂SO₄ vagy KCl-t tartalmazott attól függően, hogy melyik bizonyult hatékonyabbnak (KCl-ot tartalmazó puffer a következő markerek esetében volt hatékonyabb Cg02, Cg03, Cg10, Cg40, Cg122 és Cg132 markerek), 264 nM forward és reverse, valamint 132 nM fluoreszcensen jelölt primerek, 1,5–3,0 mM MgCl₂ (Fermentas), 0,2 mM dNTP (Fermentas), 0,04 U/μl Taq DNS polimeráz (Fermentas) és 150 ng

DNS. A hőprofil a következő volt: előzetes denaturálás 95 °C-on 2 percen keresztül, amelyet két előciklus (95 °C/15 s; ann.temp./1 min; 72 °C/2 min) és 35 (Cg002, Cg003, Cg010, Cg040, Cg122 és Cg132, Cg367, Cg652, Cg665) vagy 45 amplifikációs ciklus (95 °C/15 s; ann. temp./20 s; 72 °C/40 s) követett. A reakciók 5 perc, 72 °C végső lánchosszabbítással zárultak. A genotípusokat a 3130 genetikai analizátorral (Applied Biosystems) vizsgáltuk GeneScan LIZ 500 molekulásúly marker és POP7 polimer segítségével (Applied Biosystems). Az allélok méretét GeneMapper 4.0 szoftver segítségével (Applied Biosystems) határoztuk meg. Az allél számok és a polimorf információ tartalom (PIC) meghatározására Microsatellite Toolkit ver. 3.1.1 (Park S.D.E. 2001) szoftvert alkalmaztunk lókuszonként. A várt és megfigyelt heterozigotizációk vizsgálatára, illetve Hardy – Weinberg egyensúlytól való (HWE) eltérés szignifikanciájának vizsgálatára a GenAlEx ver. 6.5 (Peakall R. és Smouse P.E. 2012) programot alkalmaztuk. A Linkage Disequilibrium lehetőségét Genetix 4.05 programmal (Belkhir és mtsai. 2004) vizsgáltuk. Az apasági és egyedi azonosításhoz szükséges minimális markertesztet PARFEX v1.0 program segítségével számítottuk (Sekino M. és Kaheki S. 2012). A rokonsági kapcsolatok vizsgálatára az ML-Relate-szoftvert alkalmaztuk (Kalinowski és mtsai. 2006). A genotipizálási hibák és null allél jelenlétét MIKRO-CHECKER 2.2.3 programmal vizsgáltuk (Van Oosterhout és mtsai. 2004) míg a beltenyésztés együtthatót (Fis) az FSTAT 2.9.3 szoftverrel számoltuk (Goudet J. 1995).

Eredmények és következtetések

A vizsgálatban 49 *Clarias gariepinus* mikroszatellit jellemeztünk annak érdekében, hogy a közülük kiválasztott markerekkel átfogóbb genetikai vizsgálatokat végezzünk a magyar és európai állományokon a jövőben. Összesen 32 egyed genotípusát határoztuk meg mikroszatellit markerekkel. A markerek egyike sem volt monomorf. Az allélok száma lókuszonként 2 és 11 között változott, az átlagos allélszáma azonban mérsékelt volt ($5,06 \pm 1,9$), összehasonlítva az édesvízi halak átlagával ($9,1 \pm 6,1$), valamint a tenyésztett és természetes afrikai harcsapopulációkkal ($3,80 \pm 0,84$ és $10,83 \pm 3,66$ között). Kenyában (Barasa és mtsai. 2017; De Woody J.A. és Avise J.C. 2000) A Cg175 marker esetében volt legmagasabb az allélok száma (11), de a Cg003 és Cg010 markerek is magas polimorfitásúnak bizonyultak. Az átlagos polimorf információ tartalom (PIC) értéke 0,499 (0,142-0,763) volt. A vizsgált lókusztok közül 27 magas polimorfitást ($PIC > 0,5$), 18 a mérsékelt ($0,2 < PIC < 0,5$), négy pedig alacsony polimorfitást ($PIC < 0,2$) mutatott a vizsgált csoportban. A várt heterozigotizáció (H_E) a lókusztok között 0,147 (Cg346) és 0,793 (Cg175) között mozgott, 0,544 (SE: 0,024) átlaggal, míg a megfigyelt heterozigotizáció (H_O) 0,031 (Cg663) és 1,00 (Cg003) között változott, 0,519 (SE: 0,037) átlaggal. Harmincegy lókuszt jelentős eltérést mutatott a HWE-től. Az eltérés részben a 24 lókuszon megfigyelt heterozigóta hiányának köszönhető, másrészt hét lókusznál heterozigóta többlet volt kimutatható. Ennek oka feltehetően az állomány mesterséges fenntartásának gyakorlati következménye. A szelekció, a mesterséges szaporítás, a tenyészállomány méretének ingadozása vagy az állomány ritka és nem szisztematikus keresztezése, frissítése szintén magyarázhatja a HWE-től való eltéréseket (Smouse és mtsai. 2015; Allendorf és mtsai. 2013, Endo és mtsai. 2018). A hosszú távú zárt intenzív tenyésztés egyik genetikai hatása lehet a genetikai változékonyság csökkenése és a beltenyésztés. Ezeket a hatásokat Wachirachakarn és munkatársai is leírták néhány tájféldi és a dél-indiai (Ezilrani és mtsai. 2016) harcsapopulációban is. Míg az afrikai gazdaságokban alkalmazott "nyitott" tenyésztési rendszer a változatosság (rendszeresen gyűjtenek hím egyedeket a természetes élőhelyekről, hogy biztosítsák a tejet) magasabb, mint a természetes tavakban (Barasa és mtsai. 2017). Tizenkét marker esetében feltételezhető volt a null allél valószínűsége, ami lehet a nagyszámú rokonsági kapcsolat vagy az elemzett egyedek kis számának következménye is, ezért ennek további vizsgálatára szükség

lehet. A rokonsági kapcsolatok vizsgálata során sem az allél kizárás, sem Maximum Likelihood módszerek nem azonosítottak szülő-utód kapcsolatokat. Azonban a Maximum Likelihood elemzése alapján nagyszámú teljes- és fél-testvér rokonság feltételezhető a vizsgált egyedek között. Minden egyed legalább két másik egyeddel volt rokonsági kapcsolatban, míg háromnak tíz valószínűsíthető rokona volt. Mindezek mellett 16 marker esetében a számítások kapcsoltág jelenlétét mutatták ki, amit azonban a nagyszámú rokon egyed jelenléte is okozhatott, amelyek befolyásolták a véletlenszerű eloszlást. A csoport teljes F_{IS} -értéke 0,063 volt, azonban markerenként széles tartományban (– 0,709 és 0,899 között) változott. Huszonkilenc marker pozitív, míg 20 negatív F_{IS} értékkel rendelkezett. Az eredmények segítségével meghatároztuk azt a javasolt markerszettet, amely a 99% feletti valószínűséggel alkalmas egyedi és szülői azonosításra. A markerszett az alábbi 14 markert tartalmazza: Cg003, Cg010, Cg132, Cg175, Cg214, Cg287, Cg294, Cg299, Cg341, Cg352, Cg370, Cg639, Cg647, Cg661. Ezek a markerek fontos genetikai eszköztárként szerepet játszhatnak az afrikai harcsa populációk és a közeli rokonságban álló fajok populációinak genetikai elemzésében és tenyésztési programjaiban. A bemutatott előzetes eredmények alapján a magyar és feltehetően az európai állományok alaposabb genetikai vizsgálata nagyszámú egyedben, vagy teljes tenyészállományokon indokolt.

Összefoglalás

Az afrikai harcsa (*Clarias gariepinus*) az egyik legfontosabb intenzív rendszerben tenyésztett faj Magyarországon. Számos afrikai, ázsiai és európai országban termelik. Ráadásul az elmúlt évtizedekben termelése világszerte jelentősen nőtt. Jelenleg a pontyot követően ez a faj Magyarország második legnagyobb mennyiségében előállított hala. Gazdasági jelentősége ellenére az állományokat genetikai ellenőrzés vagy irányított nemesítés nélkül tartják fenn. A tenyésztett populációkra vagy törzsekre vonatkozó molekuláris genetikai adatok nagyon korlátozottak. Az állományok genetikai szerkezetének vizsgálata érdekében 49 mikroszatellit markert vizsgáltunk 32 egyedben egy magyar tenyésztett állományból. Valamennyi vizsgált marker polimorf volt. Az allélok száma lókuszonként 2 és 11 között mozgott. A megfigyelt és várható teljes heterozigótáság 0,519 és 0,544 között változott, és a teljes beltenyészteti együttható (F_{IS} : 0,063) nem mutatja a beltenyésztettség jelenlétét. A markerek 63%-a azonban jelentős eltéréseket mutatott a HWE-től. Ugyanakkor nagyszámú rokonsági kapcsolat meglétét feltételezhetjük az állományon belül. Az eredmények arra utalnak, hogy a genetikai variáció fenntartása az állományon belül nagy figyelmet igényel a zártan tenyésztett populációkban. A vizsgálatok során azonosítottunk 14 mikroszatellit markert, amelyek nagy hatékonysággal használhatók fel populációk elemzésére, a rokonsági kapcsolatok feltárására, a természetes és tenyésztett afrikai harcsapopulációk esetében egyaránt. E markerek segítségével szeretnénk egy átfogó genetikai vizsgálatot végezni a magyar és európai állományokon a jövőben.

Kulcsszavak: afrikai harcsa, *Clarias gariepinus*, mikroszatellit, populáció, genetika

Köszönetnyilvánítás

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-3- I kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával készült. A munkát az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008, az iFishIENCi projekt (European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 818036) és a Halászati Operatív Program III. tengelye ("Európai Halászati Alap: a megújuló halászatért" - az Európai Unió és Magyarország támogatásával) projektek támogatták. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- Barasa J., Mdyogolo S., Abila R., Grobler P.J., Skilton R., Bindeman H., Njahira N.M., Chemoiwa E., Dangasuk O.G., Kaunda-Arara B., Verheyen E. **2017**. Genetic diversity and population structure of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) in Kenya: implication for conservation and aquaculture. *Belg J Zool*.
- Belkhir K., Borsa P., Chikhi L., Raufaste N., Bonhomme F. **2004**. 1996–2004 GENETIX 4.05, logiciel sous Windows TM pour la génétique des populations. Laboratoire Génome, Populations, Interactions, CNRS UMR 5171, Université de Montpellier II, Montpellier (France)
- De Woody J.A., Avise J.C. **2000**. Microsatellite variation in marine, freshwater and anadromous fishes compared with other animals. *J Fish Biol*.
- FAO **2016**. Fishery and Aquaculture Statistics Statistiques des pêches et de l'aquaculture Estadísticas de pesca y acuicultura. Fao.
- Goudet J. **2001**. FSTAT, a program to estimate and test gene diversities and fixation indices, ver. 2.9.3. AN UPDATE FOR Goudet J (1995). FSTAT (vers. 1.2): a computer program to calculate F-statistics. *J Hered*. 86:485–186.
- Holmlund C.M., Hammer M. **2004**. Effects of fish stocking on ecosystem services: an overview and case study using the Stockholm archipelago. *Environ Manage*.
- Kalinowski S.T., Wagner A.P., Taper M.L. **2006**. ML-Relate: a computer program for maximum likelihood estimation of relatedness and relationship. *Mol Ecol Not*.
- Kánainé Sipos D., Bakos K., Ósz Á. **2019**. Development and characterization of 49 novel microsatellite markers in the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Mol Biol Rep* 46, 6599–6608 <https://doi.org/10.1007/s11033-019-05062-5>
- Park S.D.E. **2001**. Trypanotolerance in West African cattle and the population genetics effects of selection. Ph.D. thesis, University of Dublin 6608
- Peakall R., Smouse P.E. **2012**. GenALEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research-an update. *Bioinformatics*.
- Sekino M., Kakehi S. **2012**. PARFEX v1.0: an EXCEL TM based software package for parentage allocation. *Conserv Genet Res* 4(275), 278.
- Shimizu M., Kosaka N., Shimada T. **2002**. Universal fluorescent labeling (UFL) method for automated microsatellite analysis. *DNA Res*.
- Van Oosterhout C., Hutchinson W.F., Wills D.P.M., Shipley P. **2004**. MICRO-CHECKER: software for identifying and correcting genotyping errors in microsatellite data. *Mol Ecol Not*.
- Wachirachaikarn A., Rungsin W., Srisapoome P., Na-Nakorn U. **2009**. Crossing of African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) strains based on strain selection using genetic diversity data. *Aquaculture*.

A BALATONI KÖSÜLLŐ (*SANDER VOLGENSIS*) HÍMIVARSEJT MINŐSÉGÉNEK ÉS MÉLYHÜTÉSÉNEK VIZSGÁLATA

**NAGY Borbála^{1*}, BERNÁTH Gergely¹, VÁRKONYI Levente¹, FODOR Ferenc²,
KOLTAI Tamás², BODNÁR Ádám², MOLNÁR József¹, LÁNG Levente Zete¹,
IZSÁK Tibor¹, STASZNY Ádám¹, FERINCZ Árpád¹, BIRKÓ-SULYOK Zita Katalin¹,
URBÁNYI Béla¹, SZÁRI Zsolt², BOKOR Zoltán¹**

¹*Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő, Páter Károly út 1./Agárd, nagy.borbala@szie.hu*

²*Balaton Halgazdálkodási Nonprofit Zrt., Siófok, Horgony u.1.*

Kivonat

Bevezetés

A kösüllő egy Közép- és Kelet-Európában fellelhető halfaj. Húsának minősége közeli rokonáéhoz, a süllőéhoz (*Sander lucioperca*) hasonlóan kiváló. Állománya az utóbbi két évtizedben jelentős mértékben lecsökkent (Holcik J. 2003). A jelentős horgász- és halászfogások „vesztéseit” tenyésztésből származó kihelyezésekkel lehetne pótolni (Szabó et al. 2009). Mesterséges szaporítására vonatkozóan igen kevés irodalmi adat áll rendelkezésre, így annak további vizsgálata elengedhetetlen (Bokor et al. 2007). A spermamélyhűtés egyszerűbbé és költséghatékonyabbá teheti a szaporítási és nevelési folyamatokat (Bokor et al. 2019). Ezen felül lehetővé teszi a kiváló minőségű ivarsejtek megőrzését, illetve génbankok létrehozását (Bernáth et al. 2018). A hímivartermék megfelelő minősége elengedhetetlen fontosságú a sikeres mélyhűtés és szaporítás elérése érdekében (Cosson J. 2019). A kösüllő mesterséges termékenyítésével eddig nagyon kevesen foglalkoztak. A faj spermamélyhűtéséről tudásunk szerint csak egy tanulmányban írnak (Bokor et al. 2007). Kísérletünk célja a kösüllő sperma mélyhűtési technológiák fejlesztése volt, melyek alapjául szolgálnak a tervezett szaporítási vizsgálatoknak.

Anyag és módszer

A kísérleteinkhez a tejes állományt a Balaton Halgazdálkodási Nonprofit Zrt. biztosította. A vizsgálatokat a Szent István Egyetem, Halgazdálkodási Tanszékének telephelyén található haltartó infrastruktúrájában végeztük. Az oltást megelőzően a halakat 2-fenoxi-etanol (99%, 0,4 ml/l) tartalmazó vízben bódítottuk. A spermáció indukálásához hipofízis kezelést alkalmaztunk. Az ivarterméket a halak hasfalának felmetszését követően a herék préselésével nyertük ki. A sejtek progresszív motilitását a friss és a mélyhűtött mintákban egyaránt számítógépes spermavizsgáló rendszerrel (CASA, Computer-assisted spermanalysis, Sperm Vision™ v. 3.7.4., Minitube of America, Venture Court Verona, Egyesült Államok) végeztük. A sejtek aktiválásához egy 50 mM NaCl tartalmú, 30 mM Tris-sel puffertelt oldatot használtunk (pH: 8,0±0,2, Bokor et al. 2019), melyhez 0,01 g/ml BSA-t (bovine serum albumin, szarvasmarha szérum albumin) adtunk. Vizsgálataink során a mélyhűtéshez kétféle hígítót alkalmaztunk. Védőanyagként 10% metanol használtunk. A kísérletek folyamán minden

alkalommal 1:9 (sperma:hígító+védőanyag) arányban hígítottuk a spermát. A mintákat 0,25, vagy 0,5 ml-es műszalmába töltöttük. A fagyasztáshoz két különböző mélyhűtési módszert alkalmaztunk. A programozható fagyasztó berendezésben (CRF, Controlled rate freezer, IceCube 14s, IceCube Series v. 2.24, Sy-Lab, Neupurkersdorf, Ausztria) történő mélyhűtés során egy előre megírt program (hűtési sebesség: 56 °C/perc) alapján fagyasztottuk a műszalmákat. A polisztirol dobozban történő mélyhűtés alkalmával 3 cm-en a nitrogén gőzében hűtöttük a mintákat, a folyamat 3 percig tartott (Bokor et al. 2019; Horváth et al. 2003). A sperma felolvasztását 40 °C-os vízfürdőben (ThermoHaake P5, Thermo Electron Corp, Waltham, Massachusetts, Egyesült Államok) végeztük.

Kísérleti terv

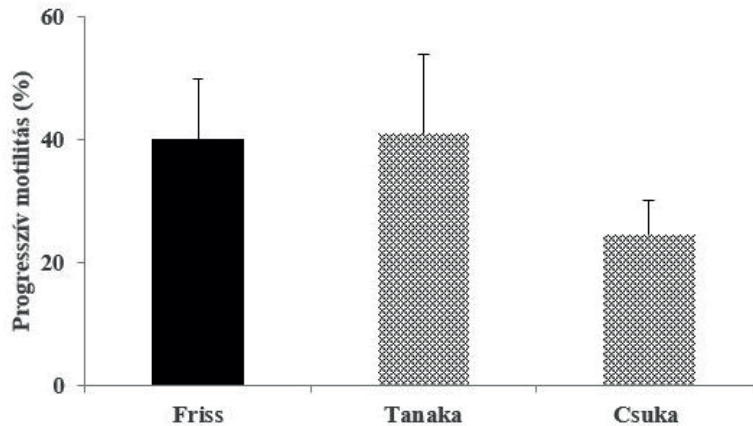
Az első kísérlet során 20 hímtől nyert ivarterméket vizsgáltunk. A sperma mintákat 1:1000 hígítási arányban hígítottuk. A sejtszám meghatározáshoz sejtszámláló kamrát (Bürker típus, Neubauer, Marienfeld Superior, Paul Marienfeld GmbH & CO. KG, Németország) használtunk. Fénymikroszkóp segítségével minden mintáról 20 db képet készítettünk, ezt követően egy Image J nevű programmal (Image J for Windows, National Institutes of Health, Egyesült Államok) számoltuk le a sejteket. A ml-re jutó sejtszámot (N) az alábbi képlet szerint határoztuk meg, ahol X az átlagos sejtszámot jelöli: $N = X \times 25 \times 10 \times 1000 \times 1000$ (Bokor Z. 2009).

Következő vizsgálatunkban a hím (N=4) egyedek heréjének kioperálása során nyert spermát mélyhűtöttük kétféle hígítóval. Az ivarterméket csuka (150 mM glükóz, 75 mM NaCl, 30 mM KCl, 1 mM Na₂HPO₄ × 12H₂O, 1 mM MgCl₂ × 6H₂O, 1 mM CaCl₂ × 2H₂O, 20 mM Tris, és 0,5% BSA, pH: 8±0,2, Molnár et al. 2020) és módosított Tanaka hígító (137 mM NaCl, 76,2 mM NaHCO₃, Bernáth et al. 2015b) felhasználásával 0,5 ml-es műszalmákban mélyhűtöttük polisztirol dobozban. A friss és a mélyhűtött minták felolvasztás utáni motilitását egyaránt rögzítettük.

Utolsó vizsgálatunkban oltást követően 24 órával 5 kősüllő tejes heréjét operáltuk ki és préseltük össze, majd az így nyert sperma motilitását CASA rendszerrel rögzítettük. A módosított Tanaka oldattal kihígított ivarterméket 0,25 ml-es és 0,5 ml-es műszalmákba töltöttük. A mintákat programozható fagyasztó berendezésben mélyhűtöttük. Olvasztást követően rögzítettük a minták motilitását.

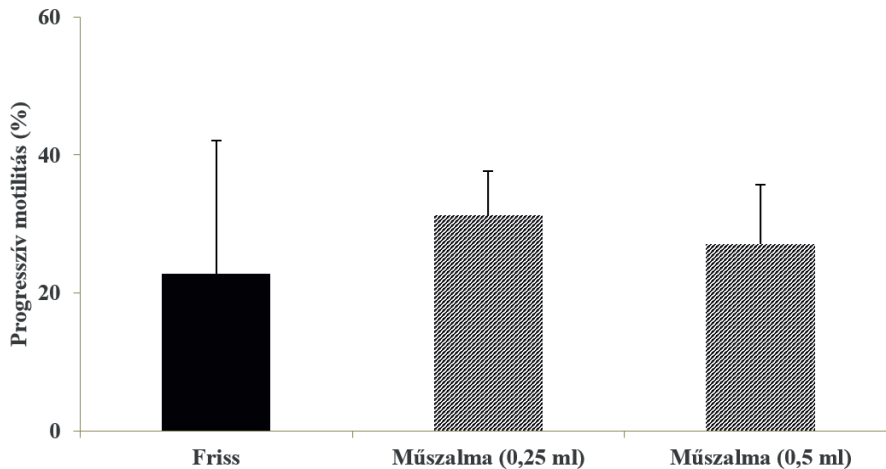
Eredmények és következtetések

Első vizsgálatunkban 20 kősüllőtől nyert sperma sejt koncentrációját állapítottuk meg, ami alapján 1 ml spermában átlagosan 3×10^{10} sejt található. Második vizsgálatunkban a friss (40±10%), a módosított Tanaka (41±13%), valamint a csuka (24±6%) hígítóval mélyhűtött minták olvasztás utáni progresszív motilitása között nem találtunk szignifikáns különbséget (1.ábra).



1. ábra Két különböző hígító összehasonlítása során mért progresszív motilitás ($N=4$). Az ábrán átlagértékek és a hozzájuk tartozó szórások láthatók.

A friss minták ($23 \pm 19\%$) és a két különböző méretű műszalma (0,25 ml: $31 \pm 6\%$, 0,5 ml: $27 \pm 9\%$) használatával mélyhűtött minták progresszív motilitása között nem volt szignifikáns különbség (2. ábra).



2. ábra A CRF-ben mélyhűtött 0,25 ml-es és 0,5 ml műszalmák összehasonlítása során mért progresszív motilitás ($N=5$). Az ábrán átlagértékek és a hozzájuk tartozó szórások láthatók.

A sejtsűrűség meghatározásra kősüllő esetén tudomásunk szerint eddig nem történt vizsgálat, rokon fajoknál azonban igen. A szülő ivartermék sejtkoncentrációját Bokor et al. vizsgálta 2012-ben, ahol 1 ml spermában $8,3 \times 10^9$ sejt számot határozott meg. Alavi et al. (2007) sügérnél végzett sűrűség meghatározást, 1 ml hímvartermékben $2,9 \times 10^{10}$ spermasejtet állapított meg. Ehhez hasonló a kősüllő sperma sejt száma, 3×10^{10} sejt/ml, melyet vizsgálatunkban mértünk. A korábban más fajoknál eredményesen tesztelt oldatok közül (módosított Tanaka hígító-Bernáth et al. 2015a, Csuka hígító-Molnár et al. 2020), a módosított Tanaka hígító bizonyult a legalkalmasabbnak a kősüllő sperma fagyasztása során. A 0,25 ($31 \pm 6\%$) és 0,5

(27±9%) ml-es műszalmák mélyhűtési vizsgálatában az felolvasztást követően nem találtunk szignifikáns különbséget a friss (23±19%) és mélyhűtött minták között. Dietrich 2016-os vizsgálatában 0,25 ml-es műszalmában mélyhűtött csuka sperma felhasználásával 90 %-os termékenyülést ért el, megvizsgálva a friss és mélyhűtött minták motilitását (magasabb mint 60%) szintén nem talált szignifikáns különbséget. Amennyiben korlátozott mennyiségű ivartermék áll rendelkezésre a 0,25 ml-es műszalma, más fajokhoz hasonlóan, a kősüllő sperma mélyhűtésére is hatékonyan alkalmazható.

Összefoglalás

Tudomásunk szerint elsőként határoztuk meg a kősüllő sperma sejtkoncentrációját 20 tejes egyed felhasználásával. A vizsgált hígítók összehasonlítása során a módosított Tanaka bizonyult hatékonyabbnak a kősüllő sperma mélyhűtéséhez. A 0,25 ml-es és 0,5 ml-es műszalmák összehasonlítása során kapott eredmények alapján a két különböző méretű műszalma egyaránt használható kősüllő sperma mélyhűtésre. A polisztirol doboz terepi körülmények között akár közvetlenül a vízparton, a programozható fagyasztó berendezés a keltetőházi szaporítás során teheti lehetővé a kősüllő sperma fagyasztását a közeljövőben.

Kulcsszavak: kősüllő, sejtsűrűség, spermamélyhűtés, CASA

Köszönetnyilvánítás

A kísérletek végrehajtásához a GINOP-2.3.2-15-2016-00004, az Európai Halászati Alap, Halászati Operatív Program III. tengelye (“Európai Halászati Alap: a megújuló halászatért” - az Európai Unió és Magyarország támogatásával), és az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 pályázatok járultak hozzá. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. A kutatás továbbá Bernáth Gergely Bolyai János Kutatási (BO/00508/18/4) Ösztöndíjának és Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával készült.

Irodalom

- Alavi S.M.H., Rodina M., Policar T., Kozak P., Psenicka M., Linhart O. **2007**. Semen of *Perca fluviatilis* L.: Sperm volume and density, seminal plasma indices and effects of dilution ratio, ions and osmolality on sperm motility. *Theriogenology*, 68, 276–283.
- Bernáth G., Zarski D., Krejszeff S., Palińska-Żarska K., Bokor Z., Król J., Kollár T., Kucharczyk D., Urbányi B., Horváth Á. **2015a**. Optimization of conditions for the cryopreservation of Eurasian perch (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758) sperm. *Journal of Applied Ichthyology*, 94–98.
- Bernáth G., Bokor Z., Kása E., Várkonyi L., Hegyi Á., Kollár T., Urbányi B., Zarski D., Ifj. Radóczy J., Horváth Á. **2015b**. Comparison of two different methods in the cryopreservation of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) sperm. *Cryobiology*, 70, 76–78.
- Bernáth G., Csenki Zs., Bokor Z., Várkonyi L., Molnár J., Szabó T., Staszny Á., Ferincz Á., Szabó K., Urbányi B., Pap L.O., Csorbai B. **2018**. The effects of different preservation methods on ide (*Leuciscus idus*) sperm and the longevity of sperm movement. *Cryobiology*, 81, 125–131.
- Bokor Z. **2009**. A harsca (*Silurus glanis*) és a süllő (*Sander lucioperca*) sperma mélyhűthetőségének vizsgálata gyakorlati szempontok alapján. Doktori értekezés, SZIE Gödöllő, 102 p.
- Bokor Z., Müller T., Bercsényi M., Horváth L., Urbányi B., Horváth Á. **2007**. Cryopreservation of sperm of two European percid species, the Pike perch (*Sander lucioperca*) and the Volga pikeperch (*S. volgensis*). *Acta Biologica Hungarica*, 58, 199–207.
- Bokor Z., Urbányi B., Horváth L., Müller T., Horváth Á. **2012**. Sperm Cryopreservation of Two European Predator Fish Species, the Pikeperch (*Sander lucioperca*) and the Wels Catfish (*Silurus glanis*). In: Katkov, I. (Ed.): *Current Frontiers in Cryopreservation*. InTech, 462, 253-268.
- Bokor Z., Bernáth G., Várkonyi L., Molnár J., Láng L.Z., Tarnai-Király Zs., Solymosi E., Urbányi B. **2019**. The applicability of large-scale sperm cryopreservation in wels catfish (*Silurus glanis*) optimized for hatchery practice. *Aquaculture*, 506, 337–340.

- Cosson J. **2019**. Fish sperm physiology: structure, factors regulating motility, and motility evaluation. In: Yusuf B. (Ed.): Biological Research in Aquatic Science, 11–36.
- Holcik J. **2003**. Changes in the fish fauna and fisheries in the Slovak section of the Danube River: a review. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, 39 (3), 177–195.
- Horváth Á., Miskolci E., Urbányi B. **2003**. Cryopreservation of common carp sperm. *Aquatic Living Resources*, 16, 5, 457–460.
- Molnár J., Bokor Z., Várkonyi L., Izsák T., Füzes-Solymosi E., Láng Z.L., Csorbai B., Tarnai-Király Zs., Urbányi B., Bernáth G. **2020**. The systematic development and optimization of large-scale sperm cryopreservation in northern pike (*Esox lucius*). *Cryobiology*, 4–9.
- Szabó G., Müller T., Molnár T.G., Sudár G., Zake Z., Hancz Cs. **2009**. Különböző takarmányadagok hatása a kőszüllő (*Sander volgensis* Gmelin 1788) növekedésére és testösszetételére intenzív nevelés mellett. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 17 (1), 37–46.
- Várkonyi L., Bokor Z., Molnár J., Fodor F., Szári Zs., Ferincz Á., Staszny Á., Láng L.Z., Csorbai B., Urbányi B., Bernáth G. **2019**. The comparison of two different extenders for the improvement of large-scale sperm cryopreservation in common carp (*Cyprinus carpio*). *Reproduction in Domestic Animals*, 54, 3, 639–645.

A BALATONI SUDÁR PONTY (*CYPRINUS CARPIO CARPIO MORPHA ACCUMINATUS*) KELTETŐHÁZI SZAPORÍTÁSA, VALAMINT INTENZÍV RECIRKULÁCIÓS RENDSZERBEN TÖRTÉNŐ LÁRVANEVELÉSE

**VÁRKONYI Levente¹, BOKOR Zoltán¹, CSENKI-BAKOS Zsolt¹, CSORBAI Balázs¹,
MOLNÁR József¹, NAGY Borbála¹, LÁNG Levente Zete¹, IZSÁK Tibor¹,
BARTUCZ Tamás¹, FEKETE Áron², FODOR Ferenc², SZÁRI Zsolt², URBÁNYI Béla¹,
BERNÁTH Gergely¹**

¹Szent István Egyetem, Természeti Erőforrások Megőrzése Intézet, Halgazdálkodási Tanszék;
Gödöllő, Páter K. u. 1./ Agárd (Gárdony), Tópart u 5309/8 Hrsz. varkonyi.levente@szie.hu

²Balaton Halgazdálkodási Nonprofit Zrt., Siófok, Horgony u. 1.

Kivonat

Bevezetés

A ponty (*Cyprinus carpio*) hazánk egyik legfontosabb és legnagyobb mennyiségben tenyésztett halfaja (FAO 2015). Az éves ponty előállítás közel 3,8 millió tonna, amely 5,7%-a a világ összes haltermelésének. Magyarország az európai pontytermelés harmadik helyén áll, az évi 23 ezer tonnás előállítással (MAHAL 2019). A balatoni sudár ponty (*Cyprinus carpio carpio accuminatus*) a tóvízgyűjtő rendszerében élő tájfajta, melynek tulajdonosa és fajtafenntartója a Balatoni Halgazdálkodási Nonprofit Zrt. (Udvari Zs. 2017). Az évről-évre egyre növekvő horgászlelészámoknak köszönhetően a vízkezelő feladata a víztest természetes állományainak fenntartása és a fokozódó horgászturizmus kiszolgálása. A hazai akvakultúrában egyre nagyobb mértékben teret hódít az intenzív haltenyésztés. A zárt rendszereknek köszönhetően az ivadék előállítás nagyobb biztonságban valósítható meg köszönhetően az ellenőrzött körülményeknek. Szemben a tavi gazdasági viszonyokkal, a nevelés sokkal tervezhetőbb. A kutatásunk révén kontrollálhatóbbá válhat a tógazdaságok termelésének alapját jelentő ponty „vetőmag” (előnevelt hal) előállítása a balatoni sudár ponty esetében.

Anyag és módszer

A tejes és ikrás halakat a Balatoni Halgazdálkodási Nonprofit Zrt. biztosította számunkra. Az egyedeket a Halgazdálkodási Tanszék intenzív recirkulációs rendszerének egyik 3 m³ kapacitású medencéjében óránként kétszeres vízcsere mellett készítettük fel. Az egyedeket kezelés előtt minden esetben 2-fenoxi-etanollal (99%, 0,30 ml/l) bódítottuk (Kaise H. and Vine N. 1998, Velišek J. and Svobodová Z. 2004). Az érett anyahalakat a ponty hagyományos keltetőházi szaporítási eljárásával megegyező módon kezeltük, mind a hormonális indukció, mind pedig a termékenyítési eljárás során (Horváth et al. 1992, Horváth et al. 2018). Az ikratételek inkubációja, majd a keltetés folyamata is zárt recirkulációs rendszerben történt. A kikeltetett lárvaikat egy egyenként 10 liter ürtérfogatú 30 kádas lárwanevelőbe helyeztük. A nevelőegység fizikai, biológiai és UV szűrővel ellátott teljesen automatizált, PLC (programozható logikai vezérlő) vezérelésű rack rendszer. A haltartó medencénkbe literenként 50 egyedeket helyeztünk ki. Kelést követő harmadik napon a lárvaikat (a szikzacskó felszívódása után) megkezdték önálló táplálkozásukat. A halak etetése napi négy alkalommal *ad libitum*

mennyiségben frissen kelt sórák (*Artemia salina*) lárvával történt (Žarski et al. 2011). Medencénként 10-10 random kiválasztott egyed teljes testhosszát és testtömegét rögzítettük közvetlen a kelés pillanatában, majd a szikzacskó felszívódása után, illetve a táplálkozó lárvaszakasz megkezdését követő hetedik napon. A morfológiai vizsgálatok során szintén minden nevelő egységből 10-10 egyedet számoltunk le a testparaméterek felvételezésének időpontjával megegyezően. A lárvákat 400 µl/l koncentrációjú (99%-os) 2-fenoxi-etanol oldatban bódítottuk, és egy Leica M205 FA típusú sztereómikroszkóphoz csatlakoztatott Leica DFC 425C kamera (Bright Field 15x-30x) segítségével felvételt készítettünk róluk. Az egyedeken a normális fejlődéstől eltérő rendellenességeket (görbült test, torz farokfejlődés, szem deformitás, szikdeformáció, kraniofaciális deformitás, ödéma, szomita rendellenesség) vizsgáltuk.

Eredmények és következtetések

Az eredmények azt mutatták, hogy a kelést követően a lárvák teljes testhossza $4,4\pm 1$ mm, míg a testtömegük $1,0\pm 0,3$ mg volt. A szikzacskó felszívódása után az átlagos testhossz $5,5\pm 0,5$ mm-re, míg az átlagos testtömeg $1,5\pm 0,1$ mg-ra növekedett. A vizsgálat végső mérésénél a lemért egyedeknél magas, $10,5\pm 0,7$ mm-es és $12,1\pm 1,7$ mg-os értékeket rögzítettünk. Az intenzív lárvanevelés során a zárt recirkulációs rendszernek köszönhetően 94 ± 2 %-os megmaradást tapasztaltunk. A lárvák alaktani vizsgálata során számottevő morfológiai elváltozást nem tapasztaltunk.

Összefoglalás

Kutatásunk során a balatoni sudár ponty zárt, recirkulációs rendszerben történő szaporítását, illetve lárvanevelését optimalizáltuk. Az intenzív körülmények között előnevelt egyedek nagyobb biztonsággal helyezhetők ki tógazdasági nevelésre. Az zárt rendszerben történő nevelés révén az ivadékok aktív táplálékkeresése nagyobb hatékonyságú. Méretüknek köszönhetően ellenállóbbak a tavi környezetben előforduló különféle ragadozó szervezetekkel szemben. A kísérletek tapasztalatai segíthetik a balatoni sudár ponty természetes állományának megőrzését és annak fenntartását. A lárvanevelési eljárás fejlesztése hozzájárulhat az évről évre növekvő horgász kereslet teljes mértékű kiszolgálásához.

Kulcsszavak: Balaton, sudár ponty szaporítás, intenzív lárvanevelés, testparaméter

Köszönetnyilvánítás

Kutatásunk a GINOP-2.3.2-15-2016-00004 „A balatoni horgászati célú halgazdálkodás fenntarthatóvá tételének megalapozása a halfauna rekonstrukciója és a táplálékbázis hasznosulásának vizsgálatával alap- és alkalmazott kutatási módszerekkel” című, és az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-20-4-I kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a támogatásával valósult meg. A publikáció elkészítését a EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- FAO 2015. Fisheries Global Information System (FAO-FIGIS) – Web site IN: FAO Fisheries and Aquaculture Department Rome (online) elérhető: <http://www.fao.org/fishery/figis/en>
- Horváth L., Tamás G., Seagrave C. 1992. Carp and pond fish culture: including Chinese herbivorous species, pike, tench, zander, wels catfish and goldfish. London UK, Fishing news books. 158. o.
- Horváth L. 2018. A ponty szaporodásbiológiája és szaporítása. Csorbai B. és Urbányi B. (2018): A ponty (*Cyprinus carpio* L.) biológiája és tenyésztése. Szent István Egyetem Kiadó, Gödöllő, 35-65p.

- Kaise H., Vine N. **1998**. The effect of 2-phenoxyethanol and transport packing density on the post-transport survival rate and metabolic activity in the goldfish, *Carassius auratus*. *Aquarium Science and Conservation* 2, 1-7.
- MAHAL. **2019**. Jelentés a Szervezet működésének 2018. évi eredményeiről. MAHAL, Budapest, 1-48.
- Udvari Zs. **2017**. Magyarországon elismert pontyfajták, Földművelésügyi Minisztérium, Horgászati és Halgazdálkodási Főosztály, Iktatószám: HHGF/268/2017.
- Velíšek J., Svobodová Z. **2004**. Anaesthesia of Common Carp (*Cyprinus carpio* L.) with 2-phenoxyethanol: Acute Toxicity and Effects on Biochemical Blood Profile. *Acta Vet. Brno* 2004, 73, 247-252.
- Żarski D., Targońska K., Krejszef S., Kwiatkowski M., Kupren K., Kucharczyk D. **2011**. Influence of stocking density and type of feed on the rearing of crucian carp, *Carassius carassius* (L.), larvae under controlled conditions. In: *Aquaculture International*, 19, 1105-1117.

