

MATE

MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Akvakultúra és
Környezetbiztonsági Intézet



HALÁSZATFEJLESZTÉS 39
FISHERIES & AQUACULTURE DEVELOPMENT Vol. 39

Szarvas
2022

HALÁSZATFEJLESZTÉS 39
FISHERIES & AQUACULTURE DEVELOPMENT Vol. 39

A XLVI. Halászati Tudományos Tanácskozás kiadványa
(Szarvas, 2022. május 25–26.)

Proceedings of the 46th Scientific Conference
on Fisheries & Aquaculture
(25-26 May 2022, Szarvas, Hungary)

MATE
Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet
Halászati Kutató Központ

Szarvas
2022

Szerkesztő: Brlás-Molnár Zsuzsanna

**Szerkesztőbizottsági tagok:
Bozánne Békefi Emese, Nagyné Biró Janka, Tóth Flórián,
Urbányi Béla, Várkonyi Eszter, Csenki-Bakos Zsolt, Szabó István**

Editor: Zsuzsanna Brlás-Molnár

Editorial board:

Emese Békefi Bozánne, Janka Biró Nagyné, Flórián Tóth,
Béla Urbányi, Eszter Várkonyi, Zsolt Csenki-Bakos, István Szabó

© Szerzők, 2022

Szerkesztő © Brlás-Molnár Zsuzsanna, 2022

© MATE AKI HAKI, 2022

Minden jog fenntartva!

*A kiadvány megjelentetése és a tanácskozás megrendezése az AM állami
halgazdálkodási feladatok támogatása fejezeti kezelésű előirányzat,
HAGF/12/2022. számú támogatásával kerül sor.*

Kiadja

**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet
Halászati Kutató Központ (MATE AKI HAKI)
5540 Szarvas, Anna-liget utca 35.
Felelős kiadó: Halasi-Kovács Béla**

Published by Hungarian University of Agriculture and Life Sciences
Institute of Aquaculture and Environmental Safety
Research Center of Fisheries and Aquaculture
Responsible publisher: Béla Halasi-Kovács

**Készült a Fazekas Nyomdában, Szarvason
150 példányban**

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

ISSN 1219-4816

ISSN 0230-8312

ISBN 978-963-269-994-3

Tartalom

Haydar Fersoy

International Year of Artisanal Fisheries and Aquaculture 2022: Objectives and Global Action Plan..... 9

Javier Ojeda

The role of FEAP in the effective advocacy of European fish farming 10

Szentpéteri Sándor

Az akvakultúra helye a magyar agrárágazatban 11

Németh István

Az édesvízi akvakultúra értékei és lehetőségei Magyarországon 12

Diviki Sándor, Papp László

Halastavi tápanyaggazdálkodás javításának lehetőségei. „Miért hanyagoljuk el a rendelkezésre álló szerves tápanyagokat?” 15

Borbély Gergely

A tógazdasági pontytermelés jövedelmezőségi viszonyainak vizsgálata (2000 és 2021 között) 18

Bojtárné Lukácsik Mónika, György Ágnes

MAHOP DCF projekt bemutatása 25

Román Zoltán

Az elektromoshalászeszközök regisztrációjához és használatához kapcsolódó adminisztratív rendszerek bemutatása 27

Robert Egessa, Zsuzsanna J. Sándor

Fish farming in Uganda: Production, challenges and reflections..... 31

Priya Sharma

Plans and first steps towards model-based assessment of ecosystem services in pond aquaculture..... 36

Kertész Attila, Bereczki Gábor, Dajka Bence, Molnár Áron, Bársony Péter, Fehér Milán

A különböző fényspektrumok hatása az intenzíven nevelt harcsa (*Silurus glanis*) termelési és élettani paramétereire..... 41

Varga Dániel, Bázár György

Közeli infravörös spektroszkópia (NIRS) alkalmazása ponty filé minőségi tulajdonságainak vizsgálatára 44

Ljubobratović Uroš, Kitanović Nevena, Marinović Zoran, Vass Norbert, Fazekas Georgina, Stanivuk Jelena, Nagy Zoltán, Horváth Ákos

Háziasított süllő anyahal mesterséges hormon stimulációra kész állapotának meghatározása..... 48

Fazekas Gyöngyvér, Kovács Gyula, Farkas Móni, Bogár Katalin, Kovács Balázs	
A kecsége (<i>Acipenser ruthenus</i>) génbanki, tiszai és dunai állományának genetikai vizsgálata	53
Jakabné Sándor Zsuzsanna, Bíró Janka, Adányiné Kisbocskói Nóra, Perjéssy Judit, Lengyel-Kónya Éva, Gyalog Gergő	
DDGS tartalmú táp tesztelése afrikai harcsa növendéken üzemi halnevelő rendszerben	57
Pataki Bernadett, Staszny Ádám, Mészáros Gergely, Kitanović Nevena, Ács András, Hegyi Árpád, Molnár József, Csorbai Balázs, Urbányi Béla, Horváth Ákos	
Morfológiai változások pontyban (<i>Cyprinus carpio</i>): befolyásolja-e az utódok külalakját a mélyhűtött spermával történő termékenyítés?	61
Szabó Tamás, Radics Ferenc, Borsos Ádám, Fodor Barna, Müller Tamás, Urbányi Béla, Horváth László	
Pontyhipofízis hatékonyságának vizsgálata extrém hosszú ideig tartó tárolást követően afrikai harcsa (<i>Clarias gariepinus</i>) szaporítása során	65
Nagy Borbála, Bernáth Gergely, Csorbai Balázs, Várkonyi Levente, Molnár József, Bartucz Tamás, Láng Levente Zete, Ittész Áron, Ittész István, Urbányi Béla, Bokor Zoltán	
Az aranyhal (<i>Carassius auratus</i>) különböző változatainak szaporítási és fejlődéstani vizsgálata	68
Varga Ádám, Kucska Balázs, Horváth József, Boros Attila, Varju-Katona Milán, Szabó Tamás, Ljubobratovic Uros, Urbányi Béla, Müller Tamás	
A süllő ovulációjának ponty hipofízissel történő indukálásával kapcsolatos megfigyeléseink, valamint az inszeminált ikrások ikraszórása és termékenyülése.....	73
Takács Péter, Bánó Bálint, Czeglédi István, Erős Tibor, Ferincz Árpád, Gál Blanka, Bánó-Kern Bernadett, Kovács Balázs, Nagy András Attila, Nyeste Krisztián, Lente Vera, Preiszner Bálint, Sipos Sándor, Staszny Ádám, Vitál Zoltán, Weiperth András, Csoma Eszter	
A Kárpát-medencei csukaállományok filogenetikai viszonyai	79
Nyeste Krisztián, Somogyi Dóra, Bereczki Csaba, Orcsik Tibor, Tatár Sándor, Antal László	
Halfaunisztikai vizsgálatok a lápi póc (<i>Umbra krameri</i>) történeti és potenciális Szatmár-Beregi élőhelyein.....	82
Tóth Flórián, Vitál Zoltán, Mozsár Attila, Árva Diána, Fazekas Dorottya Lilla, Udvari Zsolt, Halasi-Kovács Béla	
Ívóhelyek ökológiai vizsgálata a Ráckevei-Soroksári Dunaágon	87
Vitál Zoltán, Halasi-Kovács Béla, Mozsár Attila	
A busák gyérítésének helyzete Magyarországon - Horgászat vagy ökológiai halászat?.....	92

Preiszner Bálint, Boros Gergely, Czeglédi István, Szolnoki Anna, Erős Tibor	
Makroszkópikus dőgevík szerepe a haltetekem lebontásában	98
Bánó Bálint, Takács Péter	
A mért változók hatása a morfometriai vizsgálatok eredményeire	101
Müller Tamás, Bógó Bence, Ferincz Árpád, Horváth József, Staszny Ádám, Weiperth András, Ivánovics Bence, Lente Vera, Specziár András, Urbányi Béla	
A kivétel erősíti a szabályt? Hévízi törpenövésű vadponty egyedi ivarérese és ívása.	105
Abonyi Flóra, Varga Ádám, Sellyei Boglárka, Eszterbauer Edit, Doszpoly Andor	
Lesőharcsa (<i>Silurus glanis</i>) fogékonyságának vizsgálata törpeharcsa ranavírusra (ECV)	109
Askale Gebremichael, Yarsmin Yunus Zeebone, Omeralfaroug Ali, Müller Tamás, Kucska Balázs	
A rovarliszt takarmányba történő részleges bevonásának hatása az afrikai harcsa (<i>Clarias gariepinus</i>) ikrások reprodukciós paramétereire	115
Balogh Réka Enikő, Péter Dániel, Bíró Adrienn, Kobolák Julianna, Bokor Zoltán, Urbányi Béla, Varju-Katona Milán, Szilágyi Gábor, Kovács Balázs	
Alacsony halliszt tartalmú tápra szelektált afrikai harcsa (<i>Clarias gariepinus</i> , Burchell, 1822) állomány növekedésének vizsgálata	118
Bernáth Gergely, Nagy Borbála, Hegyi Árpád, Csorbai Balázs, Várkonyi Levente, Müller Tamás, Urbányi Béla, Bokor Zoltán	
A mélyhűtött széles kárász (<i>Carassius carassius</i>) sperma felolvasztást követő tárolhatóságának és mozgási képességének vizsgálata	123
Bíró Janka, Ardó László, Szűcs Anita, Jakabné Sándor Zsuzsanna	
Különböző mértékű γ -amino vajsav (GABA) kiegészítések hatása a ponty termelési mutatóira - előzetes eredmények	128
Bock Illés, Ferincz Árpád, Staszny Ádám, Juhász Vera, Szabó István, Urbányi Béla, Kriszt Balázs, Csenki Zsolt	
Egy urbanizációs folyamatoknak fokozottan kitett kisvízfolyás üledéktoxicológiai vizsgálata zebra-dánió embriókon: egyéves tanulmány	131
Karcsai Dávid, Pál István, Urbányi Béla, Müller Tamás, Hegyi Árpád	
Innovatív, komplex tómonitoring csónak kifejlesztése és alkalmazása horgászhasznosítású tavakban	136
Karcsai Dávid, Pál István, Urbányi Béla, Hegyi Árpád	
Intelligens világító feederbot spicc prototípusának kidolgozása és mesterséges intelligencia alkalmazásával való halfelismerő applikáció fejlesztése	139
Karcsai Dávid, Pál István, Urbányi Béla, Hegyi Árpád	
Polivinil-alkohol (PVA) felhasználása a horgászati csalianyagok gyártása során	141

Keszte Szilvia, Bíró Adrienn, Balogh Réka Enikő, Urbányi Béla, Kovács Balázs	
Garda (<i>Pelecus cultratus</i>) populációk molekuláris genetikai vizsgálata	144
Kolozsvári Ildikó, Kun Ágnes, Bakti Beatrix, Jancsó Mihály, Bozán Csaba, Gyuricza Csaba	
Intenzív üzemű halnevelőtelep elfolyóvizével öntözött energiafűz állomány növényi részeinek N, P, K és Na tartalom meghatározása lizimetriai körülmények között	147
Kolozsvári Ildikó, Kun Ágnes, Bozán Csaba, Gyuricza Csaba	
Afrikai harcanevelő telep elfolyóvizével öntözött szemescirok fajták fenológiai paramétereinek alakulása	152
Kun Ágnes, Kolozsvári Ildikó, Bozán Csaba	
Intenzív üzemű halnevelőtelep elfolyóvizével öntözött cukor- és takarmányrépa fajták terméshozama és vízhasznosító képességük	157
Péter Dániel, Karl Managa Reginald, Balogh Réka Enikő, Bíró Adrienn, Turgyán Gitta, Kovács Balázs	
Markeradaptálás vundu harcsa (<i>Heterobranchus longifilis</i>) populációgenetikai vizsgálatához	162
Tatár Sándor, Tóth Balázs, Csányi Béla, Szekeres József, Urbányi Béla, Müller Tamás	
A Lápi póc Fajvédelmi Mintaprogram (2008-) tapasztalatai	165

**„Kisüzemi halászat és akvakultúra nemzetközi éve”
ünnepség**

INTERNATIONAL YEAR OF ARTISANAL FISHERIES AND AQUACULTURE 2022: OBJECTIVES AND GLOBAL ACTION PLAN

Haydar FERSON

Food and Agriculture Organization (FAO)

Abstract

The United Nations General Assembly has declared 2022 the International Year of Artisanal Fisheries and Aquaculture (IYAFA 2022). FAO is the agency leading the advocacy activities for the Year, in collaboration with the other relevant organizations and bodies of the United Nations system. IYAFA 2022 aims to raise awareness on the role of small-scale fisheries and aquaculture, strengthen science-policy interaction, empower stakeholders to take action, and to build new and strengthen existing partnerships. Celebrating IYAFA 2022 gives important recognition to the millions of small-scale fishers, fish farmers and fish workers who provide healthy and nutritious food to billions of people and contribute to achieving Zero Hunger. The International Year complements several other key initiatives including the Decade of Action on Nutrition (2016-2025) and the Decade of Family Farming (2019-2028). IYAFA 2022 can also act as a springboard towards implementing the Code of Conduct for Responsible Fisheries and related documents, like the Voluntary Guidelines for Securing Sustainable Small-Scale Fisheries in the Context of Food Security and Poverty Eradication (SSF Guidelines), and take concrete actions towards achieving the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs). Artisanal Fisheries and Aquaculture (AFA) provides food, employment and income to a great number of people. AFA also contributes to poverty alleviation and food security, and are particularly important for rural coastal areas of developing countries. Globally, more than 200 million people are estimated to be directly dependent on artisanal/small-scale fisheries for their livelihoods. In 2018, an estimated 59.51 million people were engaged in the primary fisheries and aquaculture sectors. Fourteen percent of these people were women. There are a number of challenges to secure sustainable AFA, e.g. in relation to environmental, social, economic and governance issues. These challenges vary at both regional and country levels. Some argue that artisanal fishery has long been ignored in fisheries management and planning at global, regional and national levels. Besides, attention has been paid to the conflict that exists over fishing resources among commercial and small-scale fisheries. Over the past decades, there has been a growing acknowledgement of the value of AFA that has, amongst others, led to the development of new global fisheries governance frameworks (i.e. SSF Guidelines), and the initiation of sectoral dialogues. Countries are expected to celebrate and facilitate the development of regional, national and local level IYAFA activities to raise awareness; promote cooperation, networking, and sectoral partnerships; empower stakeholders; encourage the sharing of best practices and experiences; and promote implementation of the SSF Guidelines, while referring to the 2030 Agenda for Sustainable Development and the Sustainable Development Goals (SDGs) and to identify challenges and Opportunities for AYA, taking into account the IYAFA Global Action Plan, which is the guiding document for IYAFA 2022 containing a series of indicative activities spread over 7 Key Pillars that have been formulated based on the most pressing challenges and related opportunities in the context of sustainable development.

THE ROLE OF FEAP IN THE EFFECTIVE ADVOCACY OF EUROPEAN FISH FARMING

Javier OJEDA

The Federation of European Aquaculture Producers (FEAP)

Abstract

The FEAP is composed of national fish farming associations representing 24 national associations from 23 countries, both EU and non-EU. Its objectives are to improve the competitiveness of European aquaculture farmers, and to promote the development of sustainable aquaculture. Unfortunately, EU aquaculture has stagnated since year 2000. The reasons for this situation are little access to space and water, the complexity of the licensing systems and administrative procedures, the need for better veterinary tools (planning, prevention and treatments), an unfair situation with imports, unsatisfactory social acceptance, and insufficient consumer information. But at the same time, European aquaculture hold very valuable assets like excellent nutritional values, food safety, gastronomical values, control of the environmental footprint, a growing demand for food, innovation capacity of the industry, and high production efficiency. The FEAP and the European fish farmers are convinced that aquaculture can evolve into a truly sustainable food system.

AZ AKVAKULTÚRA HELYE A MAGYAR AGRÁRÁGAZATBAN

SZENTPÉTERI Sándor

Agrárminisztérium, Erdőkért felelős Helyettes Államtitkárság

Kivonat

Az ENSZ Közgyűlése a 2022. évet a kisüzemi halászat és akvakultúra nemzetközi évének nyilvánította, ami lehetőséget ad ezen ágazatok szerepének és jelentőségének nagyobb elismertetésére. Magyarországon a kereskedelmi halászat 2016. évi leállítása óta a hazai étkezési-hal-ellátást – a jelentős mennyiségű import mellett – az akvakultúra biztosítja. Ez az ágazat hazánkban is számos szempontból megfelel a kisüzemi akvakultúra kritériumainak. Bár a számszerű adatokat tekintve a hazai akvakultúra nemzetgazdasági szerepe csekélynek tűnhet, egyéb szempontok alapján jelentősége túlmutat a pusztán gazdasági mutatókon. A hazai akvakultúra számos vonatkozásban illeszkedik az Európai Zöld Megállapodás és a kapcsolódó stratégiák („Termelőtől a fogyasztóig” stratégia, Európai Biodiverzitás Stratégia) célkitűzéseire. Az akvakultúra a biomassza-alapú gazdaság fontos eleme, és fontos szerepet játszhat a körforgásos elveken alapuló, természet-alapú megoldásokra támaszkodó, fenntartható állatifehérje-termelés kialakításában, valamint a lakosság egészséges és minőségi haltermékekkel való ellátásában. A jelenleg felülvizsgálat alatt álló Nemzeti Akvakultúra Stratégiai Terv (NAS) messzemenően szem előtt tartja e jellemzőket egy környezet- és klímabarát, fenntartható, ugyanakkor innovatív és versenyképes ágazat kialakítása érdekében.

AZ ÉDESVÍZI AKVAKULTÚRA ÉRTÉKEI ÉS LEHETŐSÉGEI MAGYARORSZÁGON

NÉMETH István

Magyar Akvakultúra és Halászati Szakmaközi Szervezet (MA-HAL)

Kivonat

A halgazdálkodás komoly erőforrást jelent, a magyar mezőgazdaság meghatározó része, egyúttal hozzájárul a vidéki munkahelyteremtéshez és a fenntartható fejlődéshez.

Magyarországon tógazdaságokban és intenzív zártmedencés rendszerekben folyik a haltermelés. A hazai tógazdasági haltermelés mennyisége 2020-ban 21 353 tonna volt, amit 26 585 hektár halastavon állítottak elő a termelők. Az intenzív rendszerekben történő haltermelés mennyisége évről-évre növekszik, 2020-ban 5277 tonna volt, ami az előző évhez képest 11 százalékos bővülést jelentett.

Az FAO adatai szerint az EU-ban az édesvízi halak közül a második legfontosabb termelt halfaj a ponty, 2020-ban összesen 72,5 ezer tonnát halásztak le. A tagországok között a legnagyobb mennyiségben Lengyelországban (22,5 ezer tonna), Csehországban (17,4 ezer tonna) és Magyarországon (11,9 ezer tonna) állítottak elő pontyot.

Magyarországon a ponty után a második legnagyobb mennyiségben előállított édesvízi halfaj az afrikai harcsa. Az FAO legfrissebb adatai az EU-ban az afrikai harcsa termelése 2020-ban megközelítette a 10 ezer tonnát. Magyarország afrikai harcsa termelésével (2019-ben 3,8 ezer tonna) csak Hollandia tudott lépést tartani (2,5 ezer tonna).

A hazai haltermelés környezetbarát és fenntartható, más mezőgazdasági ágazatokhoz képest a tógazdasági haltermelés környezetterhelése sok szempontból lényegesen kisebb mértékű és ezáltal az éghajlatváltozásra gyakorolt hatásai is kedvezőbbek. A mesterséges halastavak számtalan ökoszisztéma-szolgáltatást, valamint a védett növény- és állatvilág részére nélkülözhetetlen élőhelyet biztosítanak.

A halászat az egyik legősibb mesterség, bár hazánkban nagy múltja van, azonban a jogszabályi környezet változása következtében a természetes vizeinken megszűnt a kereskedelmi célú halászat, helyét átvette a vizek horgászati célú hasznosítása, így tehát ez az ősi tevékenység már csak a haltermelő vállalkozások mindennapjaiban szerepel.

Az éghajlatváltozás következtében egyre gyakrabban alakul ki hazánkban is vízhiányos időszak, ami nagyban megnehezíti a haltermelést, ezért a jövőben a haltermelőknél növelni kell az alkalmazkodóképességüket és új technológiákat kell beemelni a haltermelésbe.

Innovációk a haltermelésben

HALASTAVI TÁPANYAGGAZDÁLKODÁS JAVÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI „Miért hanyagoljuk el a rendelkezésre álló szerves tápanyagokat?”

DIVIKI Sándor¹, PAPP László²

¹5540 Szarvas, Alkotmány utca 15., divikisandor@gmail.com

²Agrofutura Magyarország Kft., 5420 Túrkeve, Szeleshát tanya 1. papp.laszlo@agrofutura.hu

Bevezetés

A tógazdasági haltermelésben a természetes táplálék mennyiségének növelésére szolgáló alapvető technológiai elem a trágyázás. A megfelelő módon végzett trágyázással a tógazdaságok hozamai jelentősen megnövelhetők. Az elmúlt évtizedekben, de különösen az elmúlt fél évben bekövetkezett gazdasági változások miatt jelentősen megrágultak az alapanyagok (pl. műtrágya) és növekedtek a kijuttatás költségei. Ugyanakkor a haltermelésben a vízi környezet védelme és a fenntarthatóság egyre fontosabb szempont. A fentiek miatt a trágyázással, elsősorban a szerves trágyázással bevitt anyagok mind jobb hasznosítása elsődleges cél.

Anyag és módszer

A környezetbarát haltermelésben az elsődleges szempont, hogy a természetes táplálék bázis növeléséhez szükséges tápanyagokat szerves trágya formájában juttassák be. Azonban a trágya kezelésének és kijuttatásának módszere évtizedek óta nem változott. A haltermelő számára sok esetben a szerves trágya felhasználásánál csak a hozzáférés az egyedüli szempont, annak minősége (érett-e a trágya, idegen anyagtól mentes-e stb.) és így tápanyagainak hasznosulása viszont csak a legritkább esetben. A gépi, illetve az élő munka drágulása miatt az eredeti kijuttatási technológia is sokat egyszerűsödött, vagy inkább degradálódott. Így a tápanyagpótlás hatékonysága több mint kétséges.

A megfelelően kezelt szerves trágya alkalmazásával a természetes hozamok könnyedén megduplázhatók. Ez különösen napjaink abraktakarmány drágulásának tükrében fontos szempont, hiszen ez azt is eredményezheti, hogy ugyanannyi hozamot érhetünk el szerves trágyázással, mint kiegészítő abraktakarmányozással. Ezen felül a természetes táplálék jobb minőségű halhúst eredményez. Erre számtalan példát találunk a szakirodalomban a Woynarovich-féle széntrágyázás elvétől kezdve, a hetvenes-nyolcvanas években a természetes hozamok növelését célzó aktív hazai kutatásokig, akár napjaink technológiai fejlesztéseit is idesorolva.

Az általunk ajánlott technológia elméleti alapját az adja, hogy olyan formába tárjuk fel a gazdaságok számára lokálisan rendelkezésre álló szerves trágyát (istállótrágya, élelmiszeripari hulladékok (akár halfeldolgozó, illetve halastavi szeméthal komposzt)), ami lehetővé teszi hatóanyagainak megőrzését, fokozott feltáródását és így együttesen hasznosulását, illetve állagának megváltozásával (lazább szerkezet, alacsonyabb víztartalom, kisebb térfogat) jóval egyszerűbb (akár napi szinten kis adagokban) és így olcsóbb kijuttatását.

1. táblázat Természetes hozamok alakulása eltérő adottságú tavaknál

A tó altalaja	A tó műszaki kategóriái	intenzív mezőgazdasági terület		extenzív mezőgazdasági terület		rét, legelő		túlevelő erdő, savanyú talaj	
		a haltermelés módja							
		zárt	átfolyó	zárt	átfolyó	zárt	átfolyó	zárt	átfolyó
		éves természetes hozam kg/ha-ban							
Feketeföld	leszárrható	674	450	562	375	450	300	337	225
	lecsapolható	450	300	375	250	300	200	225	150
	lecsapolhatatlan	220	199	184	166	147	133	110	100
Agyag, agyagos homok	leszárrható	404	270	337	225	270	180	202	135
	lecsapolható	270	180	225	150	180	120	135	90
	lecsapolhatatlan	132	120	110	100	88	80	66	60
Homok kevés agyaggal	leszárrható	216	144	180	120	144	96	108	72
	lecsapolható	144	96	120	80	96	61	72	48
	lecsapolhatatlan	72	95	60	54	48	43	36	32
Futó homok, savanyú talaj	leszárrható	136	90	113	75	90	60	68	45
	lecsapolható	90	60	75	50	60	40	45	30
	lecsapolhatatlan	45	41	37	34	30	27	22	20

Eredmények és következtetések

Az AGROFUTURA technológiájával olyan állagú és beltartalmú trágyakomposzt állítható elő 5 hét alatt, amelynek hatóanyagtartalma és mikrobiális aktivitása szántóföldi körülmények között lehetővé teszi az adagok 75 %-s csökkentését, térfogata pedig fele a kezeletlen trágyához képest. Állaga laza és morzsalékos.

2. táblázat Különböző kezelésű szervesztrágyák tápanyagtartalma

Tápanyagtartalom g/kg								
Tápanyag forrás	N	P	K	Ca	Mg	szerves anyag %	Mikrobiológiai változatosság	mikrobiológiai egyedszám/ millió CFU
3 hónapos friss trágya	1,04	1,28	6,8	2,41	1,33		400 faj	50
1 éves érlelt trágya	1,64	1,59	15,96	7,31	2,3	75	400 faj	490
trágyakomposzt	1,86	2,03	13	9,9	3,75	45	800 faj	1200
humuszkomposzt	0,36	4,8	10,6	1,4	0,55	30	1200 faj fölött	2000

A technológia alkalmazása az alábbi előnyökkel járhat a halgazdaságok számára:

- a trágyakomposzt már a trágyatároló közelében elkészíthető,
- a trágyakomposzt hatóanyagtartalma magas, így már jóval kevesebb anyagot kell elszállítani a felhasználás helyére,
- etetőcsónakból abraktakarmánnyal együtt napi szinten kijuttatható annyi, amennyit a tó élővilága fel tud dolgozni,
- a kijuttatása egyszerűbb és nem igényel speciális berendezést, nem jelent kiugróan magas munkacsúcsot, készítése, kijuttatása elnyújtottabb és tervezhető,

- különösen alkalmas lehet előnevelt és egynyaras nevelés alkalmával,
- nagy mikrobiális aktivitása kedvező a halastó anyagforgalmára és így természetes hozamára is,
- kedvezőtlen talajtani adottságokkal rendelkező tavak esetében (ami általában jellemző az alföldi tavakra) lehetővé teheti a nagy természetes hozamokat.

Nem szabad megfeledkezni azonban arról sem, hogy alkalmazása jóval nagyobb odafigyelést kíván a tógazdától, hiszen folyamatosan figyelni kell a tó élővilágának változását (pl. planktonmennyiség) az időjárás (felhős napokon nyilván csökkentett mennyiség alkalmazható) és a vízminőséget (pl. hajnali alacsony oxigénszintet a kora esti tútelített oxigénszint szinte biztosan előre jelzi).

A TÓGAZDASÁGI PONTYTERMELÉS JÖVEDELMEZŐSÉGI VISZONYAINAK VIZSGÁLATA (2000 és 2021 között)

BORBÉLY Gergely

Kónya-Hal Kft., 4053 Debrecen, Nagyhát u. 11., konyahal.kft@gmail.com

Bevezetés

Magyarországon a pontytermelés nagy jelentőséggel bír, mely értendő az étkezési és a horgászpiaci igényeket tekintve egyaránt. A jelenleg ismert technológiák közül a leggazdaságosabb termelés még mindig, a már évszázados múlttal rendelkező extenzív vagy félintenzív tógazdasági körülmények között valósítható meg. Személyes érintettség, hogy a családom is foglalkozik halgazdálkodással. A kutatómunkám alap gondolata onnan jött, hogy legjobb tudomásom szerint a halgazdálkodás egykor, és nem is túlságosan régen, a legjövödelmezőbb mezőgazdasági ágazatok közé tartozott, viszont tapasztalataim és érzéseim szerint ez napjainkban sajnos már koránt sem igaz. Kíváncsi voltam arra, hogy bizonyos külső jóléti tényezőkhöz viszonyítva egy tógazdasági haltermelő jelenleg milyen gazdasági helyzetben van a múlt viszonyaihoz képest és mennyire jövödelmező az ágazat.

Anyag és módszer

Ahhoz, hogy helytálló eredményeket kapjak összehasonlítottam az elmúlt 22 év ágazatot érintő gazdasági adatait. Figyelembe vettem a legjelentősebb költségeket és bevételi forrásokat.

Az adatok jó viszonyíthatósága érdekében felállítottam egy 300 hektáros virtuális modellszámítást, melyet minden évben egyazon termelési paraméterekkel láttam el. A költségek és bevételek közül a munkabérek, a takarmányárakat, az üzemanyagárakat, a támogatásokat és a ponty éves átlagárát vettem figyelembe. Ugyan sok más költség és bevétel tényező is jelen van, de mindazok mértéke eltörpül a vizsgált adatok mellett, nem változtatná az eredmények lényegi volumenét.

Úgy számoltam, hogy a gazdaság 10 hektáron termel ivadékot, 55 hektáron kétnyarast és 235 hektáron piaci pontyot. Ivadéknál 1 500 kg, kétnyarasnál 1 300 kg és piacinál 1 200 kg bruttó hozammal számoltam hektáronként. Megmaradások tekintetében ivadéknál 65 %-os, kétnyarasnál 75 %-os, piacinál pedig 90 %-os értékekkel számoltam. A takarmány-együttható egységesen 2,5-es. A felhasznált víz évente összesen 1 m³/ha. A felhasznált benzin 20 l/ha, a gázolaj pedig amennyiben nem szivattyúval történik a vízpótlás 96,6 l/ha, ellenkező esetben, további 297 l/ha. Az üzemanyag-felhasználást a saját tógazdaság adataira alapoztam. Minden évben ugyanannyi alkalmazottal kalkuláltam, akiknek a munkabérét a minimálbérhez viszonyítottam és a beosztásoktól függően adtam egy szorzószámot. Bevételeként a területalapú támogatásokat és a halértékesítésekből származó összegeket vettem figyelembe.

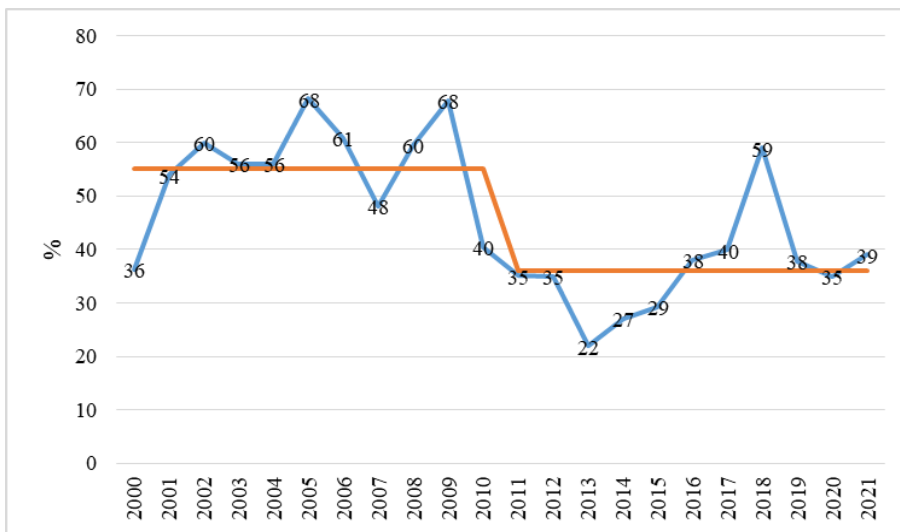
Számításaim során vizsgáltam az árbevételarányos jövödelmezőséget, a költségarányos jövödelmezőséget és az élők munkaaarányos jövödelmezőséget, továbbá érdekességképpen a kapott adatokat viszonyítottam az éves kenyér átlagárakhoz és minimálbérekhez egyaránt.

Eredmények és következtetések

Minden elemző vizsgálatot elkészítettem olyan formában, hogy a virtuális modellgazdaság gázolajüzemű szivattyúval végzi a vízutánpótlást és elvégeztem úgy is, hogy a tőegység gravitációs úton tölt.

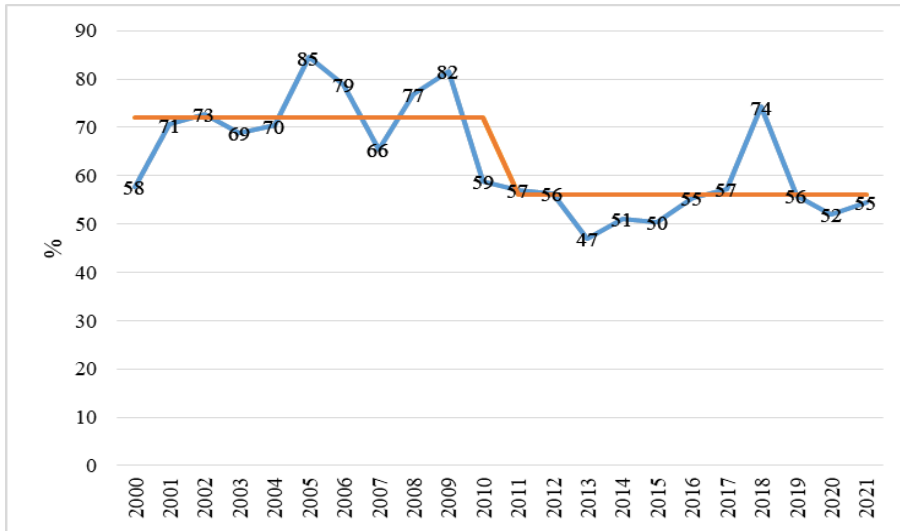
Árbevételarányos jövedelmezőség

Az árbevételarányos jövedelmezőség számítása során az adózás előtti eredményt osztottam az összes bevétellel és ezt szoroztam százzal. Az így kapott érték kifejezi, hogy a bevétel hányad része lesz eredmény.



1. ábra Bevételarányos jövedelmezőség alakulása szivattyús feltöltéssel

Ha az elmúlt tizenegy év átlagát viszonyítjuk az azt megelőző tizenegy év átlagához, láthatjuk, hogy lényeges különbségek vannak. 2000 és 2010 között az indexek átlaga 55, 2011 és 2021 között pedig 36 volt, ami azt jelenti, hogy a két időszak között 34,6 %-os romlás, ha pedig a 2000. évi és a 2018. évi kiugróértékeket nem vesszük figyelembe, akkor a bevételarányos jövedelmezőség indexek átlagának alakulása 57–34, ami pedig 40,8 %-os romlást jelent.

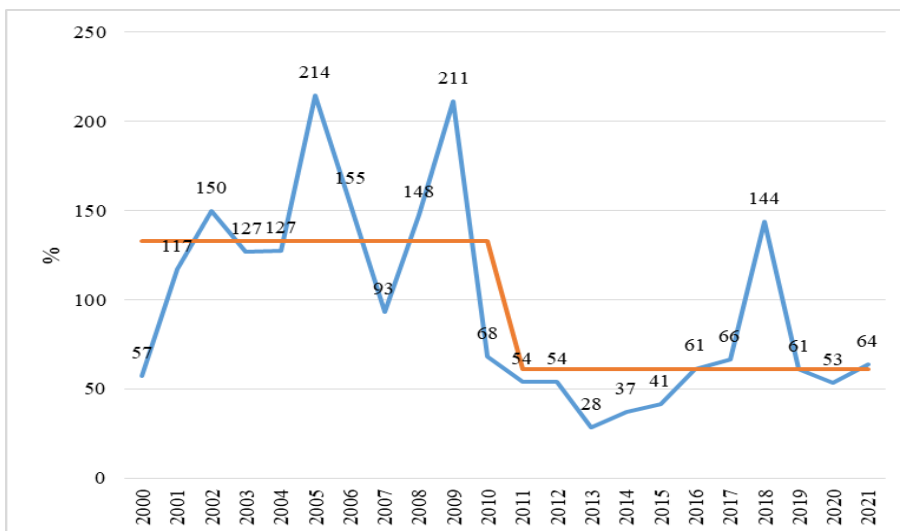


2. ábra Bevételarányos jövedelmezőség gravitációs feltöltéssel

Azt láthatjuk, hogy az értékek jóval magasabbak, mint szivattyús víztöltés esetén, de a tendencia nagyon hasonló. Itt 72 és 56 az indexek átlaga a két 11 éves periódusban. A csökkenési érték 22,3 % a két érték viszonylatában. Ha a kiugró értékeket nem vesszük figyelembe, ezek a számok 73–54-re és 26,4 %-ra módosulnak.

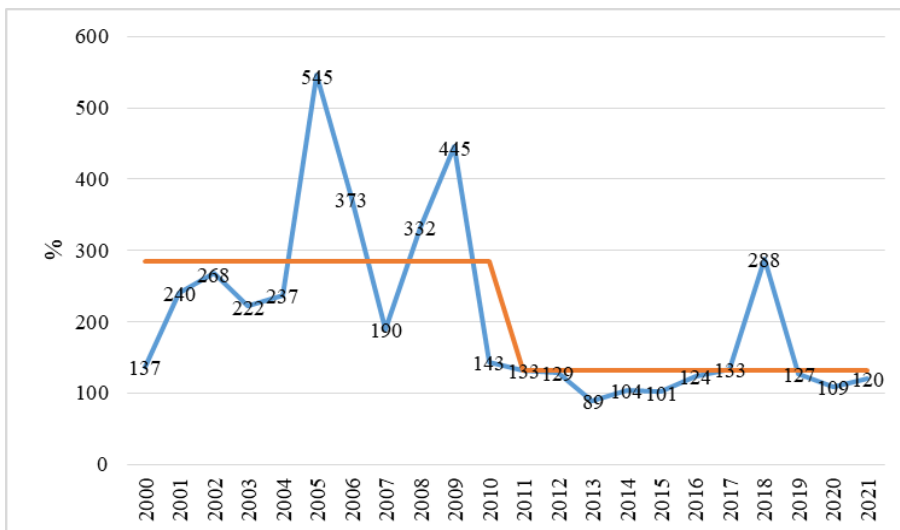
Költségarányos jövedelmezőség

A költségarányos jövedelmezőségi ráta a költségekkel elért jövedelem mennyiségét mutatja meg százalékosan, tehát, hogy a ráfordított költségekkel milyen jövedelmet érünk el. Számítása: a nettó jövedelmet osztom az össze költséggel és szorzom százzal.



3. ábra Költségarányos jövedelmezőség szivattyús feltöltéssel

Ha az elmúlt tizenegy évet viszonyítjuk az azt megelőző tizenegy évhez, láthatjuk, hogy itt is lényeges különbségek vannak. 2000 és 2010 között az indexek átlag 133 %, 2011 és 2021 között pedig 60 %, ami azt jelenti, hogy a két időszak között 54,7 %-os romlás tapasztalható. Ha 2006-os, 2009-es és a 2018-as kiugróértékeket kivesszük, nem látunk lényegi változást, ugyanis a két időszak közötti jövedelmezőségi ráta között így is 53,7 %-os a változás negatív irányba.



4. ábra Költségarányos jövedelmezőség gravitációs feltöltéssel

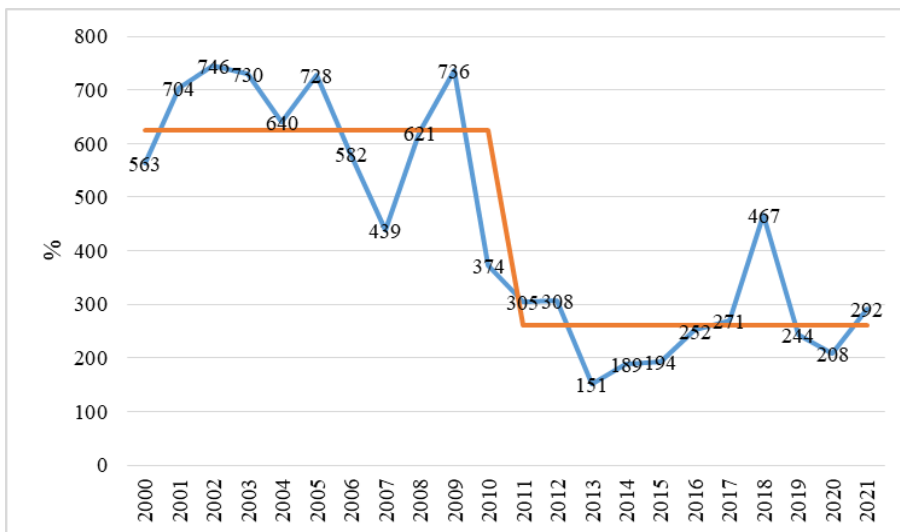
Gravitációs töltés esetén is hasonló a tendencia, mint szivattyúzással, de az értékek némileg kedvezőbbek. Ezek számszerűsítve az első 11 éves időszakban 285 %-ot, a másodikban pedig 119 %-ot jelentenek, mely 53,5 %-os csökkenést jelent. Kiugróértékek nélkül az adatok 238 % – 119 %-ra módosulnak, 49,9 %-os csökkenést eredményezve.

A kiugró adatokat minden évben a következő tényezők eredményezik:

- 2005: alacsony takarmányár
- 2009: átlagostól valamivel magasabb ponty ár, alacsony takarmányköltségek, alacsony üzemanyagárak
- 2018: a 2014 - 2020-as ciklus területalapú támogatását (hektáronként 70 200 Ft-ot) ebben az évben fizették ki egy összegben.

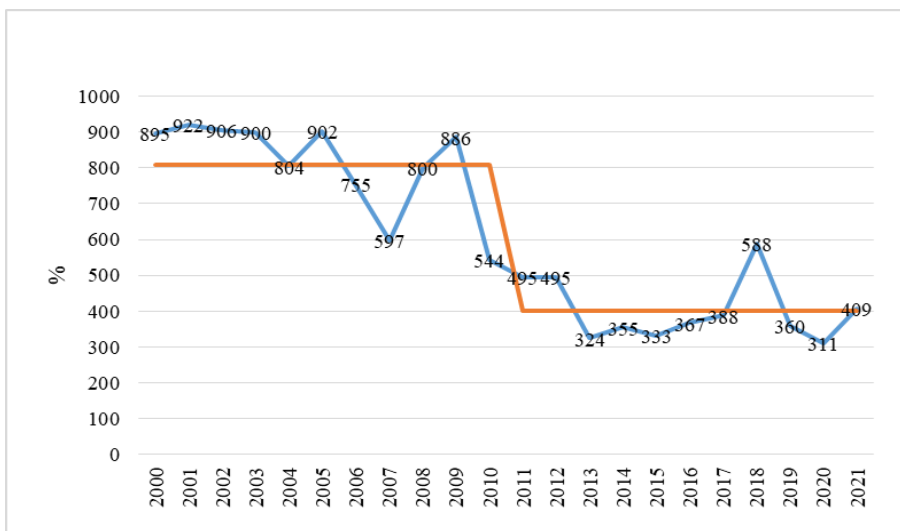
Élőmunkaarányos jövedelmezőség

Az élőmunkaarányos jövedelmezőség az élőmunka hatékonyságot mutató index. Számításának módja, hogy az adózás előtti eredményt elosztjuk a személyi jellegű ráfordításokkal és megszorozzuk százzal.



5. ábra Élőmunkaarányos jövedelmezőség szivattyús feltöltésnél

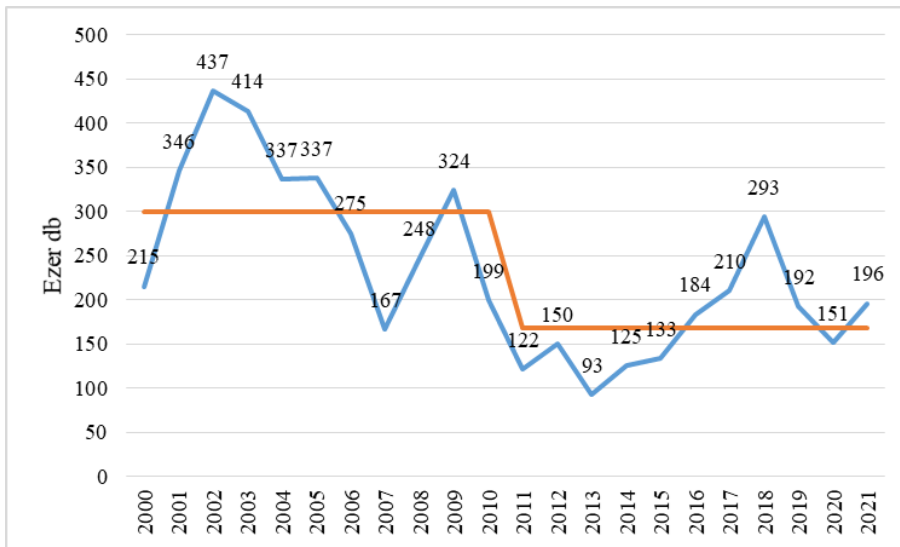
A 2000–2010 periódust vizsgálva, 624-es átlagértéket kapunk, míg 2011 és 2021 között ez mindösszesen 262. Ez azt jelenti, hogy 58 %-kal csökkent az élőmunka felhasználásának hatékonysága a szivattyúval töltött gazdálkodási egység esetén a két időszak között.



6. ábra Élőmunkaarányos jövedelmezőség gravitációs feltöltésnél

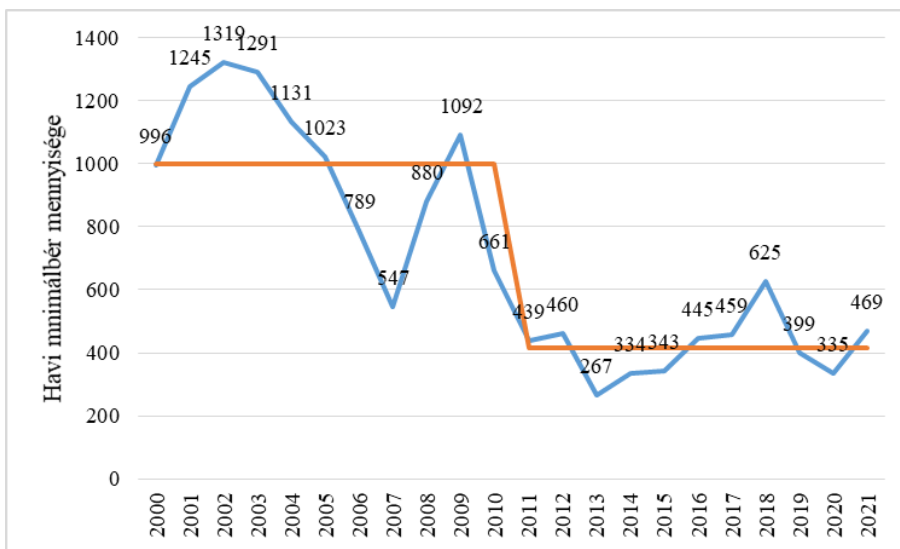
Gravitációs feltöltés esetén az első periódus átlagértéke 810, míg a másodiké 402, tehát a csökkenés mértéke 50 %.

Kenyérárakhoz viszonyított jövedelmezőség



7. ábra A jövedelem az értékéből megvásárolható kenyér mennyiségéhez viszonyítva szivattyúval töltött gazdaság esetén

Az éves kenyér átlagárakat figyelembe véve megvizsgáltam, hogy a jövedelemből milyen mennyiséget lehetne megvásárolni. Ha az átlagokat tekintjük, megállapítható, hogy a két periódus között közel kétszeres különbség van, ha pedig a legmagasabb és legalacsonyabb értékeket viszonyítjuk, 4,5-szeres változás van.



8. ábra A jövedelem a minimálbérhez viszonyítva szivattyúval töltött gazdaság esetén

Azt is vizsgáltam, hogy az évek jövedelme hány havi minimálbért adna ki az adott évben. A periódusok átlagértéke tekintetében 2,5-szeres különbség tapasztalható, a legmagasabb és legalacsonyabb adatoknál pedig közel ötszörös a különbség.

Következtetés

Minden értékelt elemzés egyértelműen hasonló tendenciát mutat mind a két technológiai háttérrel rendelkező gazdaságnál. A kutatómunkám eredményeivel bebizonyítottam a felállított hipotézist, tehát a tógazdasági haltermelés jövedelmezőségének aránya valóban nagymértékben csökkent az elmúlt 22 évben, amelynek legfőbb oka a ráfordítások megemelkedett mértéke, melyet nem kompenzálják a halárak.

Összefoglalás

Munkámban a tógazdasági haltermelés jövedelmezőségét vizsgáltam. Felállítottam egy 300 hektáros virtuális modellgazdaságot, ahol állandó termelési paraméterekkel számolva, számításba vettem a legmeghatározóbb költség tényezőket és bevételi forrásokat. Kalkulációt végeztem gravitációs úton és gázolaj üzemű szivattyúval feltöltött gazdasággal egyaránt. Az elmúlt 22 év adatait vizsgálva, elemzéseket végeztem az ágazat jövedelmezőségét tekintve. Vizsgáltam a bevételarányos jövedelmezőséget, a költségarányos jövedelmezőséget és az élők munkaaarányos jövedelmezőséget. Mindemellett viszonyítottam az éves jövedelmeket az éves kenyérárakhoz, minimálbérekhez is. Az elemzett időszakot két részre osztottam, ahol a 2000-2010-es és a 2011-2021-es évek képeztek egy-egy különálló egységet. Az eredmények alapján a két időszak jövedelmezősége határozottan megváltozott.

Ahogy a leírt és elemzett tényes adatokból is látszik, nem éli fénykorát a tógazdasági haltermelés. Azt gondolom, hogy nagy szükség lenne egy megfelelő támogatási rendszer kidolgozására és megvalósítására, annál is inkább, hogy ez, a természetes környezethez és valós természetvédelemhez legközelebb álló, és mindezekre egyedülállóan jótékony hatást gyakorló mezőgazdasági ágazat az, amely nem kap megfelelő segítséget.

Egyes tógazdálkodók, akik adottságaiknak köszönhetően megtehetik, elkezdtek multifunkciós gazdaságokat felállítani, azaz a haltermelés mellett foglalkoznak horgászatással, turizmussal és vendéglátással, többen belekezdtek intenzív rendszerek üzemeltetésébe is. Ha az adottságok engedik, mindenféleképpen foglalkozni kell olyan kiegészítő tevékenységgel, ami az eddig kiesett hiányt pótolja, plusz jövedelmet hoz.

Kulcsszavak: tógazdaság, pontytermelés, jövedelmezőség.

Köszönetnyilvánítás

Szeretném köszönetemet kifejezni Dr. Szűcs István intézetigazgató, egyetemi docensnek, Dr. Halasi Kovács Bélának, a HAKI intézetigazgatójának, Pásztor Róbertnek, a HHG Zrt. termelési igazgatójának és édesapámnak, Borbély Péternek, a kutatómunkám megírásához nyújtott önzetlen segítségükért.

Irodalom

A felhasznált irodalom jegyzéke a szerzőnél elérhető.

MAHOP DCF PROJEKT BEMUTATÁSA

BOJTÁRNÉ LUKÁCSIK Mónika, GYÖRGY Ágnes

*Agrárközgazdasági Intézet, 1093 Budapest, Zsil utca 3.
bojtarne.lukacsik.monika@aki.gov.hu*

Kivonat

Az Európai Tanács 199/2008/EK rendelete közösségi keretet (Data Collection Framework, DCF) hozott létre a halászati ágazatban az adatok gyűjtésére, kezelésére és felhasználására, valamint a Közös Halászati Politika (KHP) végrehajtásához szükséges tudományos szakvélemények beszerzésére. Az Európai Tengerügyi és Halászati Alap (ETHA) létrehozásáról szóló 508/2014/EU rendelet a hatálya alatt megalkotott operatív programok végrehajtása során kötelezi a tagállamokat a DCF keretein belül történő adatgyűjtésre. Ennek megfelelően a Magyar Halászati Operatív Program (MAHOP) keretében két pályázati felhívást határoztak meg a halgazdálkodással kapcsolatos adatgyűjtés, -kezelés és -felhasználás támogatása érdekében: a 3.1.1 felhívás célja a DCF projekt végrehajtásának szakmai megalapozása (DCF1), míg a 3.1.2 felhívás célja a DCF projekt végrehajtása Magyarországon (DCF2).

A DCF projekteket az Agrárközgazdasági Intézet (korábban Agrárgazdasági Kutató Intézet, AKI) hajtja végre, melynek során az ETHA rendeletben megfogalmazott és Magyarországra alkalmazandó, a halgazdálkodási adatok gyűjtésére, kezelésére, felhasználására, kiértékelésének javítására szolgáló tevékenységeket végez, és nyilvánossá teszi a végfelhasználók számára az eredményeket, ezzel elősegítve a KHP végrehajtását. Az Intézet szakmailag hozzájárul a halgazdálkodási szektort jellemző gazdasági, technikai, társadalmi és környezetvédelmi adatok összegyűjtéséhez, kezeléséhez, kiértékeléséhez. Elkészíti, beszerzi a KHP végrehajtásához és előmozdításához szükséges tudományos szakvéleményeket. A munka hosszú távú célja a halgazdálkodási szektor adatszolgáltatóinak teljes körű elérése, az akvakultúrával kapcsolatos beérkező adatkérések növelése és maradéktalan kielégítése. Ennek érdekében az AKI továbbfejlesztette az adatgyűjtési és adatkezelési rendszert (ASIR), melynek eredményeképpen létrejött az akvakultúra termelési adatainak egységes kezelését és különböző szintű lekérdezhetőségét lehetővé tevő adatbázis.

Szükség szerint aktualizálásra kerül az Európai Bizottságnak benyújtandó éves adatgyűjtési terv, valamint elkészítésre és benyújtásra kerülnek az előírt, az adatgyűjtések végrehajtásáról szóló jelentések és az adatszolgáltatások.

A DCF projektek kiterjednek a MAHOP-indikátorokhoz kapcsolódó adatgyűjtésekre és elemzésekre, háttéranyagok (pl. az intézményrendszer értékelése, a halfogyasztási szokások, a vízellátási járulék- és díjcsökkentés, a koronavírus járvány hatásainak vizsgálata) készítésére. Rendszeres gyűjtésre kerülnek a termelői árak és a főbb haltermékek fogyasztói árai, beszámolók készülnek az árak alakulásáról, valamint elemzések a külkereskedelemtől és a feldolgozásról. Továbbá rendszeres prognózisok készülnek a következő évi bruttó hazai haltermelés várható alakulásáról. Emellett az extenzív akvakultúra-területek fő halfogyasztó madarai által okozott termelési veszteség becslését és a természetes vízi halászat megszűnésének akvakultúrára gyakorolt hatását vizsgáló felmérések is elvégzésre kerültek. A projekt részét képezte a tógazdasági haltermelés jövedelemtermelő képességének meghatározását megalapozó felmérés is.

A DCF-feladatok végrehajtása, eredményeinek bemutatása és értékelése céljából, valamint Magyarország képviselete érdekében az Intézet nemzetközi szakértői üléseken biztosítja a szakmai képviseletet. Az adatgyűjtési szakértőket továbbképzzi, emellett szakértői üléseket, rendezvényeket, konferenciákat rendez az ismeretek széles körű megismertetése érdekében.

A DCF projektek bemutatása és a projektek keretében elkészült nyilvános dokumentumok megtalálhatók az Intézet honlapján: <https://www.aki.gov.hu/project/mahop-dcf1/> és <https://www.aki.gov.hu/project/mahop-dcf2/>

**AZ ELEKTROMOSHALÁSZESZKÖZÖK REGISZTRÁCIÓJÁHOZ ÉS
HASZNÁLATÁHOZ KAPCSOLÓDÓ ADMINISZTRATÍV RENDSZEREK
BEMUTATÁSA**

ROMÁN Zoltán

Agrárminisztérium, Halgazdálkodási főosztály, zoltan.roman@am.gov.hu

Kivonat

A halgazdálkodásról és a hal védelméről szóló 2013. évi CII. törvény (Hhvtv.) alapján az egyenáramú elektromos eszközök nyilvántartásának kezelése és az országos kutatói halfogási, illetve az elektromos halászgép egyedi használatára vonatkozó engedélyek kiadása az agrárminiszter hatáskörébe tartozik. A Hhvtv. szerint az e tevékenységekhez kapcsolódó igényeket elektronikus úton kell eljuttatni az Agrárminisztérium Halgazdálkodási Főosztályára. A nyilvántartási kérelmet az Elektromoshalászeszköz-nyilvántartási Rendszeren (ENYR), az országos kutatói, illetve az elektromos halászgép egyedi használatára vonatkozó engedélyeket pedig a Kutatásiengedély-ügyintéző Szoftveren (KÚSZ) rendszeren keresztül kell benyújtani.

Az előadásban röviden bemutatásra kerül e két rendszer működése, a benyújtás és az elbírálás menete, illetve az, hogyan történik a kiadott határozatok megküldése a kérelmezők részére. Ezen felül áttekintésre kerülnek azok a 2021. év során véglegesített rendszerfejlesztések, amelyek megkönnyítik, illetve egyszerűsítik a az igénylési folyamatot. Az előadás végén pár hasznos tanács és ötlet kerül megosztásra, segítve a kutatók és szakemberek munkáját.

Akvakultúra fejlesztés

FISH FARMING IN UGANDA: PRODUCTION, CHALLENGES AND REFLECTIONS

Robert EGESSA^{1,3}, Zsuzsanna J. SÁNDOR²

¹ *Doctoral School of Animal Biotechnology and Animal Science, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Hungary, robert.egessa@gmail.com*

² *Research Centre for Aquaculture and Fisheries (HAKI), Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Anna-liget u. 35, Szarvas, Hungary: jakabne.sandor.zsuzsanna@uni-mate.hu*

³ *National Agricultural Research Organisation (NARO), National Fisheries Resources Research Institute (NaFIRRI), Jinja, Uganda: robert.egessa@naro.go.ug*

Introduction

Aquaculture is one of the world's fastest growing food-producing sector, with development, expansion and intensification occurring in practically every region (Subasinghe et al. 2009). The increase in global per capita fish consumption from 9.0 kg in 1961 to 20.5 kg in 2018 (FAO 2020) indicated an improved preference for fish and increased demand for fish as a source of high-quality nutrients. Moreover, the declining fish stocks and the levelling off of production from capture fisheries, with most fishing areas currently at maximum potential, are signals that capture fisheries alone cannot meet the growing human demand for fish. Aquaculture is thus hoped to bridge the supply-demand gap (Subasinghe et al. 2009). In Africa and Uganda in particular, fish accounts for more than 63% of protein consumed by Ugandans, with an annual per capita consumption of 12.5 kg in 2013, higher than the African average of 10.1 kg at that time (Adeleke et al. 2021). With a population estimate of 44.3 million people and a projected population of 74.5 million by 2040 (UNDESA 2019), Uganda currently requires at least 908,200 tons of fish per year for the local market and will require at least 1,527,300 tons by 2040 if Ugandans are to consume fish at the global average per capita fish consumption level of 20.5 kg (FAO 2020). In order to satisfy both the local and the international markets, Uganda will need to invest more and expand its aquaculture industry. In this review, we present Uganda's aquaculture industry, highlighting the farmed species, production systems, trends in production, challenges, and the sector's potential for development.

Materials and methods

The focus of this review was primarily analytical, descriptive, and qualitative. The data was gathered from a survey of published literature and studies on aquaculture, with a focus on Ugandan aquaculture, by searching the online databases and visiting websites of relevant institutions. Relevant literature was obtained from peer-reviewed journals and institutional websites such as those of Uganda's Ministry of Agriculture Animal Industry and Fisheries (MAAIF), Uganda Bureau of Statistics (UBOS), and the Food and Agriculture Organization (FAO), among others.

Results and conclusions

Results show that the aquaculture industry in Uganda is divided into three main sectors: smallholder fish farmers, medium-scale commercial fish farmers, and large-scale commercial fish farmers. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African catfish (*Clarias gariepinus*) are the dominant species in all sectors. Common carp (*Cyprinus carpio*) and redbelly tilapia (*Tilapia zillii*) are two more fish species that are also produced, but on a smaller scale (Kasozi et al. 2017, Adeleke et al. 2021). Until recently, aquaculture production in Uganda was mostly based on pond culture system, but with the development of commercial fish farms, various types of fish production methods, such as tank and cage culture, emerged. Pond culture ranges from mixed species (African catfish and Nile tilapia) “polyculture” in organically fertilized ponds to semi-intensive and intensive tilapia monoculture (Rutaisire J. 2007, Kasozi et al. 2017). Monoculture is also practiced with common carp, in the mountainous cooler regions of the country where temperatures fall below 20 °C (Rutaisire J. 2007). As aquaculture became more commercialized, efforts to increase pond surface culminated in the present average of 500 m² per fish pond. Extension staff suggestions, production costs, and land size all impact farmers' pond size decisions (Adeleke et al. 2021). Extensive and semi-intensive systems are the most common, although currently, a sizeable fraction of farmers have adopted intensive pond culture systems mainly for culturing sex-reversed Nile tilapia. Holding tanks, breeding tanks, and larvae rearing tanks, which may be circular or rectangular, are used in many hatcheries. Tank sizes vary based on production cost, space usage, water quality maintenance, and fish management (Kasozi et al. 2017, Adeleke et al. 2021). The cage culture system in Uganda, which emerged in 2006 on lakes Victoria and Kyoga, has now spread to other lakes and rivers (Mbowa et al. 2017, Musinguzi et al. 2019). Cage aquaculture was promoted by the government of Uganda as a development priority to boost aquaculture production amidst stagnating capture fisheries (Kasozi et al. 2017, Mbowa et al. 2017). The predominant fish species grown using cage culture is Nile tilapia. The most common cage technology is the low-volume, high-density cages of 8 m³ with a stocking rate of 200–400 fingerlings/m³, although large-sized cages of various shapes and sizes are now common, especially among large-scale commercial farmers. The system is based on hatchery-produced fry and the use of pelleted feed (Kasozi et al. 2017).

In terms of production, Uganda is Africa's third-largest aquaculture producer, behind Egypt and Nigeria, and the second-largest in Sub-Saharan Africa (Adeleke et al. 2021). Total production increased from as low as 31 tons in 1984 to 123,897 tons in 2020 (Figure 1). Before 2012, African catfish was the main species produced in the ponds (Figure 2). African catfish became widely accepted and common among fish farmers due to the improved breeding technology among hatchery operators, the characteristic rapid growth rate of catfish, and the ability to feed on the organic matter available at household level. In addition, catfish are also predominant in all the water systems in Uganda, particularly water catchments linked with swamps (Rutaisire J. 2007). However, with the advent and intensification of Nile tilapia cage aquaculture in the country and the international market position that attracted investors' interest in tapping this market, production of Nile tilapia has overtaken that of catfish (Figure 2). Nile tilapia is currently the most farmed culture species in the country, whose production has consistently remained above that of African catfish since 2016, with production in 2020 estimated at 37,488 tons for African catfish and 86,011 tons for Nile tilapia (Figure 2). Although common carp was one of the first fish species introduced into aquaculture in Uganda, insufficient fingerling production, inadequate extension services, farmer perceptions, and unfavourable post-independence government policies are reported to be hindering the growth of carp aquaculture (Adeleke et al. 2021). Since 2012, production of redbelly tilapia has not been reported and the species appears to have been abandoned by farmers (Figure 3). Redbelly tilapia has not been popular among fish farmers due to its slow growth rate (Kasozi et al. 2017).

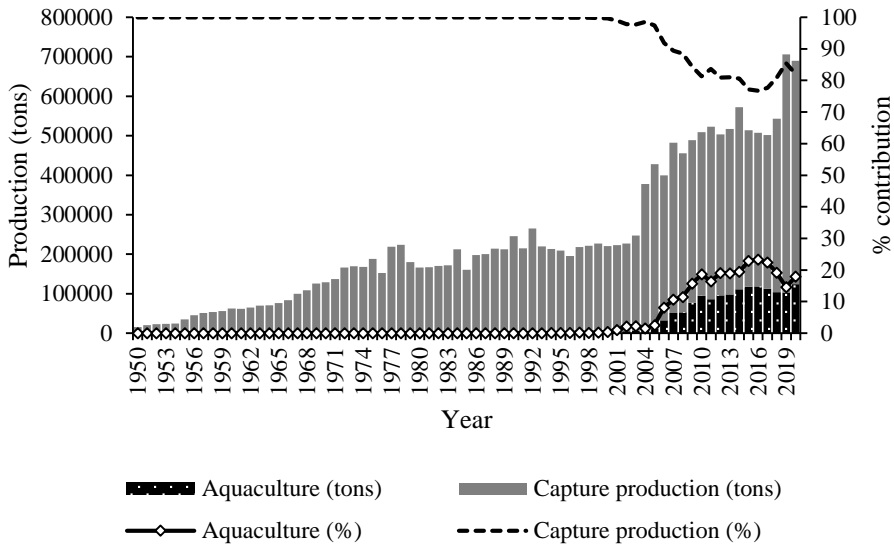


Figure 1. Trends in capture and aquaculture production (tons) and contribution to total fish production in Uganda (1950-2020). FAO fishery statistics (2022) online query.

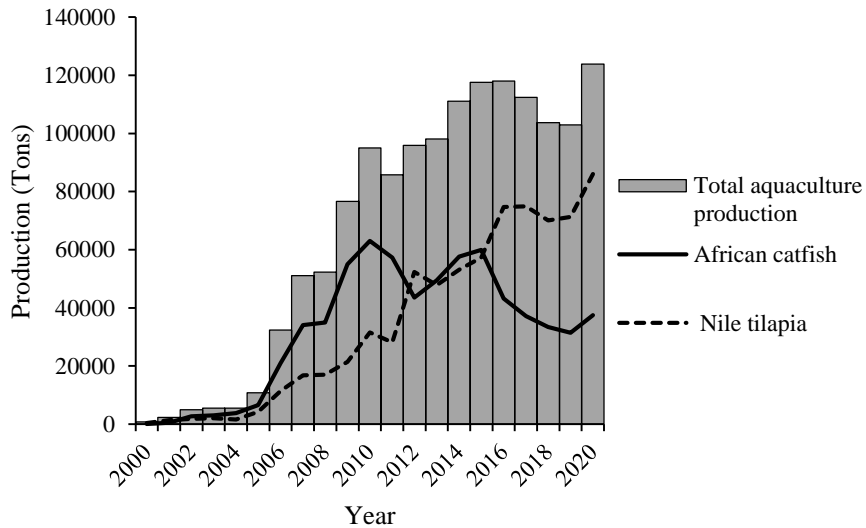


Figure 2. Trends in annual aquaculture production (tons) in Uganda (2000-2020). FAO fishery statistics (2022) online query

The push to enhance the aquaculture sector, combined with the diversification of aquaculture production systems, resulted in a surge in demand for fish seed, which could not be met by the existing low-productivity fish fry hatcheries (Mwanja et al. 2015). Local private producers drive the feed business, but their uneven geographic distribution and production activities are insufficient to supply the local aquafeed demand. As a result, a number of aquaculture farmers had to start producing their own feed in order to keep their businesses afloat (Kasozi et al. 2017, Adeleke et al. 2021). However, the lack of electricity and machinery on most fish farms in rural

areas limits the preparation of farm-made feeds, and the use of hand-operated mincers to create feeds limits the size of the fish farming operation. Moreover, poor processing, handling, and storage affect the quality of raw materials, which in turn affect the quality of farm-made feeds (Adeleke et al. 2021). In addition, the limited land availability and competitive demand for land amidst the growing population, the high transaction costs, limited technical support for farmers, poor fish disease management, and the difficulty for farmers to access financial support from lending institutions affect development of Uganda's aquaculture sector (Kasozi et al. 2017, Adeleke et al. 2021).

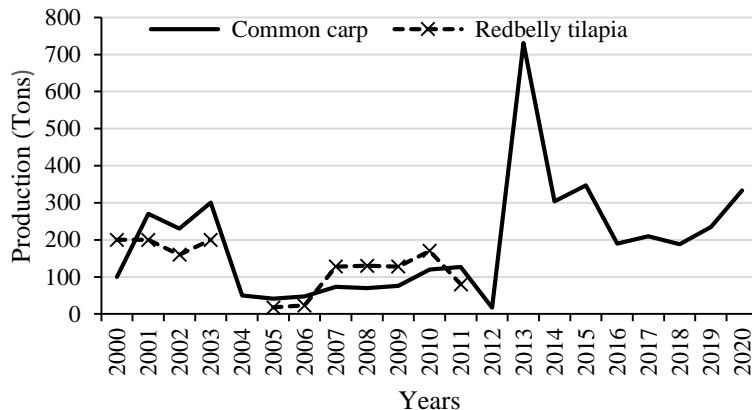


Figure 3. Trends in annual aquaculture production of common carp and redbelly tilapia in Uganda (2000-2020). FAO fishery statistics (2022) online query.

Despite the observed challenges faced by the aquaculture sector in Uganda, there is great potential for improvement given that over 18% of the surface area of Uganda consists of lakes, rivers, and swamps (UBOS 2020), some of which are untapped for aquaculture. The streams and rivers offer opportunity for expansion of pond aquaculture, while the larger rivers and lakes can be utilised for intensive cage aquaculture (MAAIF 2011). However, the sustainability of fish cage technology will require a clear policy to guide how these resources are used within the interests of the other resource users, as farms expand. To this effect, Uganda has over the years formulated new policies, regulations, guidelines, and reviewed its laws to guide the fisheries and aquaculture industry, although the process has been slow. In addition, the government of Uganda initiated the Rural Electricity Strategic Plan as an intervention aimed at increasing access to electricity in the rural areas. However, the high cost of connecting to the grid and the dispersed rural settlement patterns are challenges to achieving the target (BMAU 2018). Additionally, there are attempts to diversify the aquaculture industry by including more indigenous species in the sector. *Labeo victorianus* and *Barbus atlantis*, for example, have been successfully spawned. The adaptability of *Alestes baremoze* in captivity has also been explored, and efforts to domesticate the Nile perch (*Lates niloticus*), are also underway (Kasozi et al. 2017). Moreover, as the country continues to host international communities that prefer varieties of fish species, there is a need to culture new species that suit the tastes of divergent consumer communities. A study conducted on the Chinese community living in Uganda revealed that although they mainly consume Nile tilapia and Nile perch due to their being readily available and being tasty, about 55.6% expressed that they would freely consume Chinese carp if it was available (Tibenda et al. 2018). The culture of new species has been advocated in aquaculture for a long time, especially if the species has superior attributes over the indigenous fish species. However, such interventions have largely depended on the nutrient value and community perceptions, as well as the marketability of the candidate fish species (Adeleke et al. 2021).

Summary

Aquaculture is one of the world's fastest-growing food-producing sectors, mainly driven by the need to meet the rising demand for fish amidst declining fish stocks and stagnant production from capture fisheries. Aquaculture production in Uganda, for example, which ranges from small-scale to large-scale commercial fish production, has continued to grow as a percentage of total fish production in the country since the 1980s. The majority of farmed species are native, and farmers utilize various types, sizes, and numbers of fish culture systems depending on production scale. Extensive, semi-intensive, and intensive production practices are all available. In this assessment, we present Uganda's aquaculture sector, focusing on farmed species, production systems and patterns, challenges, and the sector's potential to mitigate them.

Keywords: Nile tilapia, African catfish, Nile perch, *Labeo victorinus*, *Barbus atlantis*, *Alestes baremoze*

Acknowledgments

The study was supported by Stipendium Hungaricum Scholarship program of the Hungarian Government. The authors are grateful to individuals who provided guidance and editing of this work.

Literature

- Adeleke, B.; Robertson-Andersson, D.; Moodley, G.; Taylor, S. **2021**. Aquaculture in Africa: A comparative review of Egypt, Nigeria, and Uganda vis-a-vis South Africa. *Rev. Fish. Sci. Aquac.* 29(2): 167-197.
- Budget Monitoring and Accountability Unit (BMAU). **2018**. Briefing paper (14/18): The Rate of Rural Electrification: Will the National Development Plan targets be realised?
- FAO. **2020**. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>.
- Kasozi, N.; Rutaisire, J.; Nandi, S.; Sundaray, J.K. **2017**. A review of Uganda and India's freshwater aquaculture: Key practices and experience from each country. *J. Ecol. Nat. Environ.* 9(2): 15-29.
- Mbowa, S.; Odokonyero, T.; Munyaho, A.T. **2017**. Harnessing floating cage technology to increase fish production in Uganda, Research Series No. 138.
- Ministry of Agriculture, Animal Industry and Fisheries (MAAIF). **2011**. Department of Fisheries Resources Annual Report 2010/2011. Republic of Uganda. 13–14.
- Musinguzi, L.; Lugya, J.; Rwezawula, P.; Kamya, A.; Nuwahereza, C.; Halafo, J.; Kamondo, S.; Njaya, F.; Aura, C.; Shoko, A.P.; Osinde, R. **2019**. The extent of cage aquaculture, adherence to best practices and reflections for sustainable aquaculture on African inland waters. *J. Great Lakes Res.* 45(6):1340-1347.
- Mwanja, M.; Rutaisire, J.; Ondhoro, C.; Ddungu, R.; Aruho, C. **2015**. Current fish hatchery practices in Uganda: the potential for future investment. *Int J Fish Aquatic Studies.* 2(4):224–232.
- Rutaisire, J. **2007**. Analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development in Uganda. FAO Fisheries Technical Paper, 497, 471.
- Subasinghe, R.; Soto, D.; Jia, J. **2009**. Global aquaculture and its role in sustainable development. *Rev Aquac.* 1(1): 2-9.
- Tibenda, V.N.; Sserwadda, M.; Namatovu, S.; Nasike, I.; Logose, F.; Anyango, B.; Atukunda, G. **2017**. Fish Consumption and Market Potential of Uganda Farmed Chinese Carps. *J. Mark Consum Res.* 37, 16-22.
- Uganda Bureau of Statistics (UBOS) **2020**, Statistical abstracts.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs (UNDESA) **2019**. World Population Prospects , Volume II: Demographic Profiles (ST/ESA/SER.A/427). UNDESA.

PLANS AND FIRST STEPS TOWARDS MODEL-BASED ASSESSMENT OF ECOSYSTEM SERVICES IN POND AQUACULTURE

Priya SHARMA

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Aquaculture and Environmental Safety, Research Centre for Aquaculture and Fisheries, H-5540, Szarvas, Anna-Liget Str. 35, Hungary, email: sharma.priya@phd.uni-mate.hu

1. Introduction

1.1. Background

In the last 20 years, the Ecosystem Services (ES) concept has gained important visibility in environmental research and policy making (Costanza et al., 2017). ES is defined as the “benefits that people obtain from ecosystems” (MEA, 2015) and the “direct and indirect contribution of ecosystems to human well-being” (UNEP, 2010), supporting all domains of human society, from individual survival to the development of the global society.

Aquaculture systems are seen as “human-managed aquatic ecosystems oriented toward the provision of ecosystem services”(Aubin et al., 2019). Willot et al., 2019, combined the ES conceptual framework provided by the Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) with the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES), considering also the typology and the identified 41 potential ES that aquaculture offers. Systems such as freshwater fishponds operate as an open ecological system in which natural and technological processes are in synergy and cannot be separated. As a result, beyond its primary function of producing fish, it sustains even greater natural value (Halasi-Kovács, 2008). These artificially managed shallow wetlands maintain aquatic habitats, form the landscape, preserve culture, and contribute to nutrient and hydrologic cycles (Palásti et al., 2020). Most of these pond aquaculture farms, particularly dominant in Eastern Europe, were included in the Natura 2000 ecological network of the European Commission with an objective to integrate aquaculture activities for revitalizing degraded wetlands (AAC, 2021).

1.2. Challenge and Objective

The relative impacts and scope of ES from freshwater fishponds is still an insufficiently explored subject (Blayac et al., 2014; Palásti et al., 2020; Walton et al., 2015; Yang et al., 2008; Turkowski et al., 2011). Aquaculture can thus either augment or undermine many ecosystem services provided by the surrounding aquatic environment. To provide a better picture of fishponds in terms of their ES delivery, measuring and quantitative modelling of these ES (e.g., nutrient balance, carbon sequestration and storage, etc.) becomes important. Such an analysis is crucial to understand the impact of different managerial scenarios at fish farm level on ES flow and promote decision-making that optimizes ES value.

Pond aquaculture operations and its ecosystem relations are inherently embedded in a wider terrestrial ecosystem. Such a complex system can be simulated by a combined quantitative / qualitative modeling framework. Accordingly, the dynamic changes of ES could be followed and managed, considering also the changing ecological and climatic conditions. The main objective of the planned work is to support the assessment and management of fishponds by the

development and application of a dynamic process model. The planned approach aims to combine the first principle-based (physical, chemical, biological) quantitative process models with the remote sensing data of the broader outlined fishpond area, as well as with the existing, mainly qualitative assessment frameworks of ecosystem services.

2. Materials and methods

2.1. The investigated site and its environment

The broader study area involves the ponds of the Biharugra Fish Farm Ltd. which is located in the Eastern part of Hungary, in Békés county, next to the Romanian border. The area is part of the micro-region called Kis-Sárrét that typically has high-water retention capabilities. The landscape bears the marks of rivers, the peripheral areas show higher grounds of sediment origin, while the central areas are lower and valley-shaped. The total area covered by these ponds is nearly 2000 hectares and consist of two units: the Northeastern “Ugra” unit consists of 28 ponds (~500 ha) and the Southwestern “Begécs” unit has 24 ponds (~1500 ha) (Oláh et al., 2009). The site is situated on the floodplain of the river Sebes-Körös (Tisza River Basin). The land-use in its surrounding sub-watershed entails to natural grasslands, pastures, arable land, protected meadows, and marshes as well as a few patches of broadleaved forests. In the initial phase of the model building, the focus will be on the “Begécs” fishpond unit and its associated sub-watershed.

2.2. Available data

The model development is based on selection and delineation of the case study site Biharugra fishponds (associated shapefiles), collection of land cover related information, meteorological information, operation/management data of ponds (e.g., water level control, nutrient inputs etc), water quality data. In order to model nutrient flows and hydrological cycles (and related ecosystem services such mediation of waste and flows, microclimate regulation, etc.) in a wider area, data needed for model parameterization is extracted from several GIS databases (Figure 1). In addition, on-site data regarding pond management and its food web will be collected. For example, data on stocking and harvesting of main fish species (with occasional individual weight sample), monthly feeding and manuring, water supply, pond water level and occasional sampling of zooplankton etc. shall be used for the model validation in later stage. Specific data on the indirect factors that influence the flow of ES such as the demographics, economic developments of the neighboring areas of the fishponds as well as information on any conservation policies which focus on the study area is also collected. Furthermore, the need for additional data collection was also investigated.

2.3. Methods to be applied

In the first stage of the modelling process, the outlining of the system contour in the study area was made. As a byproduct, this work will also provide a practical guide about appropriate, goal-specific model outlining, as well as about necessary and sufficient data demands for it (as availability of big data is not typical for aquaculture and for ES everywhere). Systematization of various classes of components and their transitions in fishpond was also started. For the representation of vertical and horizontal compartments 3D tools such as Sketchup and BlenderGIS were used to visualize the real-world fishpond and the surrounding ecosystem. The structural information about water courses and land patches was extracted using the GIS (software QGIS, <http://qgis.osgeo.org>) maps, consisting of several polygon and polyline layers.

Having reviewed the available software and models particularly for the assessment of ecosystem services for pond aquaculture (e.g. SWAT, InVEST, Ecospath with Ecosim (EwE), ARtificial Intelligence for Ecosystem Services (ARIES), Land Utilisation and Capability Indicator (LUCI), Multiscale Integrated Model of Ecosystem Services (MIMES), and Social Values for Ecosystem Services (SolVES) etc.), it was concluded that the existing tools are not applicable fully for the process model based evaluations and development of sustainable scenarios. Consequently, in our ongoing work, the proposed process model will be implemented in the methodology of Programmable Process Structures (PPS), that can support the combined use of quantitative and qualitative sub-models. PPS has developed for the causally transparent, dynamic balance-based analysis, planning and operation of complex, trans-disciplinary process systems (Varga et al., 2016, 2017, 2020a, 2020b; Varga & Csukas, 2017). Already developed assessment frameworks such as the 4-step MAES conceptual framework (Maes et al., 2013) will also be applied for the mapping and quantification of the ES. Additionally, for the quantitative representation of qualitative information about ES, the fuzzy evaluation (and optionally the fuzzy reasoning) can be used (e.g., Dang et al., 2020; Khorrami & Malekmohammadi, 2021; Ma & Wen, 2021 etc.).

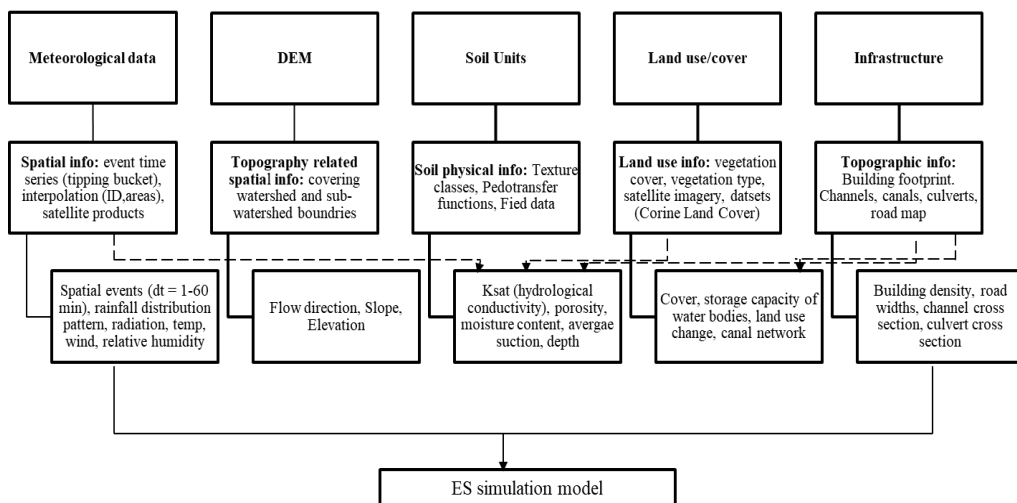


Figure 1. Some already studied GIS databases for the ES model

3. Preliminary results

The studied fishpond, its near environment and the broader system contour has been outlined. The horizontal compartmentalization of the system consists of three concentric parts: i) the studied pond in the focus and the collection of state elements (physical, chemical, biological, and ecological components, as well as of transition elements between state elements, in sense of PPS), ii) consideration of the pond's close environment: reed beds, marshes etc. and iii) broader system contour which is outlined according to the given sub watershed (agricultural areas, pastures etc.). Vertically, the compartmentalization includes above the surface layers (lower air layers, determined by the various objects, e.g., by the trees/plants/buildings, etc. and upper layer of atmosphere, representing the meteorological situation), as well as the below surface layers (including upper soil layer plus water bodies, lower soil layers and ground layer). Critical evaluation of available and missing data was conducted. A suggested scheme about the application of combined quantitative and qualitative approach was outlined. The analysis of the

critical links between the quantitative dynamic model and the quantitative rule-based information has started.

4. Foreseen results

In line with the main objective, the expected result of the work is the development and application of a PPS-based combined process modeling method, involving an appropriately detailed, fundamental biophysical (biological, chemical, physical) model, combined with a rule based semi-quantitative or qualitative model. Moreover, the study will implement these models in a multi-objective evaluation feedback cycle of techno-ecosystem assessment for planning and operation of the pond aquacultural processes and the surrounding (interfacing wetland + neighboring agro-environmental) areas.

5. Acknowledgements

This research has been performed in the scope of the EATFISH project, which received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 956697. Special thanks to my supervisors Dr. Mónika Varga and Dr. Gergő Gyalog for helpful comments on drafts of this paper.

6. References

- Alcamo, J. **2008**. Chapter Six The SAS Approach: Combining Qualitative and Quantitative Knowledge in Environmental Scenarios. *Developments in Integrated Environmental Assessment*, 2, 123–150. [https://doi.org/10.1016/S1574-101X\(08\)00406-7](https://doi.org/10.1016/S1574-101X(08)00406-7)
- Aquaculture Advisory Council **2021**. The provision of ecosystem services by European aquaculture. Brussels, Belgium, Aquaculture Advisory Council (AAC), 39pp. (AAC 2021-08). DOI: <http://dx.doi.org/10.25607/OBP-1707>
- Aubin, J.; Callier, M.; Rey-Valette, H.; Mathé, S.; Wilfart, A.; Legendre, M.; Slembrouck, J.; Caruso, D.; Chia, E.; Masson, G.; Blancheton, J. P.; Ediwarman, Haryadi, J.; Prihadi, T. H.; de Matos Casaca, J.; Tamassia, S. T. J.; Tocqueville, A.; Fontaine, P. **2019**. Implementing ecological intensification in fish farming: definition and principles from contrasting experiences. *Reviews in Aquaculture*, 11(1), 149–167. <https://doi.org/10.1111/RAQ.12231>
- Blayac, T.; Mathé, S.; Rey-Valette, H.; Fontaine, P. **2014**. Perceptions of the services provided by pond fish farming in Lorraine (France). *Ecological Economics*, 108, 115–123. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2014.10.007>
- Costanza, R.; de Groot, R.; Braat, L.; Kubiszewski, I.; Fioramonti, L.; Sutton, P.; Farber, S.; Grasso, M. **2017**. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, 28, 1–16. <https://doi.org/10.1016/J.ECOSER.2017.09.008>
- Dang, K. B.; Burkhard, B.; Dang, V. B.; Vu, K. C. **2020**. Potential, flow and demand of rice provisioning ecosystem services – Case study in Sapa district, Vietnam. *Ecological Indicators*, 118, 106731. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2020.106731>
- Drobnik, T.; Schwaab, J.; Grêt-Regamey, A. **2020**. Moving towards integrating soil into spatial planning: No net loss of soil-based ecosystem services. *Journal of Environmental Management*, 263, 110406. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2020.110406>
- Froehlich, H. E.; Runge, C. A.; Gentry, R. R.; Gaines, S. D.; Halpern, B. S. **2018**. Comparative terrestrial feed and land use of an aquaculture-dominant world. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(20), 5295–5300.
- Halasi-Kovács, B. **2008**. Conservation significance of the Hortobágy Fishfarm, the natural values of the fishponds. Manuscript. (In Hungarian).
- Khorrami, M.; and Malekmohammadi, B. **2021**. Effects of excessive water extraction on groundwater ecosystem services: Vulnerability assessments using biophysical approaches. *Science of The Total Environment*, 799, 149304. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2021.149304>
- Lilburne, L.; Eger, A.; Mudge, P.; Ausseil, A.G.; Stevenson, B.; Herzig, A.; Beare, M. (2020). The Land Resource Circle: Supporting land-use decision making with an ecosystem-service-based framework of soil functions. *Geoderma*, 363, 114134. <https://doi.org/10.1016/J.GEODERMA.2019.114134>

- Ma, S.; and Wen, Z. **2021**. Optimization of land use structure to balance economic benefits and ecosystem services under uncertainties: A case study in Wuhan, China. *Journal of Cleaner Production*, 311, 127537. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.127537>
- Maes, J.; Teller, A.; Erhard, M.; Liqueste, C.; Braat, L.; Berry, P.; Bidoglio, G. **2013**. *Mapping and assessment of ecosystems and their services: An analytical framework for ecosystem assessments under action 5 of the EU biodiversity strategy to 2020*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2779/12398>
- Millennium Ecosystem Assessment, **2005**. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC
- Oláh, J.; Pekár, F.; Váradi, L. Extensive Aquaculture and Ecotouristical Developments, a Case Study from the Biharugra Fishpond System; Birdlife Hungary: Budapest, Hungary, **2009**. (In Hungarian)
- 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, Vol. 12, Page 2144, 12(8), 2144. <https://doi.org/10.3390/W12082144>
- Turkowski, K. and Lirski, A. **2011**. Non-productive functions of fish ponds and their possible economic evaluation. In *Carp Culture in Europe. Current Status, Problems, Perspectives Proceedings of International Carp Conference, Olsztyn, Poland*, 15–16 September **2011**; Lirski, A., Pyc', A., Eds.; Instytut Rybactwa S'ródla, dowego (IRS'): Olsztyn, Poland, 2011; pp. 25–42.
- United Nations Environment Programme **2010**. *The economics of ecosystems and biodiversity: mainstreaming the economics of nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*. <https://usdocs.unep.org/20.500.11822/7851>.
- Varga, M.; Balogh, S.; Csukas, B. **2016**. An extensible, generic environmental process modelling framework with an example for a watershed of a shallow lake. *Environmental Modelling & Software*, 75, 243–262. <https://doi.org/10.1016/J.ENVSOFT.2015.10.022>
- Varga, M. and Csukas, B. **2017**. Generation of extensible ecosystem models from a network structure and from locally executable programs. *Ecological Modelling*, 364, 25–41. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLMODEL.2017.09.014>
- Varga, M.; Csukas, B.; Kucska, B. **2020a**. Implementation of an easily reconfigurable dynamic simulator for recirculating aquaculture systems. *Aquacultural Engineering*, 90, 102073. <https://doi.org/10.1016/J.AQUAENG.2020.102073>
- Varga, M.; Berzi-Nagy, L.; Csukas, B.; Gyalog, G. **2020b**. Long-term dynamic simulation of environmental impacts on ecosystem-based pond aquaculture. ENVIRONMENTAL MODELLING & SOFTWARE (1364-8152): Paper 104755. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2020.104755>
- Varga, M.; Prokop, A.; Csukas, B. **2017**. Biosystem models, generated from a complex rule/reaction/influence network and from two functionality prototypes. *Biosystems*, 152, 24–43. <https://doi.org/10.1016/J.BIOSYSTEMS.2016.12.005>
- Walton, M. E. M.; Vilas, C.; Cañavate, J. P.; Gonzalez-Ortegon, E.; Prieto, A.; van Bergeijk, S. A.; Green, A. J.; Librero, M.; Mazuelos, N.; le Vay, L. **2015**. A model for the future: Ecosystem services provided by the aquaculture activities of Veta la Palma, Southern Spain. *Aquaculture*, 448, 382–390. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2015.06.017>
- Willot, P. A.; Aubin, J.; Salles, J. M.; Wilfart, A. **2019**. Ecosystem service framework and typology for an ecosystem approach to aquaculture. *Aquaculture*, 512, 734260. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2019.734260>
- Yang, W.; Chang, J.; Xu, B.; Peng, C.; Ge, Y. **2008**. Ecosystem service value assessment for constructed wetlands: A case study in Hangzhou, China. *Ecological Economics*, 68(1–2), 116–125. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2008.02.008>

A KÜLÖNBÖZŐ FÉNYSPEKTRUMOK HATÁSA AZ INTENZÍVEN NEVELT HARCSA (*SILURUS GLANIS*) TERMELÉSI ÉS ÉLATTANI PARAMÉTEREIRE

KERTÉSZ Attila¹, BERECZKI Gábor², DAJKA Bence², MOLNÁR Áron¹, BÁRSONY Péter², FEHÉR Milán²

¹ Debreceni Egyetem Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola, 4032 Debrecen, Böszörményi út 138., e-mail: kerteszh@agr.unideb.hu

² Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Állattudományi, Biotechnológiai és Természetvédelmi Intézet, 4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

Bevezetés

A magyarországi akvakultúrában napjainkban is a tógazdasági termelés a meghatározó. A ponty gazdasági jelentősége kiemelkedő, ugyanakkor a halastavi termelésünkben a különböző ragadozó fajok szintén fontos szerepet játszanak, hiszen a szálkamentes, fehér húsú halak iránti fogyasztói igény folyamatosan nő. A harcsa (*Silurus glanis*) napjainkban is hazánk legnagyobb mennyiségben előállított ragadozó hala, amely a halastavi termelés mintegy 2 %-át adja. A lehalászott étkezési harcsa mennyisége folyamatosan nő, a halfaj termelése 2019 és 2020 között mintegy 25%-kal bővült (MA-HAL, 2021). A termelés azonban csak kismértékben növelhető tovább extenzív halastavi körülmények között, a fokozódó kereslet kielégítésére jó alternatívát biztosítanak az intenzív, illetve félintenzív technológiák. A harcsa intenzív termelésbe történő beillesztésével a tenyésztési időszak jelentősen rövidíthető, mivel technológiától függően a piaci méretű hal egy, illetve két év alatt is előállítható (Kovács et al., 2018; Borbély et al., 2020). A harcsa intenzív rendszerben történő nevelésének egyik szűk keresztmetszetét a halfaj jól ismert fénykerülése adja (Zaikov et al., 2008), amelynek eredményeként a teljes sötétben történő nevelés általában kedvezően befolyásolja a termelési paramétereket. A megvilágítás hiánya azonban rontja az emberi munkavégzés minőségét és hatékonyságát (halegészségügyi problémák észlelése, takarmány pazarlás, szétnövés, kannibalizmus, stb.), amely kiemelten fontos, főként a fiatalabb korosztályok nevelése esetében. A kísérletünk célja éppen ezért a zárt recirkulációs rendszerben történő harcsa nevelés során alkalmazott megvilágítás optimalizálása volt a halak termelési, illetve a rövid és hosszútávú stresszparamétereinek vizsgálata alapján.

Anyag és módszer

A kísérletet a Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Állattenyésztési Tanszék Halbiológiai laboratóriumának egyik recirkulációs rendszerében állítottuk be. Az egység 12 db, 350 literes műanyag körmedencéből állt. A kísérleti beállítások összehasonlítása érdekében a termelési teszt időtartama alatt teljes elsötétítést alkalmaztunk, a terem ablakait fekete fóliával letakartuk. A kísérlet során 4 kezelést alkalmaztunk, egyenként 3-3 ismétlésben. A kontroll (K) kezelés esetében a halakat teljes sötétségben neveltük, míg a másik három beállítás során különböző megvilágításokat állítottunk be: Piros fény – 1000 K, Zöld fény – 3000 K, Fehér fény – 6000 K. A termelési tesztbe mesterséges szaporításból származó, egynyaras harcsaállományt vontunk be, amelyet a vizsgálatot megelőzően intenzív, zárt rendszerben neveltünk elő. A kísérlet kezdetén a halak

átlagos testtömege $210,95 \pm 3,87$ gramm volt. Minden medencébe 10-10 egyedet helyeztünk ki, a kísérlet kezdetén a biomassa sűrűség 2,1 kg/medence volt. Az állomány számára egy hét akklimatizációs időszakot biztosítottunk, majd a halakat 4 hétig neveltük a kísérleti beállításoknak megfelelően. A halállományt a kísérlet során kereskedelmi forgalomban kapható száraz táppal etettük. A napi takarmányadagot a testtömeg 3,5%-ban határoztuk meg, a takarmány kijuttatása napi háromszori megosztásban, kézzel történt. A kísérlet végén meghatároztuk a halak termelési paramétereit, illetve bódítást követően vérmintákat gyűjtöttünk az élettani és stressz paraméterek meghatározása érdekében.

Eredmények és következtetések

A kísérlet végén meghatározott termelési mutatókat az 1. táblázat tartalmazza. A teszt során elhullást nem tapasztaltunk. A lehalászási egyedsúlyok vonatkozásában a legjobb eredményt a kontroll kezelés produkálta, ahol a végső testtömeg statisztikailag igazolhatóan nagyobb volt a fehér fényvel megvilágított csoportok adataihoz képest. A piros és zöld fényvel megvilágított állományok testtömeg adatai nem tértek el szignifikánsan a másik két kezelés eredményeitől. Bár a kontroll, vagyis a teljes sötétben nevelt állományok valamennyi további termelési mutatóban (növekedési ütem, takarmányértékesítés) is kedvezőbb eredményeket értek el, statisztikailag igazolható eltéréseket ezek esetében nem mutattunk ki.

1. táblázat A halak termelési paramétereit

Kezelés	S (%)	BWf (g)	SGR (%/nap)	FCR (g/g)	CV%
Kontroll	100	421,13 \pm 52,78 ^b	1,99 \pm 0,34	1,66 \pm 0,43	27,32 \pm 9,71
Piros– 1000 K	100	367,56 \pm 28,32 ^{ab}	1,62 \pm 0,22	2,16 \pm 0,41	20,07 \pm 2,59
Zöld– 3000 K	100	369,60 \pm 12,31 ^{ab}	1,65 \pm 0,07	2,08 \pm 0,12	15,29 \pm 3,06
Fehér– 6000 K	100	347,22 \pm 6,85 ^a	1,50 \pm 0,01	2,38 \pm 0,06	21,49 \pm 7,69

Mivel a rövid és hosszútávú stressz paraméterek adatai alátámasztották a vizsgált termelési mutatók vonatkozásában kapott eredményeket, kijelenthető, hogy bár a teljes sötétben történő nevelés a leghatékonyabb a harcsa zárt, recirkulációs rendszerben történő nevelése során, a piros és a zöld fényvel való megvilágítás a fehérhez képest kevésbé zavarja a halakat.

Összefoglalás

Vizsgálatunk során a harcsa intenzív nevelése során alkalmazott tartástechnológia fejlesztését céloztuk. Ennek érdekében egy 4 hetes kísérletben a különböző fényspektrumokkal történő megvilágítás hatását teszteltük a halfaj termelési és néhány élettani paraméterére. Az eredmények alapján kijelenthető, hogy a teljes sötétben történő nevelés valamennyi termelési mutatóban kedvezőbb eredményeket hozott, ugyanakkor szignifikáns különbséget kizárólag a lehalászási egyedsúlyok vonatkozásában mutattunk ki. Mindez arra utal, hogy a piros és a zöld fényvel történő megvilágítás hatékony lehet a harcsa intenzív nevelése során, hiszen a termelési paramétereket nem befolyásolják kedvezőtlenül, ugyanakkor lehetővé teszi az állomány szintű kezelésekhez szükséges beavatkozások megfelelő módon történő végrehajtását.

Kulcsszavak: harcsa (*Silurus glanis*), recirkulációs rendszer (RAS), tartástechnológia, megvilágítás

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- Borbély, R.; Borbély, Gy.; Csorbai, B. **2020**. A továbbfejlesztett Tó-A-Tóban rendszer alkalmazhatóságának vizsgálata a Jászkiséri Halas Kft.-nél. *Halászat-Tudomány*, Vol. 6/2. 4–8.
- Kovács, Gy.; Wéber, Cs.; Bogár, K.; Fazekas, Gy.; Beliczky, G.; Havasi, M. **2018**. Háromfázisú szürkeharcsa (*Silurus glanis*) nevelés recirkulációs rendszerben? *Halászat-Tudomány*, Vol. 4/2. 11-16.
- MA-HAL **2022**. Jelentés a Szervezet működésének 2020. évi eredményeiről.
- Zaikov, A.; Iliev, I.; Hubenova, T. **2008**. Investigation on growth rate and food conversion ratio of Wels (*Silurus glanis*) in controlled condition. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 14 (No2). 171-175.

KÖZELI INFRAVÖRÖS SPEKTROSKÓPIA (NIRS) ALKALMAZÁSA PONTY FILE MINŐSÉGI TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATÁRA

VARGA Dániel¹, BÁZÁR György²

¹ Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus, 7400 Kaposvár,

Guba Sándor utca 40., varga.daniel@uni-mate.hu

² Adexgo Kft., 8230 Balatonfüred Lapostelki utca 13.,

bazar@agrilab.hu

Bevezetés

A mezőgazdasági termelés és feldolgozás egyre több ágában növekvőben van a szenzoros technológiák alkalmazása, melynek fő célja alapvetően egyes termékek összetételének gyors és nagy pontosságú meghatározása non-invazív módon. Erre kiváló lehetőséget nyújt a közeli infravörös spektroszkópia (NIRS), mely talán az egyik legelterjedtebben alkalmazott analitikai módszer a mezőgazdaságban.

Számtalan kutatás bizonyította, hogy a haltenyésztésben és halfeldolgozásban is jól alkalmazható a NIR-technológia. Különböző halfajok húsának víztartalma, zsírtartalma, fehérjetartalma és akár frissessége is meghatározható ezzel a módszerrel (Zhou és mtsai 2019, Khodabux és mtsai 2007, Zhang és mtsai 2020). Ezek mellett a közeli infravörös technológia alkalmazásával különböző haltakarmányozási protokollok is nyomonkövethetők (Bázár 2008), kimutatható egyes zsírsavak beépülése a halfilébe (Molnár és mtsai 2013), de friss és feldolgozott (füstölt) busa filék származási hely és lehalászási időpont szerint is nagyon jól csoportosíthatók és azonosíthatók (Varga és mtsai 2010).

Jelen kutatásunk célja megvizsgálni annak a lehetőségét, hogy mennyire alkalmas a közeli infravörös spektroszkópia ponty (*Cyprinus carpio* L) húsminőségi tulajdonságainak mérésére, illetve becslésére.

Anyag és módszer

A kísérletre szánt halak begyűjtése lehalászási időszakban történt, 2009 és 2010 november-december hónapokban. A halak négy hazai tógazdaságból származtak, tógazdaságonként és évente 10 egyedet vizsgáltunk.

Első lépésben a frissen vágott halak filéjének pH-ját (Testo 205 pH mérő, *post mortem* 45 perc és 24 óra után), színét (Minolta ChromaMeter 300, L, a*, b*) és szárazanyag tartalmát (105 °C, súlyállandóságig szárítva) határoztuk meg. Ezután a filé víztartó képességét jellemeztük annak csepegési- (24 h/4°C), főzési- (20 min/75°C) és felengedettési (1 hét/-20°C) veszteségének megadásával. Minden mérés a filék azonos részéből történt. A filé zsírtartalmát nyers mintából határoztuk meg az ISO 6492 előírásai szerint (ISO, 1999).

A közeli infravörös spektroszkópiás mérésekhez a halak jobb oldali homogenizált filéit használtuk (a homogenizálás IKA basic A101 készülékkel történt). A filékről nyersen és liofilizálást követően is vettünk fel NIR spektrumot.

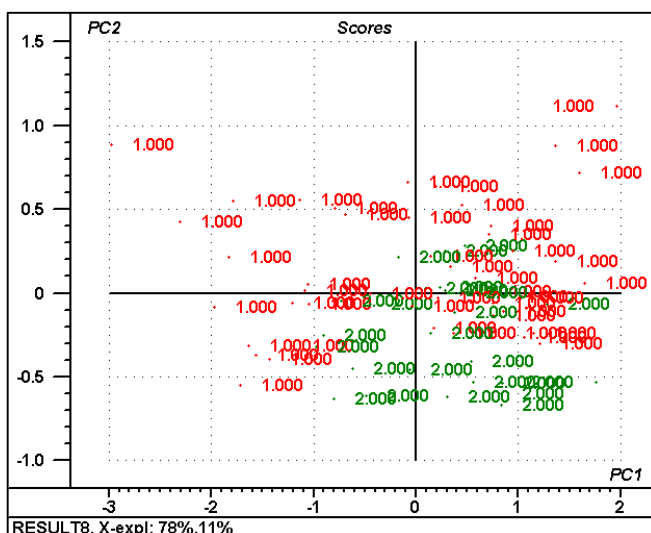
A közeli infravörös spektrumokat NIRSystem 6500 (Foss NIRSystem, Silver Spring, MD, USA) spektrométerrel mértük reflexiós módban, 400-2500 nm-es hullámhossztartományban, 2 mm-es lépésközzel, majd log(1/R) formában rögzítettük azokat. A vizsgálatok során ún. „Small

Ring Cup” mintatartót használtunk. A műszer vezérléséhez és az adatok kezeléséhez a WinISI II 1.5 szoftvert használtuk.

A felvett spektrumokon előfeldolgozást végeztünk, mely során matematikai transzformációkkal (SNV, MSC, második derivált) tettük legalkalmasabbá az adatmátrixot a statisztikai analízisre. A spektrum adatállományt főkomponens analízissel (PCA) és irányított osztályozó módszerrel (diszkriminancia faktor analízis, DFA) elemeztük. Egyes tulajdonságok becslésére pedig PLS-regressziót alkalmaztunk.

Eredmények és következtetések

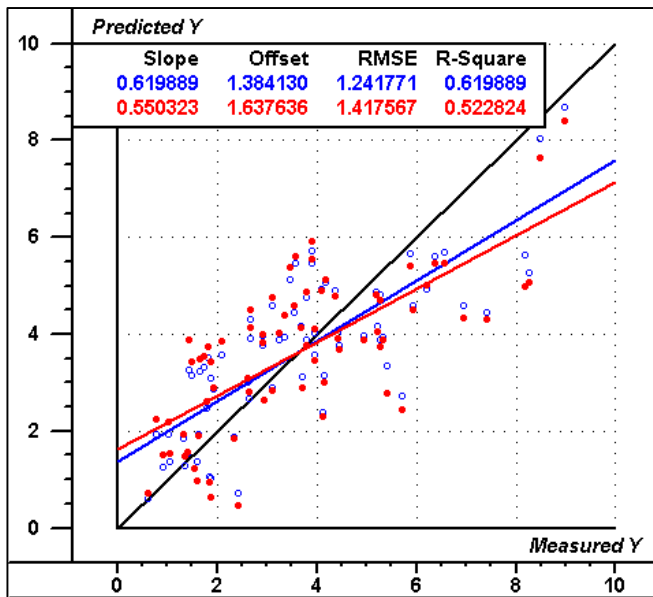
A felvett spektrumok alapján a halak származás és évjárat szerint is nagy biztonsággal csoportokba sorolhatók diszkriminancia-analízis alkalmazásával. Meglepő eredmény, hogy a teljes mintaállományt alkalmazva főkomponens-analízissel a halak nemek szerint viszonylagos pontossággal elkülöníthetők egymástól (1. ábra).



1. ábra A halak nemek szerinti elkülönítése főkomponens analízissel (MSC PCA)

Más szerzők egyéb állatfajokon írtak le nemek szerinti elkülöníthetőséget NIR-technológiára alapozottan. Ma és mtsai (2021) selyemhernyó bábokat, míg Chen és mtsai (2021) varangyokat (*Anaxyrus houstonensis*) különítették el sikeresen élő állatokról felvett spektrumok alapján.

Az összes mért húsminőségi mutató közül NIRS technikával és az azt követő kemometriai eljárások alkalmazásával a vizsgálataink alapján a filék szárazanyag- és zsírtartalma becsülhető kellő pontossággal. Elmondható, hogy a liofilizált mintákon lényegesen jobb becslés végezhető erre a két paraméterre, mint nyers homogenizált halfilén, mely nagy valószínűséggel a mintában lévő víz zavaró hatásának, illetve annak hiányának köszönhető (2. ábra)



2. ábra A filé zsírtartalmának becslése PLS-regresszióval (kék-liofilizált, piros-nyers)

Következtetésképpen levonható, hogy a NIRS-technológia alkalmas pontyfilé elkülönítésére származás és évjárat szerint. Emellett jó eredményekkel elkülöníthetők a tejes és ikrás egyedek filéi. A vizsgálatok további folytatása mindenképpen szükséges ebben az irányban, mivel nagy lehetőségek rejlenek a halak ivarának élő állapotban történő egyszerű meghatározásában többek között halszaporítási és kaviártermelési céllal.

További vizsgálatok szükségesek a húsminőségi paraméterek becslhetősége tekintetében is. A vizsgálatba bevont mintaszám (80 spektrum) alacsonynak számít ahhoz, hogy kellő biztonsággal és hatásfokkal mérhessük NIR spektrumok alapján az egyes tulajdonságokat. A mintaszámok növelésével azonban ez javítható. A zsírtartalom non-invazív módon történő mérése hosszútávon alkalmazható a ponty minőségi kategóriákba sorolásához, kondíciójának becsléséhez és ezáltal közvetett módon akár takarmányozás-technológiai szempontú újításokra is használható.

Összefoglalás

Kutatásunk célja, hogy megvizsgáljuk annak a lehetőségét, mennyire alkalmas a közeli infravörös spektroszkópia ponty (*Cyprinus carpio* L) húsminőségi tulajdonságainak mérésére, illetve becslésére. Ennek érdekében négy hazai tógazdaságból származó halak testösszetételei és húsminőségi adatait vetettük össze a felvett NIR spektrumaikkal.

A spektrumok alapján a halak származás, évjárat és nem szerint is nagy biztonsággal csoportokba sorolhatók diszkriminancia-analízis valamint főkomponens-analízis segítségével. Az összes mért húsminőségi mutató közül NIRS technikával és az azt követő kemometriai eljárások alkalmazásával a vizsgálataink alapján a filék szárazanyag- és zsírtartalma kellő pontossággal becsülhető.

Kulcsszavak: ponty, NIRS, szárazanyag, zsírtartalom

Irodalom

- Bázár, Gy. **2008**. Különböző takarmánykiegészítések hatásának NIR-technikára alapozott nyomonkövetése halfilében. XIV Ifjúsági Tudományos Fórum Keszthely pp1-5.
- Chen, L.D.; Santos-Rivera, M.; Burger, I.J.; Kouba, A.J.; Barber, D.M.; Vance, C.K. **2021**. Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) as a Method for Biological Sex Discrimination in the Endangered Houston Toad (*Anaxyrus houstonensis*). *Methods Protoc.*,5(1):4.
- Khodabux, K.; Maria Sophia S. L'Omelette, Sabina Jhaumeer-Laulloo, Ponnadurai Ramasami, Philippe Rondeau **2007**. Chemical and near-infrared determination of moisture, fat and protein in tuna fishes, *Food Chemistry*, 102(3): 669-675.
- Ma ,Y.; Xu, Y.; Yan, H.; Zhang, G. **2021**. On-line identification of silkworm pupae gender by short-wavelength near infrared spectroscopy and pattern recognition technology. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*.29(4):207-215.
- Molnár, T.; Kacsal, L.; Romvári, R.; Varga, D. **2013**. Eltérő olajkiegészítés hatása nilusi tilápia (*Oreochromis niloticus*) filéjének egyes minőségi tulajdonságaira és NIR technikára alapozott elkülöníthetőségére. *Acta Agraria Kaposváriensis* 17: 35-40.
- Varga, D.; Szabó, A.; Locsmándi, L.; Hancz, Cs.; Romvári R., **2010**. Near infrared spectroscopy analysis of raw and smoked silver carp fillets. *Aquaculture Europe* 2010. Porto
- Zhang, H.; Zhang, S.; Chen, Y.; Luo, W.; Huang, Y.; Tao, D.; Zhan, B.; Liu, W. **2020**. Non-destructive determination of fat and moisture contents in salmon (*Salmo salar*) fillets using near-infrared hyperspectral imaging coupled with spectral and textural features. *Journal of Food Composition and Analysis* 92: 103567
- Zhou, J.; Wu, X.; Chen, Z.; You, J.; Xiong, S. **2019**. Evaluation of freshness in freshwater fish based on near infrared reflectance spectroscopy and chemometrics. *LWT* 106: 145-150.

HÁZIASÍTOTT SÜLLŐ ANYAHAL MESTERSÉGES HORMON STIMULÁCIÓRA KÉSZ ÁLLAPOTÁNAK MEGHATÁROZÁSA

LJUBOBRATOVIC Uros¹, KITANOVIĆ Nevena², MARINOVIĆ Zoran², VASS Norbert¹, FAZEKAS Georgina¹, STANIVUK Jelena¹, NAGY Zoltán¹, HORVÁTH Ákos²

¹Magyar és Agrár- és Élettudomány Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halászati Kutatóközpont, Szarvas

²Magyar és Agrár- és Élettudomány Egyetem, Szent István Campus, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő

Bevezetés

Az elmúlt öt évben a kutatásaink döntően a mesterségesen nevelt süllő (*Sander lucioperca*) szaporítási módszereinek fejlesztése felé mutattak, beltéri és kültéri intenzív rendszerekben egyaránt. A kezdeti vizsgálatok után kiderült, hogy a legkritikusabb pont a reprodukciós cikluson belül arra a stádiumra tehető, amikor az ikrás egyed eléri a hormonális stimulációra való alkalmasságot. Ezt az állapotot a mesterséges szaporításra való felkészültségnek neveztük el. A petesejt azon állapotát mutatja be, amelyben képes a végső oocita érés (FOM) végbemenni és megfelelően fejlett petesejt formájában ovulálni. A házasított süllő esetében leírták a korai ovuláció jelenségét, amely a petesejt olajcseppjének feldarabolódásában látható (Žarski et al., 2019, Ljubobratović et al., 2022). Ebből adódóan a petesejtek FOM stádiumának értékelésére nem volt lehetőség. Általában azok a halak, amelyek már egy bizonyos ideig FOM stádiumban vannak, idő előtt ovulálhatnak a hormoninjekció hatására. Ezért a petesejtek optimális állapotának becsléséhez ellenőriznünk kellett a petesejtek fejlődésének korábban lezajló fázisait – a másodlagos növekedést vagy a vitellogenezist. A petesejtek fejlődésének ezt a fázisát több hónapon át tartó hatalmas fejlődés jellemzi (Hermelink et al., 2017). Ekkor a petesejtek átmérőjének értékelése és monitorozása a leginformatívabb indikátora a vitellogenezis előrehaladásának. Ezért az egyes ikrások mesterséges szaporítására alkalmas időszak leírására módszereket dolgoztunk ki a petesejtek átmérőjének követése érdekében és ennek megfelelően a hormonális stimulációra kész állapotának meghatározására. A legújabb kutatásunk célja az in vitro érlelési technikák alkalmazása a protokoll hasznosságának javítása érdekében.

Anyag és módszer

Az első kísérletben a beltéri recirkulációs akvakultúra rendszer (RAS) teljesen ellenőrzött körülményei között tartott halakat értékeltük. A következő három kísérlet alatt mesterséges takarmányon tartott, de szabadtéri rendszerben nevelt anya állományt használtuk. Míg a harmadik kísérlet alkalmával a szaporítás szezonban történt, a második és negyedik kísérletet szezon előtt végeztük. Összesen 15, 18, 19 és 13 ikrást használtunk az első, második, harmadik és negyedik kísérletben. Az első és harmadik kísérletben többször vettünk mintát a petesejtekből a vitellogenezis és az érés szakaszában. A második és negyedik kísérlet során csak a petesejtek átmérőjét értékeltük a hormoninjekciózás pillanatában. Az első kísérletben mesterséges szaporítás a Žarski et al. (2019) által leírtak szerint történt, míg a második kísérletben egy új protokollt dolgoztunk ki a mesterséges reprodukcióra (Ljubobratovic et al., 2021), amelyet a továbbiakban alkalmaztunk. A reprodukció sikerességének fő paramétereként az embrió megmaradását tűztük ki, melyet az első kísérlet eredményeket összehasonlító teszttel

értékelünk, továbbá a későbbi vizsgálatokra korrelációs analízist alkalmaztunk az embrió túlélése és a látenciaidő közötti kapcsolat felmérése érdekében. Végül, az utolsó kísérletbe bevontuk az in vitro petesejtek érésének dinamikáját.

Eredmények és következtetések

Az első kísérlet eredményei alapján úgy találtuk, hogy a 900 µm-es átmérő az a határ, amelynél a petesejtek képesek ovulálni a gonadoliberin injekció után. A második tanulmány tovább erősítette ezt a megállapítást, és kimutatta, hogy előszezonban minél nagyobb a petesejt, annál nagyobb az esélye annak, hogy ovulációkor jó minőségű petesejtet kapunk. Azonban a harmadik kísérlet során azt találtuk, hogy szezonban ennek az ellenkezője áll fenn, mivel akkor a gyorsabban növekvő petesejtek nagyobb hajlamosságot mutattak a korai ovulációra, ami miatt az ikra minősége romlott. Végül a negyedik kísérletben kimutattuk, hogy az érett petesejtekben az in vitro FOM dinamika hasznos eszköz lehet az anyahal állapotának meghatározására, a hormonális injekció beadására és a látencia idejének előrejelzésére.

Összefoglalás

Tanulmányainkból több következtetés is levonható. Mindenek előtt úgy tűnik, hogy a 900 µm-es ikraátmérő az a határ, amelynél az intenzíven nevelt ikrások petesejtjei hormonális stimuláció hatására ovulálhatnak, és életképes ivarsejteket termelhetnek. Így az ilyen petesejttel rendelkező anyák már januárban sikeresen szaporíthatók minden további fototermikus stimuláció nélkül az injekció előtt. Továbbá, úgy tűnik, hogy van egy időintervallum, amikor az ilyen ikrások alkalmasak mesterséges szaporításra. Azonban, később a petesejtek láthatóan túlzottan stimulálódnak a hormonális injekció hatására, ami az olajcseppek fragmentálódásához vezet. Végezetül, tekintettel kezdeti vizsgálatunk ígéretes eredményeire, célunk a petesejtek érési kompetenciájának értékelésére szolgáló protokoll továbbfejlesztése in vitro technikák alkalmazásával.

Kulcsszavak: mesterséges szaporítás, sügerfele nevelés, a petesejtek végső érése, vitellogenezis.

Köszönetnyilvánítás

Az első három kísérletet az Európai Regionális és Fejlesztési Alap és Magyarország Kormánya támogatta a GINOP-2.3.2-15-2016-00025 projekt keretén belül. A negyedik tanulmányt a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és innovációs Alap (PD-139053 és K138425 támogatások), az Innovációs és Technológiai Minisztérium finanszírozta a Tematikkus Kiválósági Program 2020 Nemzeti Kihívások Alapprogram (TKP2020-NKA-16) keretében, és az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 projekt az Európai Unió és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával.

Irodalomjegyzék

- Hermelink, B.; Kleiner, W.; Schulz, C.; Kloas, W.; Wuertz, S. **2017**. Photo-thermal manipulation for the reproductive management of pikeperch *Sander lucioperca*. *Aquac. Int.* 25, 1-20.
- Ljubobratović, U.; Kwiatkowski, M.; Tóth, F.; Demény, F. **2021**. Effects of hormonal treatment before water warming on synchronisation of spawning time, oocyte size, and egg quality in pikeperch (*Sander lucioperca*). *Anim. Reprod. Sci.* 226, 106712.
- Ljubobratović, U.; Fazekas, G.; Nagy, Z.; Kovács, G.; Tóth, F.; Dániel, F.; Žarski, D. **2022**. Fish with larger pre-seasonal oocytes yields lower egg quality in season—A case study of outdoor-cultured domesticated pikeperch (*Sander lucioperca*). *Anim. Reprod. Sci.* 238, 106936.
- Žarski, D.; Fontaine, P.; Roche, J.; Alix, M.; Blecha, M.; Broquard, C.; Król, J.; Milla, S. **2019**. Time of response to hormonal treatment but not the type of a spawning agent affects the reproductive effectiveness in domesticated pikeperch, *Sander lucioperca*. *Aquaculture* 503, 527-536.

Halbiológia

A KECSEGE (*ACIPENSER RUTHENUS*) GÉNBANKI, TISZAI ÉS DUNAI ÁLLOMÁNYAINAK GENETIKAI VIZSGÁLATA

FAZEKAS Gyöngyvér¹, KOVÁCS Gyula¹, FARKAS Móni¹, BOGÁR Katalin¹ KOVÁCS Balázs²

¹Halászati Kutatóközpont, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Anna-liget u. 35., Szarvas, H-5540
e-mail: fazekas.gyongyver@uni-mate.hu

²Természetesvízi Halökölógiai Tanszék, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Péter Károly u. 1., Gödöllő, 2103,

Bevezetés

A kecsége egyike a veszélyeztetett, gazdasági és természetvédelmi szempontból is figyelmet érdemlő őshonos tokféléinknek. Szálkamentes húsa és kaviár előállításra alkalmas ikrája miatt az édesvízi akvakultúra egyik perspektivikus faja. Horgászati szempontból ugyan ritka, de kivételes zsákmánynak számít. 2014-től a nem fogható halfajok listájára került, meglévő állományok védelme érdekében. A tokfélék szinte minden fajtát érintette a drasztikus állománycsökkenés, így fókuszba kerültek a különböző fajvédelmi célú programok, valamint konzervációbiológiai, populációgenetikai célú kutatások, és az állománypótlási célú visszatelepítések (Friedrich et al. 2019; Reinartz et al. 2011). Jelenleg mind az öt őshonos hazai tokféléinket a Természetvédelmi Világszövetség (IUCN) kritikusan veszélyeztetett és sebezhető fajként tartja számon. Egyetlen tokféléinknek, a kecségének (*A. ruthenus*) vannak még jelen szaporodóképes populációi a hazai folyószakaszokon. A szarvasi HAKI *ex situ* génbankja jelentős szerepet tölt be a faj hazai géntartalékainak megőrzésében és fenntartásában. Az élő génbank több tokféle egyedeit őrzi, legnagyobb egyedszámú azonban a kecsége állomány, amelynek kialakítása a 80-as évek végén kezdődött, az ezt követő évtizedekben pedig egyre jelentősebb lett a tudatos génmegőrzési célú állomány fenntartása (Kovács et al. 2019). A jelenlegi kecsége génbankot hazai élőhelyekről, főként a Tiszából és Dunából gyűjtött tenyészegyedek és azok mesterségesen szaporított utódai alkotják.

A hatékony génmegőrzés fontos eleme a genetikai variabilitás biztosítása, fenntartása a megfelelő egyedszám mellett. Kutatásunk célja a hazai géntartalékok, azaz a természetes és fogságban tartott állományok átfogó genetikai jellemzése volt. Meghatároztuk a hazai állomány genetikai struktúráját, jellemeztük a génbanki, vad és gazdaságból származó állományok variabilitását. Elemeztük a különböző állományok közötti genetikai kapcsolatokat.

Anyag és módszer

A Földművelésügyi Minisztérium védett vagy veszélyeztetett, hasznosítható őshonos halfajok szaporításával és visszatelepítésével bízta meg intézetünket. Ennek a programnak a keretében vad kecsége egyedeket gyűjtöttünk be a Tiszából és a Dunából. A 2017 és 2021 között új genotípusokkal bővült a génbank. A genetikai vizsgálatokhoz 2017-ben farokúszó mintákat vettünk az akkori kecsége génbank teljes anyaállományából (139 db), a Tisza kiskörei, mindszei (22 db), illetve a Duna leányfalui térségéből származó halakból (47db), illetve még két toktermelő halgazdaság állományának 30-30 db egyedéből. A vizsgálatokhoz így összesen

268 db kecsge egyed szövetszövetmintáiból vontunk ki DNS-t az E.Z.N.A. Tissue DNA Kit (Omega Bio-Tek) segítségével a gyártó utasításának megfelelően. Az állományok genetikai variabilitásának jellemzésére 12 db mikroszatellit markert használtunk. Az alkalmazott DNS markerek szakirodalom alapján kerültek kiválasztásra (Kohlman et al. 2017). Normál PCR reakcióban 12 mikroszatellit markert teszteltünk, a reakció során felszaporított termékek méretét és minőségét agaróz gélen ellenőriztük, hogy ki tudjuk választani azokat a markereket, amelyek allélméretei nem fednek át egymással. Így hat olyan multiplex szettet állítottunk össze, ahol reakciónként legalább két marker volt vizsgálható egyszerre (1 táblázat). A PCR reakciókhoz Multiplex PCR Plus Kit-et (Qiagen) alkalmaztunk, a reakciókat a gyártó utasításának megfelelően raktuk össze. Háromféle fluoreszcens jelölést használtunk, a forward primert hosszabbítottuk meg egy 17 bp hosszúságú, a vizsgált fajra nem specifikus szakasszal (tail; 5'-ATTACCGCGGCTGCTGG-3'), amellyel komplementer egy harmadik, 5' végén fluoreszcens festékkel (NED VIC vagy PET) jelölt primer (Shimizu et al. 2002). Az amplifikáció sikerességét és erősségét agaróz-gélelektroforézis segítségével ellenőriztünk.

1. táblázat Az alkalmazott mikroszatellit markerek adatai

PCR multiplex szet tapadási hőmérséklet	jelölő festék	lókusz neve	allél méret- tartomány (bp)	detektált allél szám	PIC
	An20c	162-194	15	0,876	
2. szet 57 °C	VIC	AfuG 51b	247-259	4	0,120
		Aru12	187-193	3	0,395
3. szet 57 °C	PET	Spl-163a	206-242	17	0,827
		Aru26	156-188	8	0,476
4. szet 60 °C	NED	LS-68	177-245	17	0,913
		Aru-13	90-150	15	0,793
5. szet 60 °C	VIC	AoxD-161	122-162	11	0,700
		Aru-19	206-208	2	0,212
6. szet 60 °C	PET	Aru-50	116-142	6	0,472
		Aru-18	158-164	4	0,145

Az allélméretek pontos megállapításához a PCR termékeket egy nagyfelbontású ABI 3130 kapilláris elektroforézis készüléken választottuk el (Applied Biosystems, USA). Az allélok méretének és számának megállapítására a Gene Mapper (Applied Biosystem) szoftvert használtuk, így megkaptunk minden egyed genotípusát.

Eredmények és következtetések

A vizsgált állományok genetikai variabilitásának, illetve az allélikus mintázatának statisztikai vizsgálatát lókuszonként hajtottuk végre. A 12 markerrel összesen 126 db allélt azonosítottunk, a legtöbbet elvárásainknak megfelelően a génbankban találtuk (109 db) ezt követte a dunai (96 db) és a tiszai (70 db) csoport, a gazdaságokból származó csoportokban (70, 64 db) közel azonos számban voltak. Négy állományban sikerült azonosítani egyedi allélokat, összesen 14 db-ot, a legtöbbet a génbankban (6 db). Minden állományra először meghatároztuk lókuszonként az értékelhető genotípusok számát (N), a detektált allélszámot (Na), az effektív allélszámot (Ne), a megfigyelt (Ho) és az elvárt (He) heterozigocia mértékét, a fixációs indexet (F) majd ezek átlagát véve megkaptuk állományok genetikai diverzitás adatait (2. táblázat). A lókuszonkénti átlagos allélszám a génbankban volt a legmagasabb, viszont a legnagyobb átlagos effektív allélszámot a tiszai csoportban találtuk. A várt- és megfigyelt heterozigotizáció értékei és azok kapcsolata

fontos információval szolgálnak a populáció státuszáról, ezeket alapul véve statisztikai próbával (χ^2 -próba) teszteltük a Hardy-Weinberg populációs egyensúlyi állapottól való eltérést (HWE). Az 1. Gazdaság állományánál 7, a génbanknál 9 a dunai csoportnál pedig 10 lókuszon volt kimutatható szignifikáns eltérés a HWE egyensúlytól. A Tisza és a 2. Gazdaság állományai álltak legközelebb az egyensúlyi állapothoz, mivel itt a 8 lókuszesetén nem volt kimutatható szignifikáns eltérés a HWE egyensúlytól. Az állományonkénti átlagos elvárt és megfigyelt heterozigotizáció értékei 0,47 és 0,60 között voltak. A megfigyelt heterozigotizáció értékek a tiszai csoportban voltak a legmagasabbak, a H_o és H_e értékek a génbank esetében álltak legközelebb egymáshoz.

2. táblázat A vizsgált állományok genetikai diverzitás adatai

	N	Na	Ne	Ho	He	F
Génbank	133,75	9,08	4,47	0,55	0,56	0,01
Duna	45,33	8,00	4,69	0,54	0,59	0,09
Tisza	21,25	5,83	3,39	0,60	0,52	-0,16
1.Gazdaság	29,00	5,33	3,63	0,47	0,57	0,13
2.Gazdaság	29,17	5,83	3,03	0,49	0,53	0,01

A heterozigotizáció-jellemzők felhasználásával kiszámoltuk a fixációs indexet, amelynek segítségével a populációk differenciálódását jellemezhetjük. Teljes fixációt feltételezve, azaz kizárólag homozigoták előfordulása esetén az értéke 1 lenne. Az összes csoportban ezek értékei alacsonynak mondhatók, a tiszai csoportban pedig negatív előjelű az érték, ami heterozigóta többletre utalhat. A populációk közötti differenciáltság (F_{st}) fejezi ki a fajon belül, az egyes populációk között fennálló különbség mértékét. Az F_{st} értékeket páronként vizsgálva nem találtunk olyat, ahol jelentősebb mértékű genetikai különülés észlelhető, az értékek 0,016 és 0,119 között változtak.

Összefoglalás

A kapott eredmények hozzájárulnak a hazai kecsgeállomány részletes genetikai jellemzéséhez, másrészt a gyakorlatban is használható alapot jelentenek a faj genetikai változatosságának további fenntartásához. A kiválasztott és multiplexált markerek többsége (10 db), PIC értékei (polimorf információ tartalom) alapján, erősen vagy közepesen informatív markernek bizonyult, így jól használhatók a genetikai variabilitás becslésére. A viszonylag magas allélszámok, a heterozigotizáció-jellemzők és a fixációs index értékei alapján kijelenthetjük, hogy a vizsgált állományokon belül viszonylag magas az egyedek közötti genetikai változatosság, nincsenek genetikai beszűkülésre, beltenyésztésre utaló jelek. Az alkalmazott optimalizált multiplex szettekkel egyedi genotípus adatokat kapunk, amelyek felhasználhatóak a génbanki mesterséges szaporítási munkáknál, mivel az egyedek célzott genotípus alapú kiválasztását teszik lehetővé, és alkalmasak a gazdaságokban fenntartott állományok jellemzésére is. Az egyedi genotípus adatok lehetővé teszik, hogy kiválaszthassuk az optimális szülőpárokat az utódok magas heterozigotizálásának fenntartásához, ezáltal kiküszöbölhető az allélvesztés, a beltenyésztés negatív hatása a tenyésztett állományokban, és detektálható a genetikai frissítés allélok szintjén. Így összességében hatékonyabban megőrizhető a genetikai sokféleség, amely egyik kulcsa a változékony környezethez történő alkalmazkodásnak, ebből következően a visszatelepítés és fajrehabilitáció sikerességéhez is nagyban hozzájárulhat.

Kulcsszavak: kecsge, génbank, genetikai variabilitás, mikroszatellit.

Köszönetnyilvánítás

Kutatásunkat a Földművelésügyi Minisztérium Halgazdálkodási Alapja (HHgF/194-1/2018. számú támogatási szerződése) „Őshonos édesvízi (nem vándorló) tokfélék állományainak megőrzésére, populációik rehabilitációjára irányuló program elméleti-, és gyakorlati megalapozása” c. program támogatta.

Irodalom

- Friedrich, T.; Reinartz, R.; Gessner, J. **2019**. Sturgeon re-introduction in the Upper and Middle Danube River Basin. *J Appl Ichthyol.* ;35:1059–1068.
- Kohlmann, K.; Kersten, P.; Geßner, J.; Onăreă, D.; Taflan, E.; Suci, R. **2017**. New microsatellite multiplex PCR sets for genetic studies of the sterlet sturgeon, *Acipenser ruthenus*, Mitochondrial DNA part A, DNA Mapping, Sequencing, and Analysis, *Environmental biotechnology* 13 (1) pp 11-17
- Kovács, B.; Kovács, Gy.; Fazekas, Gy. **2019**. A tokfajok genetikai háttere és erőforrásai In: Urbányi, Béla; Horváth, Ákos (szerk.) A tokalakúak biológiája és tenyésztése. Gödöllő, Magyarország: Vármédia Print kft, pp. 77-107.
- Reinartz, R.; Lippold, S.; Lieckfeldt, D.; Ludwig, A. **2011**. Population genetic analyses of *Acipenser ruthenus* as a prerequisite for the conservation of the uppermost Danube population. *J Appl Ichthyol.* 27:477–483.
- Shimizu, M.; Kosaka, N.; Shimada, T.; Nagahata, T.; Iwasaki, H.; Nagai, H.; Shiba, T.; Emi, M. **2002**. 'Universal Fluorescent Labeling (UFL) Method for Automated Microsatellite Analysis', *DNA Research*, 9: 173-78.

DDGS TARTALMÚ TÁP TESZTELÉSE AFRIKAI HARCSEA NÖVENDÉKEN ÜZEMI HALNEVELŐ RENDSZERBEN

JAKABNÉ SÁNDOR Zsuzsanna¹, BIRÓ Janka¹, ADÁNYINÉ Kisbocskói Nóra²,
PERJÉSSY Judit², LENGYEL-KÓNYA Éva², GYALOG Gergő¹

¹ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet,
Halászati Kutató Központ (HAKI), Szarvas

e-mail: jakabne.sandor.zsuzsanna@uni-mate.hu

² Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet,
Élelmiszertudományi Kutatócsoport (ÉTI), Budapest

Bevezetés

A bioetanol gyártás mellékterméke (vagy társterméke) a kukorica törköly (DDGS) kiválóan alkalmas különböző haszonállatok takarmányozására, többek között az édesvízi halak számára is. A haltápok növényi összetevői között különböző arányban található meg a DDGS, fajtól függően magasabb vagy alacsonyabb értékben. Amíg a pontytápban 40%-ban is bekeverhető (Sándor et al., 2021a) a ragadozó fajoknál ez inkább 20-30% között mozog (Sándor et al., 2021b). A bekeverhetőség a többi összetevőtől és a tápgyártási technológiától is függ, mely hatással van a hasznosíthatóságra. A magas rosttartalom jellemzően a ragadozó fajoknál okoz problémát a hiányzó cellulóz (rost) bontó enzimek miatt. Ezen enzimek mennyisége és aktivitása a hal életkorával csökken (Kuzmina, 1996; Barlaya et al., 2016), ezért a tápok emészthetősége is alacsonyabb lesz az idősebb korosztályoknál. Erre alapozva az afrikai harcsea hibrid (*Clarias gariepinus x Heterobranchus longifilis*) növendék számára terveztünk 25% DDGS tartalmú takarmányt és teszteltük üzemi körülmények között. Vizsgálatunk célja volt a termelési és hasznosítási mutatók, valamint az elállított áruhal minőségének értékelése.

Anyag és módszer

A kísérleti takarmány a kereskedelmi forgalomban használt halliszt és szója tartalmú harsatáp növényi összetevőinek DDGS-el történő helyettesítését jelentette, az állati eredetű források változtatása nélkül. Kiegészítésként premixet használtunk a szükséges lizin- és metionin forrás biztosítására (Táblázat 1.).

Az üzemi kísérlet két 5m³-es kádban zajlott, ahová 286-290 kg 0,9 kg átlagsúlyú afrikai harcsea növendéket helyeztünk (népesítés ~60 kg/m³). Az etetési időszak 9 hétig tartott, melynek során a takarmányozási ráta 1,3% volt. Az etetés napi 3 alkalommal (8:30, 15:00, 22:00 óra) kézzel történt. Elhullást, egyéb egészségügyi problémát az állományon nem tapasztaltunk.

Etetési kísérlet során értékeltük a termelési és hasznosulási mutatókat, a halhús minőségét, biometriai és kihozatali mutatóit. A kísérlet végén az alábbi paramétereket számoltuk ki:

Specifikus növekedési ráta (SGR): $100 \times (\ln(w_1) - \ln(w_0)) / d$, ahol: wt: befejező tömeg (g), W₀ kezdő tömeg (g), d: kísérleti napok száma

Takarmányhasznosítási ráta (FCR): feletett takarmány (g) / súlygyarapodás (g)

Kondíció faktor: testtömeg (g) / standard testhossz³ (cm)

Fehérje hatékonyság (PER): növekedés (g)/fehérje bevitel (g)

Fehérje produktivitás (PPV): $100 \times (\text{záró biomassza (g)} \times \text{záró egésztest fehérje (\%)} - \text{induló biomassza (g)} \times \text{induló egésztest fehérje (\%)}) / (\text{takarmány fehérje (\%)} \times \text{feletett takarmány (g)})$;

A kísérlet zárásakor húsmínőségi vizsgálatokra 10-10 darab filét gyűjtöttünk, melyből beltartalmi és zsírsav profilt, valamint főzési-, csepegési-, felengedetési veszteséget határoztunk meg. Ugyanezen halakat használtuk a biometriai és kihozatali mutatók meghatározásához. A takarmány vizsgálatokat a HAKI, a filé összetétel és húsmínőségi vizsgálatokat pedig az ÉTI intézet laboratóriumaiban végeztük szabvány módszerek segítségével.

1. táblázat Tápok beltartalmi értékei (eredeti anyagra %) és zsírsav profilja (% m/m). Összetevők (gyártói közlés alapján): Takarmánybúza, Rizskorpa, Extrudált szójadara, Halliszt 60%, Húliszt II o. (Katech), Hidrolizált baromfi-fehérje, Vérliszt (Katech), Kukoricaglutén 60%, DDGS, Állati zsír, Cargill harsca premix

Összetevők (%)	Kontroll	DDGS
Száranyag tartalom	92,93 ± 0,08	95,57 ± 0,16
Nyersfehérje	44,46 ± 0,12	42,72 ± 0,47
Nyerszsír	10,85 ± 0,17	11,34 ± 0,12
Nyersrost	3,96 ± 0,01	5,89 ± 0,58
Nyershamu	8,30 ± 0,05	10,51 ± 0,00
Bruttó energia (KJ g-1)	19,87 ± 0,10	20,77 ± 0,07
Zsírsav profil (%m/m)		
16:0	17,52 ± 0,05	17,09 ± 0,02
16:1n-7	3,29 ± 0,03	2,59 ± 0,01
18:0	4,86 ± 0,00	5,01 ± 0,01
18:1n-9	28,31 ± 0,02	27,09 ± 0,07
18:2n-6	34,64 ± 0,00	39,18 ± 0,02
18:3n-6	0,09 ± 0,00	0,06 ± 0,01
18:3n-3	2,80 ± 0,03	2,61 ± 0,01
20:4n-6	0,47 ± 0,02	0,44 ± 0,00
20:5n-3	0,44 ± 0,01	0,27 ± 0,00
22:6n-3	0,80 ± 0,04	0,88 ± 0,01
Total SFA	23,83 ± 0,05	23,21 ± 0,04
Total MUFA	35,01 ± 0,00	31,94 ± 0,07
Total PUFA	40,18 ± 0,01	44,09 ± 0,01
Total n-3	4,50 ± 0,09	4,00 ± 0,00
Total n-6	35,68 ± 0,08	40,09 ± 0,01
EPA+DHA	1,25 ± 0,05	1,15 ± 0,01
ARA	17,52 ± 0,05	17,09 ± 0,02

Eredmények és következtetések

A záró átlagsúly $1,75 \pm 0,16$ kg és $1,72 \pm 0,23$ kg volt a kontroll és a kísérleti csoport esetében. A takarmányhasznosítás (FCR) 1,04 és 1,23 g/g volt, míg a specifikus növekedési ráta (SGR) $1,00 \pm 0,16$ és $0,94 \pm 0,14$ g/nap (Táblázat 2.). A termelési adatok alapján a kísérleti csoport gyengébb növekedési és takarmányhasznosítási paramétereket eredményezett, mint a kontroll. A kihozatali mutatók közül, melyet 10-10 hal mintázása révén nyertünk, a kondíció faktor, zsiger index és a filézés hozam a kísérleti csoportnál volt magasabb szemben a kontrollal. A konvencionális húsmínőségi mutatók közül a csepegési és kiengedési veszteség esetében jelentős eltérés mutatkozott a kísérleti DDGS, és a kontroll csoport között, vagyis a kísérleti csoportból származó filék vízmegtartó képessége a gyengébb (Táblázat 5.). A filék beltartalmi összetétele (zsír- és fehérjetartalom) nem különbözött a kontroll és a kezelt csoportok között (Táblázat 3.), ugyanakkor a DDGS csoport szignifikánsan magasabb arányban tartalmazta a többszörösen telített zsírsavakat és alacsonyabb arányban az egyszerűen telített zsírsavakat. A hosszú szénláncú többszörösen telítetlen zsírsavak mennyisége (EPA+DHA, ARA) csak kismértékű eltérést mutatott a két csoport között, szemben az induló filében mért értékkel (Táblázat 4.).

3. táblázat Termelési és hasznosítási paraméterek

termelési és hasznosítási paraméterek	Kontroll	DDGS
induló biomassa (g)	286200	290550
záró biomassa (g)	567000	533650
növekedés (g)	280800	243100
feletett takarmány (g)	293406	298520
FCR (g/g)	1,04	1,23
SGR (g/nap)	1,00 ± 0,16	0,94 ± 0,14
PER (g/g)	2,153	1,906
PPV (%)	43,95	41,63

4. táblázat Filé beltartalmi összetétele eredeti anyagra (g/100 g) (n= 10)

	nyersfehérje	nyerszsír	nyershamu	víztartalom
Induló	17,36 ± 0,48	3,57 ± 0,07	1,33 ± 0,04	73,31 ± 0,92
Kontroll	16,78 ± 0,18	6,40 ± 0,02	1,31 ± 0,05	71,52 ± 0,17
DDGS	16,80 ± 0,22	6,62 ± 0,20	1,33 ± 0,04	71,41 ± 0,12

5. táblázat Filé zsírsav összetétele eredeti anyagra (%m/m) (n= 10)

Zsírsavak	induló	Kontroll	DDGS
	% m/m		
C 14:0	0,89 ± 0,00	0,84 ± 0,00	0,76 ± 0,01
C 16:0	19,46 ± 0,14	20,51 ± 0,09	20,16 ± 0,28
C 16:1n-7	2,13 ± 0,01 ^c	2,56 ± 0,00 ^a	2,36 ± 0,04 ^b
C 18:0	7,22 ± 0,04 ^b	8,54 ± 0,03 ^a	8,29 ± 0,15 ^a
C 18:1n-9	34,35 ± 0,10 ^a	32,70 ± 0,09 ^b	31,74 ± 0,05 ^c
C 18:2n-6	23,83 ± 0,04 ^b	23,93 ± 0,05 ^b	26,01 ± 0,40 ^a
C 18:3n-6	0,81 ± 0,00 ^c	1,15 ± 0,00 ^b	1,42 ± 0,02 ^a
C 20:1n-9	1,16 ± 0,04	1,05 ± 0,07	0,86 ± 0,06
C 18:3n-3	2,42 ± 0,03 ^a	1,82 ± 0,01 ^b	1,67 ± 0,00 ^c
C 20:3n-6	0,92 ± 0,00 ^c	1,15 ± 0,00 ^b	1,25 ± 0,02 ^a
C 20:4n-6	0,61 ± 0,01 ^b	0,75 ± 0,00 ^a	0,74 ± 0,01 ^a
C 20:5n-3	0,31 ± 0,01 ^a	0,25 ± 0,00 ^b	0,22 ± 0,00 ^c
C 22:6n-3	1,44 ± 0,03 ^a	1,14 ± 0,01 ^b	1,12 ± 0,02 ^b
Összesen	96,91 ± 0,10	97,56 ± 0,17	97,88 ± 0,20
SFA	28,20 ± 0,18	30,36 ± 0,12	29,80 ± 0,44
MUFA	37,64 ± 0,12 ^a	36,31 ± 0,03 ^b	34,96 ± 0,13 ^c
PUFA	31,07 ± 0,10 ^b	30,89 ± 0,04 ^b	33,12 ± 0,33 ^a
EPA+DHA	1,75 ± 0,01 ^a	1,39 ± 0,01 ^b	1,34 ± 0,02 ^b

a,b,c különböző betűvel jelölt értékek szignifikánsan eltérnek (p<0,05)

6. táblázat Biometria és kihozatali mutatók, valamint minőségi jellemzők az etetési idő végén (n=10)

	Kontroll	DDGS
tömeg (g)	2308,4 ± 315,9	2314,2 ± 390,3
kondíció faktor (g/cm³)	0,883 ± 0,094	0,923 ± 0,046
májindex (%)	1,07 ± 0,14	1,14 ± 0,16
zsiger index (%)	8,68 ± 1,18	9,72 ± 1,11
filé kihozatal (%)	42,5 ± 1,6	43,2 ± 1,3
csepegési veszteség (%)	1,72 ± 0,28	2,25 ± 0,69*
főzési veszteség (%)	19,9 ± 0,90	19,8 ± 2,15
felengdetési veszteség (%)	5,91 ± 1,51	8,10 ± 1,60*

*-al jelölt értékek szignifikánsan eltérnek (p<0,05)

Összefoglalás

Afrikai harcsa növendék számára haltakarmány terveztünk 25% DDGS alkalmazásával és etettük üzemi körülmények között vágósúly eléréséig. A kísérlet során kimutattuk, hogy a piaci méretű afrikai harcsa termelési és takarmányhasznosítási paraméterei romlottak a kereskedelmi harcsa takarmányt fogyasztó csoporthoz képest, ugyanakkor a húsösszetételnél kedvező hatást tapasztaltunk. Amíg az európai harcsa ivadék korosztály 30%-ban képes volt hasznosítani a DDGS-t a termelési és hasznosítási paraméterek változás nélkül, addig a növendék/piaci méretű halaknál ez nem volt kimutatható. Ezen halfaj és korosztály számára mindenképp enzimkiegészítés alkalmazása mellett javasolható a takarmány DDGS-el történő kiegészítése.

Kulcsszavak: áruhal, húsminőség, zsírsav profil

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük ifj. Majoros Ferencnek (Haltáp Kft.) a takarmány tervezésben és a gyártásban nyújtott segítségét, valamint Háderné Sólyom Katalinnak és Molnár Juditnak a húsminőségi vizsgálatokban végzett munkájukat. 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 (2020-4.1.1-TKP2020) támogatásával valósult meg.

Irodalom

- Kuzmina, V. V. **1996**. Influence of age on digestive enzyme activity in some freshwater teleosts. *Aquaculture* 148, 25–37. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(96\)01370-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01370-1).
- Barlaya, G.; Sridhar, N.; Kushwaha, J.P. **2016**. Digestive enzyme activities in different size groups and segments of the digestive tract in *labeo rohita* (Day, 1878). *J. Aquac. Mar. Biol.* 4(5), 1–5. <https://doi.org/10.15406/jamb.2016.04.00098>.
- Sándor, Z.J.; Révész, N.; Varga, D.; Tóth, F.; Árdó, L.; Gyalog, G. **2021a**. Nutritional and economic benefits of using DDGS (Distiller’ dried grains soluble) as feed ingredient in common carp semi-intensive pond culture. *Aquac. Rep.* 21 100819. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100819>.
- Sándor, Z.J.; Révész, N.; Lefler, K.K.; Čolović, R.; Banjac, V.; Kumar, S. **2021b** Potential of corn distiller’s dried grains with solubles (DDGS) in the diet of European catfish (*Silurus glanis*). *Aquac. Rep.* 20, 100653. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100653>

MORFOLÓGIAI VÁLTOZÁSOK PONTYBAN (*CYPRINUS CARPIO*): BEFOLYÁSOLJA-E AZ UTÓDOK KÜLALAKJÁT A MÉLYHÜTÖTT SPERMÁVAL TÖRTÉNŐ TERMÉKENYÍTÉS?

PATAKI Bernadett¹ *, STASZNY Ádám², MÉSZÁROS Gergely¹, KITANOVIĆ
Nevena¹, ÁCS András², HEGYI Árpád¹, MOLNÁR József¹, CSORBAI Balázs¹,
URBÁNYI Béla¹, HORVÁTH Ákos¹

¹ Halgazdálkodási Tanszék, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Péter Károly u. 1.,
2100 Gödöllő, e-mail: Pataki.Bernadett@uni-mate.hu

² Természetesvízi Halökológiai Tanszék, Halgazdálkodási Tanszék, Magyar Agrár- és
Élettudományi Egyetem, Péter Károly u. 1., 2100 Gödöllő

Bevezetés

Mivel halfajok esetében egyelőre nem áll rendelkezésre megfelelő protokoll az ikra, illetve embrió mélyhűtésére, így a spermamélyhűtés az egyetlen lehetőség arra, hogy megőrizzük ezeknek a fajoknak a genetikai tartalmait. Jelenleg azonban nem tisztázott, hogy a mélyhűtés milyen hatással lehet a halak morfológiájára. Ebben a vizsgálatunkban a magyarországi halfajok közül az egyik legnagyobb mennyiségben tenyésztettnek, vagyis a pontynak (*Cyprinus carpio*) a példáján keresztül próbáltuk feltérképezni a mélyhűtés külalakra gyakorolt hatását.

Anyag és módszer

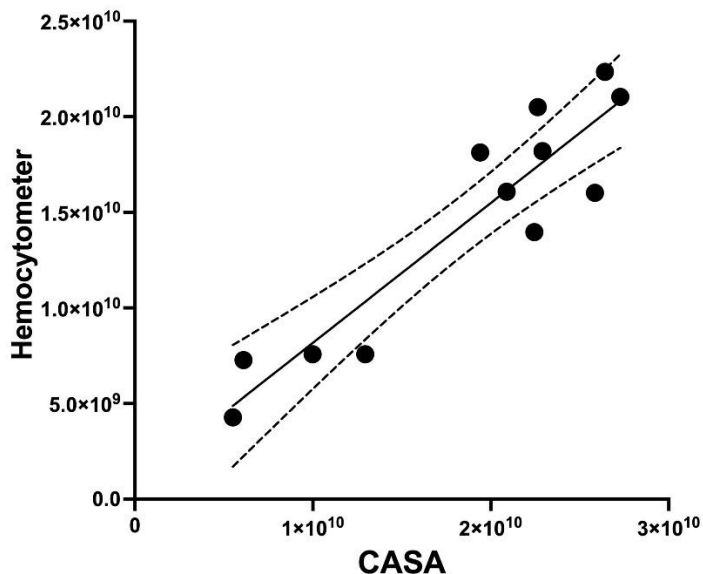
Kísérletünkhöz először is egy olyan módszert kellett kidolgoznunk, amely által a halak spermájának minősége, beleértve a sűrűség is könnyen és gyorsan meghatározhatóvá válik. A sperma minőségének vizsgálatához egy számítógépes spermavizsgáló rendszert (Computer-assisted sperm analysis – CASA, Minitüb GmbH, AndroVison) használunk, ezért adott volt a lehetőség egy olyan sejtszámlálási módszer kidolgozásához, amelyhez ugyanazt a CASA-t alkalmazzuk. Ehhez a CASA által mért sejtszámlálási adatokat össze kellett vetnünk a Bürker-Türk kamra által manuálisan leszámolt sejtszámokkal. Így egy függvényt kaphatunk, amellyel korrigálva a CASA adatait, megkaphatjuk a valódi sejtszámot. Továbbá azt is tesztelnünk kellett, hogy az olvasztás utáni spermaminőséget milyen mértékben befolyásolhatja a műszalmán belüli sejtszám. Ezért előzetesen 4 különböző koncentráció (0.5; 1; 2; 4×10^9 spermium ml⁻¹) szerint mélyhűtöttük a mintákat, illetve az általában használt, standard, 1:9-es hígítási arányt használtuk kontrollként. A spermát a mérésekhez pér hígítóval (200 mM glükóz, 40 mM KCl, 30 mM Tris, pH 8.0) hígítottuk, valamint a mélyhűtéshez még a végső térfogatszázalékhoz képest 10% metanolt adtunk hozzá. A mélyhűtést porisztírol dobozban végeztük, a műszalmákat 3 cm-re elhelyezve a folyékony nitrogén felszínétől 3 percig hűtöttük, majd a mintákat folyékony nitrogénbe helyeztük. A fagyasztott mintákat a vizsgálatok megkezdése előtt 40 °C-os vízfürdőben 13 másodpercig olvasztottuk. CASA-val való motilitás mérése előtt a mintákat a már említett pér hígítóval hígítottuk ki 1:100 hígítási arányban. A hígított mintából pedig 1 µL-t aktiváltunk 9 µL rendszervíz (pH 7.0 ± 0.2, vezetőképesség; 230 ± 2 mV, oldott O₂-szint; 4 ± 1 mgL⁻¹) + 2 % BSA.

Az F1 generáció létrehozásához 5 db P0-ás hímnek a fagyasztott, illetve friss spermáját használtuk fel, így 10 db csoportot létrehozva. Az ivaréret követően lemértük a hímek spermájának a friss, illetve olvasztás utáni motilitását.

Az F2 generáció létrehozásánál a mélyhűtött spermából származó egyedek spermáját mélyhűtöttük, majd azzal termékenyítettük az ikrát, a friss spermából származó egyedek esetében pedig friss spermát alkalmaztunk, összesen 6 csoportot létrehozva. Egy éves korukban az F2 generáció egyedeit lefényképeztük és a képek alapján kanonikus varianciaelemzéssel megmértük a mélyhűtött és a friss spermából származó egyedek morfológiai különbségeit.

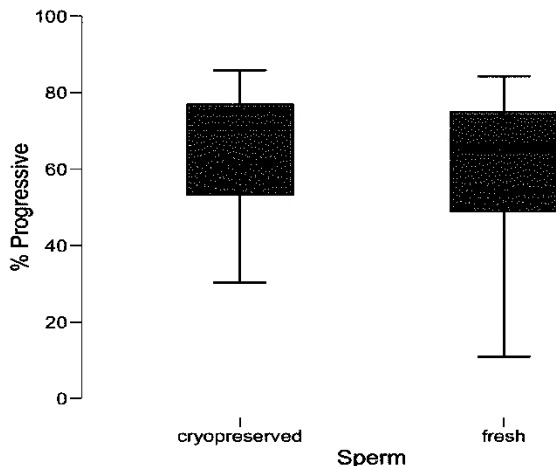
Eredmények és következtetések

Kísérletünk során a CASA-val és a spektrofotométerrel mért sejtszám között lineáris összefüggést ($y = 0.7317x + 8.555 \times 10^8$) találtunk (1. ábra), Ezzel a lineáris függvénnyel korrigálva megkaphatjuk a CASA által számolt valódi sejtszámot, amely jelentős mértékben meggyorsítja a mérést.



1. ábra CASA-val és Bürker-Türk kamrával számolt sejtszámok összefüggése

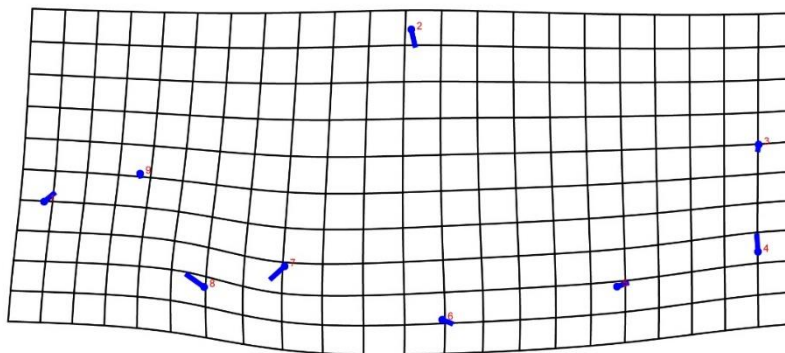
Az F1 generáció esetén az olvasztott sperma progresszív motilitását mind a mintavétel dátuma ($P < 0.001$), mind pedig a csoport (mélyhűtött, friss) szignifikánsan befolyásolta ($P = 0.024$, $N = 46$ mélyhűtött spermából született egyedek, $N = 63$ friss spermából született egyedek, 2. ábra).



2. ábra Mélyhűtött (cryopreserved) és friss (fresh) spermából származó egyedek spermájának progresszív motilitása olvasztás után

Az F2 generációnál nem találtunk szignifikáns ($P=0,358$) különbséget a testsúlyban a friss ($N = 139; 12 \pm 7$ g) spermából, illetve a mélyhűtött ($N = 130; 12 \pm 7$ g) spermából született egyedek között. Hasonlóan, a testhosszban sem találtunk statisztikailag kimutatható különbséget a friss ($N = 173; 55 \pm 13$ cm), illetve a mélyhűtött ($N = 176; 55 \pm 13$ cm) spermából született egyedek között.

Morfológiai vizsgálatunk során 177 darab friss spermából, illetve 173 darab mélyhűtött spermából született pontyot fotóztunk le. Az előzőektől eltérően azt találtuk, hogy a mélyhűtött spermából született egyedek morfológiailag eltértek a friss spermából született egyedekhez képest, még hozzá a mélyhűtött spermából született egyedek átlagosan kisebb a fejével, alacsonyabb a háttal és keskenyebb a faroknyéllel rendelkeztek (3. ábra).



f -- m

3. ábra Morfológiai eltérések a friss spermából (F), illetve mélyhűtött spermából (M) született egyedek között.

Összefoglalás

Összességében elmondható, hogy a sperma koncentrációjának meghatározására sikerült egy könnyebb és gyorsabb módszert kifejleszteni. Valamint bizonyítást nyert, hogy a mélyhűtött spermából származó egyedek spermája jobban reagál a mélyhűtésre, mint a friss spermából született egyedeké. Ugyanakkor figyelembe kell vennünk azt a tényt is, hogy habár testsúlyban és hosszban nem jelentkezik mérhető különbség a mélyhűtött és friss spermából származó egyedek között, egyéb morfológiai különbségeket produkálhat a mélyhűtés, amely további kérdéseket is felvet, például a belső szervek méretével kapcsolatban.

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

Köszönetnyilvánítás

Ezt a kutatást az Innovációs és Technológiai Minisztérium támogatta a Tématerületi Kiválósági Program 2020, Intézményi Kiválóság Alprogram (TKP2020-IKA-12) keretében, illetve az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta amely az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. Továbbá a kutatást az NKFIH OTKA K129127 projekt és az ÚNKP-21-3 támogatta.

PONTYHIPOFÍZIS HATÉKONYSÁGÁNAK VIZSGÁLATA EXTRÉM HOSSZÚ IDEIG TARTÓ TÁROLÁST KÖVETŐEN AFRIKAI HARCSA (*CLARIAS GARIEPINUS*) SZAPORÍTÁSA SORÁN

SZABÓ Tamás¹, RADICS Ferenc², BORSOS Ádám², FODOR Barna², MÜLLER Tamás¹, URBÁNYI Béla¹, HORVÁTH László¹

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.

²Szarvas-Fish Kft., 5561 Békésszentandrás, Anna-ligeti lakópark 1/A.

e-mail: Szabo.Tamas@uni-mate.hu

Bevezetés

A hipofízálás az indukált halszaporítás legrégebbi és máig a legáltalánosabban alkalmazott módszere. Az eljárás kidolgozásához Houssay (1930) kísérletei teremtették meg az alapot. Az argentin kutató az agyalapi mirigy gonádokra kifejtett hatásának vizsgálta során donor halakból származó hipofízissel egy másik (elevenszülő) halfajban indukált koraszülést. Von Ihering (1937) brazil kutató már célzottan alkalmazta a módszert halak ovulációjának kiváltására. A hipofízálást orosz kutatók emelték a nagyüzemi alkalmazás szintjére tokfélék szaporítása során (Gerbil'skii, 1941). A hipofízálás első hazai ismertetése Jaczó Imre nevéhez fűződik (Jaczó 1963). Az eljárás Magyarországon az 1960-as években vált általánossá, miután Woynarovich (1962) megoldást talált a pontyokra ragadóságának megszüntetésére, mellyel utat nyitott a halfaj nagyüzemi, keltetőházi szaporítása felé. A hipofízálás módszerét az uniós csatlakozás után a nemzetközi jogszabályok figyelembevételével is engedélyeztetni kellett. Az illetékes hivatal elfogadva az ágazati igényeket és állategészségügyi szempontokat olyan állásfoglalást készített, amely egyesítette a szakmai érdekeket az uniós jogszabályokkal (Horvát et al. 2014) és ezzel törvényesítette a módszer további alkalmazását.

A hipofízist halfeldolgozóknak gyűjtik háromnyaras, étkezési méretű pontyokból. A mirigy hatóanyagai a gonadotrop hormonok, melyek az ivarszervek működését serkentik. A hormonok kémiai szempontból a glikoproteinek családjába tartoznak, olyan komplex fehérjék, melyekhez szénhidrátok kapcsolódnak. A mirigyeket acetonnal dehidratálják és zsírtalanítják, alkalmassá téve őket a későbbi felhasználásra (Horváth et al. 1982). A szakirodalom szerint az így tartósított mirigyeket célszerű néhány éven belül felhasználni, mert biológiai hatékonyságuk (hormonkoncentrációjuk) fokozatosan csökken (Woynarovich and Horváth 1980).

Kísérletünk célja az volt, hogy megvizsgáljuk egy 1967-ben gyűjtött, extrém hosszú ideig tárolt hipofízis tétel hatékonyságát. A mirigyek biológiai potenciálját afrikai harcsa (*Clarias gariepinus*) szaporítása során felvett szaporítási mutatókon keresztül ítéltük meg.

Anyag és módszer

A kísérletet 2020 októberében a Szarvas-Fish Kft. tukai telephelyén végeztük. Afrikai harcsa nőstényekből két csoportot alakítottunk ki, melyeket külön medencékben helyeztünk el. Mindkét csoport 10-10 ikrást tartalmazott. A medencéken átfolyó víz hőmérséklete $26 \pm 0,5$ °C volt. Az egyik csoportot az 1967-ben gyűjtött, a másik (kontroll) csoportot a kísérlet megelőző évben gyűjtött hipofízissel kezeltük. A mirigyek acetonos tartósítását és tárolását az ismert technológia szerint végezték. Az alkalmazott dózis mindkét csoport esetében 5,0 mg hipofízis /

testtömeg kg volt. A nőtényektől az ikrát 10 órával a hipofízálás után fejtük le. A lefejt ikra és a maradvány petefészkek súlyát grammnyi pontossággal mértük. Az egyes nőtényektől lefejt ikratételek termékenyítéséhez azonos (több tejestől származó) spermát használtunk. Az ikra termékenyítése és duzzasztása a vállalkozás által évtizedek óta alkalmazott technológia szerint történt. A lefejt és termékenyített ikratételeket külön Zuger-üvegekben érleltük. A termékenyülési %-ot a termékenyítés után 12 órával állapítottuk meg, amikor a fejlődő embrió tisztán látható az ikrában. Az oltást és a fejest megelőzte a halak bódítása, melyhez fenoxietanolt használtunk 30 ml / 100 l koncentrációban.

A hormonkezelés eredményességének megítéléséhez az alábbi szaporítási mutatókat határoztuk meg:

- ikrások beérés: ovulált halak száma/kezelt halak száma
- pszeudo-gonado-szomatikus index (PGSI)
 - (lefejt ikra tömege/hal tömege fejes előtt) × 100
- ovariális index:
 - ovulált ikra tömege × 100 / ovulált ikra tömege + reziduális petefészkek tömege
- termékenyülési %:
 - (megtermékenyült ikrák száma / termékenyített ikrák száma) × 100

A statisztikai értékeléshez a MINITAB statisztikai programcsomagot használtuk. A beérést χ^2 – próbával, a többi paramétert kétmintás t-próbával értékeltük $p < 0,05\%$ -os valószínűségi szinten.

Eredmények és következtetések

A kísérlet eredményeit az 1. táblázat foglalja össze. Az eredmények alapján megállapítható, hogy az anyaállomány szexuálbiológiai státusza optimális volt és minden tekintetben felkészült a szaporításra. Az ikrások kezelésére adott válasza minden mutató szempontjából megfelelt az elvárásoknak (Szabó et al. 2007). Az anyahalak felkészültsége azért volt fontos, mert így a kezelt csoport eredményeit egy eleve jól teljesítő kontroll csoport eredményeivel hasonlíthattuk össze.

Az alkalmazott statisztikai módszerek egyik szaporítási mutató esetében sem jeleztek szignifikáns különbséget a két csoport között, ami azt jelenti, hogy az 1967-ben gyűjtött hipofízis 53 éven keresztül megőrizte hatékonyságát. A mirigyek elülső lebenyében raktározott gonadotrop hormonok mennyisége nem csökkent számottevően és a minőségük sem romlott, hiszen az ovuláció kiváltásához szükséges dózis minden ikrásban ovulációt indukált. A lefejt ikra mennyisége és minősége között sem volt különbség a két csoport között. Mindez azt mutatja, hogy az acetonos tartósítási eljárás (mirigyek dehidratálása és zsírtalanítása) után az összetett fehérje hatóanyag védett maradt a bakteriális lebontással, a gombás és atkás károsítással, valamint a hidrolízissel szemben. Utóbbinak természetesen feltétele a hipofízis száraz környezetben történő tárolása is.

A vizsgálatok eredményeinek gyakorlati jelentősége is lehet. Azok a szakemberek, akik a hipofízálást évtizedek óta alkalmazzák, a korábban fel nem használt, de megőrzött hipofízist bátran felhasználhatják a szaporítás során.

1. táblázat Az 1967-ben és a 2019-ben gyűjtött (kontroll) hipofizissel kezelt halak testtömege és szaporítási mutatói (átlag ± szórás). Az alkalmazott statisztikai módszerek egyik mutató esetében sem jeleztek szignifikáns különbséget a két csoport között. Rövidítések: GSI: gonado-szomatikus index; PGSI: pseudo-gonado-szomatikus index

Hipofízis gyűjtésének éve:	1967 „rég” hipofízis	2019 (kontroll) „új” hipofízis
Hal tömege (g):	2200 ± 375	2150 ± 360
beérés (oltott /ovulált):	10 / 10	10 / 10
GSI (%):	23,83 ± 2,04	22,19 ± 2,82
PGSI (%):	17,03 ± 2,22	16,96 ± 2,11
Ovariális index (%):	71,55 ± 7,67	76,53 ± 3,21
Termékenyülés (%)	84,38 ± 7,76	77,5 ± 9,26

Összefoglalás

A hipofízálás az indukált szaporítás hagyományos és máig legnépszerűbb módszere, annak ellenére, hogy az ovuláció kiváltására más hasonlóan hatékony készítmények is rendelkezésre állnak (Horváth et al., 1997). Kísérletünk célja az volt, hogy megvizsgáljuk egy 1967-ben gyűjtött, extrém hosszú ideig tárolt hipofízis tétel hatékonyságát. A mirigyek biológiai potenciálját afrikai harcsa szaporítása során felvett szaporítási mutatókon keresztül ítéltük meg. Megállapítottuk, hogy az 53 éven át tárolt hipofízis nem veszített hatékonyságából, felhasználása a kontrollhoz hasonlóan jó eredményeket adott.

Kulcsszavak: pontyhipofízis, extrém hosszú ideig történő tárolás, afrikai harcsa szaporítás

Köszönetnyilvánítás

Munkák az NKFI Alap (NKFI_K_135824) és a 2020-1.2.4 TÉT Ipari TR (2021-00015) támogatása.

Irodalom

- Gerbil'skii, N.L. **1941**. Method of hypophysation and its role in fish culture (Method of Hypophysation and Its Role in the Reproduction of Fish Stocks) Leningrad: LGU. 5–36. (In Russian).
- Horváth, L.; Csorbai, B.; Szabó, T.; Müller, T.; Urbányi, B. **2014**. A hormonális halszaporítás túlélte a szigorú vizsgálatot. Halászat, 107 (4): 22-25.
- Horváth, L.; Tamás, G.; Tölg, I. **1982**. Tógazdasági tenyésztés. 259 pp.
- Horváth, L.; Szabó, T.; Burke, J. **1997**. Hatchery testing of GnRH analogue-containing pellets on ovulation in four cyprinid species. Polish Archives of Hydrobiology, 44: 219-224.
- Houssay, B.A. **1930**. Accion sexual de la hipofisis en los peces y reptiles. Revista de la Sociedad Argentina de Biología, 106: 686–688.
- Jaczó, I. **1953**. Kísérletek a kecsge mesterséges szaporítására a Dunán. Hidrológiai Közöny, 33: 149-152.
- Szabó, T.; Radics, F.; Barth, T.; Horváth, L. **2007**. *In vivo* activity of native GnRHs and their analogues on ovulation in the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell). Aquaculture Research, 38: 140-146.
- Von Ihering, R. **1937**. A method for inducing spawning in fish. Progressive Fish-Culturist, 34: 15–16.
- Woynarovich, E. **1962**. Hatching of carp eggs in zuger-glasses and breeding of carp larvae until an age age of 10 days. Bamidgheh: 38-46.
- Woynarovich, E. and Horváth, L. **1980**. The artificial propagation of warm-water finfishes - a manual for extension. FAO Fish.Tech.Pap., (201): 183 p.

AZ ARANYHAL (*CARASSIUS AURATUS*) KÜLÖNBÖZŐ VÁLTOZATAINAK SZAPORÍTÁSI ÉS FEJLŐDÉSTANI VIZSGÁLATA

**NAGY Borbála¹, BERNÁTH Gergely¹, CSORBAI Balázs¹, VÁRKONYI Levente¹,
MOLNÁR József¹, BARTUCZ Tamás¹, LÁNG Levente Zete¹, ITTZÉS Áron², ITTZÉS
István², URBÁNYI Béla¹, BOKOR Zoltán¹**

*¹Halgazdálkodási Tanszék, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Magyar Agrár- és
Élettudományi Egyetem, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.*

*²Egyéni vállalkozó, 2440 Százhalombatta
e-mail: nagy.borbala@uni-mate.hu*

Bevezetés

A díszhaltenyésztés számos országban jelentős ágazata az akvakultúrának, melynek egyik jeles képviselője az aranyhal (*Carassius auratus*) (Ahmadmoradi et al. 2012). Kínai források alapján tenyésztése 1000 évre nyúlik vissza (Chen et al., 2020). Az eltelt idő alatt számos változata alakult ki, melyek némelyike genetikailag is rögzült a populációban (Tsai et al. 2013). Az aranyhal fenotípusos változatossága a különleges morfológiai bélyegekre történő szelekció, valamint a spontán mutációk eredménye, ennek köszönhetően az egyik legfontosabb dísz- és laborállat világszerte (Komiyama et al. 2009; Li et al. 2015). A fejlődési mechanizmusok evolúciója és a mesterséges szelekció közötti kapcsolatot egy faj morfológiailag eltérő, stabil vonalain lehet megfelelően vizsgálni, mint az korábban történt a kutyák vagy a galambok esetében (Tsai et al. 2013). Az aranyhal eredetének és sokféleségének köszönhetően, alkalmas modellszervezet a mesterséges szelekció szaporodási és fejlődési mechanizmusokra gyakorolt hatásának vizsgálatára (Li et al. 2019; Tsai et al. 2013). Munkánk során szaporítási, lárvanevelési -és morfológiai vizsgálat keretében vetettünk össze négy fenotípusosan jelentős mértékben elkülönülő aranyhal változatot, a mesterséges szelekció lehetséges hatásainak vizsgálatára céljából.

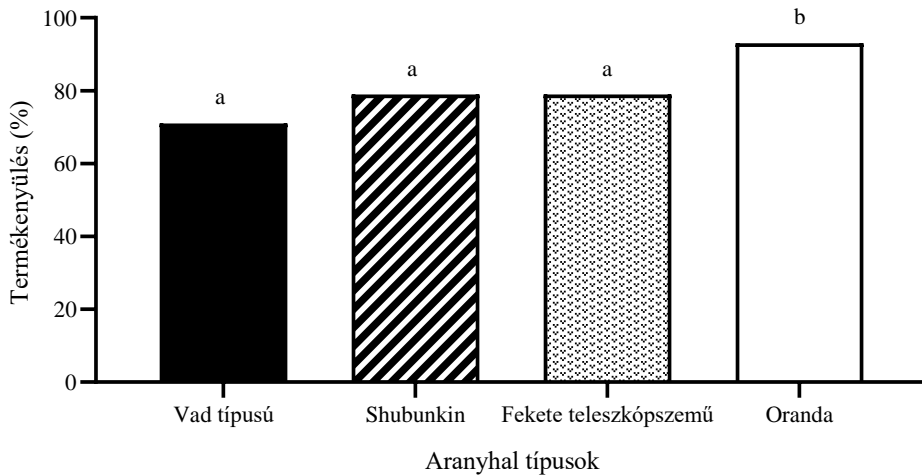
Anyag és módszer

A kísérletek ideje alatt az aranyhalakat csoportokat (Vad típus, Shubunkin, Fekete teleszkópszemű és Oranda) a MATE Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézetének gödöllői recirkulációs rendszerében tartottuk. A szaporítási kísérletet 24 hónapos anyaállománnyal végeztük. A vizsgálatokat megelőzően a szaporítani kívánt halakat formulált táppal etettük (Aqua Garant Vital Swim UNI 2 mm, Aqua Garant GmbH, Ausztria). A kísérleti állomány vizének a hőmérséklete 19-20°C volt, ezt egy héttel a vizsgálat előtt 21-22°C-ra emeltük. A vizsgálatok során az anyahalakat 2-fenoxi-etanollal (99%, 0,4 ml/l) (Bernáth et al. 2018), a lárvákat pedig trikain-metánszulfonáttal (MS222, 168 mg/l) (Matthews és Varga 2012) bódítottuk. Az anyahalak testparamétereit (sztenderd testhossz és egyedi testtömeg) a hormonális indukciót megelőzően rögzítettük. A spermáció és az ovuláció stimulálását 12 órával az ivarsejtgyűjtés előtt fiziológiás sóoldatban oldott 2 mg/ttkg ponty hipofízissel végeztük. A halak oltása a hasúszó tövébe, intraperitoneálisan történt. Az ivartermék gyűjtése során a halak ivaranyílását szárazra töröltük, hogy elkerüljük a szennyeződés és az ivarsejtek aktivációját. Az

ikrát, a hasfal enyhe nyomásával, száraz edényekbe nyertük ki. A tejesektől a spermát 1 ml-es fecskendőbe gyűjtöttük. A vizsgálat során a változatonként 8 ikrástól és a változatonként 5 hím egyedről nyert ivarterméket (40 g ikra, 330 μ l sperma) összekeverésük után termékenyítő oldattal aktiváltuk. Az ikratételek duzzasztását és egyben ragadosságának elvételét Woynárovich-féle oldattal végeztük (10 l víz, 40 g konyhasó, 30 g karbamid, Woynárovich 1962). A folyamat hozzávetőlegesen 60-70 percig tartott folyamatos keverés mellett. Ezt követően az ikrát csersavas oldattal, rövid ideig, 3 lépésben (10 liter víz, 5 g csersav) kezeltük és mostuk át (Woynárovich & Woynárovich 1980). Az ikratételek inkubációja, valamint a keltetés egyaránt Zuger rendszerben történt (9 l-es Zuger üvegek). A termékenyülési arányt a termékenyítést követően 24 órával, a kelési arányt, a termékenyítést követően 48 órával határoztuk meg. A vizsgálatok során egy-egy kisebb ikratételekben (200-300 ikraszem), mikroszkóp segítségével határoztuk meg az ép és a rossz ikraszemek arányát. A kikelt lárvákból literenként 50 egyedet helyeztünk el egy úgynevezett „rack” kísérleti rendszer (30 db 10 l tartály) 8 akváriumában, két ismétlésben. A lárvákat frissen keltetett sórák naupliusszal (*Artemia salina*) és szárított sórák petével (Ocean Nutrition Shell Free Artemia), 7 napon keresztül, naponta 3 alkalommal etettük. A lárvavizsgálat során három fejlődési szakaszban, a kelést követően, a szikzacskó felszívódásánál (3 napos), és az egy hetes táplálkozó lárvák szakaszban (10 napos) rögzítettük az egyedek átlagos sztenderd testhosszát és átlagos testtömegét ($N = 40$), valamint rögzítettük a lárvamorfológiai elváltozások arányát ($N = 20$). A lárvák morfológiai vizsgálata során az egyedeket metil-cellulóz oldatba (3%) helyeztük, majd egy sztereomikroszkópra rögzített kamerával (Leica M205 FA, Leica DFC 7000 T camera, Leica Application Suite X software, Leica Microsystems GmbH; Wetzlar, German) felvételeket készítettünk a lárvákról. A leválogatott egyedeken a szabályos fejlődéstől eltérő rendellenességeket (gömbült test, torz farkfejlődés, szikdeformitás, fejdeformitás, ödéma, úszóhólyag torzulás, aneurizmás bevérzés) rögzítettük (Bernáth et al. 2018). A megmaradást a 10. napon határoztuk meg a megmaradt és a kihelyezett lárvák arányából. A kísérletek eredményeit Microsoft Excel és Word (Microsoft Corporation, Redmond, WA 98052, USA) segítségével dolgoztuk fel. Az értékek statisztikai elemzéséhez IBM SPSS 25 (IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.) és GraphPad Prism 8 (GraphPad Prism 8.0.0 verzió Windowshoz, GraphPad Software), San Diego, California, USA) szoftvereket használtunk. Az adatok normál eloszlásának vizsgálatára Kolmogorov-Smirnov tesztet alkalmaztunk ($p \leq 0,05$ szignifikancia szinten). A nem normál eloszlást mutató adatsorokon logaritmikus transzformációt végeztünk. A különböző csoportokat, a testparaméterek esetében, két szempontos varianciaanalízissel vizsgáltuk (two-way ANOVA), Tukey teszttel kiegészítve (szignifikancia szint: $p < 0,05$). A termékenyülési, kelési, magmaradási arányok, valamint a lárvadeformitások összevetése esetén az esélyhányadosokat hasonlítottuk össze (Odds ratio, szignifikancia szint: $p < 0,05$).

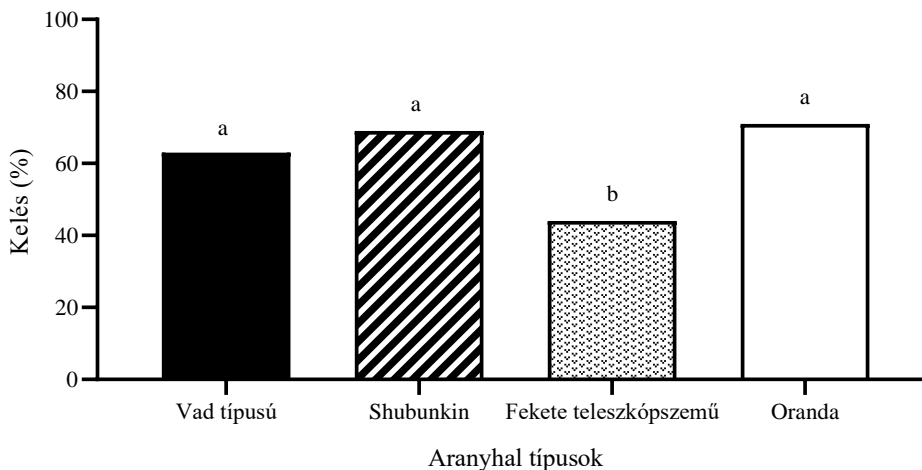
Eredmények és következtetések

A termékenyülés meghatározása során a négy változat (Vad típus 71%, Shubunkin 79%, Fekete teleszkópszemű 79%) közül az Oranda (93%) esetén szignifikánsan magasabb arányt állapítottunk meg (1. ábra).



1. ábra A különböző aranyhal típusok termékenyülési aránya ($N=728$). Az eltérő betűk a szignifikáns különbséget jelölik ($p < 0,05$).

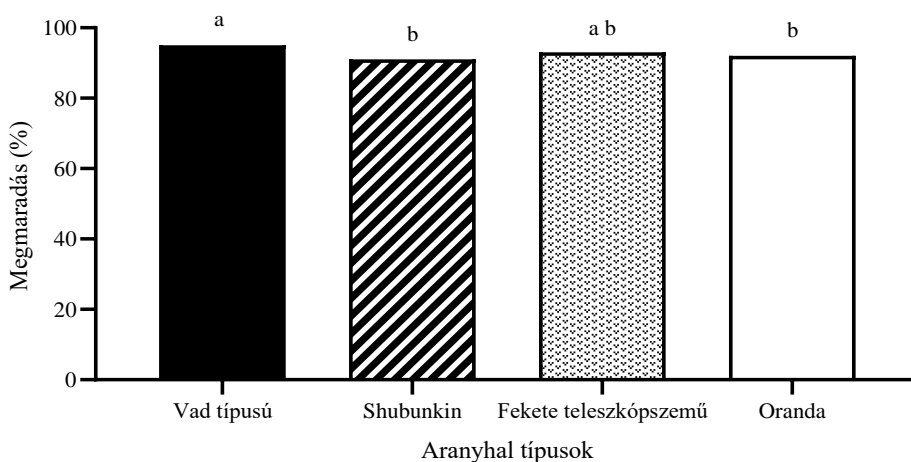
A Fekete teleszkópszemű (44%) aranyhal esetén szignifikánsan alacsonyabb kelést határoztunk meg, mint a másik három változatnál (Vad típus 63%, Shubunkin 69%, Oranda 71%) (2. ábra).



2. ábra A különböző aranyhal típusok kelési aránya ($N = 652$). A eltérő betűk a szignifikáns különbséget jelölik ($p < 0,05$).

A frissen kelt lárvák testhossz mérése során a Vad típus ($3,9 \pm 0,2$ mm) és a Shubunkin ($4,7 \pm 0,2$ mm) között találtunk szignifikáns különbséget (Fekete teleszkópszemű $4,2 \pm 0,3$ mm; Oranda $4,5 \pm 1$ mm). Az átlagos testtömegnél, azonban nem találtunk eltérést a különböző

változatok között (Vad típus $0,35 \pm 0,06$ mg; Shubunkin $0,47 \pm 0,1$ mg; Fekete teleszkópszemű $0,49 \pm 0,07$ mg; Oranda $0,5 \pm 0,6$ mg). A szikzacskó felszívódását követően a sztenderd testhossz mérése során a Shubunkin ($5,3 \pm 0,3$ mm) és az Oranda ($5,6 \pm 0,3$ mm) között rögzítettünk szignifikáns eltérést (Vad típus $5,4 \pm 0,4$ mm; Fekete teleszkópszemű $5,5 \pm 0,4$ mm), viszont a testtömeg mérésnél ebben a fejlődési stádiumban sem találtunk különbséget a változatok között (Vad típus $1,1 \pm 0,2$ mg; Shubunkin $1,1 \pm 0,2$ mg; Fekete teleszkópszemű $1,4 \pm 0,3$ mg; Oranda $1,4 \pm 0,3$ mg). Az egy hetes táplálkozó lárvák átlagos testhossz értéke közel azonos volt (Vad típus $8,0 \pm 0,8$ mm; Shubunkin $7,9 \pm 0,7$ mm; Fekete teleszkópszemű $8,2 \pm 0,8$ mm; Oranda $8,2 \pm 0,9$ mm), A Vad típus ($4,3 \pm 1,35$ mg) és a Shubunkin ($3,9 \pm 1,2$ mg) testtömege szignifikánsan alacsonyabbnak bizonyult, mint a Fekete teleszkópszemű ($5,4 \pm 1,4$ mg) és az Oranda ($5,1 \pm 1,6$ mg) típusoké. A lárvamorfológiai vizsgálatok során adott egyeden egyszerre több alaktani eltérés is előfordult. A kelést követően a Shubunkin (70%), valamint a Fekete teleszkópszemű aranyhal (75%) esetében szignifikánsan magasabb arányban találtunk morfológiai elváltozást, mint a Vad (35%) és az Oranda (40%) esetén. A szikzacskó felszívódását (táplálkozó lárvaszakasz kezdete) követően csekély számban rögzítettünk morfológiai elváltozást, illetve szignifikáns különbség sem mutatkozott a változatok között. Az egy hetes táplálkozó lárvaszakasz időpontjában (10 napos lárva) végzett morfológiai vizsgálat során a Vad típusú aranyhal (5 %) esetén, szignifikánsan alacsonyabb mértékű morfológiai elváltozást mértünk az Oranda (35%) és a Fekete teleszkópszemű aranyhalhoz (60%) képest. A Fekete teleszkópszeműtől szignifikánsan alacsonyabb értéket rögzítettünk a Shubunkin (25%) esetén is.



3. ábra A különböző aranyhal típusok átlagos megmaradásának aránya ($N=4000$). Az eltérő betűk a szignifikáns különbséget jelölik ($p < 0,05$).

A lárvanevelési vizsgálat befejeztével az átlagos megmaradás aránya az alábbiak szerint alakult: Vad típus 95%, Shubunkin 91%, Fekete teleszkópszemű 93%, Oranda 92% (3. ábra). A Vad típusnál szignifikánsan magasabb átlagos megmaradást rögzítettünk, mint a Shubunkin és az Oranda esetén.

A termékenyülési és kelési arány, az átlagos megmaradás, valamint a morfológiai vizsgálat alapján a Vad típusú és Oranda aranyhal változatok bizonyultak a legkevésbé érzékenyek a keltetőházi nevelés során. A legtöbb morfológiai elváltozást és a legalacsonyabb kelést a Fekete teleszkópszemű változat esetén rögzítettük, amely kifejlett egyedként is a Vad típusú aranyhaltól leginkább eltérő fenotípusos bélyegeket hordozza. A morfológiai vizsgálatban megfigyelhető volt továbbá, hogy a torz lárvák aránya csökkent a lárvanevelés során. Ez alapján elmondható,

hogy a torz egyedek egy része kiszelektálódik ebben a fejlődési szakaszban. A 10 napos lárvanevelési vizsgálat során a hosszúkás testalakkal rendelkező Vad típus és Shubunkin esetén alacsonyabb növekedési ütemet tapasztaltunk a gömbölyű testalakú, Fekete teleszkópszemű és Oranda változatokhoz képest. Vizsgálataink alapján elmondható, hogy azonos populációban (azonos korú, azonos tartási körülményből származó egyedek) eltérés figyelhető meg a különböző aranyhal típusok szaporítási eredményében. Eredményeinkből továbbá megállapítható, hogy a mesterséges szelekció hatása megmutatkozik a változatok szaporodási képességén, illetve lárvafejlődésén egyaránt. Eredményeink hozzájárulhatnak, további, a mesterséges szelekció szaporodásbiológiai mechanizmusra gyakorolt hatását vizsgáló kutatásokhoz.

Kulcsszavak: aranyhal, mesterséges szelekció, szaporítás, lárvanevelés, lárvamorfológia

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Innovációs és Technológiai Minisztérium által támogatott Tématerületi Kiválósági Program 2020, Nemzeti Kihívások Alprogram (TKP2020-NKA-16) keretében valósult meg. A kísérletek végrehajtását az 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

- Ahmadmoradi, E.; Rezaie, A.; Mousavi, S.M. **2012**. Histopathological study of the kidney, liver and intestine tissues in goldfish (*Carassius auratus*) and angelfish (*Pterophyllum* sp.). *AAFL Bioflux*, 5(4), 282–288.
- Bernáth, G.; Csenki, Z.; 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.
- Chen, D.; Zhang, Q.; Tang, W.; Huang, Z.; Wang, G.; Wang, Y.; Shi, J.; Xu, H.; Lin, L.; Li, Z.; Chi, W.; Huang, L.; Xia, J.; Zhang, X.; Guo, L.; Wang, Y.; Ma, P.; Tang, J.; Zhou, G.; Zhang, J. **2020**. The evolutionary origin and domestication history of goldfish (*Carassius auratus*). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(47), 29775–29785.
- Komiyama, T.; Kobayashi, H.; Tateno, Y.; Inoko, H.; Gojbori, T.; Ikeo, K. **2009**. An evolutionary origin and selection process of goldfish. *Gene*, 430(1-2), 5-11.
- Li, I. J.; Chang, C. J.; Liu, S. C.; Abe, G.; Ota, K. G. **2015**. Postembryonic staging of wild-type goldfish, with brief reference to skeletal systems. *Developmental Dynamics*, 244(12), 1485-1518.
- Li, I. J.; Lee, S. H.; Abe, G.; Ota, K. G. **2019**. Embryonic and postembryonic development of the ornamental twin-tail goldfish. *Developmental Dynamics*, 248(4), 251-283.
- Matthews, M. and Varga, Z. M. **2012**. Anesthesia and euthanasia in zebrafish. *ILAR journal*, 53(2), 192-204.
- Tsai, H. Y.; Chang, M.; Liu, S. C.; Abe G.; Ota, K. G. **2013**. Embryonic development of goldfish (*Carassius auratus*): a model for the study of evolutionary change in developmental mechanisms by artificial selection. *Developmental dynamics*, 242(11), 1262-1283.
- Woynárovich, E. **1962**. Hatching of Carp eggs in Zug glas and breeding of carp larvae until an age of 10 days. *Bamidgheh*, 14.2: 38-46.
- Woynárovich, E. and Woynárovich, A. **1980**. Modified technology for elimination of stickiness of common carp (*Cyprinus carpio*) eggs. *Aquacultura Hungarica*, 2, 19–21.

A SÜLLŐ OVULÁCIÓJÁNAK PONTY HIPOFÍZISSEL TÖRTÉNŐ INDUKÁLÁSÁVAL KAPCSOLATOS MEGFIGYELÉSEINK, VALAMINT AZ INSZEMINÁLT IKRÁSOK IKRASZÓRÁSA ÉS TERMÉKENYÜLÉSE

VARGA Ádám¹, KUCSKA Balázs², HORVÁTH József¹, BOROS Attila⁴, VARJUKATONA Milán⁵, SZABÓ Tamás³, LJUBOBRATOVIC Uros⁶, URBÁNYI Béla³,
MÜLLER Tamás¹

¹Magyar és Agrár- és Élettudomány Egyetem, Szent István Campus agárdi telephely, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Természetesvízi Halökológiai Tanszék, Gödöllő

²Magyar és Agrár- és Élettudomány Egyetem, Kaposvár Campus, Alkalmazott Halbiológiai Tanszék

³Magyar és Agrár- és Élettudomány Egyetem, Szent István Campus, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő

⁴V-95 Kft 7500 Nagyatád Halastópuszta

⁵Győri ELŐRE HTSZ, 9062, Kisbajcs

⁶Magyar és Agrár- és Élettudomány Egyetem, Halászati Kutató Központ, Szarvas

Bevezetés

A süllő (*Sander lucioperca*) termelés fejlesztése az utóbbi 20 évben felgyorsult, köszönhetően annak, hogy a tógazdasági termelés mellett az intenzív rendszerű nevelése irányába is nagy kutatói-termelői erőfeszítéseket tesznek. Az első lépcsőfok a termelési alapanyag előállítása, a süllő ellenőrzött-, programozott szaporításának fejlesztése. Jelenleg az *in vitro* fertilizációs (az ivartermékek fejéssel történő kinyerése és száraz termékenyítése) módszerével végzett keltetőházi szaporítási eljárás a legjobban kutatott terület. Ezen belül nagyszámú publikáció született különféle hormon preparátumok gaméta-, ikra- és lárvaminőségre gyakorolt hatásvizsgálatokról (például: Ljubobratović et al. 2017; 2019; 2020; 2021; 2022a,b). A süllő pontyhipofízis szuszpenzióval történő keltetőházi szaporításáról korábban Csorbai et al. (2015) közöltek információkat.

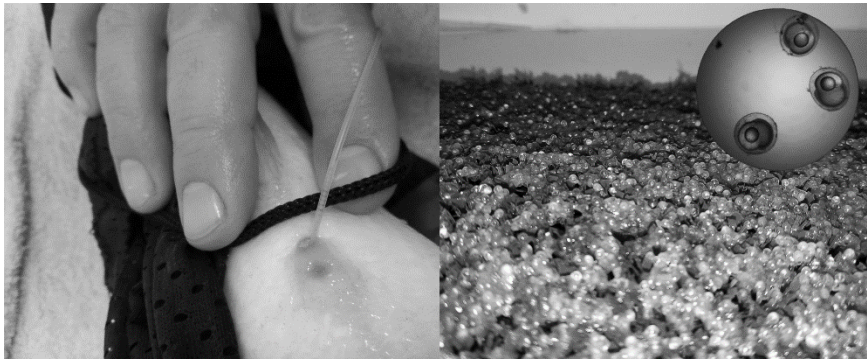
A korábbi tanulmányainkban bizonyítottuk, hogy a külső megtermékenyítésű halak petefészekbe feljutott sperma több órával a programozottan kiváltott ovuláció előtt megtartja termékenyítő képességét (Müller et al. 2018a). Hormonkezeléssel együtt alkalmazva (Müller et al. 2018a,b), vagy hormonkezelés nélkül (Gazsi et al. 2021) spontán ikraszórás kiváltását eredményezheti, és a petefészekben tárolódó spermiumok termékenyítik meg a vízbe kerülő ikraszemeket.

Célul tűztük ki, hogy nyomon kövessük pontyhipofízis szuszpenzió kezelés hatását ívás előtt álló süllő ikrásokban (az oociták végső beérésének és az ovuláció időpontját), valamint vizsgáltuk, hogy tejes jelenléte nélkül a hormonkezelés hatására elszórt ikratételeket az előzőleg petefészeklebebe feljutott sperma milyen hatékonysággal termékenyíti meg.

Anyag és módszer

A V95 Kft Nagyatádi üzemegységéből származó süllő anyákat a MATE Kaposvári Campus Hallaboratóriumába szállítottuk. A halakat ivar szerint szétválogattuk (11 ikrás, 4 tejes). A halak kondíciója alapján 10 ikrás került kiválasztásra a kísérlethez, melyeket egyenként 250 l-es medencékbe, a tejeseket pedig kettesével 300 l-es medencébe helyeztük. A medencék azonos

víz körön voltak, a víz hőmérsékletet 13,2-14,7 °C között tartottuk víz hűtő berendezés segítségével (2x Teco T 2000 Chiller). A megfelelő oldott oxigén szintet léghorlasztással biztosítottuk, mely a kísérlet során végig közel 100%-os telítettségi érték közelében volt. A kísérlet során a megfelelő vízminőséget rendszeres vízcsérével biztosítottuk 10-15%/nap. A pH, ammónia, nitrit és nitrát értékeket PF-12-es fotométerrel (Macherey-Nagel) vizsgáltuk két alkalommal - pH 7,5; $\text{NH}_4^+ < 0,1 \text{ mg/l}$ $\text{NO}_2^- < 0,1 \text{ mg/l}$ és $\text{NO}_3^- < 10 \text{ mg/l}$. Az iváshoz 60×70 cm alapterületű lesúlyozott műfüvet helyeztünk be a halak sperma injektálását követően. Hormonkezelés: 7 mg pontyhipofízis szuszpenzió / testtömeg kg, intraperitoneális injekcióval történt. A halak ivari állapotát, az ivarsejtek végső beérésének állomásait 3 alkalommal (hormonkezeléssel egyidőben (0 h), 48 h és 70 h múlva) biopsziás mintavétellel ellenőriztük, a felvilágosító oldatban (60% etil-alkohol, 30% formalin, 10% ecetsav – sejtmag helyzet detektálás) lévő oocitákról fényképek készültek, valamint ikrátmérőket mértünk. A sperma injektálás (1 ml sperma/testtömeg kg két petefészkelebe egyenlően elosztva, a hormonkezeléstől számított 75. órában) módszer megegyezett Müller és mtsai. (2020) által leírtakkal. A sperma felinjektálás időpontját az előző tanulmányok alapján úgy határoztuk meg, hogy a spermiumok „petefészki tárolási” ideje ne haladja meg a 40 órát, amikor is a termékenyítőképességük nagymértékben csökken (Müller et al., 2020).



1. ábra Balra: süllő petefészkek biopsziás mintavételezés. Jobbra: az egyik inszeminált süllő ikrás által észlelt és termékenyült ikrácszemek részlet. (termékenyülés arány 84%). Kis kép: süllő embriók ún. 60%-os epibólia stádiumban.

Eredmények és következtetések

A 10 kezelt halból 9 hal ovulált és szórta le az ikratételeit. Az egy nem ovulált hal első biopsziás mintavételkor is zavart oocita képet mutatott (kevert fejlődésű oociták). A 9 ikrás beérési ideje nagy individuális különbségeket mutatott; 83h (n = 1), 88h (n = 1), 95h (n = 5), 99h (n = 1), 154 h (n = 1). A halak egy része nem részesítette előnyben az ikrácszemeket és mellé, egy adagba szórta le az ikráit (n = 4). A 72 óra alatt mért termékenyülési értékek nagy különbségeket mutattak (0-84%).

Összefoglalás

A süllők pontyhipofízis szuszpenzió kezelése során nyomon követtük az oociták végső beérését (beérési időtartam, oocita fejlettségi állapotok és átmérő). A biopszia mintavételből kapott adatok alapján határoztuk meg a sperma feljuttatás idejét az ikrások petefészkelebe (8 ikrás esetben 13-25 órával az ikraszórás előtt). A 10 hormonkezelte ikrásból 9 ovulált és szórta el az ikratételeit a hormonkezelést követő 83-154 óra között. A petefészkebe feljuttatott sperma 0-84%-ban termékenyítette az ikratételeket.

Kulcsszavak: *Sander lucioperca*, ivás tejes nélkül, petefészekmosás

Köszönetnyilvánítás

Munkák az NKFI Alap (NKFI_K_135824) és a 2020-1.2.4 TÉT Ipari TR (2021-00015) EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008, az Európai Regionális Fejlesztési Alap és Magyarország Kormánya, valamint a TKP2020-IKA-12 Tématerületi Kiválósági Program 2020, Intézményi Kiválóság Alprogram támogatta.

Irodalomjegyzék

- Csorbai, B.; Szabó, T.; Tamás, G.H.; Kovács, É.; Béres, B.; Németh, Á.; Horváth, L. **2015**. Results and Outcomes of Induced Breeding and Fry Rearing of Zander (*Sander lucioperca* L.). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 15, 489-493.
- Gazsi, Gy.; Butts, I.A.; Zadmajid, V.; Ruffili, L.; Urbányi, B.; Csenki, Zs.; Müller, T. **2021**. Ovarian inseminated sperm impacts spawning success in zebrafish, *Danio rerio* (Hamilton, 1822) even in the absence of a male stimulus. Theriogenology 172, 315-321.
- Ljubobratović, U.; Péter, G.; Horváth, Z.; Žarski, D.; Ristović, T.; Percze, V., Sándor, Zs.; Lengyel, S.; Rónyai, A. **2017**. Reproductive performance of indoor-reared pikeperch (*Sander lucioperca*) females after wintering in outdoor earthen ponds. Aquac. Res. 48, 4851-4863.
- Ljubobratović, U.; Péter, G.; Sándor, Z.; Kugyela, N.; Rónyai, A. **2019**. The effect of hormonal preparation (gonadotropins vs. gonadoliberin) on pre-seasonally obtained eggs and larvae quality in pikeperch (*Sander lucioperca* L.). Aquac. Int. 27, 1009-1024.
- Ljubobratović, U.; Péter, G.; Demény, F.; Kugyela, N.; Horváth, Á.; Pataki, B.; Horváth, Z.; Sándor, Zs.; Rónyai, A. **2020**. Reproductive performance in virgin pikeperch (*Sander lucioperca* L.) females fed different dietary levels of arachidonic acid with respect to the duration of spawning induction. Aquacult. Rep. 18, 100430.
- Ljubobratović, U.; Kwiatkowski, M.; Tóth, F.; Demény, F. **2021**. Effects of hormonal treatment before water warming on synchronisation of spawning time, oocyte size, and egg quality in pikeperch (*Sander lucioperca*). Anim. Reprod. Sci. 226, 106712.
- Ljubobratović, U.; Fazekas, G.; Nagy, Z.; Kovács, G.; Tóth, F.; Dániel, F.; Žarski, D. **2022**. Fish with larger pre-seasonal oocytes yields lower egg quality in season—A case study of outdoor-cultured domesticated pikeperch (*Sander lucioperca*). Anim. Reprod. Sci. 238, 106936.
- Ljubobratović, U.; Demény, F.; Peter, G.; Malinovskyi, O.; Kwiatkowski, M.; Pataki, B.; Horváth, Á. **2022**. Can artificial reproduction strategies (hormonal type and dose/thermal regime) affect gamete quality in indoor-reared pikeperch (*Sander lucioperca*)? Aquaculture Reports 23, 101032.
- Müller, T.; Horváth, L.; Szabó, T.; Ittész, I.; Bognár, A.; Faidt, P.; Ittész, Á.; Urbányi, B.; Kucska, B. **2018a**. Novel method for induced propagation of fish: sperm injection in oviducts and ovary / ovarian lavage with sperm. Aquaculture 482, 124-129.
- Müller, T.; Kucska, B.; Horváth, L.; Ittész, Á.; Urbányi, B.; Blake, C.; Guti, Cs.; Csorbai, B.; Kovács, B.; Szabó, T. **2018b**. Successful, induced propagation of African catfish (*Clarias gariepinus*) by ovarian lavage with sperm and hormone mixture. Aquaculture 485, 197-200.
- Müller, T.; Ács, É.; Beliczky, G.; Makk, J.; Földi, A.; Kucska, B.; Horváth, L.; Ittész, Á.; Hegyi, Á.; Szabó, T.; Urbányi, B.; Nguyen, N.G.; Orbán, L.; Havasi, M. **2020**. New observations about fertilization capacity and latency time of sperm inseminated into ovary in African catfish (*Clarias gariepinus*) as an oviparous model fish. Aquaculture 522, 735109.

Hidrobiológia

A KÁRPÁT-MEDENCEI CSUKAÁLLOMÁNYOK FILOGENETIKAI VISZONYAI

TAKÁCS Péter¹, BÁNÓ Bálint^{1,2}, CZEGLÉDI István¹, ERŐS Tibor¹, FERINCZ Árpád³, GÁL Blanka¹, BÁNÓ-KERN Bernadett¹, KOVÁCS Balázs³, NAGY András Attila^{4,5}, NYESTE Krisztián⁶, LENTE Vera³, PREISZNER Bálint¹, SIPOS Sándor⁷, STASZNY Ádám³, VITÁL Zoltán⁸, WEIPERTH András³, CSOMA Eszter⁹

¹Baltoni Limnológiai Kutatóintézet, Tihany, 8237 Klebelsberg Kuno u. 3,

²Molekuláris Ökológiai Tanszék, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Magyar Agrár -és Élettudományi Egyetem, Gödöllő, 2100, Páter Károly u. 1. Magyarország

³Természetesvízi Halökológiai Tanszék, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Páter Károly u. 1., Gödöllő, 2103, Magyarország

⁴“MilvusGroup” Madártani és Természetvédelmi Egyesüle, Crinului nr 22., Marosvásárhely 540343, Románia

⁵Evolúciós Ökológiai Csoport, Magyar Biológiai és Ökológiai Tanszék, Biológiai és Geológiai Kar, Babes Bolyai Tudományegyetem, Strada Clinicilor 5–7., Kolozsvár, 400006, Románia

⁶Hidrobiológiai Tanszék, Természetudományi Kar, Debreceni Egyetem, Egyetem tér 1., Debrecen, 4032, Magyarország

⁷University of Novi Sad, Department of Biology and Ecology, Faculty of Sciences, Novi Sad, 21102, Serbia

⁸Halászati Kutatóközpont, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Magyar Agrár -és Élettudományi Egyetem, Anna-liget u. 35., Szarvas, H-5540, Magyarország

⁹Orvosi Mikrobiológiai Intézet, Általános Orvostudományi Kar, Debreceni Egyetem, 4032 Debrecen, Nagyerdei krt. 98., Magyarország

✉ takacs.peter@blki.hu

Kivonat

A csukafélék (Esocidae) mind gazdasági, mind ökológiai szempontból is jelentős halfajok, ugyanakkor ezidáig a csoport Kárpát-medencei állományairól kevés filogenetikai információ állt rendelkezésre. Az összesen 49 mintahelyről begyűjtött 88 csukaegyed mtCytb és mtDloop szekvenciáin elvégzett elemzéseink eredményei szerint a Kárpát-medencében csak egy csukafaj, az *E. lucius* fordul elő. Viszont e faj mindhárom, csak a földtörténeti közelmúltban elkülönült (Északi, Cirkumpoláris és Déli) kládja jelen van a területen. A kládok genetikai diverzitása, illetve elterjedési mintázata arra utal, hogy közülük csak a Déli tekinthető őshonosnak, a másik kettő emberi segítséggel (telepítéssel és/vagy spontán módon) terjedhetett szét a Kárpát-medence vizeiben.

Bevezetés

Az *Esox* nemzetség fajai az északi félteke jellegzetes, széles körben elterjed édesvízi ragadozó. Ökológiai szerepük mellett gazdasági (horgászati és halászati) szempontból is jelentős csoport. A Kárpát-medencéből az szakirodalmak csak egy fajt, a genus cirkumpoláris elterjedésű névadó fajt (*E. lucius*) jelzik (Harka és Sallai 2004). Ugyanakkor az ezen a területen élő

csukaállományok színezete és mintázata, illetve növekedésük populációk között és a populációkon belül is nagy változatosságot mutat (Harka 1983, Takács et al. 2003, Takács et al. 2018). Ez a nagymértékű változékonyságot általában külső, környezeti okokkal, a Kárpát-medencei vizes élőhelyek sokféleségével magyarázzák. Ugyanakkor a tapasztalt nagymértékű fenotípusos változékonyság kialakulásában feltételezésünk szerint belső, genetikai okok is jelentős szerepet játszhatnak. Mivel ezidáig csak szórványos információk álltak rendelkezésre a terület csukaállományainak genetikai viszonyairól, jelen munkánkban feltárjuk a Kárpát-medencei csukaállományok filogenetikai viszonyait

Anyag és módszer

A szövetminták begyűjtésére a Kárpát-medencei léptékű faunisztikai felméréseink során került sor. A gyűjtéseket elektromos halászgéppel végeztük. Mintahelyenként 1–7, összeségében 88 darab csuka egyedet gyűjtöttünk, melyeket fotózás és az úszószövet-mintavétel után a gyűjtési helyükön eresztettük szabadon. A genetikai vizsgálatok során hogy eredményeinket össze tudjuk vetni a témában született szakirodalmi közlésekkel (Nicod et al. 2004, Skog et al. 2014) egy rövidebb (D-loop, 436b) és egy hosszabb (Cytb, 1088b) mitokondriális szakasz szekvenálását végeztük el. A kapott szekvencia információkból képzett haplotípusokat a Genbank adatbázisában szereplőkkel vetettük össze. A rendelkezésre álló adatokból Maximum Likelihood /ML/ módszerrel (Kumar et al. 2018) dendrogramokat, illetve median-joining /MJ/ módszerrel (Bandelt et al. 1999) hálózatokat képeztünk.

Eredmények és következtetések

A 49 mintahelyről származó 88 szövetminta elemzésének eredményei alapján a területről nyolc CytB és négy D-loop haplotípus volt kimutatható. A Génbanki adatokkal való összevetés eredményei szerint a területről csak az *E. lucius* előfordulása bizonyítható. Ugyanakkor az egyedek három, jól elkülöníthető csoportba sorolhatók, melyek véleményünk szerint megegyeznek a szakirodalmakban (Nicod et al. 2004, Skog et al. 2014) jelzett három, csak a földtörténeti közelmúltban izolálódott csuka (Északi, Cirkumpoláris, és Déli) kláddal. Ugyanakkor ezek földrajzi elterjedése és az egyes csoportok haplotípus diverzitás értékei arra utalnak, hogy a területen csak Déli klád tekinthető őshonosnak. Eredményeink alátámasztják Skog és mtsai (2014) feltételezését, miszerint a Déli klád számára a Közép-Dunai vízgyűjtő szolgált glaciális refugiumként. A másik két klád, az Északi és a Cirkumpoláris kládok vélhetően telepítéssel, vagy spontán bevándorlással jelenhettek meg a területen.

Összefoglalás

Jelen munkánkban elsőként közlünk adatokat a Kárpát-medencei csuka állományok filogenetikai viszonyairól. A 49 mintahelyről begyűjtött 88 szövetminta elemzésének eredményei szerint csak egy csuka faj van jelen a területen, ugyanakkor az állományok nagymértékű genetikai diverzitást mutatnak. Ami az egyik oka lehet a magyarországi csuka állományok nagymértékű fenotípusos változékonyságának.

Kulcsszavak: csuka, haplotípus, mitokondriális elemzés, filogenetika

Köszönetnyilvánítás

Takács Pétert az OTKA FK140902, és az MTA Bolyai Pályázata támogatta. Bánó Bálintot az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-3 kodú Új Nemzeti Kiválóság Programja támogatta. Kovács Balázst az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 és a FEKUT2019: TUDFO/47138/2019-ITM pályázatai támogatták. Nagy András Attilát a Collegium Talentum program támogatta. Ferincz Árpád és Staszny Ádám munkánkban való részvételét a TKP2020 NKA 16 és az OTKA PD138612 pályázatai támogatták. Nyeste Krisztián munkáját az ITM ÚNKP 21 4 számú projekt támogatta. Nyeste Krisztián részvételét az ITM ÚNKP 21 4 számú, illetve a TKP2020 IKA 04 számú programjai támogatta. A cikk megírásához szükséges gyűjtéseket és elemzéseket a NKFIH–872–3/2020 sz. programja támogatta.

Irodalom

- Bandelt, H.J.; Forster, P.; Röhl, A. **1999**. Median-joining networks for inferring intraspecific phylogenies. *Mol Biol Evol.* 1999;16:37–48.
- Harka, Á.; és Sallai, Z. **2004**. Magyarország halfaunája. Nimfea Természettudományi Egyesület, Szarvas, 269. 2004.
- Harka, Á. **1983**. Growth of pike (*Esox lucius* L.) in the section of the Tisza river at Tiszafüred. *Tiscia.* 1983;18:105–14.
- Kumar, S.; Stecher, G.; Li, M.; Knyaz, C.; Tamura, K. **2018**. MEGA X: Molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Mol Biol Evol.* 2018;35:1547–9.
- Nicod, J.C.; Wang, Y.Z.; Excoffier, L.; Largiadèr, C.R. **2004**. Low levels of mitochondrial DNA variation among central and southern European *Esox lucius* populations. *J Fish Biol.* 2004;64:1442–9.
- Skog, A.; Vøllestad, L.A.; Stenseth, N.C.; Kasumyan, A.; Jakobsen, K. **2014**. Circumpolar phylogeography of the northern pike (*Esox lucius*) and its relationship to the Amur pike (*E. reichertii*). *Front Zool.* 2014;11:1–8
- Takács, P.; Kovács, B.; Farkas, A.; Dévai, Gy. **2003**. A csuka (*Esox lucius* Linnaeus, 1758) populációinak növekedésvizsgálata különböző környezeti adottságú halastavakban és természetes vizekben. *Halászatfejlesztés.* 2003;28:33–40.
- Takács, P.; Bánó, B.; Czeglédi, I.; Ferincz, Á.; Kern, B.; Preiszner, B.; Staszny, Á.; Vitál, Z.; Weiperth, A.; Erős T. **2018**. Hány csukafaj él a Kárpát-medencében? *Pisces Hungarici.* 2018;12:67–70.

HALFAUNISZTIKAI VIZSGÁLATOK A LÁPI PÓC (*UMBRA KRAMERI*) TÖRTÉNETI ÉS POTENCIÁLIS SZATMÁR-BEREGI ÉLŐHELYEIN

NYESTE Krisztián¹, SOMOGYI Dóra^{1,2}, BEREZKI Csaba³, ORCSIK Tibor³,
TATÁR Sándor⁴, ANTAL László¹

¹ Debreceni Egyetem TTK Hidrobiológiai Tanszék, 4032 Debrecen Egyetem tér 1.,
e-mail: nyeste.krisztian@science.unideb.hu

² Debreceni Egyetem Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola, 4032 Debrecen Egyetem tér 1
³ Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, 4024 Debrecen, Sumen utca 2.

⁴ Tavirózsa Környezet- és Természetvédő Egyesület, 2112 Verezegyház, Pázmány u. 36.

Kivonat

Munkánk során a Szatmár-Beregi-sík 35 mintavételi helyének 50 mintavételi egységén végeztünk halfaunisztikai vizsgálatokat a lápi póc történeti és potenciális élőhelyein. A 13 terepnap során 22 faj 5338 egyedét azonosítottuk. Ezek közül is kiemelkedő, hogy célfajunk, a fokozottan védett lápi póc (*Umbra krameri*) két élőhelyről (Zsid-tó, Öreg-Túr) is előkerült, és összesen 175 egyedét sikerült azonosítanunk. Ez abban a tekintetben kiemelkedő eredmény, hogy a Szatmár-Beregi-síkon a legerőteljesebb a faj visszaszorulása az utóbbi időszakban. Ennek hátterében a klímaváltozás okozta szélsőséges vízjárás, az élőhelyek eltűnése, illetve az amurgéb (*Perccottus glenii*) térségben mutatott széleskörű elterjedése állhat.

Munkánk során a Zsid-tó kiszáradó félben lévő túlfolyó csatornájából egy halmentést is végeztünk, mely során 58 réticsikot és 173 lápi pócot mentettünk ki. Utóbbiak közül 30 egyed a Tavirózsa Egyesület Szadai Mintaterületének tavaiba került, ahol így már a Felső-Tisza-vidéki lápi pócok mesterséges szaporítása (és később természetes vizekbe való visszahelyezése), valamint génbanki megőrzése is zajlik. Munkánk során arra is nagy hangsúlyt fektettünk, hogy az *in situ* szaporításból származó lápi póc egyedek számára potenciális vizekbe keressünk a faj visszatelepítéshez és értékeljünk. Ezek alapján megállapítható, hogy jelen formájukban sajnos a Szatmár-Beregi-sík egyetlen víztere sem felelne meg a faj visszatelepítésére, így vagy néhány meglévő víztér rehabilitációjára, vagy néhány új víztér létrehozására lenne szükség a térségben.

Bevezetés

A XIX. századi vízszabályozásokat megelőzően a Tisza vízgyűjtő területe rendkívül gazdag volt vizes élőhelyekben, és az ezekhez kötődő úgynevezett lápi halfajokban, mint például a lápi póc, a réticsík (*Misgurnus fossilis*), a széles kárász (*Carassius carassius*), a compó (*Tinca tinca*) és a kurta baing (*Leucaspis delineatus*). Az élőhelyek eltűnésével ezek állományai drasztikusan lecsökkentek. A XX. századtól kezdődően az idegenhonos, inváziós fajok folyamatos térnyerése, valamint napjainkban a változó vízjárás tovább veszélyezteti a fennmaradt populációk fennmaradását.

A lápi póc Kárpát-medencei helyzetét tekintve ugyanakkor elmondható, hogy a Szatmár-Beregi-síkon előforduló állományok helyzete a legkritikusabb. Egykor itt éltek a faj egyik legnagyobb állományai, mára azonban a kipusztulás szélére sodródtak (Sallai 2005). Ennek oka többek között az élőhelyek eltűnése, valamint az inváziós amurgéb erőteljes térnyerése. Az

amurgébet elsőként 1998-ban írták le a Kárpát-medencéből, de a 2000-es évek elejére legkorábban a Szatmár-Beregi-síkot magába foglaló Felső-Tisza-vidéken terjedt el leginkább (Sallai 2005). Azóta közel minden víztérben előfordul, és a fent ismertetett okok mellett jelentősen hozzájárult a lápi póc állományának térségben tapasztalt visszaszorulásához.

Mivel a faj helyzete a Szatmár-Beregi-síkon a legkritikusabb, a Debreceni Egyetem Hidrobiológiai Tanszéke, a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, és a Tavorózsa Környezet- és Természetvédő Egyesület célul tűzte ki a térség valamennyi történeti, illetve potenciális lápi pócós élőhelyeinek halfaunisztikai vizsgálatát. Ezzel első körben meg szeretnénk vizsgálni a faj recens helyzetét. Ezentúl fontos célunk volt az élőhelyek alkalmasságának a vizsgálata a Lápi Póc Fajvédelmi Mintaprogram (Tatár 2010; 2017a, 2017b) keretében, hogy beavatkozással, vagy a nélkül a térség mely vízterei lennének alkalmasak az *in situ* szaporításból (Müller et al. 2011) származó pócegyedek visszatelepítésére.

Anyag és módszer

A mintavételeket 13 terepnap során, 2021 áprilisa és novembere között végeztük a Szatmár-Beregi-síkon kijelölt 35 mintavételi helyen (1. táblázat), összesen 50 alkalommal (egyes mintahelyekre többször is visszatértünk). A mintavételi helyeket a térségben valaha ismert (Sallai 2005, Takács et al. 2015), illetőleg a saját és a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság által potenciálisnak vélt „lápi pócós” víztereken jelöltük ki.

A mintavételeket a Nemzeti Biodiverzitás Monitorozó Rendszer halak élőlénycsoportra vonatkozó protokollja alapján (Sallai et al. 2019) egy ukrán gyártmányú SAMUS 725MP akkumulátorról üzemelő elektromos mintavételi eszköz segítségével végeztük el.

A mesterséges szaporításból származó lápi pócok tervezett telepítéséhez kapcsolódóan az élőhelyek vizsgálatát és értékelését a Lápi Póc Fajvédelmi Mintaprogramban (Tatár 2010, 2017a, 2017b) foglaltak szerint végeztük el.

1. táblázat A Szatmár-Beregi-síkon kijelölt mintavételi helyek és azok geokoordinátái.

Víztér	Település	EOV Y	EOV X
Bábtava	Csaroda	905253	321668
Bence-tó	Csaroda	903122	316927
Csaronda	Tiszaszalka	895708	323316
Csaronda	Barabás	894346	328453
Csaronda	Lónya	892342	336954
Csaronda	Tiszaszalka	897178	319341
Dédai-főcsatorna	Barabás	902650	324398
Dédai-főcsatorna	Barabás	906338	324460
Gelénes-Csarodai-csatorna	Gelénes	899011	319856
Gögő-Szenke	Jánkmajtis	917910	293939
Gögő-Szenke	Nagyszekeres	915849	297158
Gögő-Szenke	Penyige	910383	300614
Gögő-Szenke	Penyige	910550	300707
Hamvas-tó	Beregdaróc	905699	321440
Holt-Kraszna	Szamosszeg	894890	304348
Kis-tó	Csaroda	903283	319595
Lórántházi-folyás	Nyírkécs	873662	302616
Mitz	Márokpapi	909803	316854
Mohos	Kállósemlény	865930	287757
Nagyari cigánygödör	Nagyar	911611	308063
Nagyari-Holt-Tisza	Nagyar	911417	308417
Nagyari-Túr	Szatmárcseke	912306	308749
Navat	Csaroda	907359	320359
Nyíres-tó	Beregdaróc	906815	321200
Öreg-Túr	Nagyar	909046	304980
Öreg-Túr	Túristvándi	918592	306879

Szipa holtmeder „Holt-Csaronda (Bockereki-erdő)”	Gelénes	898760	319336
Szipa-főcsatorna „Csaronda-tó”	Csaroda	903671	318058
Szipa-főcsatorna	Tiszaszalka	897197	319201
Tapolnok-főcsatorna	Túrístvándi	916538	305975
Tőzegbányatavak	Nyírfákó	875899	303756
Vajai-főfolyás	Ór	882167	296662
Vajai-tároló	Vaja	881795	297474
Vármegyei-csatorna	Fehérgyarmat	908063	304395
Zsid-tó	Gelénes	905270	323051

Eredmények

A Szatmár-Beregi-síkon összesen 13 terepnap során 50 mintavételi egységen végeztünk vizsgálatokat, amely során 22 faj 5338 egyedét azonosítottuk.

Ezek közül is kiemelkedő, hogy a célfajunk, a fokozottan védett lápi póc két élőhelyről (Zsid-tó, Öreg-Túr) került elő és összesen 175 egyedét sikerült megfogni.

A következő, lápi póc telepítésre potenciálisan alkalmasnak vélt víztestek komplex vizsgálatát (vízminőség, gerinctelen makrofauna, halfauna, hínárvegetáció) végeztük el: Navat, Szipa-főcsatorna „Csaronda-tó”, Holt-Csaronda (Bockereki-erdő).

Megbeszélés

A korábban ismert elterjedést és populációnagyságot számba véve (korábban itt élt az egyik legnagyobb állomány) a faj visszaszorulása közel 95%-osra tehető a Szatmár-Beregi-síkon. Ennek oka egyrészt a vizek változékony vízjárása, valamint rendszeres kiszáradása. Munkánk során a vizsgált 50 mintavételi egységből 16 volt halmentes, melyek közül 3 a vizsgálatunk időpontjában száraz volt, a többi víztest pedig a korábbi tapasztalataink szerint rendszeresen kiszárad.

A másik égető probléma a térségben az inváziós fajok, közülük is az amurgéb előretörése és dominanciája. A 34 mintavételi egységből, ahol sikerült kimutatnunk halat, 29-ben volt jelen, ami 85%-os előfordulási frekvenciát jelent. Egyetlen más halfaj sem volt ilyen gyakran jelen a vizsgált vizekben. Összességében pedig az 5338 azonosított halegyedből 2949 volt amurgéb, ami 55%-os gyakoriságot jelent. Ez azt jelenti, hogy mintavételeink alapján a vizsgált Szatmár-Beregi-sík élőhelyeinek halközösségének több mint a felét az inváziós amurgéb alkotja.

Mind ezek miatt a lápi póc a térségben rendkívüli módon visszaszorult, mindössze két vízterben, az Öreg-Túrban és a Zsid-tóban sikerült kimutatnunk jelenlétét. Az Öreg-Túrban élő állomány szintén kritikus helyzetben van, 2011 után ugyanis 2021-ben sikerült kimutatni 7 mintavételi alkalmunk után a faj mindössze egyetlen példányát. Ezek alapján az ott élő állomány drasztikusan visszaszorult, a faj hosszútávú fennmaradása pedig az Öreg-Túrban is kérdéses (Nyeste et al. 2021).

A Zsid-tó esetén szerencsére még egy nagyobb pócállomány jelenlétét tapasztaltuk. A tavaszi nagyvizes időszakot követően a láp mellett lévő árokrendszerbe közel 58 rétcsík és 173 lápi póc szorult vissza. Utóbbiak közül 30 egyedét sikeresen evakuáltunk a Tavirózsa Egyesület Szadai Mintaterületére, ahol ennek révén a beregi állomány génmegőrzése is biztosított. Ez lehetőséget nyújt arra, hogy a jövőben mesterséges körülmények között szaporított, Felső-Tisza-vidéki haplotípusba tartozó egyedeket lehessen visszatelepíteni a Szatmári-Beregi-síkra (Nyeste et al. 2022).

Ezen felül a kutatássorozatunk fontos eredménye volt az is, hogy a védett rétcsík jelenlétét sikerült bizonyítani a Zsid-tóból és a Báltaváról, ezekről korábbi szakirodalmi adatok nem álltak rendelkezésre.

A lápi póc telepítésre potenciálisan alkalmasnak vélt vizek állapota

A fekete törpeharcsa (*Ameiurus melas*) és a razbóra (*Pseudorasbora parva*) tömeges jelenléte miatt a Csaronda-tóba nem javasolt lápi pócot telepíteni. A Navat és a Holt-Csaronda esetében telepítési kockázatot jelent az, hogy nem fogtunk bennük halakat (2. táblázat).

2. táblázat A lápi póc telepítésre potenciálisan alkalmasnak vélt élőhelyek összesített értékelése.

Víztest neve	Vízminőség	Gerinctelen makrofauna	Halfauna	Hínárvegetáció	Egyéb megjegyzés	Összesített értékelés
Navat	megfelelő*	kockázatos	kockázatos	nem megfelelő	Jelentős a meder szerves anyag- és iszap tartalma	póc számára nem felel meg
„Csaronda-tó”	megfelelő	n.a.	nem megfelelő	megfelelő	Jelentős a meder szerves anyag- és iszap tartalma	póc számára nem felel meg
„Holt-Csaronda (Bockereki erdő)”	megfelelő	nem megfelelő	kockázatos	megfelelő	---	póc számára nem felel meg

*„Megfelelő” minősítés: a lápi póc számára megfelelő a vizsgált jellemző

Az eredmények alapján a Navat esetében javasolt a mederiszap és a felhalmozódott szerves anyag egy részének eltávolítása. Ez a probléma a Csaronda-tó esetében is fennáll, de az inváziós fajok magas dominanciája miatt ebbe a vízbe nem javasolt lápi pócot telepíteni. E mellett a tavat elhagyó vízfolyásban már megtelepedett az amurgéb is. A Holt-Csaronda alapvetően megfelelő lehet a lápi pócnak, de a szélsőséges gerinctelen makrofauna abundancia kockázatos környezetre utal. Ezért az esetleges lápi póc telepítés előtt első lépésben javasolt „tesztelni” a vizet széles kárász telepítéssel. Amennyiben a telepített kárászok legalább 1 éven keresztül megmaradnak, úgy kisebb kockázatot jelent a póc telepítés. A Navat és a Holt-Csaronda esetén fontos lenne ezeken túl a vízutánpótlás biztosítása, ugyanis az év végére a Navatot drasztikusan alacsony vízszint jellemezte, a Holt-Csaronda pedig ki is száradt.

Javaslataink a térséget tekintve:

- A jelenlegi tudásunk szerint a lápi póc mindössze két víztérben, az Öreg-Túrban és a Zsid-tóban van jelen a Szatmár-Beregi-síkon. Ahhoz, hogy a faj helyzetét nyomon tudjuk követni, véleményünk szerint mindenképp szükséges a két víztér folyamatos monitorozása, a tapasztalatoknak megfelelően lehetőleg évente legalább kétszer egy késő tavaszi-kora nyári; illetve egy őszi periódusban.
- A Zsid-tó esetén az inváziós amurgéb abszolút dominanciája mellett komoly problémát jelent, hogy a tavaszi nagyvizes időszak során a láp melletti árokrendszerbe tömegesen jutnak ki halak, a víz visszahúzódásával azonban a túlfolyónál lévő műtárgy miatt nem tudnak visszajutni a lápba. Ezért mindenképp fontos lenne a tavaszi nagyvizet követően (pl. május-június tájékán) az árokrendszerben rendszeres halmentést végezni.
- Mivel a Szatmár-Beregi-sík egykor unikális és jelentős élőhelye volt a fajnak, a mesterséges szaporításból származó egyedeknek fontos volna megfelelő életteret biztosítani a visszatelepítési programok kivitelezéséhez (Tatár 2010, 2017a, 2017b).
- Értékelésünk szerint jelen állapotban egyik élőhely sem megfelelő a mesterséges szaporításból származó egyedek visszatelepítésére. Minden esetben szükség lenne az élőhelyek valamilyen szintű rehabilitációjára, az ökológiai vízigény biztosítására. A klímaváltozás okozta szélsőséges csapadékviszonyok ellensúlyozására sürgető szükség van a térségben a vízviszatarásra.
- Amennyiben a Beregi-síkon lévő unikális, védett lápok vízutánpótlása megoldódna, úgy akár megfelelő élettere lehetne visszatelepítést követően a pócnak például a Navat és a Nyíres-tó. Előbbit jelen állapotban a nyár végére drasztikusan alacsony vízszint jellemzi,

halak jelenleg nem élnek benne, utóbbi pedig 2021 őszére a vízutánpótlás hiányában teljesen kiszáradt.

- Emellett a Bockereki-erdőben lévő Holt-Csaronda medermaradványok élőhely rehabilitációt - főként mélyítést - követően szintén alkalmasak lehetnének a faj hosszú távú megőrzésére egy visszatelepítést követően.

A Lápi póc fajvédelmi mintaprogramban bevált módszer, a mesterséges, kis kubikgödör-szerű tavacskák (tömpölyök) létrehozásával is lehetne megfelelő élőhelyeket létrehozni a térségben visszatelepítési programok számára (Tatár 2010, 2017a, 2017b).

Kulcsszavak: fokozottan védett fajok, inváziós fajok, élőhelydegradáció, kiszáradás

Köszönetnyilvánítás

Jelen kutatás a TKP2021-NKTA-32 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg. Munkánkat ezen felül az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-21-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programja támogatta. A mintavételek során segítségünkre voltak az alábbi személyek, kiknek köszönetünket fejezzük ki: Arlett Péter, Bandula Martin, Filep Attila, Hunyadvári Péter, Oláh Bence, Tóth Richárd.

Irodalom

- Müller, T.; Balovan, B.; Tatár, S.; Müllerné-Trenovszki, M.; Urbányi, B.; Demény, F. **2011**. Lápi póc (*Umbra krameri*) szaporítása és nevelése a természetesvízi állományok fenntartása és megerősítése érdekében. *Pisces Hungarici* 5, 15-20.
- Nyeste, K.; Antal, L.; Abonyi, T.; Somogyi, D. **2021**. A lápi póc (*Umbra krameri*) újabb adata az Öreg-Túrból. *Halászat* 114/4: 141.
- Nyeste, K.; Somogyi, D.; Bereczki, Cs.; Antal, L. **2022**. Halmentés a beregi Zsid-tónál. *Halászat* 115/1: 14.
- Sallai, Z. **2005**. A lápi póc (*Umbra krameri* Walbaum, 1792) magyarországi elterjedése, élőhelyi körülményeinek és növekedési ütemének vizsgálata a kiskunsági Kolon-tóban. *A puszta*. 22. évf. 113-172
- Sallai, Z.; Varga, I.; Erős, T. **2019**. Halközösségek monitorozása Magyarország különböző típusú állóvízeiben és vízfolyásokban (2001-2018). In: Váczi O. Varga I. & Bakó B. (szerk.) 2019: A Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer eredményei II. – Gerinces állatok. Körös-Maros Nemzeti Park Igazgatóság, Szarvas, p. 157-179.
- Takács, P.; Erős, T.; Specziár, A.; Sály, P.; Vitál, Z.; Fericz, Á. **2015**. Population Genetic Patterns of Threatened European Mudminnow (*Umbra krameri* Walbaum, 1792) in a Fragmented Landscape: Implications for Conservation Management. *PLoS ONE* 10 (9): e0138640. doi:10.1371/journal.pone.0138640
- Tatár, S.; Sallai, Z.; Demény, F.; Urbányi, B.; Tóth, B.; Müller, T. **2010**. Lápi póc Fajvédelmi Mintaprogram. *Halászat* 103/2: 70–75.
- Tatár, S. **2017a**. *Mintaprogram a lápi póc (Umbra krameri WALBAUM, 1792) in situ és ex situ védelmének megalapozására*. SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Állattenyésztés-tudományi Doktori Iskola, Gödöllő
- Tatár, S.; Bajomi, B.; Specziár, A.; Tóth, B.; Müllerné Trenovszki, M.; Urbányi, B.; Müller, T. **2017b**. Habitat establishment, captive breeding and conservation translocation to save threatened populations of the Vulnerable European mudminnow *Umbra krameri*. *Oryx*, 51(4), 718-729. doi:10.1017/S0030605316000533

ÍVÓHELYEK ÖKOLÓGIAI VIZSGÁLATA A RÁCKEVEI-SOROKSÁRI DUNAÁGON

**TÓTH Flórián¹, VITÁL Zoltán¹, MOZSÁR Attila^{1,2}, ÁRVA Diána¹, FAZEKAS Dorottya
Lilla¹, UDVARI Zsolt³, HALASI-KOVÁCS Béla¹**

¹*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet,
Halászati Kutató Központ, e-mail: toth.florian@uni-mate.hu*

²*Eötvös Lóránd Kutatási Hálózat, Balatoni Limnológiai Kutatóintézet*

³*Ráckevei Dunaági Horgász Szövetség*

Bevezetés

A Ráckevei (Soroksári) – Dunaág (RSD) 58 km hosszú, a Magyarországon folyó Duna szakasz legnagyobb mellékága. Vízfelülete kb. 14 km², átlagos víztérfogata pedig 32-38 millió m³ között mozog. A víz sebessége átlagosan 0,1-0,3 m sec⁻¹. A vízkormányzás a felső Kvassay- és az alsó Tassi-zsilipen keresztül mesterségesen történik. A víztér sajátossága, hogy míg a Duna főágának vízszintesése 4-5 méter a két zsilip között, addig a szabályozott vízszintű Duna-ágé mindössze 10-30 cm között van (Dévényi, 1989). A VKI alapján az RSD az erősen módosított állóvíz jellegű víztestek közé került besorolásra (OVF 2015). A teljes terület a NATURA 2000 hálózat része kiemelt jelentőségű élőhelymegőrzési területként (DINPI 2014). A Duna-ág legfontosabb hasznosítási célja az öntözés, emellett ugyanakkor kiemelt szerepe van a főváros környéki horgászturizmusban. A víztéren intenzív horgászat folyik a Ráckevei Dunaági Horgász Szövetség halgazdálkodási kezelésében. A 2021-ben többszöri felmérés során öt helyszínen vizsgáltuk az RSD hossz-szelvényében az ívó helyi adottságokat.

Anyag és módszer

A vizsgálatok elvégzéséhez öt mintaterületet jelöltünk ki az RSD hossz-szelvénye mentén (1) Czuczor-sziget (47. fkm); (2) Taksonyi-öböl (40. fkm); (3) Csupics-sziget (31. fkm); (4) Angyali-sziget (24. fkm); Makádi-erdő (6. fkm). A mintahelyek hidrológiai, hidrobiológiai adottságait alapvetően a Kvassay-zsiliptől való távolságuk, illetve a főmedertől való elzártságuk határozta meg, így ezek élőhelyi adottságai változatosak voltak. A felső szakaszon még jelentősebb az áramlás, ezzel együtt nagyobb a turbiditás értéke. Az alsóbb, valamint a zártabb területeken nagyobb borítás jellemző.

A halak mintavételére 2021. 05. 13-14-én, valamint 2021. 07. 13-14-én került sor. A mintavételhez aggregátorról üzemelő elektromos mintavételi eszközt használtunk, a mintavétel csónakból történt, nappal. Minden mintahelyen 600 méter hosszúságú transzektet vizsgáltunk 3x 200 méteres alegységben. A mintavétel részleges és fragmentált volt.

Az ivadékok számára rendelkezésre álló táplálékforrás felméréséhez a meghatározott mintavételi területeken a halak vizsgálatának időpontjaiban a zooplankton- és makrozoobentosz-közösség mennyiségi és minőségi mintavételét is elvégeztük. A zooplankton vizsgálatához minden mintavétel esetében 100 liter vizet szűrtünk 50 µm szembőségű planktonhálón. Az üledéklakó makrogerinctelen vizsgálatokhoz az üledékmintákat Ekman-Birge üledékmarkolóval vettük, mintavételi pontonként három ismétlésben, az ismétléseket integrálva. Az üledéket 250µm-es szitán mostuk át.

Az adatok értékelését, összehasonlítását statisztikai módszerekkel végeztük el. Az összevetésre ANOVA tesztet alkalmaztunk ($p < 0,05$). A tesztekhez Past programcsomagot használtunk (Hammer et al. 2001). Az egyes mintaegységek fajdiverzitását Rényi-féle diverzitásrendezésnek vetettük alá (Rényi 1961). A környezeti változók és a vizsgált közösségek kapcsolatát kanonikus korrespondencia-analízissel (CCA) vizsgáltuk. Az elemzéshez R szoftverkörnyezetben (R Core Team, 2013) *vegan* (Oksanen et al, 2012) programcsomagot használtunk.

Eredmények és következtetések

Faunisztikai eredmények

Az ívóhelyek felmérése során a két alkalommal végzett mintavétel eredményeként összesen 32 faj 12 837 egyedét határoztuk meg (1. táblázat). A meghatározott fajok közül 21 faj 5 789 egyede tartozott a 0+ korosztályba.

1. táblázat Az ívóhelyfelmérés során előkerült fajok relatívgyakoriság- és relatívfrekvencia-értékei

Tudományos név	Relatív gyakoriság (%)	Relatív frekvencia (%)	Tudományos név	Relatív gyakoriság (%)	Relatív frekvencia (%)
<i>Abramis brama</i>	3,83	90	<i>Lota lota</i>	0,01	10
<i>Alburnus alburnus</i>	33,75	100	<i>Misgurnus fossilis</i>	0,01	10
<i>Ameiurus melas</i>	0,05	30	<i>Neogobius fluviatilis</i>	0,80	60
<i>Babka gymnotrachelus</i>	0,19	40	<i>Neogobius melanostomus</i>	0,46	50
<i>Barbus barbus</i>	0,01	10	<i>Perca fluviatilis</i>	2,78	100
<i>Blicca bjoerkna</i>	4,51	100	<i>Ponticola kessleri</i>	0,07	40
<i>Carassius gibelio</i>	2,31	90	<i>Proterorhinus semilunaris</i>	1,36	100
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	0,07	50	<i>Pseudorasbora parva</i>	0,16	30
<i>Cyprinus carpio</i>	0,92	100	<i>Rhodeus amarus</i>	4,40	100
<i>Esox lucius</i>	0,48	80	<i>Rutilus rutilus</i>	37,10	100
<i>Gymnocephalus baloni</i>	0,01	10	<i>Rutilus virgo</i>	0,01	10
<i>Gymnocephalus cernua</i>	0,44	60	<i>Sander lucioperca</i>	0,33	90
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	0,01	10	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	2,94	100
<i>Lepomis gibbosus</i>	0,85	80	<i>Silurus glanis</i>	0,33	100
<i>Leuciscus aspius</i>	1,00	90	<i>Tinca tinca</i>	0,21	40
<i>Leuciscus idus</i>	0,59	50	<i>Vimba vimba</i>	0,01	10

A faunakép alapján az RSD-t nagyfokú változatosság jellemzi. Egyrészt dominálnak az alföldi közepes vízfolyásokra jellemző generalista fajok, de emellett nagyobb számban megtalálhatók a Dunára jellemző karakterfajok (*Babka gymnotrachelus*, *Neogobius melanostomus*, *Ponticola kessleri*, *Neogobius fluviatilis*). A felső szakaszon több reofil specialista faj is jellemző. A főmedertől elzárt területek halegyütteseiben pedig meghatározók a lápi élőhelyek stagnofil specialista fajai (pl. *Scardinius erythrophthalmus*, *Tinca tinca*, *Misgurnus fossilis*). A vízterben a mintavételek alapján a két leggyakoribb faj a bodorka és a küsz, ezek mellett a gyakori fajok közé tartozik a vörösszárný keszeg, dévér, karikakeszeg, szivárványos ökle, ezüstkárász, sügér. A tavaszi és nyári mintavétel eredménye alapján 17 faj – a fogott fajok 53%-a – magas frekvenciájú és ezek közül kilenc faj minden mintaegységben, mindkét időpontban megtalálható volt. A nyári mintavétel alapján az ivadék közül a bodorka, a küsz, a karikakeszeg, a dévér, a szivárványos ökle és az ezüstkárász sorolható a gyakori fajok közé. Ezek jellemzően az alföldi vízfolyások nagy egyedszámban előforduló generalista fajai.

A mintavételi helyek halegyütteseinek közösségszerkezeti jellemzői

Az ivadék abundanciája a nyári mintavétel alapján a legfelső mintahelyen mutatták a legalacsonyabb értéket, míg a legmagasabb abundancia a legelső mintahelyen adódott. Az ANOVA alapján a mintahelyek abundanciaátlagai között 95%-os szignifikanciaszinten különbség mutatkozik ($p=0,02688$).

A közösségszerkezeti mutatók elemzése alapján összességében megállapítható, hogy a tavaszi időszakban – mind a fajszám, mind az egyedszám tekintetében – az egyes mintahelyek között csak kisebb, statisztikai értelemben nem elkülöníthető különbségek vannak. A nyári mintavétel során ezek a különbségek nőnek, statisztikai szempontból is értelmezhető eltérések detektálhatók. Ebben az időszakban mind a fajszámot, mind az abundanciát figyelembe véve egy gradiensjellegű változás figyelhető meg. Mindkét mutató értékei az alsó szakasz irányába növekednek.

Diverzitásrendezés

A diverzitásprofilok nagyobb évszakos változást mutatnak az egyes mintahelyek esetében. Míg tavasszal inkább a két középső mintahely diverzitása volt a legmagasabb, addig nyárra a legelső mintahely diverzitása emelkedett. Az ivadék diverzitása is a két legelső mintahelyen volt kiemelkedő. Hasonlóan a közösségszerkezeti mutatókhoz, itt is megállapítható egy gradiensszerű változás az RSD hossz-szelvényében, ugyanakkor a főmedertől való zártság hatása is érvényesül a diverzitásprofilokban.

Többváltozós elemzések

Az évszakos eloszlást ábrázoló ordináció alapján megállapítható, hogy a nyári mintavétel során a halegyüttesek szerkezetére nagyobb változatosság jellemző. A CCA ordináció eredménye szerint az összes fogás alapján is elkülönül a többi mintahely halegyüttesétől a Czuczor-sziget. Az egységen belül az alegységek halegyütteseinek homogén képet mutatnak. A vizsgált abiotikus paraméterek közül a turbiditás látszik meghatározó környezeti tényezőnek, ami feltehetően az itt jellemző magasabb áramlási sebességgel hozható összefüggésbe. Emellett erre a szakaszra a magasabb N-koncentráció, míg alacsonyabb klorofill-a és P-koncentráció jellemző. Ettől legtávolabb az Angyali-sziget zárt területeinek halegyüttese áll. Az itt található halegyüttes kialakulását az alacsony áramlás és az ennek okán kialakuló abiotikus és biotikus környezeti tényezők határozzák meg. Ezt jelzi a szoros pozitív összefüggés az átlátszóság értékekkel. A Taksony-öböl, a Csupics-sziget és a legelső Makádi-erdő mintahely a két szélső értékkel jellemezhető mintaegység között helyezkedik el az ordinációs ábrán. A Taksony-öböl és a Csupics-sziget mintaalegységeinek halegyütteseinek nagyobb heterogenitást mutatnak, ami összhangban van az itt kijelölt mintaalegységek nagyobb változatosságával.

Az ivadék nyári mintavétele alapján elkészített ordináció részben hasonló képet mutat, mint az összes fogás eredménye. A Czuczor-sziget ivadék-halegyüttese itt is jól elkülönül, szoros pozitív korrelációval a turbiditásértékkel. Az áramlás csökkenése által meghatározott tengely mentén sorrendben a Czuczor-sziget, a Taksony-öböl és a Makádi-erdő áll. Ebbe a sorba az Angyali-sziget ivadékegyüttese csak részben illeszkedik; elsősorban a sziget két oldalán vett alminták együttese révén. Az Angyali-sziget ivadékegyüttese nagy szórást mutat. Legtávolabb a belső, zárt mintaalegység áll. A Csupics-sziget ivadék-halegyüttese nem az áramlás tengelye mentén rendeződik, úgy tűnik, hogy a cianobaktérium-koncentrációval mutat szoros pozitív korrelációt. Figyelemre méltó az is, hogy bár a Csupics-sziget belső területei is zártak, az ivadék-halegyüttesük mégis jelentősebben eltér az Angyali-szigeten található együttes szerkezetétől.

Ivadékok számára rendelkezésre álló táplálékforrás felmérése

A zooplankton-közösségek mind tavasszal, mind nyáron eltérő mennyiségi és minőségi összetételt mutattak az egyes mintahelyeken. Tavasszal az összes egyedszám a Czuczor-szigetnél volt a legalacsonyabb ($3\,924$ egyed/ m^3), és a Csupics-szigetnél a legmagasabb ($226\,080$ egyed/ m^3), ahol az állomány több mint fele Rotifera. A Taksonyi-öböl rendelkezik a második legnagyobb egyedszámmal, ahol a három zooplankton-csoport (Rotifera/Cladocera/Copepoda) a leginkább egyenletes eloszlást mutatta. Itt számoltuk a legnagyobb ágascápúrák-állományt ($53\,388$ egyed/ m^3). Az Angyali-szigetnél és a Makádi-erdőnél a kistrákok denzitása a Czuczor-szigetnél talált egyedszámokhoz hasonló, ezeken a területeken azonban a kerekeshéreg jelenlét jelentősebb. A zooplankton-csoportok mennyiségének aránya a várt évszakos dinamikának megfelelő, mivel a Taksonyi-öböl kivételével a kerekeshéreg egyedszámok általában magasak voltak. A zooplankton mennyisége a Czuczor-szigetnél már limitálhatja a halivadék fejlődését. A Taksonyi-öböl és a Csupics-sziget mintahelyein a zooplankton állománya már az ivadéknevelő halastavakéval összevethető, így itt a zooplankton táplálékforrás mennyisége és minősége a halivadékok számára kiválóan mondható.

Nyárra csökkent az összes zooplankton-egyedszám a vizsgált területek mindegyikén; 964 és $11\,314$ egyed/ m^3 között változott, azaz nagyságrendi különbségek vannak a tavaszi értékekhez viszonyítva. A kistrákok mennyisége közel azonos maradt a Czuczor szigetnél, valamint növekedett a Makádi-erdőnél. A teljes zooplankton-egyedszám is ezen a területen volt a legmagasabb és a különböző csoportok tekintetében a legegyszerűsebb. A második legnagyobb összes egyedszámot a Csupics-szigetnél tapasztaltuk. Az évszakos közösségi dinamika a kerekeshéregfajok csökkenését, és a kistráktaxonok arányának növekedését eredményezték az egyes mintavételi területeken. A legnagyobb csökkenést a Taksonyi-öbölnél tapasztaltuk az egyedszámban, így nyárra ez a terület is a Czuczor- és az Angyali-szigetnél található mintaterülethez hasonlóan kevés zooplankton táplálékforrást biztosít. A Csupics-sziget és a Makádi-erdő zooplankton-mennyisége nyárra kb. huszonötödére, illetve ötödére csökkent.

A CCA elemzés alapján az egyes mintavételi helyeken gyűjtött minták nagy szóródást mutatnak az ordinációs térben. Az egyes területeken belül gyűjtött alminták nem hasonlítanak jobban egymáshoz, mint a másik kéméleti területeken gyűjtöttek. Ezek alapján már nagyon kis távolságokon belül eltérő összetételű zooplankton-közösségek alakulnak ki. Lokális helyett, inkább évszak szerinti csoportosulás mutatható ki, de inkább a nyári közösségek hasonlítanak jobban egymáshoz, bár ez is mutat némi átfedést a tavaszi mintákkal. A környezeti paraméterek közül nehéz bármelyiket is kiemelni, mivel az összes vektor mentén szóródnak a közösségi minták. Legnagyobb hatása vélhetően az összes nitrogénnek és vele majdnem ellentétesen a cianobaktérium koncentrációnak van, mivel a tavaszi közösségek ezek mentén változnak. Nyáron a közösségek a kémhatással, redoxpotenciállal és az átlátsósággal mutatnak pozitív kapcsolatot, míg a vezetőképességgel és az összes foszforral negatívan.

A mintavételi pontok üledéklakó makrogerinctelen közösségét elsősorban árvaszúnyoglárva (Chironomidae), törpészúnyoglárva (Ceratopogonidae) és kevésszertű férgék (Oligochaeta) alkotják. A táplálékstruktúra mennyisége tavasszal 195 és 777 egyed/ m^2 , míg nyáron 252 és 545 egyed/ m^2 között változott.

A Makádi-erdő mintavételi területen jellemzően mindkét évszakban nagyobb egyedszámban találtuk az üledéklakó makrogerinctelen szervezeteket. Meg kell azonban jegyezni, hogy az egyes taxoncsoportok kirepülési szakaszai (fenológiája) feltételezhetően jelentősebb befolyásoló tényezők, mint a mintavételi helyek élőhelyi jellemzőiben mutatkozó különbségek. Minden mintavételi hely és mindkét évszakban ezen csoportok adták a teljes egyedszám 90 - 95% -át. A mintavételi helyeken belül is jelentős különbségeket tapasztaltunk a csoportok egymáshoz viszonyított egyedszámárányában. Ez a mintavételi helyek magas élőhelydiverzitására utal és a mikrohabitatok jelentőségére.

A makrozoobentosz-közösségek a zooplanktonhoz hasonlóan nagy szóródást mutatnak az ordinációs térben. Az évszakok szerinti csoportosulás teljes átfedést mutat, valamint az egyes kéméleti területek szerint sem csoportosíthatóak a közösségek. Lokálisan jellemző közösségek

alakulnak ki, ahol se szezonális se földrajzi jellemzőség nem tapasztalható a közösségek között. A vizsgált vízminőségi paraméterek esetében ugyanaz mondható el, mint a zooplankton közösségek esetében: nincs kitüntetett olyan vízminőségi paraméter ami a közösséget egyértelműen meghatározza.

Összefoglalás

A statisztikai elemzések alapján összességében a következő kép rajzolódik ki az RSD vizsgált ívóhelyeinek adottságairól. Megállapítható, hogy valamennyi vizsgált terület fontos szerepet játszik a víztér halainak utánpótlása szempontjából. Ugyanakkor az egyes területek környezeti adottságaik okán jelentősebben el is térnek egymástól. A vizsgált ívóhelyek halegyütteseinek státuszát alapvetően kettős hatás alakítja ki. Az elsődleges rendezőelv az RSD hossz-szelvény szerinti változása. Ebben a vízsebesség csökkenése, mint elsődleges környezeti tényező játszik döntő szerepet. A vizsgált ívóhelyek azonban nem csak a hossz-szelvény mentén, hanem transzverzálisan is mutatnak rendeződést. Ebben pedig a főmeder tengelyétől, pontosabban a sodorvonaltól való távolság és elzártság játszik szerepet. Ugyanakkor a zártabb élőhelyek ivadékhalegyüttese is mutatnak eltéréseket.

A legfelső – Czuczor-sziget – szakasz elsősorban a reofil specialista, illetve az áramláskedvelő generalista fajok ívóhelyeként fontos. Ugyanakkor az ivadék mennyisége ezen a szakaszon a legalacsonyabb. Szintén fontos az áramláskedvelő generalista fajok ivadékutánpótlása szempontjából a főmeder vagy a főmeder közelében kijelölt ívóhelyek (2.1, 2.2, 4.1, 4.2, 5.1, 5.2, 5.3). A stagnofil fajok ivadékutánpótlásában a főmedertől zártabb élőhelyek játszanak elsőrendű szerepet. Ezek közé sorolható a Taksonyi-öböl belső területe (2.3), valamint az Angyali-sziget belső mintahelye (4.3). Az áramlás csökkenésével nagyobb teret kapnak a víztérben a szubmerz hinarasok, amelyek fontosak az ivadék búvóhelyeként. Ez, illetve a bővebb táplálékbázis okán a két alsó szakaszon diverzebb és nagyobb egyedszámú ivadékegyüttes jellemző.

Irodalom

- Berinkei, L., **1966**. Halak – Pisces. Akadémiai Kiadó, Budapest: 1-138.
- Dévényi, L., **1989**. A Ráckevei Soroksári Duna környezetvédelmi helyzete. Hidrológiai Tájékoztató, 29,28-30.p.
- Halasi-Kovács, B., Harka, Á., **2012**. Hány halfaj él Magyarországon? A magyar halfauna zoogeográfiai és taxonómiai áttekintése, értékelése. Pisces Hungarici, 6: 5-24.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., **2001**. Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica, 4, 1–9.
- Miller, P.J., **1990**. The endurance of endemism: the Mediterranean freshwater gobies and their prospects for survival. Journal of Fish biology. 37: 145-156.
- Oksanen, J.; Blanchet, F.G.; Kindt, R.; Legendre, P.; Minchin, P.R., O'Hara, R.B., Wagner, H. **2012**. vegan: Community Ecology Package. R package version 1.17-2 2012
- OVF (2015) A Duna-vízgyűjtő magyarországi része Vízyűjtő-gazdálkodási Terv **2015**. www.vizeink.hu.
- R Development Core Team **2013**. R: a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing 2013
- Rényi, A. **1961**. On measures of entropy and information. In 4th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, Berkeley, CA.: Neyman J., 547-561

A BUSÁK GYÉRÍTÉSÉNEK HELYZETE MAGYARORSZÁGON – HORGÁSZAT VAGY ÖKOLÓGIAI HALÁSZAT?

VITÁL Zoltán¹, HALASI-KOVÁCS Béla¹, MOZSÁR Attila²

¹ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halászati Kutató Központ, Szarvas

² Eötvös Lóránd Kutatói Hálózat, Balatoni Limnológiai Kutatóintézet, Tihany

Kivonat

A busa fajok okozta ökológiai és gazdasági problémák az idegenhonos területeken jelentősek. Magyarországon 2016-ban megszüntették a kereskedelmi halászatot, melynek hatásait a busaállomány gyérítésére jelen vizsgálatban elemeztünk. Magyarország halgazdálkodási vízterületein a busa fajok halászati fogásai 2007 és 2012 között 418 tonnát tettek ki, míg a horgászfogás 7,9 t-ról 25,3 t-ra emelkedett. A halászati engedélyes fogások jelentősen átalakultak a kereskedelmi halászat megszűnése után. A kezdeti 25 tonnáról 2019-ig 3,6 tonnára estek vissza, majd 2020-ban 35 tonna fölé emelkedtek. A potenciálisan veszélyeztetett folyóvizeinkben a busa fogás átlagosan 56,9 tonnát tett ki a kereskedelmi halászat megszüntetése előtt, míg utána mindössze 17,9 tonnát. A halászati fogások mindössze 5 folyóvízhez kapcsolódó élőhelyen zajlottak 2018 óta (2016-ban és 2017-ben nem volt regisztrált halászfogás folyóvízben), ennek jelentős része a Tisza-tónál bevezetett szelekciós halászat eredményei. A horgászfogások 2016-2019 között 10-15 tonna körüli éves értéken stagnáltak, melyet a busa horgászatának népszerűvé válása miatt 2020-ban jelentős emelkedés követett, ekkor a folyóvízi busa fogás meghaladta a 30 tonnát. Jól látható, hogy a kereskedelmi halászat megszűnése óta jelentős mennyiségű busa „maradt” a folyóvizeinkben, a gyérítés mértékét, még a 2020-ra jelentősen megnövekedett fogásmennyiség sem tudja kompenzálni. A halászati fogás területi eloszlása jelenleg egyenlőtlen, ezért a folyóvizeink halállományának védelmében, és azok jó ökológiai állapotának megtartásában szükséges az ökológiai halászat visszavezetése minden vízterület esetén, valamint fontos a busa horgászatának további népszerűsítése. A kétféle hasznoszerzési mód együttes alkalmazása indokolt a busák mennyiségének csökkentésében.

Bevezetés

A világszerte számos országban inváziós fajként számon tartott busa fajok (fehér busa *Hypophthalmichthys molitrix*, pettyes busa *H. nobilis*) jelentős ökológiai problémákat okoznak a természetes vizekben (Sampson et al. 2009; Zhao et al. 2013; Lin et al. 2014; Görgényi et al. 2016). A busák ellen zajló küzdelem élvonala az Amerikai Egyesült Államok, ahol dollármilliókat költenek évente annak megakadályozására, hogy a fajok egyedei bejussanak a Nagy-tavakba, mely rendkívül nagy ökológiai és gazdasági hátrányt okozna a térségben (Wittmann et al. 2014). Több módszert fejlesztettek ki, vagy meglévőt formáltak át a saját viszonyaikra mind a távoltartásuk (Vetter et al. 2015), mind a gyérítésük tekintetében (Chapman 2020).

A busa fajok okozta problémák jelentős részéért azok táplálkozása tehető felelőssé (Görgényi et al. 2016; Zhao et al. 2016). A két halfaj többnyire zooplankton fogyasztásával fedezi az energiaszükségletét, mellyel számos halfajnak, és főleg azok ivadékaiknak táplálék-

konkurensévé válik (Kolar et al. 2007; Mozsár et al. 2017). Hosszú távú vizsgálatban egyértelművé vált az, hogy a fehér busa tömegessége jelentős hatással van a horgászati hasznosítás alá tartozó halfajok adult egyedeinek mennyiségére: a legtöbb halfaj állománya lecsökkent a busák tömegességének növekedésével és ezt a csökkenést táplálékért való versengés okozza (Solomon et al. 2016; Chick et al. 2020).

Magyarországra a busa fajok az 1960-as években érkeztek haltermelési szándékkal, rövidesen azonban megjelentek a természetes vizekben is (Pintér 2002). A Duna és Tisza esetében már a '90-es években egyértelművé vált a szaporodásuk is (Jankovic 1998), azóta stabil, önfenntartó állományokat hoztak létre Magyarországon. Napjainkban országszerte elterjedtek, minden közepes és nagy folyóinkban rendszeresen előfordulnak (Vital et al. 2021). Az utóbbi évek során évről évre tapasztalják a kutatók a sikeres busa szaporodási eseményeket szerte az országban (Nagy and Papp 2016; Sallai and Sallai 2020; Molnár et al. 2021; Nyeste and Kiss 2021), mely a busák mennyiségének robbanásszerű növekedéséhez vezethet. Mivel szaporodásuk folyóvízhez köthető (Kolar et al. 2007), ezáltal ezekben fokozottan jelentkezik a túlszaporodás veszélye, ami pedig hatalmas ökológiai és gazdasági kockázatokat rejt magában. Jól látható, hogy a fajok gyérítése kiemelt figyelmet érdemel, kifejezetten a folyóvizeinkben.

Ezzel szemben Magyarországon 2016-ban betiltották a kereskedelmi halászatot, és a vízterek kezelését horgásszövetségek vették át. Munkánk során célul tűztük ki, hogy vizsgáljuk ennek a lépésnek a busák állományára kifejtett hatásait.

Anyag és módszer

A busák fogásának változását az Országos Halászati Adattárban (2007-2012, Halászati Kutatóintézet) és az Országos Halgazdálkodási Adattárban (2015-2021, Néh) található fogási adatok segítségével mértük fel. 2015-ben nem kerültek külön feltüntetésre a busa fajok, ezáltal ezt az évet nem tudtuk használni az elemzésekhez.

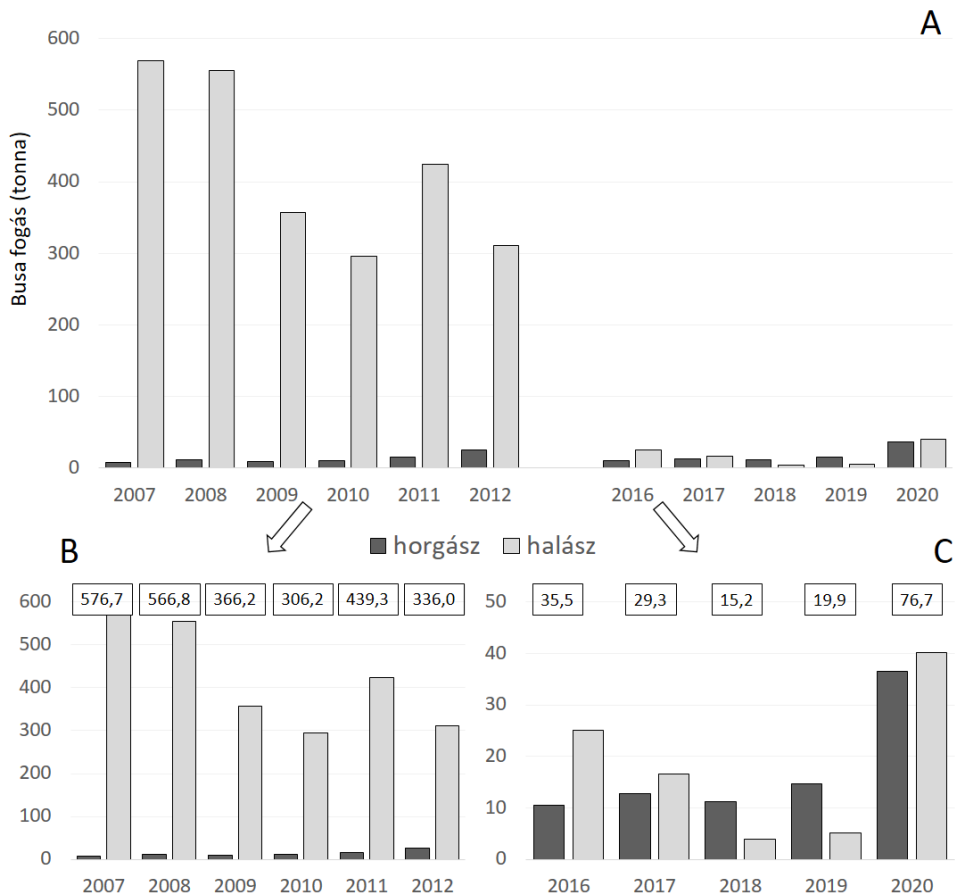
Az eredmények ábrázolását Microsoft Excel programmal végeztük.

Eredmények és értékelésük

A kereskedelmi halászat megszüntetése előtt, 2007 és 2012 között évente Magyarország halgazdálkodási vízterületein átlagosan 418 tonna busát fogtak a halászok, melynek 48-63%-át fogták ki a Balatonból, valamint a Duna és Tisza vízrendszeréből (ez utóbbi adat 2009-2012 között volt elérhető). A balatoni halászat a 2013-as megszűnéséig nagyságrendileg meghaladta a 100 tonnás éves busafogási értéket. A horgászfogás emelkedő tendenciát mutatva 7,9 t-ről 25,3 t-ra emelkedett ez alatt az időszak alatt (1.B. ábra).

A busafogások 2016 és 2020 között folyamatos átalakuláson mentek keresztül, mely az új rendszerhez való alkalmazkodás részeként értelmezhető (1.C. ábra). A halászati engedélyes fogások mennyisége a kezdeti 25 tonnáról 2019-ig 3,6 tonnára estek vissza, majd 2020-ban 35 tonna fölé emelkedtek. A horgászfogások 2016 és 2018 között stagnáltak 10-15 tonna környékén, melyet 2020-ban egy jelentős emelkedés követett (36,5 tonna). Bár trendekről beszélni egy év adataiból nem lehet, jól megfigyelhető a 2020-as évben a busa horgászatának egyre népszerűbbé válása. Akkor és azóta is számos internetes tartalom jelent meg a horgászatuk népszerűsítése érdekében az ismert horgászoktól.

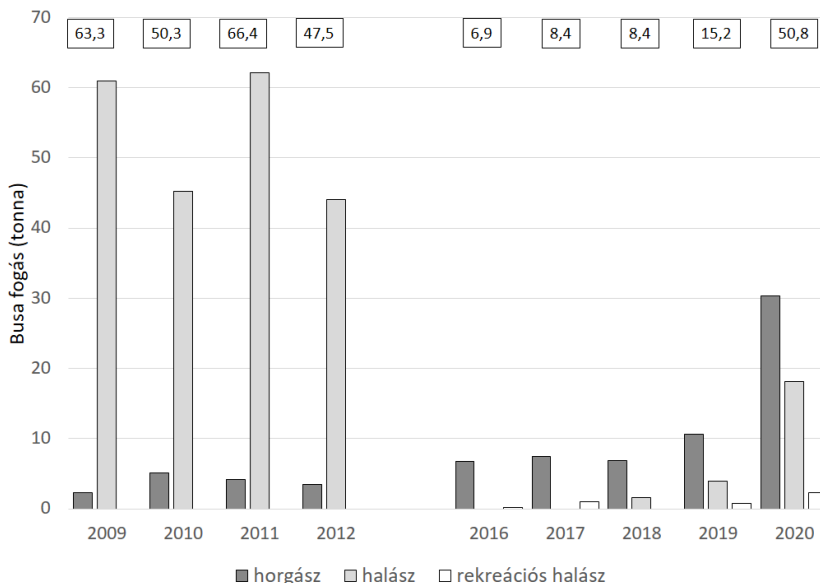
Az évenkénti összes fogás ezen változások miatt nem trendszerűen változott a vizsgált időszakban: 2016-tól 2018-ig jelentősen csökkent az összes busafogás, 35,5 tonnáról 15,2 tonnára. Ezt követően emelkedésnek indult, de 2019-ben is még csak 20 tonna alatti összes fogást láthatunk. A halászati fogások 2020-as évi jelentős emelkedése az összes fogásban is jól látható, 76,7 tonnát ért el.



1. ábra A busa fajok fogásának változása Magyarországon 2007-2021 között (A), valamint külön-külön a kereskedelmi halászat megszüntetése előtti évek (2007-2012, B) és az azt követő évek (2016-2021, C) fogásainak alakulása. Az oszlopok fölötti keretes számok az évenkénti összesített fogásokat mutatják.

Ahhoz, hogy megvizsgáljuk, hogy a potenciálisan veszélyeztetett folyóvizek esetén milyen jelentőségű volt a busa fajok fogása, az Országos Halászati Adattár 2009 – 2012 közötti, valamint az Országos Halgazdálkodási Adattár 2016-2020 közötti folyóvízi adatait vetettük össze. Sajnos azonban ez nem lehet teljesen pontos, hiszen vannak olyan vízterek az Országos Halgazdálkodási Adattárban, melyek néhány holtmederrel együtt szerepelnek, viszont csak elvéve találunk ilyeneket. Fontos megjegyezni, hogy a Tisza-tavat annak sajátosságai miatt a folyókhoz szorosan kötődő élőhelynek vesszük, és a fogási eredményeit itt megjelenítjük.

A folyóvizeinkben a halászati és horgászati fogások 2009 és 2012 között éves átlagban 56,9 tonnát tettek ki, míg 2016 és 2020 között 17,9 tonna volt mindössze. Amennyiben a kereskedelmi halászat megszüntetése előtti eltávolítások éves átlagát – nagyvonalúan - érvényesnek vesszük a megszűnés utáni évekre is, akkor 2016 és 2020 között közel 200 tonna busa maradt a magyarországi folyók vízrendszerében. Bár 2020-ban lényegesen nőtt a kifogott busák mennyisége, de ez még így is elmarad a 2009-2012-es időszak átlagától (2. ábra).



2. ábra A folyóvízi busa fogások alakulása 2009 és 2020 között.

Jól látható, hogy 2016-ban és 2017-ben gyakorlatilag nem fogtak ki busát folyóvízből halászati engedéllyel, és rekreációs halászcijeggyel is csak elhanyagolható mennyiségben. A 2016-ban látható 24 tonna feletti halászati összes fogást mindössze egy vízterület, a Kákafoki és Bikazugi holtág (víztérkód: 04-0076-1-1) adta. Ebben az évben a rekreációs halászcijegyes fogás 170 kg volt. Hasonló volt a 2017-es év is, ahol az összes fogásban látható 15,6 tonna halászfogás egy vízterülethez, a Császárszállás-Oláhréti I. tározótóhoz (víztérkód: 15-0046-1-1) kötődik. A rekreációs halászok folyóvízi busaszákmánya ebben az évben megközelítette az 1 tonnát.

A folyóvízhez köthető halászat első busa fogásait a kereskedelmi halászat leállítását követően 2018-ban láthatjuk. Ekkor a 3,9 tonna éves fogás 40%-át fogták ki a Tisza-tavat és a Tisza Tiszatavi szakaszát tartalmazó víztérből (10-0009-1-1). A Tisza-tavi ökológiai célú busagyerítés folytatódott 2019-ben is, ekkor az összes halászzal kifogott busa 83%-át innen fogták ki. Ezen kívül két folyóvízi vízterületen fogtak ki busát ökológiai halászat eredményeként, mégpedig 53 kg-ot a Duna Adonyi mellékágából (07-0006-1-1) és 200 kg-ot a Duna paksi szakaszáról (17-0001-1-1). A rekreációs halászcijegyes fogások 716 kg-ot értek el a folyóvizeinkben. A 2020-as évben, az előző két évhez hasonlóan, a Tisza-tavi ökológiai halászat dominálta a folyóvizeinkhez köthető busa fogások javát. A teljes 37,8 tonnás halászati fogásban 18,5 tonna származott a folyóvizeinkből, melyből 17,8 tonna a Tisza-tóból származott. Kisebb mennyiségben fogtak még busát a Tisza-tó közvetlen felső szomszédságában lévő tiszai víztérből (97 kg, 05-0002-1-1), a Sajóból (234 kg, 05-0006-1-1), valamint a Duna Adonyi mellékágából (386 kg). A Sajóból Vitál és munkatársai (2021) által végzett kérdőíves kutatásban a folyóról nem érkezett busa észlelés, így ez az adat kiegészíti a busa recens magyarországi előfordulását. A teljes halászati busafogás több mint felét két Tisza holtmeder (Serházzugi 06-0010-1-4, és Bóka 10-0083-1-3) fogása adta. A rekreációs halászcijegyes busafogások száma is jelentősen emelkedett, közel 2,3 tonnát fogtak ki a folyóvizeinkből. Ebből 1653 kg-ot a Tisza Tiszadob és Tiszabecs közötti szakaszáról (15-0164-1-1).

A horgászok folyóvízi fogásait tekintve 2016-ban főként a Duna (öblökkel együtt; 1,9 t) a Tisza (1,7 t) és a Körösök (összesítve; 1,6 t) területéről fogták a busákat. Az éves busafogás 78%-a ezekből származott. Ugyanezen a három folyón volt az összes folyóvízi fogás 75% és 83%-a 2017-ben és 2018-ban, de jelentősen eltérő arányban, mint 2016-ban. A Körösök

területéről csak 0,5 tonnás fogást regisztráltak mindkét évben, és a Dunához tartozó eredmények is csökkentek valamelyest (1,7 és 1,6 t), viszont a Tisza horgászai jórészt megduplázták 2016-os évi fogásukat (3,2 és 3,6 t). A 2019-es évben a Tisza és a Duna is tartotta az eddigi fogásmennyiséget (3,4 t; 1,5 t), viszont a Körösök 4 tonna fogás felé emelkedett, ami 3,5 tonnával haladta meg az előző két év értékeit. Ez önmagában a folyóvízi busa horgászfogások 39%-át adta. Ennek a hirtelen, jelentős növekedésnek az okai tisztázatlanok, de meg kell jegyezni, hogy a Matchfishing Szarvas „Busázás a Hármas Körösön” című videója 2018 októberében jelent meg a Youtube videómegosztón, és jelenleg 110.000 feletti nézettségű. A 2020-as évben szemtanúi lehettünk a busahorgászat további népszerűsödésének, ekkor a folyóvízi összes busa fogás meghaladta a 30 tonnát. A legjelentősebb növekedés a Duna esetén volt megfigyelhető, ugyanis az eddigi másfél tonnát alig meghaladó busa fogások 11 tonna felé ugrottak. Ennek javát is a Duna 1657-1770 fkm-e és a Pilismaróti öböl adták (8,8 t), ennek a területnek a kiemelkedő szerepe nem meglepő, hiszen Budapesthez közel fekvő népszerű horgászhelyek tartoznak ide. Tovább emelkedett a Körösök fogásmennyisége is 2020-ban, ugyanis az összes fogás meghaladta a 9 tonnát. A sokáig legnagyobb busa horgászfogással bíró Tisza 2020-as eredménye csak a harmadik helyre volt elég (5,9 t). A busa horgászatának eddig legnépszerűbb éve volt 2020-ban. Ekkor jelent meg sok olyan internetes tartalom, mely a busa horgászatának módszereit mutatja be, népszerűsíti azt (Youtube videók, Facebook csoport, stb).

A halászati busa fogások a kereskedelmi halászat megszüntetését követő első években szinte kizárólag csak zárt vizek busáinak lehalászására korlátozódtak. Ezt a 2018-as Tisza-tavi ökológiai halászat megindulása változtatta meg kis mértékben. Azóta folyóvízi, halászati engedélyes busa fogás is mindössze csak 5 vízterben valósult meg, melyben egyértelműen a Tisza dominál, holott a horgászfogásokból látszik, hogy a Körös és a Duna esetében is jelentős a busaállomány. A horgászat az eddigi adatok alapján nem tudja pótolni a kereskedelmi halászat megszűnésével kieső gyérítést. A jelenleg folyó halászati eltávolítás területileg egyenlőtlen, ezért az őshonos halállomány védelméhez, és a vizek jó ökológiai állapotának eléréséhez / fenntartásához kritikus a szelektív ökológiai halászat gyors visszavezetése – a Tisza-tó példáján - minden busával érintett folyóba, és a velük kapcsolatban álló vizekbe.

Jól látható, hogy a jelenlegi helyzetben a busák ökológiai célú eltávolításának jelentős részéért a horgászat a felelős. A horgász bázis jelentős, a potenciál nagy benne, viszont a busák horgászatának népszerűsége a drasztikus emelkedés ellenére is alacsony. Mindenképpen fenn kell tartani célzottan a busa fajok horgászatának jelen kori divatját, hiszen látható, hogy hasonló emelkedés megfigyelhető volt 2007-2012 között is (7 t-ról 25 t-ra növekedett az időszak alatt), ami viszont nem volt tartós, hiszen az akkori maximum értéket csak 2020-ban sikerült túlszárnyalnia újra a horgászatnak. Fontosak a különféle ismeretterjesztő platformok, melyek megismertetik a busák horgászatának módszerét, valamint a gasztronómiai ismeretterjesztés is, az egyre nagyobb mennyiségű busafogyasztási kedvhez.

Összefoglalás

Jól látható, hogy a 2016 óta a horgászatban és a halászatban is bekövetkezett pozitív változások ellenére a busák gyérítése jelentősen alulmarad a kereskedelmi halászat megszüntetése előtti eltávolítási mértékektől. Évről-évre jelentős mennyiségű busa marad így a magyarországi vizekben. A kereskedelmi halászat megszűnése miatt becslésünk szerint megközelítőleg 200 tonna busa maradt a magyarországi folyóvizekben, ami az utóbbi két évtizedben észlelt és egyre gyakoribbá váló busa szaporodást figyelembe véve potenciális ökológiai és gazdasági veszélyforrás. Mind a busa horgászatának fejlesztése, mind az ökológiai célú halászatuk (minden idegenhonos fajtát együtt) gyors visszavezetése a folyóvizeinkbe kritikus fontosságú.

Köszönetnyilvánítás

Jelen munkát támogatta a 2019-2.1.11-TÉT-2020-00137 azonosítójú NKFIH pályázat.

Irodalomjegyzék

- Chapman D.C. **2020**. “Modified Unified Method” of Carp Capture. Columbia, Missouri, 2020, 1–2 pp, doi: 10.3133/fs20203005
- Chick, J.H.; Gibson-Reinemer, D.K.; Soeken-Gittinger, L.; Casper, A.F. **2020**. Invasive silver carp is empirically linked to declines of native sport fish in the Upper Mississippi River System. *Biological Invasions* 22(2)Springer International Publishing, : 723–734, doi: 10.1007/s10530-019-02124-4
- Görgényi, J.; Boros, G.; Vitál, Z.; Mozsár, A.; Várbíró, G.; Borics, G. **2016**. The role of filter-feeding Asian carps in algal dispersion. *Hydrobiologia* 764(1): 115–126, doi: 10.1007/s10750-015-2285-2
- Jankovic, D. **1998**. Natural reproduction by asiatic herbivorous fishes in the yugoslav section of the river danube. *Italian Journal of Zoology* 65: 227–228, doi: 10.1080/11250009809386819
- Kolar, C.S.; Chapman, D.C.; Courtenay, W.R.; Housel, C.M.; Williams, J.D.; Jennings, D. **2007**. Bigheaded Carps— A Biological Synopsis and Environmental Risk Assessment: 208 pp, doi: 10.1643/OT-09-041
- Lin, Q.; Jiang, X.; Han B.P.; Jeppesen, E. **2014**. Does stocking of filter-feeding fish for production have a cascading effect on zooplankton and ecological state? A study of fourteen (sub)tropical Chinese reservoirs with contrasting nutrient concentrations. *Hydrobiologia* 736(1): 115–125, doi: 10.1007/s10750-014-1896-3
- Molnár, T.; Lehoczky, I.; Edviné Meleg, E.; Boros, G.; Specziár, A.; Mozsár, A.; Vitál, Z.; Józsa, V.; Allele, W.; Urbányi, B.; Fatle F.A.A.I.; Kovács, B. **2021**. Comparison of the Genetic Structure of Invasive Bigheaded Carp (*Hypophthalmichthys* spp.) Populations in Central-European Lacustrine and Riverine Habitats. *Animals* 11(7): 1–13
- Mozsár, A.; Specziár, A.; Battonyai, 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* × *H. nobilis*) in Lake Balaton, Hungary. *Hydrobiologia* 794(1): 317–332, doi: 10.1007/s10750-017-3137-z
- Nagy, G. és Papp, G. **2016**. Busaszaporulat a tiszta tavon. *Halászat* 109(3): 17
- Nyeste, K. és Kiss, B. **2021**. A fehér busa (*Hypophthalmichthys molitrix*) ivása és ivadé - kainak tömeges jelenléte a Hortobágy folyó vízrendszerén. *Halászat* 114(1): 13
- Pintér, K **2002**. Magyarország halai. Akadémiai Kiadó, Budapest, 202 pp
- Sallai, Z. és Sallai, M. **2020**. Változások a halközösség összetételében a Körös békésszentandrás duzzasztó alatti szakaszán (2009 , 2019) Changes in the fish communities on the lower reach of the River Körös under the riverdam of Békésszentandrás (2009 and 2019). *Pisces Hungarici* 14: 15–32
- Sampson, S.J.; Chick, J.H.; Pegg, M.A. **2009**. Diet overlap among two Asian carp and three native fishes in backwater lakes on the Illinois and Mississippi rivers. *Biological Invasions* 11(3): 483–496, doi: 10.1007/s10530-008-9265-7
- Solomon, L.E.; Pendleton, R.M.; Chick, J.H.; Casper, A.F. **2016**. Long-term changes in fish community structure in relation to the establishment of Asian carps in a large floodplain river. *Biological Invasions* 18(10)Springer International Publishing, : 2883–2895, doi: 10.1007/s10530-016-1180-8
- Vetter, B.J.; Cupp, A.R.; Fredricks, K.T.; Gaikowski, M.P.; Mensinger, A.F. **2015**. Acoustical deterrence of Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Biological Invasions* 17(12)Springer International Publishing, : 3383–3392, doi: 10.1007/s10530-015-0964-6
- Vitál, Z.; Megyeri, E.; Mozsár, A. **2021**. Közösségi média feltérképezésében szerepe a busák hazai elterjedésének The role of social media in the mapping of the distribution of bigheaded carps in Hungary. 15: 121–129
- Wittmann, M.E.; Cooke, R.M.; Rothlisberger, J.D.; Lodge, D.M. **2014**. Using structured expert judgment to assess invasive species prevention: Asian carp and the Mississippi - Great Lakes hydrologic connection. *Environmental Science and Technology* 48(4): 2150–2156, doi: 10.1021/es4043098
- Zhao, S.Y.; Sun, Y.P.; Han, B.P. **2016**. Top-down effects of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) and *Leptodora richardi* (Haplozoa, Leptodoridae) in a subtropical reservoir during the winter–spring transition: a mesocosm experiment. *Hydrobiologia* 765(1)Springer International Publishing, : 43–54, doi: 10.1007/s10750-015-2398-7
- Zhao, S.Y.; Sun, Y.P.; Lin, Q.Q.; Han, B.P. **2013**. Effects of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) and nutrients on the plankton community of a deep, tropical reservoir: An enclosure experiment. *Freshwater Biology* 58(1): 100–113, doi: 10.1111/fwb.12042

MAKROSKÓPIKUS DÖGEVŐK SZEREPE A HALTETEMEK LEBONTÁSÁBAN

PREISZNER Bálint^{1*}, BOROS Gergely¹, CZEGLÉDI István¹, SZOLNOKI Anna²,
ERŐS Tibor¹

¹Balatoni Limnológiai Kutatóintézet, Tihany

²Állatorvostudományi Egyetem, Budapest

*Előadó szerző: preiszner.balint@blki.hu

Kivonat

Az állati tetemek sorsa a vízi ökoszisztémákban is nagy jelentőségű a tápanyag és energiaforgalom dinamikájának szempontjából. Bár napjainkban úgy véljük, hogy szinte az összes ragadozó vagy mindenevő faj egyedei változó mértékben fogyasztanak állati tetemekből, édesvízi rendszerekben mégis keveset tudunk az ilyen viselkedés részleteiről és következményeiről. Egy akváriumi kísérletsorozatban a fekete törpeharcsának (*Ameiurus melas*) és két tízlábú rák fajnak (kecskerák *Pontastacus leptodactylus*, cifrarák *Faxonius limosus*) a haltetek lebontásában, illetve a tetemből történő foszfor felszabadításban betöltött szerepét vizsgáltuk. Vizsgálatainkban a fekete törpeharcsa és a két rák faj egyedei kiemelkedően hatékony makroszkopikus lebontó szervezeteknek bizonyultak, mivel a fogyasztott tetemek foszfortartalma jelentős mértékben csökkent a kísérletek időtartama alatt. Ugyanakkor a tetem eredetű foszfor koncentrációja a vízben nem különbözött a dögevő szervezetet tartalmazó kezelések és a kontroll kezelések között. A dögevő szervezetek a tetemből kinyert foszfornak viszonylag nagy részét (akár 36%) raktározták testükben. A fekete törpeharcsák mindegyik méretkategóriája jellemző sorrendben fogyasztotta a tetemek különböző testrészeit, míg a rákok esetében ilyen mintázatot nem találtunk. A fekete törpeharcsák ragadozó illetve dögevő táplálkozás közötti választását a környezeti feltételek befolyásolták; az élőhely komplexitásával nőtt a tetemfogyasztás hangsúlya. Eredményeink arra utalnak, hogy a makroszkopikus dögevők mellett, hogy a táplálkozási viselkedésük rugalmassága a közösségen belül versenyelőnyt jelenthet számukra, jelentős mennyiségű tápanyagot tudnak a saját szöveteikbe építve magasabb trofikus szinteken tartani, így halpusztulások után egyfajta „pufferként” mérsékelhetik a haltetem eredetű tápanyagterhelések negatív hatásait.

Bevezetés

Az édesvizek tápanyagforgalmának egy eddig némiképp elhanyagolt, mégis potenciálisan fontos aspektusa a makroszkopikus gerinctelen és gerinces szervezetek által végzett állati tetemek lebontó tevékenység, más néven a dögevés. Egyre elfogadottabb az a nézet, amely szerint a dögevés jelensége jóval elterjedtebb, mint azt korábban feltételeztük. Ma már nem feltétlenül tekintjük élesen elkülönülő táplálkozási formának a dögevő, vagy ragadozó életmódot. A jelenlegi vélekedés szerint azt érdemes vizsgálni, hogy a ragadozó illetve mindenevő fajok étrendjében milyen mértékben jelenik meg a tetemek fogyasztása. A haltetek lebomlása olyan mértékű tápanyagáramlást tud előidézni a víztestekben, mint a többi nagyjelentőségű tápanyagforrás. Ennek ellenére aránylag kevés ismerettel rendelkezünk az ezt szabályzó biológiai folyamatokról. Bár szárazföldi és tengeri környezetben jól ismert a dögevés jelensége (Beasley et al., 2012), tudásunk csekély az édesvízi halak dögevő viselkedéséről, és

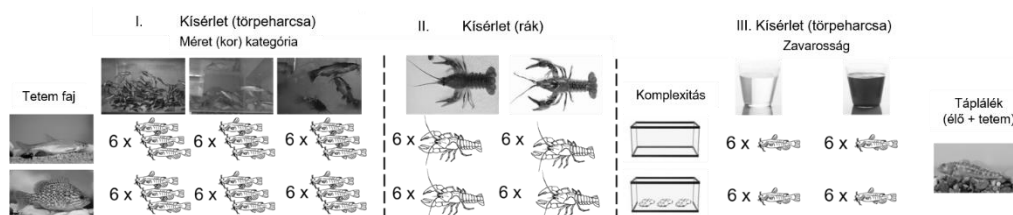
annak részleteiről. Bár néhány halfaj étrendjében leírták már más halak tetemeinek fogyasztását (Schneider, 1998; Chidami & Amyot, 2008), a viselkedés részletei, és a tápanyagforgalomban betöltött ökológiai szerepével kapcsolatban egyelőre számos kérdés megválaszolatlan. Ennek vizsgálata jellemzően egy igen nehéz kérdés, hiszen az elterjedt étrendelemzési módszerek (pl. béltartalom vizsgálata, izotópos tápanyagösszetétel vizsgálat) nem képesek eldönteni az elfogyasztott táplálékról, hogy az még élt vagy már nem az elfogyasztás pillanatában. E miatt a kérdés eldöntéséhez mindenképpen viselkedési megfigyelések szükségesek. Az egyes táplálkozási stratégiák használata, illetve az azok közötti rugalmas váltás képessége nagyban befolyásolhatja egy-egy faj sikerességét egy adott élőhelyen. Különösen igaz lehet ez inváziós fajok esetén, ahol az új környezetbe kerülve az egyedeknek a sikeresség érdekében alkalmazkodni kell az új élőhely lehetőségeihez, így például változatos táplálkozása lehet az egyik kulcs a fekete törpeharcsa sikerességéhez.

A fentiek alapján vizsgálatainkban arra kerestük a választ, hogy:

1. Van-e méretfüggő különbség a fekete törpeharcsák dögevő viselkedésében (lebontási ráta, táplálék kezelése)?
2. Eltérő mértékben fogyasztják-e a dögevők a különböző fajú tetemeiket?
3. Eltérő környezetben különbözik-e a fekete törpeharcsák ragadozó és tetemfogyasztó táplálkozásának aránya?
4. Milyen hatékonyan csökkentik a tetemek foszfor tartalmát a vizsgált dögevők?
5. Mi lesz a lebomló tetemekből felszabadított foszfor sorsa?

Anyag és módszer

A makroszkópikus vízi szervezetek dögevő viselkedését egy akváriumi kísérlet sorozatban vizsgáltuk. Dögevő szervezetként fekete törpeharcsákat (*Ameiurus melas*), cifrarákokat (*Faxonius limosus*) valamint kecskerákokat (*Astacus leptodactylus*) használtunk. Felkínált táplálékként szélhajtó kűsz (*Alburnus alburnus*), naphal (*Lepomis gibbosus*), folyami géb (*Neogobius fluviatilis*) valamint tarkagéb (*Proterorhinus semilunaris*) tetemeiket használtunk. A kísérletekben részt vevő állatokat a fogságba érkezés után akklimatizáltuk az akvárium körülményekhez. A fogyasztó szervezeteket a kísérletek megkezdése előtt standard ideig éhezettük az egységes telítettség megteremtése érdekében. Az akklimatizáció és a kísérletek során egyaránt állandó hőmérsékleti és egységes periódusú fényviszonyokat biztosítottunk.



1. ábra A kísérleti elrendezések

Eredmények és következtetések

Eredményeink szerint a vizsgálatainkban résztvevő makroszkópikus fajok mindegyike igen hatékony lebontó szervezet. A fekete törpeharcsák esetében a tetem faja alapvetően meghatározta a fogyasztás mértékét; egyértelműen nagyobb mértékben fogyasztották a puhább izomzatú szélhajtó kűsz tetemeiket a keményebb, csontosabb naphalhoz képest. A tetemek fogyasztását a fekete törpeharcsák esetében sem limitálta szájméretük; az azt jelentősen meghaladó méretű szélhajtó kűsz tetemek elfogyasztása is jellemző volt. Ez esetben a fekete

törpeharcsák mindegyik méretcsoportja esetében kimutatható volt, hogy egy jól meghatározott sorrendben fogyasztják a tetemek testrészeit. A hasüreg felbontása után először elfogyasztják a belső szerveket, majd ezt követi az izomzat további részeinek fogyasztása (Preisznér et al., 2020). A rákok esetében ilyen mintázatokat sem a tetem preferencia, sem a testrészek fogyasztási sorrendjében nem találtunk (Boros et al., 2020). A dögevési hatékonyság a fekete törpeharcsák esetén a korrallal növekedett; a nagyobb, azaz idősebb egyedek tetemfogyasztási aránya magasabbnak bizonyult. A fekete törpeharcsák ragadozó illetve dögező táplálkozás közötti választását a környezeti feltételek befolyásolták; az élőhely komplexitásával növekedett a tetemfogyasztás hangsúlya, míg a víz zavarosságával a ragadozó táplálkozás aránya.

Mind a fekete törpeharcsa, mind a két rákfaj hatékony lebontó szervezetnek bizonyultak, ugyanis jelenlétükben jelentősen több foszfor szabadult fel a tetemekből, mint kizárólagos mikrobiális bomlás esetében (Boros et al., 2020). Fontos továbbá, hogy a vízben található tetem eredetű foszfor mennyisége ennek ellenére nem különbözött lényegesen a vízben, így a tetemből felszabaduló többlet foszfort a dögezők a saját szervezetükbe építették be. Ez a tetemben eredetileg megtalálható foszfor mennyiség akár 36%-át is jelenthette.

Eredményeink arra utalnak, hogy a vizsgált fajok táplálkozási viselkedésének rugalmassága a közösségen belül versenyelőnyt jelenthet számukra, ugyanakkor halpusztulások után egyfajta „pufferként” mérsékelhetik a haltetem eredetű tápanyagterhelések negatív hatásait.

Kulcsszavak: dögezés, tápanyagforgalom, lebontás, akváriumi kísérlet, haltetem

Köszönetnyilvánítás

A Kutatás az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült. Kutatásainkat a GINOP-2.3.2.-15-2016-00004. azonosító számú pályázat, valamint az Agrárminisztérium támogatta.

Irodalom

- Beasley, J. C.; Olson, Z. H.; Devault, T. L. **2012**. Carrion Cycling in Food Webs: Comparisons among Terrestrial and Marine Ecosystems. *Oikos* 121, 1021–1026.
- Boros, G.; Czeglédi, I.; Erős, T.; Preisznér, B. **2020**. Scavenger-Driven Fish Carcass Decomposition and Phosphorus Recycling: Laboratory Experiments with Freshwater Fish and Crayfish. *Freshwater Biology* **65**, 1740–1751.
- Chidami, S. and Amyot, M. **2008**. Fish Decomposition in Boreal Lakes and Biogeochemical Implications. *Limnology and Oceanography* 53, 1988–1996.
- Preisznér, B.; Czeglédi, I.; Boros, G.; Liker, A.; Kern, B.; Erős, T. **2020**. Scavenging Behaviour and Size-Dependent Carcass Consumption of the Black Bullhead (*Ameiurus Melas*). *Journal of Fish Biology* 97, 1113–1119.
- Schneider, J. C. **1998**. Fate of Dead Fish in a Small Lake. *The American Midland Naturalist* 140, 192–196.

A MÉRT VÁLTOZÓK HATÁSA A MORFOMETRIAI VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEIRE

BÁNÓ Bálint^{1,2}, TAKÁCS Péter¹

¹*Balaton Limnológiai Kutatóintézet, Tihany 8237 Klebelsberg Kuno u. 3,*
²*Magyar Agrár -és Élettudományi Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet,*
Molekuláris Ökológiai Tanszék Gödöllő 2100 Páter Károly u. 1

✉ *bano.balint@blki.hu*

✉ *takacs.peter@blki.hu*

Kivonat

Jelen munkánkban három halfaj adatsorainak elemzésével bemutatjuk, hogy a vizsgálatba bevont változók száma jelentősen befolyásolja a morfometriában használt többváltozós statisztikai elemzések eredményeit. A helyesen osztályozott egyedek százalékos aránya és a csoportcentroidok távolsága akkor mutatta a legmagasabb értékeket, ha az összes (35) változót bevontuk az elemzésbe. A helyesen osztályozott egyedek esetében azonban már 17 változó bevonásával 92-83-83%-os eredményt érhetünk el, e fölött a változó szám felett viszont jelentősen lassul a növekedés aránya. A szignifikáns csoportelkülönülések aránya pedig már 5-10 változó használata mellett is maximalizálható. Ezért fontos a vizsgálat céljának megfelelően megválasztani a mérendő változók számát.

Bevezetés

A morfometria az a tudományos módszertan, amely az alak és annak változásának kvantitatív leírásával és elemzésével foglalkozik (Rohlf, 1990). A morfometriát a tudomány számos területén használják a klinikai diagnosztikától (Azaria et al., 2003) kezdve egészen a paleontológiáig (Ball et al., 2016; Zhao et al., 2020). Ezt a módszert széles körben használják az ichtiológiai vizsgálatok során is állományok, illetve fajok elkülönítésére (González-Castro et al., 2012), taxonómiai problémák megoldására (Golubtsov et al., 2012), ökológiai kérdések tisztázására (Sibbing & Nagelkerke, 2001).

A távolság alapú morfometriai eljárások pontossága a képanalízis elterjedésével sokat fejlődött (Cadrin & Friedland, 1999). Az új statisztikai eljárások megjelenése (Zelditch et al., 2004) valamint a személyi számítógépek térnyerése a morfometriai cikkek számát növelték a halbiológia területén (Adams et al., 2004).

A legtöbb kutatási módszerhez hasonlóan a morfometriának is megvannak a maga saját korlátai. Számos módszertani cikk foglalkozik a morfometria alkalmazhatóságával, használhatóságával és érzékenységével (Cadrin, 2000; Kocovsky et al., 2009; Petrtýl et al., 2014; Takács et al., 2016). Találhatunk például ajánlott változókat a méréseinkhez (Cadrin, 2000; Armbruster, 2012), de nincs általánosan használt protokoll a távolság alapú mérésekhez. Az összehasonlíthatóság kedvéért voltak kísérletek arra, hogy taxonómiai alapon határozzák meg (Pravdin, 1966) a mérendő változókat. Manapság azonban úgy tűnik, hogy a szerzők választása többnyire a hasonló témájú korábbi irodalomra támaszkodik a mérendő változók meghatározásánál (Tulli et al., 2009; Sirakov et al., 2012).

Egyes különleges esetekben néhány jól megválasztott változó elegendő lehet a csoportok elkülönítéséhez (Franklin et al., 2012), van olyan szerző azonban, aki annyi változót mér,

amennyi csak lehetséges (Elliott et al., 1995). A mérések elvégzése idő- és energiaigényes folyamat. Ezen kívül vannak olyan változók, amelyeket nehezebb rögzíteni, így adataink gyakrabban terhelődnek mérési hibákkal (Yezerinac et al., 1992), ami megnehezítheti a csoportok elkülönítését. Mivel a morfometriában általánosan használt többváltozós statisztikai módszerek (pl. kanonikus varianciaanalízis) nem teszik lehetővé, hogy több változóval dolgozzunk, mint az egyes csoportjaink elemszáma, így a mérendő változók számának megfelelő megválasztása elengedhetetlen (Zelditch et al., 2004).

Jelen munkánkkal szerettünk volna választ keresni arra a kérdésre, hogy az egyes mérések során mennyi változót érdemes bevinni a statisztikai elemzésekbe. A változók számának milyen hatásai vannak az eredményekre, valamint vannak-e általánosan használható változók a különféle taxonómiai csoportokra.

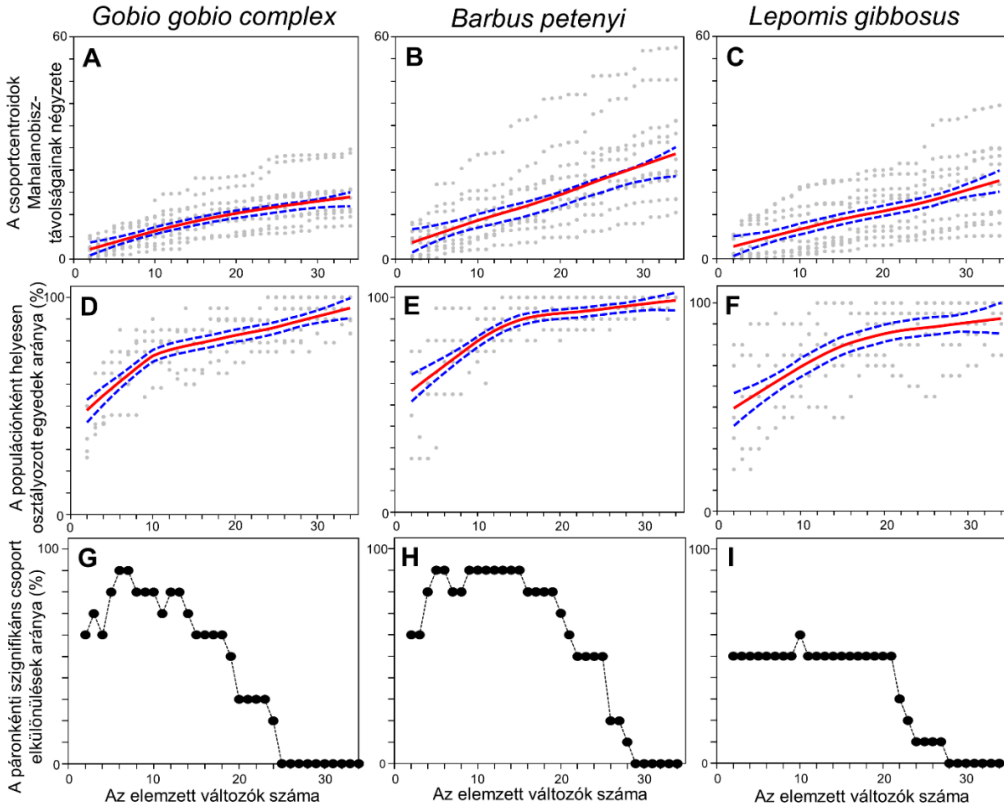
Anyag és módszer

Méréseinket fenékjáró küllő (*Gobio gobio* complex) (Takács, 2018), Petényi-márna (*Barbus petenyi*, Heckel, 1852) és naphal (*Lepomis gibbosus*, Linnaeus, 1758) egyedein végeztük. Mind a három halfaj esetében 5 mintavételi pontról gyűjtöttünk egyedeket. A mintagyűjtéshez Hanss-Grassl IG200 2B típusú elektromos halászgépet használtunk (engedélyszám: PE-KTF/659-15/2017, ANPA Agentia Nationala pentru Pescuit si Acvacultura: 08/21.03.2016). A kifogott állatokról jó minőségű digitális fotót készítettünk Nikon D5300-as fényképezőgéppel. A morfometriai méréseket a digitális fotón végeztük el ImageJ szoftver segítségével. A fényképekről 35 változót mértünk le minden esetben, a mért adatokat (Elliott et al., 1995) módszerével standardizáltuk. A változók értékeit F statisztikával elkülönítő erő alapján állítottuk sorrendbe. Ezt követően egyesével növeltük a statisztikai elemzésbe bevont változók számát a legmeghatározóbbakkal kezdődően egészen a legkisebb elkülönítő erejű változókig. A CVA eredményei közül az elemzések elkülönítő erejének értékeléséhez a csoportelkülönülések Bonferroni korrigált szignifikancia értékeit, a csoportcentroidok Mahalanobisz-távolságainak négyzetét, valamint a vizsgált egyedek besorolásának százalékos jóságát használtuk fel. A statisztikai elemzéseket a PAST 2.17-es programmal (Hammer et al., 2001) végeztük.

Eredmények és következtetések

Az adatok elemzése azt mutatta, hogy a változó számok növelése jelentősen befolyásolta a morfometriai vizsgálatok eredményét. A csoportcentroidok négyzetes Mahalanobisz távolság értékei (1A-C ábra) folyamatos növekedést mutatnak a vizsgálatba bevont változó számok növelésével. A populációnként helyesen besorolt egyedek százalékos aránya (1D-F ábra) szintén növekszik. Ha az elemzésbe bevont változók számát 17-re növeljük, a helyesen besorolt egyedek aránya 92%-ra emelkedik a Petényi-márna, valamint 83%-ra a fenékjáró küllő és a naphal esetében. E fölött a változó szám felett viszont jelentősen lassul a növekedés aránya. A páronkénti szignifikáns csoport elkülönülések százalékos aránya (1G-I ábra) a változó számok növekedésével kezdetben kis mértékben nő, majd pedig jelentősen csökken.

Eredményeink azt mutatták, hogy a szignifikáns csoportelkülönülések aránya maximalizálható már 5-10 változó elemzésével. Ugyanakkor a helyesen osztályozott egyedek százalékos aránya és a csoportcentroidok távolsága akkor mutatta a legmagasabb értékeket, ha az összes változót bevontuk az elemzésbe. Ezért javasoljuk a vizsgálat céljának megfelelően megválasztani a mérendő változók számát.



1. ábra A csoportcentroidok négyzetes páronkénti Mahalanobis távolságának változása (A-C) a populációnként helyesen osztályozott egyedek százalékos aránya (D-F) és a páronkénti szignifikáns csoport elkülönülések százalékos aránya (G-I) a változó számok függvényében. Az A-F ábrákon szürke pontokkal ábrázoltuk az egyedeket, piros trend vonallal a LOESS simítást, kék szaggatott vonallal látható a 95%-os konfidencia intervallum 999-es véletlen ismétlés mellett.

Összefoglalás

Jelen munkánkban három halfaj adatsorainak elemzésével arra kerestük a választ, hogy az alkalmazott változók száma hogyan befolyásolja a vizsgált állományok morfológiai elkülöníthetőségét. Eredményeink azt mutatták, hogy a szignifikáns csoportelkülönülések aránya maximalizálható már 5-10 változó elemzésével. Ugyanakkor a helyesen osztályozott egyedek százalékos aránya és a csoportcentroidok távolsága akkor mutatta a legmagasabb értékeket, ha az összes változót bevontuk az elemzésbe. Ezért javasoljuk a vizsgálat céljának megfelelően megválasztani a mérendő változók számát.

Kulcsszavak: hal, mérés, változós szám redukció, elkülönítés

Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk köszönetet mondani Ferincz Árpádnak, Nagy András Attilának, Imecs Istvánnak, Maász Gábornak, Zrínyi Zitának, Preiszner Bálintnak, Erős Tibornak, Czeglédi Istvánnak, Boross Nórának és Vitál Zoltánnak a mintagyűjtésben nyújtott segítségükért. Bánó Bálintot az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programja támogatta.

Irodalom

- Adams, D.C.; Rohlf, F.J.; Slice D. E. **2004**. Geometric morphometrics: Ten years of progress following the 'revolution.' *Italian Journal of Zoology* 71: 5–16.
- Ambruster, J.W. **2012**. Standardized measurements, landmarks, and meristic counts for cypriniform fishes. *Zootaxa* 3586: 8–16.
- Azaria, R.; Adler N.; Silfen R.; Regev D.; Hauben, D.J. **2003**. Morphometry of the adult human earlobe: A study of 547 subjects and clinical application. *Plastic and Reconstructive Surgery* 111: 2398–2402.
- Ball, T.B.; Davis A.L.; Evett, R.R.; Ladwig, J.L.; Tromp, M.; Out, W.A.; Portillo, M. **2016**. Morphometric analysis of phytoliths: Recommendations towards standardization from the International Committee for Phytolith Morphometrics. *Journal of Archaeological Science Elsevier Ltd* 68: 106–111, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2015.03.023>.
- Cadrin, S.X., **2000**. Advances in morphometric identification of fishery stocks. *Reviews in Fish biology and Fisheries* 10: 91–112.
- Cadrin, S. X., and Friedland, K.D. **1999**. The utility of image processing techniques for morphometric analysis and stock identification. *Fisheries Research* 43: 129–139.
- Elliott, N.G.; Haskard, K.; Koslow, J.A. **1995**. Morphometric analysis of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) off the continental slope of southern Australia. *Journal of Fish Biology* 46: 202–220.
- Franklin, D.; Cardini, A.; Flavel, A.; Kuliukas, A. **2012**. The application of traditional and geometric morphometric analyses for forensic quantification of sexual dimorphism: Preliminary investigations in a Western Australian population. *International Journal of Legal Medicine* 126: 549–558.
- Golubtsov, A.S.; Cherenkov, S.E.; Tefera, F. **2012**. High morphological diversity of the genus *Garra* in the Sore River (the White Nile Basin, Ethiopia): One more cyprinid species flock?. *Journal of Ichthyology* 52: 817–820.
- González-Castro, M.; Ibáñez, A.L.; Heras, S.; Roldán, M.I.; Cousseau, M.B.; **2012**. Assessment of lineal versus landmark-based morphometry for discriminating species of Mugilidae (Actinopterygii). *Zoological Studies* 51: 1515–1528.
- Hammer, Ø.; Harper, D.A.; Ryan, P.D. **2001**. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica* 4: 9.
- Kocovsky, P.M.; Adams, J.V.; Bronte, C.R. **2009**. The Effect of Sample Size on the Stability of Principal Components Analysis of Truss-Based Fish Morphometrics. *Transactions of the American Fisheries Society* 138: 487–496.
- Petrtyl, M.; Kalous L.; Memiş, D. **2014**. Comparison of manual measurements and computer-assisted image analysis in fish morphology. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 38: 88–94.
- Pravdin, I. F. **1966**. Manual on study of fishes. *Pischevaya propishlennost Moscow*, 376. Moscow.
- Rohlf, F. J. **1990**. Morphometrics. *Annual Review of Ecology and systematics* 21: 299–316.
- Sibbing, F. A. and Nagelkerke, L.A. **2001**. Resource partitioning by Lake Tana barbs predicted from fish morphometrics and prey characteristics. *Reviews in Fish biology and Fisheries* .
- Sirakov, I.; Staykov, Y.; Ivancheva, E.; Nikolov, G.; Atanasov, A. **2012**. Morphometric characteristic of European perch (*Perca fluviatilis*) related to sex dimorphism. *Agricultural Science and Technology* 4: 203–207.
- Takács, P. **2018**. Megjegyzések a Magyarországon előforduló, *Gobio* genusba tartozó küllők taxonómiai helyzetével és névhasználatával kapcsolatban = Notes on the taxonomic position and naming problems of the Hungarian stream dwelling gudgeons (*Gobio*). *Pisces Hungarici* 12: 63–66.
- Takács, P.; Vitál, Z.; Ferincz, A.; Staszny, Á. **2016**. Repeatability, reproducibility, separative power and subjectivity of different fish morphometric analysis methods. *PLoS ONE* 11: 1–16.
- Tulli, F.; Balenovic, I.; Messina, M.; Tibaldi, E. **2009**. Biometry traits and geometric morphometrics in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) from different farming systems. *Italian Journal of Animal Science* 8: 881–883.
- Yezerinac, S. M.; Lougheed, S.C.; Handford, P. **1992**. Measurement error and morphometric studies: statistical power and observer experience. *Systematic Biology* 41: 471–482.
- Zelditch, M. L.; Swiderski, D.L.; Sheets, H.D.; Fink, W.L. **2004**. *Geometric morphometrics for biologists: a primer*. Elsevier Academic Press. San Diego.
- Zhao, W.; Liu, J.; Bicknell, R.D.C **2020**. Geometric morphometric assessment of guanshan trilobites (Yunnan province, china) reveals a limited diversity of palaeolenid taxa. *Palaeontologia Electronica* 23:.

A KIVÉTEL ERŐSÍTI A SZABÁLYT? HÉVÍZI TÖRPENÖVÉSŰ VADPONTY EGYEDI IVARÉRÉSE ÉS ÍVÁSA

MÜLLER Tamás¹, BÓGÓ Bence¹, FERINCZ Árpád¹, HORVÁTH József¹, STASZNY Ádám¹, WEIPERTH András¹, IVÁNOVICS Bence², LENTE Vera¹, SPECZIÁR András³, URBÁNYI Béla⁴

¹Magyar és Agrár és Élettudomány Egyetem, Szent István Campus agárdi telephely, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Természetesvízi Halökológiai Tanszék, Gödöllő

²Magyar és Agrár és Élettudomány Egyetem, Szent István Campus, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Környezettoxikológiai Tanszék, Gödöllő

³Balatoni Limnológiai Kutatóintézet, Tihany

⁴Magyar és Agrár és Élettudomány Egyetem, Szent István Campus, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő

Bevezetés

A szakirodalmi leírások alapján mérsékelt égvönön a 4-5 nyaras korban ivaréretté váló ponty ívási ideje a tavaszi - nyár eleji időszakra esik (legfőképp május hónap), amikor a vízhőmérséklet 17-20 °C közé emelkedik (Horváth és Urbányi, 2000). Azonban él egy különleges pontyállomány a Hévízi tóban (Herman 1887, Varga et al., 2003, Várkonyi, 2022), amely a világ legnagyobb, tözegmedrű, fürdőzésre alkalmas, gyógyhatású, meleg vizes tava. A tó vízének hőmérséklete 24-37°C között változik évszaktól függően (Tófürdő napi mért adatai alapján). A tófelület kiterjedése 4,44 hektár, a legnagyobb mélysége 38,5 méter. A tavat tápláló források átlagos vízhozama 35 000 m³/nap, a teljes vízcseréhez valamivel kevesebb, mint 4 nap szükséges. Átlag mélysége 2,8 méter (Körmendi 2008).

Ez a pontygenotípus egy elszigetelt, önfenntartó állományt alkot a tóban, mely a szélsőséges hőmérsékleti és kémiai viszonyokhoz alkalmazkodott. A populáció - az alkalmazkodás egyik következményeként - törpenövésű egyedekből áll, nagyon kis mérettel válnak ivaréretté. Mivel kizárólag a Hévízi-tóban fordulnak elő, egyedi genetikai tulajdonságokkal és környezeti tűrőképességgel bírnak. Valószínűleg a dunai vadpontytól eredeztethetőek. A hévízi ponty állomány természetes szaporodása eddig nem volt ismert.

Anyag és módszer

Halfaunisztikai vizsgálatot végeztünk 2021. február 22-23. között, amikor a pontyok ívását figyeltük meg. Az ívás észlelést követően ikrákat egy 275 cm-es nyélre szerelt 65 µm-es lyukbőségű planktonhálával kerestük indiai vörös tündérrózsa hosszúvirágú alfaj (*Nymphaea rubra* var. *longiflora*) leveleinek fonák részén, valamint a parti övben fonalas zöldmoszat (*Cladophora*) mezőkben. Oldott oxigén tartalmat, valamint a vízhőmérsékletet LabSys PH12 fotométerrel-, vízoszlopmagasságot Deeper Smart Sonar Pro+ segítségével mértünk.

Eredmények és következtetések

Ívás a tó északi sekélyebb részén történt a partmenti sávban, ahol a meder mélysége kb. 1,7-1,8 m. A planktonhálával a tündérrózsa levelein megtelepedő-, valamint a parti zónában előforduló fonalas zöldmoszatban fejlődő embriókat tartalmazó ikraszemeket találtunk. A begyűjtött

ikraszemeket Gödöllőre szállítottuk, a belőlük a kifejlődő halak minden esetben pontyok voltak. A hévízi ponty állományok megfigyelt ivásának környezeti feltételei nagyban eltérnek a mérsékelt égövben tapasztalat ivási tényezőktől (1. ábra), míg ikra- és larva nagyságban már nem mutatkozott akkora különbség.

1. táblázat A ponty (*C. carpio*) és a Hévízben élő törpenövésű vadponty egyes szaporodásbiológiai paramétereinek összevetése.

	Mérsékelt égöv (Horváth és Urbányi, 2000)	Hévíz (jelen vizsgálatok)
Ivarérettség	4-5 év	1 év (legkisebb ivarérett ikrás testtömege: 24 g)
Ivás időszak	kora tavasz - kora nyári	késő tél - kora tavasz
Vizhőmérséklet	17-20°C	27-28 °C
Oldott oxigéntartalom	5-6 mg/liter	3 mg/liter
Ivási szubsztrát	sekély szélvíz, a tófenék fűvel vagy finom szálú vízi növényvel borított területek	mély víz (akár 1,7 m), tündérrózsa leveleinek fonák része, - fonalas zöldalga (partszél)
Más alapvető környezeti tényező, ami kiváltja/elősegíti az ivást	áradás, amikor a víz iontartalma hígul, esetleg melegfront érkezik, ami légnymomás változással is jár	hosszabbodó nappalok, "felmelegedő víz"
Ikraátmérő	1,5 – 1,8 mm	1,4 – 1,98 mm
Kikelt lárva	5 – 7 mm	4,6 – 6,6 mm

Összefoglalás

Habár 2007 óta folyamatosan kutatjuk a hévízi törpenövésű vadponty állományt élőhelyükön, természetes ivásukat először 2021. február 23-án sikerült megfigyelni. A forrástavat 2021-ben, a COVID járvány miatt a látogatók elől elzárták, a nyugodt körülményeket kihasználva a pontyok zavartalanul ívtak. Az ivási körülményeket rögzítettük és összevetettük szakirodalmi adatokkal. A hévízi tavi ponty állományok megfigyelt ivásának környezeti feltételei nagyban eltérnek a mérsékelt égövben tapasztalat ivási tényezőktől.

Kulcsszavak: természetes ivás, ivaréres, szaporodásbiológiai jellemzők

Köszönetnyilvánítás

Munkák az NKFI Alap (NKFI_K_135824), EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008, az Európai Regionális Fejlesztési Alap és Magyarország Kormánya, valamint a TKP2020-IKA-12 Tématerületi Kiválósági Program 2020, Intézményi Kiválóság Alprogram támogatása.

Irodalomjegyzék

- Herman, O. 1887. A magyar halászat könyve, K. M. Természettudományi Társulat, Budapest. 570-571. p.
- Horváth, L. és Urbányi, B. 2000. Halak szaporodásbiológiája. 214-343. p. In: Horváth L. (szerk.). Halbiológia és Haltenyésztés. Második kiadás. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 440. p.
- Körmenyi, M. 2008. A Hévízi-tó környezeti, természeti, gyógy- és idegenforgalmi jelentőségének bemutatása. Kutatási jelentés. 105. p.
- Varga, D.; Müller, T.; Specziár, A.; Fébel, H.; Hancz, Cs.; Bázár, G.; Urbányi, B.; Szabó, A. 2013. A note on the special fillet fatty acid composition of the dwarf carp (*Cyprinus carpio carpio*) living in thermal Lake Hévíz, Hungary. Acta Biol Hung. 64(1): 34-44.
- Várkonyi, L. 2021. A balatoni sudár ponty (*Cyprinus carpio morpha accuminatus*) és a hévízi törpenövésű magyar vadponty (*Cyprinus carpio morpha hungaricus*) spermamélyhűtésének és intenzív rendszerben történő szaporításának vizsgálata, valamint in vitro spermabankjának megalapozása. Doktori értekezés (MATE Szent István Campus, kézirat 139 p.).

Poszterek

LESÓHARCSEA (*SILURUS GLANIS*) FOGÉKONYSÁGÁNAK VIZSGÁLATA TÖRPEHARCSEA RANAVÍRUSRA (ECV)

ABONYI Flóra¹, VARGA Ádám², SELLYEI Boglárka³, ESZTERBAUER Edit⁴,
DOSZPOLY Andor⁵

Állatorvostudományi Kutatóintézet; Budapest, Hungária krt. 21. 1143;

¹abonyi.flora@vmri.hu;

²nyomjukmeg@gmail.com

³sellyei.boglarka@vmri.hu

⁴eszterbauer.edit@vmri.hu

⁵dospoly.andor@vmri.hu

Bevezetés

Az akvakultúra az egyik legdinamikusabban fejlődő mezőgazdasági ágazat az egész világon. Az intenzív állattenyésztésben, így a halgazdálkodásban is, a magas mortalitással és így jelentős gazdasági károkkal járó járványokat okozó vírusok jelentik az egyik legnagyobb problémát (Kibenge 2016). A világszerte azonosított több halvírus közül számos vírusról a hazai halállományok is fogékonyak, mint például a harcsák ranavírusaira (European catfish virus, ECV és European sheatfish virus, ESV), a pontyok tavaszi virémiájának vírusára (SVCV) és a koi herpeszvírusra (KHV) (Gray and Chinchar 2015; Kibenge 2016). A ranavírusok az *Iridoviridae* családba tartozó duplaszálú DNS vírusok, melyek halak, hüllők és kétélűek állományaiban okozhatnak tömeges elhullásokat (Chinchar 2002; Holopainen et al. 2009). Magyarországon 2013-ban izoláltak először ranavírust (ECV) halból, amely Szegeden (2008), majd Esztergom és Mártély környékén okozott tömeges elhullást a törpeharcsa állományokban (Juhász et al. 2013). Az ECV képes megfertőzni gazdaságilag jelentős halfajokat is, mint például az európai lesóharcsát (*Silurus glanis*), amely Európában kedvelt étkezési és horgászhal (Leimbach et al. 2014), így Magyarországon is egyre nagyobb mértékben vonják tenyésztésbe. Munkánk célja az volt, hogy meghatározzuk különböző korú lesóharcsák fogékonyságát egy Magyarországon izolált törpeharcsa ranavírusra.

Anyag és módszer

A lesóharcsa fertőzéses kísérletek során három különböző korú, 8 hetes (átlagos testtömeg: 3 g), 10 hetes (8 g) és 16 hetes (55 g) csoportot fertőztünk kétféle ECV dózissal (10^5 és 10^6 TCID₅₀/ml) $21 \pm 0,5$ °C-on. A négy hónapos halak esetében helyhiány miatt csak a 10^5 TCID₅₀/ml dózisban vizsgáltuk a vírus hatását a kontrollcsoport mellett. A lesóharcsák halgazdaságból, ugyanabból a szaporításból származtak. A kísérletben használt halakon parazitológiai és bakteriológiai vizsgálatokat is végeztünk. Minden csoportban 25 db hal volt, és a fertőzést követően 1 hónapig figyeltük meg az állatokat. A halakon megmutatkozó tüneteket dokumentáltuk. A vírusfertőzést májmintákból, DNS kivonást követően vírus-specifikus PCR-rel igazoltuk, valamint belső szervekből újra izoláltuk a vírust EPC (*Epithelioma Papulosum Cyprini*) sejtvonalon. A kapott kumulatív mortalitás adatok statisztikai értékelését Fisher-egzakt teszttel, R Commander program használatával értékeltük, a diagramokat Microsoft Excel programmal generáltuk. Minden kísérletből a 10^5 TCID₅₀/ml-es dózissal fertőzött csoportok

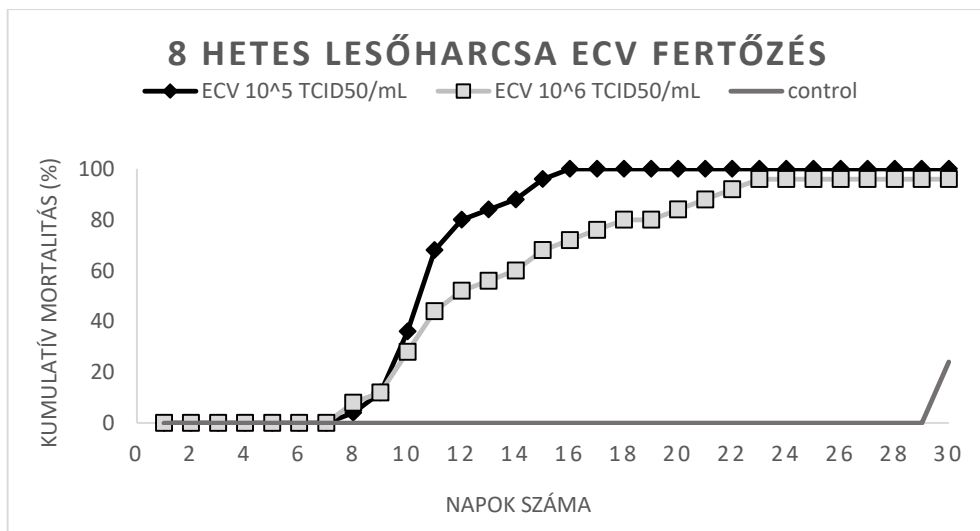
mortalitás adatait hasonlítottuk össze, az ECV okozta mortalitás korfüggésének vizsgálata céljából.

Eredmények és következtetések

A kísérletet megelőzően a felhasználásra szánt lesőharcsákon szűrővizsgálatot végeztünk úgy, hogy néhány egyed májából gyűjtött szövetmintákat ranavírus specifikus PCR felhasználásával teszteltük. Ennek eredményeként ranavírus jelenlétét nem tudtuk kimutatni az állományban. A kísérlet előtti karantén időszakban paraziták jelenlétét nem tapasztaltunk a 8 hetes kísérletben használt egyedek vizsgálata során. Később, az elhullások kezdetekor darakór (*Ichthyophthirius multifiliis*) jelent meg a 8 hetes kísérlet összes csoportjában. Ekkor FMC (formalin, malachitzöld, metilénkék) kezelést végeztünk, így a kontroll csoportban nem történtek parazita okozta elhullások. Az első kísérlet tapasztalatai miatt a következő kísérletek előtt megelőző FMC kezelést (0,6-0,75 ml/50 liter) hajtottunk végre. Így a 10 hetes halakon végzett kísérletben nem jelentkezett semmilyen zavaró tényező.

A 16 hetes fertőzéses kísérlet előtt bakteriológiai vizsgálatok céljából az akklimatizációs időszak alatt mintát vettünk májából és lépéből. Ennek eredményeként alfa- és béta- hemolizáló baktériumokat azonosítottunk Columbia véres agaron. Az API20NE biokémiai teszt és a rpo DNS szekvencia eredmények *Aeromonas veronii* jelenlétét igazolták.

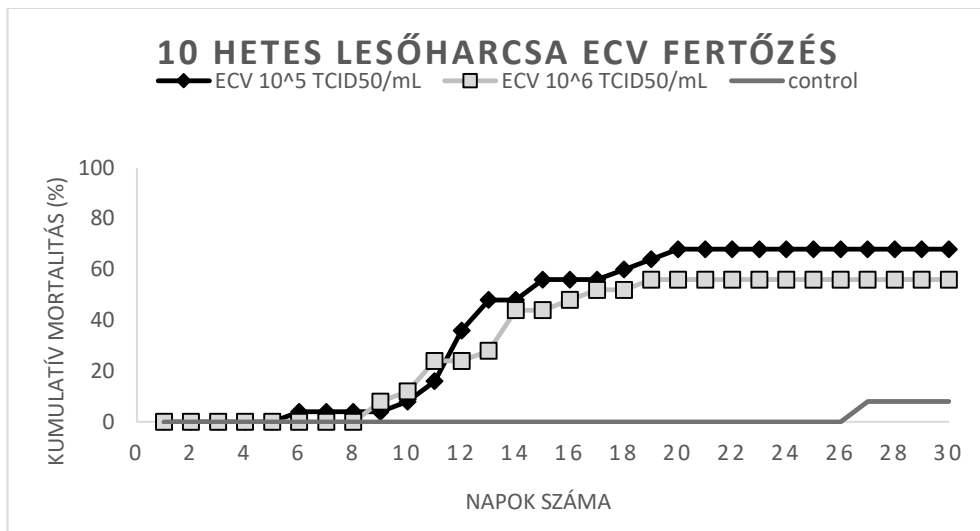
A 8 hetes halakon végzett kísérletben a kontrollcsoporthoz képest szignifikánsan megemelkedett kumulatív mortalitást tapasztaltunk: 100%-ot a 10^5 , 96%-ot a 10^6 TCID₅₀/ml-es csoportokban (1. ábra). A kontroll csoportban a kísérlet utolsó néhány napjában a 24%-os elhullást kannibalizmus okozta. A kontroll és a fertőzött csoportok között szignifikáns ($p < 0.0001$) különbséget tudunk kimutatni a Fisher-egzakt teszt használatával. Elhullás a fertőzést követő 8. naptól a 23. napig volt megfigyelhető. Az elpusztult halak bőrén pontszerű vagy kiterjedt gyulladásokat, vérzéseket, boncolás során pedig hasüregi folyadékgyülemet (ascites), és a belső szervek anémiáját (elsősorban a májban) figyeltük meg. Minden vírusfertőzött csoportban étvágytalanságot tapasztaltunk.



1. ábra Kumulatív mortalitás 8 hetes lesőharcsa (*Silurus glanis*) ECV fertőzéses kísérletben

A 10 hetes korcsoportban 68% (10^5 TCID₅₀ per ml, $p < 0.0001$) és 56% (10^6 TCID₅₀ per ml, $p = 0.0003$) kumulatív mortalitást kaptunk. Az elhullások a fertőzést követő 9. napon kezdődtek, és

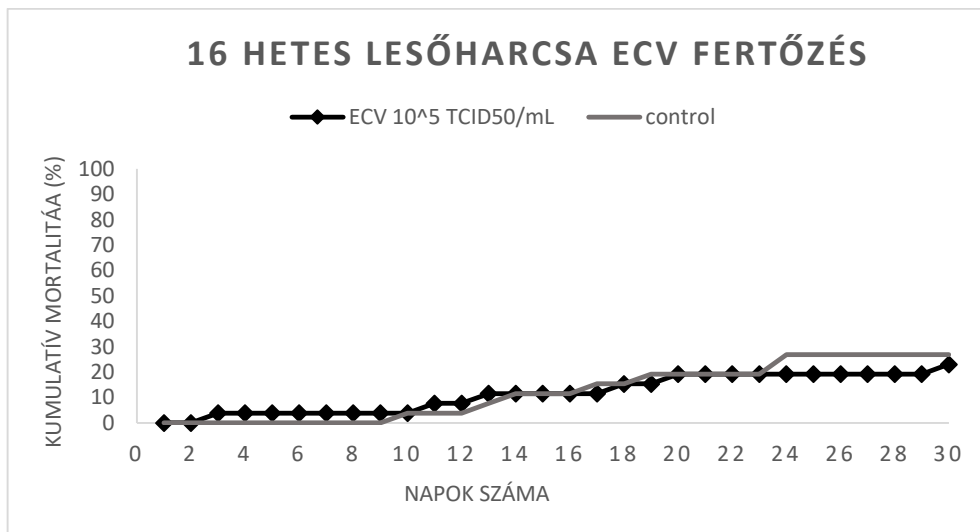
a 20. napig tartottak (2. ábra). A kontroll csoportban tapasztalt minimális (8%) elhullást szintén kannibalizmus okozta a kísérlet utolsó napjaiban.



2. ábra Kumulatív mortalitás 10 hetes lesőharcsa (*Silurus glanis*) ECV fertőzéses kísérletben

A 16 hetes korcsoportban a kontroll és a fertőzött csoportban hasonló, 23-26% mortalitást tapasztaltunk, a fertőzést követő 3. naptól a 30. napig ($p=1.0000$) (3. ábra). A fertőzött csoportban étvágytalanság jelentkezett a fertőzést átvészelt halakon, továbbá pontszerű gyulladásokat figyeltünk meg a bőrön. Mivel a kontroll csoportban nem volt jellemző az étvágytalanság, így a halak agresszívabb viselkedése következményeként kialakult sebek miatt következhetek be az elhullások, amely kis mértékben módosíthatta az eredményeket.

A 3 kísérlet alátámasztja azt a hipotézist, mely szerint a mortalitás szignifikánsan függ a lesőharcsa korától ($p < 0.0001$). A két alkalmazott dózis (10^5 és 10^6 TCID50/ml) között $n = 25$ egyedszám mellett (mely ez esetben alacsonynak tekinthető) a statisztikai teszttel egyik kísérletben sem volt kimutatható szignifikáns különbség (8 hetes: $p = 1.0000$, 10 hetes: $p < 0.0001$).



3. ábra Kumulatív mortalitás 10 hetes lesőharcsa (*Silurus glanis*) ECV fertőzéses kísérletben

A vírus újra izolálásához a 8 hetes kísérlet első 3 elhullott halából vettünk mintát. A sejtkárosító hatás (CPE) megfigyelhető volt EPC sejteken két nap után, míg a negatív kontrollban ez nem volt tapasztalható.

Vírus-specifikus PCR felhasználásával az összes kísérletben részt vett halból gyűjtött (lép, máj), szövetmintát megvizsgáltuk (1. táblázat). A 8 és 10 hetes halak esetében az elhullott egyedek száma korrelált a pozitív PCR eredményekkel, és a vírushatást átvészelt halak többsége negatív PCR eredményt adott. Ezzel szemben a 16 hetes korcsoportban a fertőzést átvészelt halak (19 db) közül 11 halban igazoltuk az ECV DNS jelenlétét. A pozitív minták közül random módon kiválasztott néhány mintán szekvenencia analízist végeztünk, mellyel 100%-os nukleotid azonosságot mutattunk ki az ECV vírussal.

1. táblázat Ranavírus PCR eredmények

Kísérlet	Tömeg	Csoport	Mortalitás		Pozitív PCR eredmény/összes tesztelt egyed	
			elhullott egyedek száma/összes	kumulatív százalékos mortalitás	Elhullott	Fertőzést átvészelt
8 hetes	kb. 3 g	10 ⁵ TCID ₅₀ /ml dózis	25/25	100%	19/25	0/0
		10 ⁶ TCID ₅₀ /ml dózis	24/25	96%	24/25	0/1
		kontroll	6/25*	24%	0/6	0/19
10 hetes	kb. 8 g	10 ⁵ TCID ₅₀ /ml dózis	17/25	68%	17/17	0/8
		10 ⁶ TCID ₅₀ /ml dózis	14/25	56%	14/14	0/11
		kontroll	2/25	8%	0/2	0/23
16 hetes	kb. 55 g	10 ⁵ TCID ₅₀ /ml dózis	6/26	23%	6/6	11/20
		kontroll	7/26*	27%	0/7	0/19

*Kannibalizmus vagy agresszív viselkedés miatti elhullás

Korábban már vizsgálták a *Silurus glanis* fogékonyságát különböző típusú ranavírusokra (Leimbach et al. 2014). Munkánkban hasonló módon megvizsgáltuk a magyarországi ECV izolátum fertőzőképességét különböző korú lesőharcsákon. Jelentős elhullást tapasztaltunk, amely alapján arra következtethetünk, hogy a magyarországi izolátum az Olaszországban izolált ECV-24 (Bovo et al. 1993) vírushoz hasonló elhullásokat képes okozni, szemben más külföldi izolátumokkal kapott eredményekkel, ahol alacsonyabb mortalitást tapasztaltak. Az első, 8 hetes halakon végzett kísérlet eredményei alapján azt feltételezzük, hogy ebben az életkorban a lesőharcsa immunrendszere még nem fejlődött ki teljes mértékben, ezért kaphattuk a legmagasabb mortalitást ebben a korcsoportban. Ezek alapján feltételezhető, hogy a halak immunrendszere körülbelül 3 hónapos kor elérését követően képes megküzdeni a ranavírus fertőzéssel, így a 16 hetes halakon végzett kísérletünkben az ECV mortalitása már szignifikánsan csökkent. Eredményeink azt mutatják, hogy a 4 hónaposnál fiatalabb egyedeket veszélyeztetni elsősorban a vírus, így az ivadéknevelés során lenne szükség a legnagyobb védelemre. További munkánk során a halgazdaságokban megjelenő ranavírus járványok megelőzése céljából ECV elleni prototípus újgenerációs vakcinákat fejlesztünk, melyeket törpeharcsán, mint modellállaton kívánunk tesztelni.

Összefoglalás

A ranavírusok világszerte elterjedt, gazdasági károkat okozó vírusok az akvakultúrában. Az európai lesőharcsa Európában egyre népszerűbb étkezési és horgászhal, állományaiiban a különböző ranavírus törzsek eltérő mértékű mortalitást okozhatnak. Ezért munkánk célja volt, hogy meghatározzuk a különböző korú lesőharcsák fogékonyságát a Magyarországon izolálásra került törpeharcsa ranavírus (ECV) törzssel szemben. A vírusra való érzékenységet három korcsoportban vizsgáltuk: 8 hetes, 10 hetes és 16 hetes korú lesőharcsákon, melyeket egy magasabb és egy alacsonyabb ECV dózissal (10^5 és 10^6 TCID₅₀/ml) fertőztünk 21 ± 0.5 °C-on. A legfiatalabb korcsoportban magas (96-100%), a középső korcsoportban mérsékelt (56-68%), a legidősebb korosztályban pedig nem tapasztaltunk szignifikáns elhullást, bár az állomány jelentős részében kimutattuk a vírus jelenlétét. Az elhullások mértékéből arra következtethetünk, hogy a hazánkban izolált ECV az olaszországi ECV-24-es izolátumhoz hasonló mortalitást képes okozni. Kísérleti eredményeinkből kitűnik, hogy a magyarországi ECV izolátum magas kockázatot jelent a fiatal lesőharcsa állományok számára, így a 4 hónapnál fiatalabb lesőharcsák esetében megfontolandó a vírus elleni vakcina alapú védekezés.

Kulcsszavak: törpeharcsa ranavírus, lesőharcsa, kísérletes vírus fertőzés

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a 2018-ban elnyert NKFI K140348 OTKA pályázat keretén belül valósulhatott meg. Köszönettel tartozunk a kísérleti állatok biztosításáért az Aranypony Zrt.-nek, és a Debreceni Egyetem Takarmány- és Élelmiszer Biotechnológiai Tanszékének.

Irodalom

- Bovo, G.; Comuzi, M.; Cescia, G.; Giorgetti, G.; Giacometti, P., Cappellozza, E. **1993**. Isolamento di un agente virale irido-like da pesce gatto (*Ictalurus melas*) dallelevamento. Boll Soc It Patol Ittica 11:3–10.
- Chinchar, V.G. **2002**. Ranaviruses (family Iridoviridae): Emerging cold-blooded killers. Arch Virol 147:447–470.
<https://doi.org/10.1007/s007050200000>

- Gray, M.J. and Chinchar, G.V. **2015**. Introduction: history and future of ranaviruses. In: Gray MJ, Chinchar G V. (eds) Ranaviruses. Springer International Publishing, pp 1-8.
- Holopainen, R.; Ohlemeyer, S.; Schütze, H.; Bergmann, S.M.; Tapiovaara, H. **2009**. Ranavirus phylogeny and differentiation based on major capsid protein, DNA polymerase and neurofilament triplet H1-like protein genes. *Dis Aquat Organ* 85:81–91. <https://doi.org/10.3354/dao02074>
- Juhász, T.; Woynárovichné Láng, M.; Csaba, G.; L. Farkas, S.; Dán, Á **2013**. Isolation of a ranavirus causing mass mortality in brown bullheads (*Ameiurus nebulosus*) in Hungary. *Magy Állatorvosok lapja* 135.:763–768
- Kibenge, F.S.B. **2016**. Introduction to aquaculture and fisheries. In: Kibenge FSB, Godoy MG (eds) *Aquaculture Virology*. Elsevier, pp 3-8.
- Leimbach, S.; Schütze, H.; Bergmann, S.M. **2014**. Susceptibility of European sheatfish *Silurus glanis* to a panel of ranaviruses. *J Appl Ichthyol* 30:93–101. <https://doi.org/10.1111/jai.12219>

A ROVARLISZT TAKARMÁNYBA TÖRTÉNŐ RÉSZLEGES BEVONÁSÁNAK HATÁSA AZ AFRIKAI HARCSA (*Clarias gariepinus*) IKRÁSOK REPRODUKCIÓS PARAMÉTEREIRE

ASKALE Gebremichael¹, YARSMIN Yunus Zeebone², OMERALFAROUG Ali²,
MÜLLER Tamás³, KUCSKA Balázs¹

¹ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Kaposvári Campus; e-mail: kucska,balazs@uni-mate.hu

² Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattudományi Intézet, Kaposvári Campus

³ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Szent István Campus

Bevezetés

Magyarországon az intenzív körülmények között megtermelt halak 92,6%-át az afrikai harcsa adja (AKI 2021). Az étkezési halként értékesített afrikai harcsa mennyisége 2020-ban megközelítette a 4000 tonnát, mellyel hazánk Európában vezető helyen áll. Egyre több halfaj takarmányában alkalmazzák a halliszt helyettesítése céljából a különböző rovarlisztek, mint alternatív fehérje forrás. Több tanulmány született arról, hogy a rovarlisztek képesek a halliszt akár teljes (Belghit és munkatársai 2019), akár részleges helyettesítésére (Caimi és munkatársai 2021; Gebremichael és munkatársai 2021) a termelési paraméterek jelentős romlása nélkül, a nevelés különböző szakaszaiban alkalmazva. Sokkal kevesebb információ áll rendelkezésre a rovarlisztek hosszú távú alkalmazásának hatásairól, különös tekintettel azok reprodukciós paraméterekre gyakorolt hatásáról.

Kísérletünkben célul tűztük ki, hogy megvizsgáljuk a 100g/kg koncentrációban alkalmazott részlegesen zsírtalanított fekete katonalégy liszt, lisztbogár liszt és a kettő 1:1 arányú keveréke milyen hatással van az ikra minőségre.

Anyag és módszer

A vizsgálatainkat a MATE Kaposvári Campus hallaboratóriumának kísérleti recirkulációs üzemében végeztük. A kísérletekhez saját szaporításból származó afrikai harcsát használtunk fel. A halakat vegyes ivarban neveltük 250L-es medencékben (n:21/kád). Az első kezelésben (BS) a halak 100g/kg katonalégy, a másodikban (MW) 100g/kg lisztbogár, a harmadikban (BSWM) 100g/kg fekete katonalégy és lisztbogár liszt 1:1 arányú keverékét kapták. Kontrollként (K) rovarliszt mentes takarmányt alkalmaztunk. A napi takarmány adag a testtömeg 1%-ban volt meghatározva, melyet havonkénti mérések után újra számítottunk. A kísérleti tápok összetétele és fontosabb beltartalmi értékei az 1. táblázatban láthatóak. A víz hőmérséklet a nevelés során 26±1,2 °C volt.

1. táblázat A kísérleti takarmányok összetétele

Összetevő (%)	K	BS	MW	BSMW
halliszt-60	20	10	10	10
Lisztbogár (TM)	0	0	10	5
Fekete katonalégy (BS)	0	10	0	5
szója fehérje	14.6	14.6	14.6	14.6
búza	33.4	33.1	32.6	32.9
baromfi liszt	25	25	25	25
Titán dioxid	0.1	0.1	0.1	0.1
premix	1.5	1.5	1.5	1.5
repce olaj	4	4.3	4.8	4.5
Kalcium foszfát	1	1	1	1
kémiai összetétel % nedves tömegre számolva				
száraz anyag	95.78 ± 0.21	97.22 ± 0.04	96.37 ± 0.01	97.10 ± 0.03
nyers fehérje	44.35 ± 0.35	45.53 ± 1.09	45.11 ± 0.46	45.97 ± 0.20
nyers zsír	7.95 ± 0.05	8.45 ± 0.27	8.29 ± 0.20	8.50 ± 0.06
nyers rost	1.70 ± 0.28	3.27 ± 0.43	2.97 ± 0.11	2.95 ± 0.66
hamu	10.63 ± 0.21	9.38 ± 0.02	8.97 ± 0.01	8.99 ± 0.03
Bruttó energia (KJ g ⁻¹)	19.05 ± 0.04	19.94 ± 0.04	19.72 ± 0.00	19.87 ± 0.05

Négy hónapos nevelési szakasz után kezelésként 6-6 ikrást választottunk ki véletlenszerűen ($w_i: 732 \pm 140g$). A halakat 4 mg/ttkg ponty hipofízissel oltottuk intramusculárisan és egyesével helyeztünk el 250L medencékbe (vízhőmérséklet 27°C volt). A kísérlethez két, kereskedelmi táppal nevelt tejest is felhasználtunk, amelyeket 2mg/ttkg hipofízissel oltottunk intramusculárisan. Az ikrát 13 órával a hormonkezelést követően fejtük le. A termékenyítéshez kioperált heréből származó kevert spermát használtunk fel. Az ikratételekből vett mintákat Petri csészében inkubáltuk, gerinchúros állapotig háromszoros ismétlésben. Az eredményeket egy szempontos varianciaanalízissel vizsgáltuk (ANOVA) –GraphPad InStat Version 3.

Eredmények és következtetések

A kísérlet során minden halat sikeresen lefejtünk. A testtömegre számított legnagyobb ikramennyiséget (PGSI%) a kontroll és a katonalégy liszttel etetett csoportnál kaptuk, a lisztbogár liszttel etetett halak PGSI értéke valamivel alacsonyabb volt, a legalacsonyabb értéket pedig a katonalégy és lisztbogár liszt 1:1 keverékével etetett csoportnál kaptuk, mely szignifikánsan kisebb volt a K csoport halainál. A termékenyülési értékeknél hasonló tendenciát mutattak, a kevert rovarliszttel etetett csoportnál kaptuk a legalacsonyabb termékenyülési értékeket.

2. táblázat A rovarliszt etetési kísérlet eredményei

	kezelés				p-érték
	BS	MW	BSMW	K	
testtömeg (g)	637±76	694±152	795±121	803±149	0.103
Ikratömeg (g)	124±13	121±32	116±57	160±31	0.191
PGSI (%)	19.5±1	17.5±3.2	14.4±5.6	19.9±1.9	0.046
termékenyülési %	48.5±8.6	52.2±10.4	42.7±12.6	48.3±7.7	0.05

A különböző kísérleti takarmánnyal etetett halak: BS katonalég, MW lisztbogár, BSMW: katonalég és lisztbogár 1:1 keveréke, K rovarliszt mentes. (ANOVA)

Összefoglalás

A 4 hónapos nevelési kísérletünkben az afrikai harcsa takarmányban a halliszt rovar liszttel (katonalég és lisztbogár) történő helyettesítése nem okozott jelentős változást az ovuláció sikerességében. A legkedvezőbb PGSI és termékenyülés a BS a K és a MW csoportban volt tapasztalható. Ugyanakkor a kevert rovarlisztet kapó halaknál BSMW csoport halainál szignifikánsan kisebb volt az egy haltól lefejehető termékeny ikra mennyisége.

Kulcsszavak: afrikai harcsa, ikra minőség, katonalég, lisztbogár

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük ifj. Majoros Ferencnek (Haltáp Kft.) és Gura Tamásnak (MATE Állatélettani és Takarmányozási Intézet) a takarmányok tervezésében és a gyártásban nyújtott segítségüket. Külön köszönet a MATE Halászati Kutató Központ Takarmányozástani kutatócsoportjának a takarmányok analitikai vizsgálatáért.

Irodalom

- AKI **2021**. Lehalászási jelentés 2020 év, Demeter Edit Szerk. XXVI évfolyam 1. szám Agrárgazdasági Intézet, Nonprofit Kft, Budapest
- 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,
- Caimi, C.; Biasato, I.; Chemello, G.; Oddon, S.B.; Lussiana, C.; Malfatto, V.M.; Capucchio, M.T.; Colombino, E.; Schiavone, A.; Gai, F.; Trocino, A.; Brugiapaglia, A.; Renna, M.; Gasco, L. **2021**. Dietary inclusion of a partially defatted black soldier fly (*Hermetia illucens*) larva meal in low fishmeal-based diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12(1): 1–15.
- Gebremichael, A.; Hancz, Cs.; Kucska, B. **2021**. Effect of total or partial replacing of fishmeal with black soldier fly (*Hermetia illucens*) meal on growth performance and body condition indices of common carp (*Cyprinus carpio*) *AAC BIOFLUX* 14 : 4 pp. 2280-2286.

ALACSONY HALLISZT TARTALMÚ TÁPRA SZELEKTÁLT AFRIKAI HARCSA, (*CLARIAS GARIEPINUS*, BURCHELL, 1822) ÁLLOMÁNY NÖVEKEDÉSÉNEK VIZSGÁLATA

BALOGH Réka Enikő¹, PÉTER Dániel¹, BÍRÓ Adrienn¹, KOBOLÁK Julianna¹,
BOKOR Zoltán¹, URBÁNYI Béla¹, VARJU-KATONA Milán², SZILÁGYI Gábor²,
KOVÁCS Balázs¹

¹ Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, 2100
Gödöllő, Páter K. u. 1., e-mail: balogh.reka.eniko@uni-mate.hu

² Győri „Előre” Halászati Termelőszövetkezet, 2465, Kisbajcs, Arany János utca 22.

Bevezetés

A népesség növekedésével járó élelmezési problémák megoldása korunk egyik legnagyobb kihívása, melynek megoldásában az akvakultúra biztosította élelmiszertermelésnek hatalmas szerepe lehet. Hazánk halászati termelésében kiemelt jelentőségű az afrikai harcsa (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822), mely betegségekkel szemben ellenálló faj, a vízminőségre nem kényes, jó növekedési eréllyel és takarmányértékességgel rendelkezik, emiatt intenzív termelésre rendkívül alkalmas. Az akvakultúrák termelés költségeinek jelentős része a takarmányköltségből adódik, 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 növekedése várható. Számos halfajnál már próbálkoztak az állati eredetű fehérje növényi fehérjével történő helyettesítésével, azonban ez sok esetben 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 egyedekhez hasonló, vagy jobb növekedési mutatókkal rendelkezik.

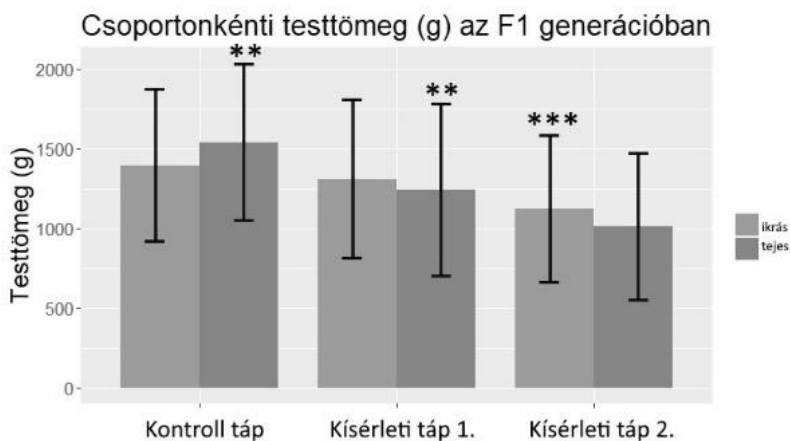
Anyag és módszer

Vizsgálataink során két generáción keresztül szelektáltunk afrikai harcsát (*Clarias gariepinus*) egy alacsony halliszt tartalmú kísérleti tápra, majd a szelekció eredményességét az F3 generáción ellenőriztük. A kísérleti állományt a Győri „Előre” Halászati Termelőszövetkezet (GYE) telepén, átfolyó vizes rendszerben, fél-üzemi körülmények között, 1800 literes medencékben, 23-24°C-on neveltük, kétféle táppal etetve. A kontroll csoport egy, a halgazdaságokban általánosan használt, magasabb halliszt tartalmú (8,1%), míg a kísérleti csoport egy alacsonyabb halliszt tartalmú (6%) tápot kapott. Mindkét táp (4,5mm) azonos nyersfehérje (42%) és nyerszsír (12%) tartalommal rendelkezett. A szaporítások az általános akvakultúrák gyakorlatnak megfelelően zajlottak, Ovopel (GnRH-a és metaklopramid, Interfish

Kft.) injektálást követően, az ivartermékeket négy darab 5x5-ös (5 ikrás és 5 tejes) csoportban keverve. Az utódokat piaci méretig neveltük, majd rögzítettük a testtömegüket (g) és az ivari papilla alapján megállapított ivarukat. Az F1 és az F2 generációban (n=1683 és n=1783) a kísérleti csoportból két technikai ismétlést, a kontroll csoportból egy ismétlést hoztunk létre térképezési keresztezés céljából: az F2 generáció létrehozásakor minden csoportból a legkisebb és a legnagyobb egyedeket kereszteztük. Előbbiekén túl kialakítottunk három pozitív szelektált csoportot (n=861 F1 és n=1000 F2 generáció) a kísérleti táppal etetett legnagyobb egyedekből, a tenyésztési időszak alatt rendszeresen leválogatva, melyeket a későbbiekben tenyész állományként tervezünk használni. Az F3 generációban (n=3083) a korábban kontroll táppal etetett egyedekből kialakítottuk a kontroll csoportot és két pozitív szelektált csoportból két kísérleti csoportot, melyek mindegyikét egy-egy medencében kísérleti és kontroll táppal etettünk. Az adatok kiértékelése R szoftver (ver. 3.5.3) segítségével történt, $p < 0,05$ szignifikancia szinttel. Vizsgáltuk a táp és az ivar összefüggését Fisher-egzakt teszttel, a táp és az ivar hatását a testparaméterekre ANOVA analízissel, kontraszt mátrixszal generációnként, valamint Welch-féle t próbával az F3 generáció különböző táppal etetett csoportjait párosan.

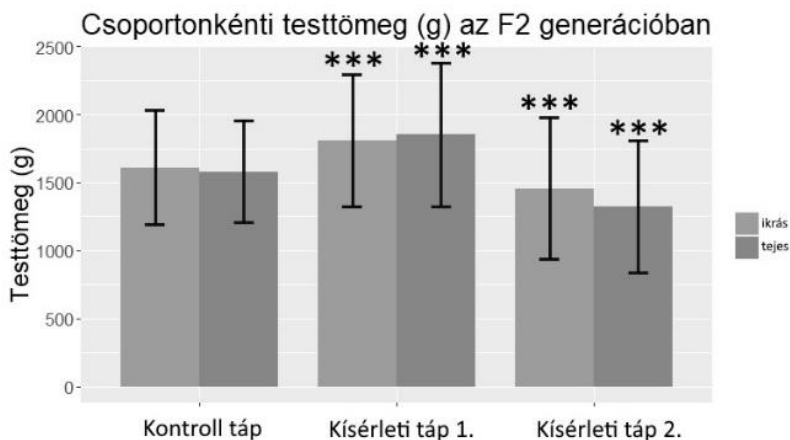
Eredmények és következtetések

Egyik generációban sem találtunk összefüggést a táp és az ivar között, az ivararány minden csoportban 1:1 körüli volt, azaz a táp hatására nem történt ivar-arány eltolódás. Az F1 generációban (1. ábra) szignifikáns különbséget találtunk a csoportonkénti átlagos testtömegben (kontroll táp $1461,6 \pm 490,34$ g, kísérleti táp 1. csoport $1281,67 \pm 515,97$ g, kísérleti táp 2. csoport $1076,37 \pm 464,36$ g), a csökkentett halliszt tartalmú táppal etetett csoportok alacsonyabb növekedési eréllyel rendelkeztek, mint a kontroll csoport. Korábbi kísérletek során számos halfaj estében megfigyelték, hogy az állati eredetű fehérje növényi fehérjével történő helyettesítése általában negatív irányba befolyásolja a halak növekedési mutatóit és egészségi állapotát, eredményeink az irodalmi adatokhoz hasonlóak. Érdekes azonban, hogy modellünk alapján a tápon túl az ivar hatása is szignifikáns volt a testtömeg változóra, interakcióval, mely azt mutatja, hogy az ikrások jobban tudták hasznosítani a kísérleti tápot, mint a tejesek, míg a kontroll táppal etetett csoportban a tejesek növekedési erélye volt nagyobb. Ennek egyik lehetséges magyarázata, hogy az alacsonyabb halliszt tartalmú táp esetén a szükséges fehérje mennyiséget növényi fehérjék (szója, kukorica) felhasználásával biztosítják, mely könnyebben hasznosítható lehet az ikrások számára.



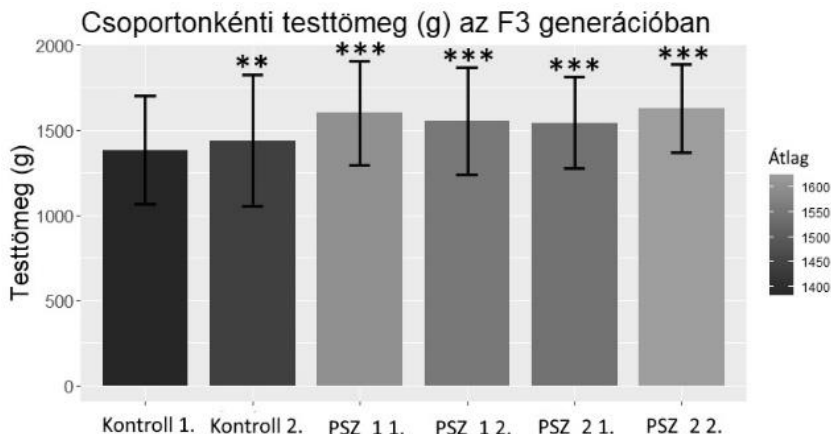
1. ábra Csoportonkénti és ivaronkénti testtömeg (g) az F1 generáció nem szelektált csoportjaiban ($p < 0,05$, $p < 0,001$ **, $p < 0,0001$ ***)

Az F2 generációban (2. ábra) az egyik kísérleti csoport (1389,63±507,22g) szignifikánsan alacsonyabb, míg a másik kísérleti csoport (1827,48±506g) szignifikánsan magasabb testtöeggel rendelkezett a kontroll csoporthoz (1597,05±399,49g) képest. Ez feltételezhetően azt mutatja, hogy a második generációra az állatok, legalábbis a második kísérleti csoport egyedei valamelyest adaptálódtak az alacsony halliszt tartalmú táphoz, jobban tudták hasznosítani azt. Az F2 generációban az ivar hatása nem volt szignifikáns. A három pozitív szelektált csoport átlagos testtömege 2297,41±463,78g volt, melyből arra következtethetünk, hogy szelekcióval jelentősen jobb termelési paraméterek érhetőek el.



2. ábra Csoportonkénti és ivaronkénti testtömeg (g) az F2 generáció nem szelektált csoportjaiban ($p < 0,05$, * $p < 0,001$ ** $p < 0,0001$ ***)

Az F3 generációban (3. ábra) elvégeztünk egy teljesítményvizsgálatot a szelekció sikerességének ellenőrzésére, az előző két generációban kontroll táppal etetett kontroll csoport (Kontroll) és két pozitív szelektált (PSZ_1, PSZ_2), korábban kísérleti táppal etetett csoport felhasználásával. Mindhárom csoportot két-két részre osztottuk és külön medencékben neveltük, ahol a csoport egyik fele kontroll tápot (1.), a másik fele kísérleti tápot (2.) kapott a piaci méret eléréséig. A testtömeg adatok alapján mindkét pozitív szelektált csoport szignifikánsan nagyobb volt a kontroll csoporthoz képest, azaz mesterséges szelekcióval már két generáció alatt látványos eredményt tudtunk elérni. Ugyanakkor a különböző táppal etetett csoportok között nem tudtunk szignifikáns eltérést kimutatni, sem az első (1.: 1599,11±307,92g, 2.: 1554,47±315,20g) sem a második (1.: 1542,74±266,84g, 2.: 1624,48±260,18g) pozitív szelektált csoportban, tehát a tápra történő szelekció hatása az F3 generációban nem volt kimutatható. Emellett kis mértékű, de szignifikáns eltérést tapasztaltunk a kontroll csoporton belül is, a kísérleti táppal etetett halak testtömege volt magasabb, mely feltehetően véletlen hatásnak köszönhető.



3. ábra Csoportonkénti testtömeg (g) az F3 generációban: Kontroll- a korábbi generációkban kontroll táppal etetett csoport, PSZ_1- az egyik pozitív szelektált, PSZ_2- a másik pozitív szelektált csoport, 1.- kontroll táp, 2. kísérleti táp (p<0,05 *, p<0,001 **, p<0,0001 ***)

Összességében elmondhatjuk, hogy az F1 generációban tapasztalt eredmény, miszerint az alacsony halliszt tartalmú táp alacsonyabb növekedési erélyt eredményez, az irodalmi adatokkal összhangban van. Az F2 generáció mérései alapján azonban arra következtethetünk, hogy idővel a tenyész állomány hozzá szoktatható egy ilyen típusú táphoz és képes a kontroll táppal közel megegyező, vagy akár azt meghaladó növekedési paraméterek elérésére. Az F3 generációban nem volt kimutatható a tápra történő szelekció eredményessége, viszont a szelektált állomány mindkét táppal etetve magasabb testtömeeggel rendelkezett a kontroll csoporthoz viszonyítva, azaz mesterséges szelekcióval javíthatóak voltak a termelési paraméterek.

Összefoglalás

Két generáción keresztül szelektáltunk afrikai harcsa állományt átfolyóvízes rendszerben, fél-üzemi körülmények között egy alacsony halliszt tartalmú tápra, majd a szelekció eredményességét az F3 generáció teljesítményvizsgálatával ellenőriztük. Az első két generációban egy kontroll és két kísérleti csoportot hoztunk létre a pozitív szelektált állomány mellett. Az F1 generációban az alacsony halliszt tartalmú táppal etetett csoportok alacsonyabb testtömeeggel rendelkeztek, míg az F2 generációban a kontrollhoz hasonló, illetve magasabb értékeket értek el, melyből arra következtetünk, hogy idővel az állomány adaptálódhat a táphoz, jobban tudja hasznosítani azt. Az F3 generációban a tápra történő szelekció hatását nem tudtuk kimutatni, azonban a nagyobb testtömege szelektált vonal szignifikánsan magasabb testtömeg paraméterekkel rendelkezett. Összességében elmondható, hogy mesterséges szelekcióval a kívánatos termelési paraméterek javíthatóak e faj esetében is.

Kulcsszavak: afrikai harcsa, mesterséges szelekció, növekedés, alacsony halliszt tartalmú táp

Köszönetnyilvánítás

A munkát az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008, az iFishIENCi projekt (Horizont 2020, No 818036) és a 2017-2.3.3-TÉT-VN-2017-00004 pályázat 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.; Calduch-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* 232: 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.

A MÉLYHÜTÖTT SZÉLES KÁRÁSZ (*CARASSIUS CARASSIUS*) SPERMA FELOLVASZTÁST KÖVETŐ TÁROLHATÓSÁGÁNAK ÉS MOZGÁSI KÉPESSÉGÉNEK VIZSGÁLATA

BERNÁTH Gergely, NAGY Borbála, HEGYI Árpád, CSORBAI Balázs, VÁRKONYI Levente, MÜLLER Tamás, URBÁNYI Béla, BOKOR Zoltán

*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter Károly út 1.
e-mail: Bernath.Gergely@uni-mate.hu*

Bevezetés

A széles kárász (*Carassius carassius*) nagy horgászati és ökológiai jelentőséggel bíró endemikus halfajunk. Természetes populációik száma az elmúlt évtizedekben drasztikusan lecsökkent Magyarországon. Az egyedszám globális csökkenő tendenciáját az IUCN Vörös Lista is megemlíti (Freyhof & Kottelat 2008). Hazánkban a széles kárász esetében az idegen honos ezüstkárász (*Carassius gibelio*) korábbi behurcolásával hibrid állományok alakultak ki, mely a tiszta genetikai vonal jelentős csökkenését eredményezte. A spermamélyhűtés alkalmazásával a hímivar-sejtek hosszú távú tárolása válik lehetővé. A felolvasztást követően a spermiumok megőrzik termékenyítő képességüket. A sperma fagyasztása lehetővé teszi *in vitro* spermabankok létrehozását mely hozzájárul veszélyeztetett státuszba eső fajok megőrzéséhez (Cabrita et al 2010), valamint a horgászvizek halállományának visszapótlásához (Várkonyi 2021). Vizsgálatunkban célul tűztük ki két hígító összehasonlítását a kárász sperma fagyasztása során. Kísérleteinkben ellenőriztük továbbá a fagyasztott és felolvasztott hím ivartermék minőségét 6 órás hűtve történő tárolás (4 °C) folyamán. Kutatásunkban rögzítettük a mélyhűtött és felolvasztott spermiumok mozgási képességét az aktivációt követően 120 másodpercen keresztül.

Anyag és módszer

Kísérletünk során 6 tejes (sztenderd testhossz: 17±3 cm, átlagos testtömeg: 155±68 g) egyed ivartermékét használtuk fel. A halakat egy zárt kísérleti recirkulációs rendszerben tartottuk 22 °C-on. Az egyedek spermációját hormonálisan indukáltuk 1 mg/testtömeg kilogramm ponty hipofízis alkalmazásával. A beavatkozást megelőzően a kárászokat 2-fenoxietanollal bódítottuk (99%, 0,4 ml/l, Bokor et al. 2021). A tejeseket 24 órával az oltást követően fejtük le fecskendő segítségével. A sperma minőségét (motilitási paraméterek) CASA (Computer-assisted Sperm Analysis, számítógépes spermavizsgáló rendszer, Minitube GmbH., Németország) berendezéssel ellenőriztük. A sejtek aktivációjához egy sókat tartalmazó oldatot alkalmaztunk (45 mM NaCl, 5 mM KCl, 30 mM Tris, pH: 8,0±0,02, Saad et al. 1988). A vizsgálataink során 4 mozgási paramétert elemeztünk (1. táblázat).

1. táblázat A kísérlet során rögzített és vizsgált paraméterek (Bernáth 2016, Horváth et al. 2006).

Rögzített paraméter (angol)	Paraméterek magyar meghatározása	Mértékegység
pMOT-progressive motility	progresszív motilitás	%
DAP- distance average path	a hímivarsejt ténylegesen megtett útvonalának és a mozgásának kiindulási és végpontja között mért távolságnak (nettó) az átlagolt hossza	μm
VCL-curvilinear velocity	a hímivarsejt sebessége a ténylegesen megtett, teljes mozgási útvonalára számolva	μm/s
LIN-linearity	a hímivarsejt ténylegesen megtett mozgási útvonalának az egyenestől számított eltérése	%

A frissen fejt spermát két féle hígítóval (**Hígító 1:** 200 mM glükóz, 40 mM KCl, 30 mM Tris, pH 8,0, Horváth et al. 2012; **Hígító 2:** 250 mM glükóz, 20 mM NaCl, 25 mM KCl, 1 mM Na₂HPO₄ * 12H₂O, 1 mM MgCl₂ * 6H₂O, 1 mM CaCl₂ * 2H₂O, 20 mM Tris and 0,5% BSA, pH 8,0±0,02, Molnár et al. 2020) kevertük össze 1:9 (sperma:hígító és védőanyag) arányban a fagyasztás során. A sejtek mélyhűtéséhez 10% metanol alkalmaztunk védőanyagként. A mintákat 0,5 ml-es műszalmába töltöttük. A fagyasztást 3 cm-es polisztirol kereten végeztük a folyékony nitrogén gőzében 3 percig (Horváth et al. 2012). A műszalmákat kaniszteres kannában tároltuk szintén folyékony nitrogénben (Worthington Ind. VHC38, Linde Gáz Magyarország Zrt., Répcelak, Magyarország). A minták felolvasztásához 40 °C vízfürdőt (ThermoHaake P5, Thermo Electron Corp, Egyesült Államok) alkalmaztunk (13 mp). Első kísérletünkben rögzítettük a 2 féle hígítóval fagyasztott és felolvasztott minták motilitási paramétereit 6 óras, 4 °C-on történő tárolás során 3 óras időintervallumokban. Második vizsgálatunkban a mélyhűtött sperma mozgási tulajdonságait figyeltük meg az aktivációt követően 120 másodpercen keresztül (10, 20, 30, 60, 90, 120 mp). A különböző csoportokat kétszemponos varianciánálissal és Tukey féle „post hoc” teszttel hasonlítottuk össze (szignifikancia szint: $P < 0,05$).

Eredmények és következtetések

A friss sperma átlagos mozgási és mennyiségi tulajdonságai megfelelőek voltak a mélyhűtési kísérlet kivitelezéséhez (2. táblázat). A felolvasztást követően a Hígító 1 esetében a minták minden esetben részlegesen agglutinálódtak és aggregálódtak. A jelenség a Hígító 2 esetében nem volt megfigyelhető.

2. táblázat A friss sperma vizsgálata során rögzített mennyiségi és mozgási paramétereinek értékei ($N=6$). A táblázatban az átlagértékek és a hozzájuk tartozó szórások vannak feltüntetve.

Vizsgált paraméterek	Rögzített érték
Friss sperma mennyisége (μl)	650±405
pMOT (%)	85±4
DAP (μm)	58±5
VCL (μm/s)	146±7
LIN (%)	76±6

Nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget és csökkenést a két vizsgált hígító esetében a pMOT, DAP, VCL paraméterek esetében. A Hígító 1-es csoportnál szignifikánsan magasabb LIN értékeket rögzítettünk minden vizsgált időintervallumban, mint a Hígító 2 esetében. A 2 csoporton belül, az idő elteltével azonban szintén nem volt megfigyelhető számottevő csökkenés az említett paraméter esetében (3. táblázat).

3. táblázat: A felolvasztott sperma 6 órás tárolása során mért pMOT, DAP, VCL, és LIN értékei a kétféle hígító alkalmazása mellett (N=6).

	Eltelt idő (h)	Hígító 1	Hígító 2
pMOT (%)	0	41±17 ^a	57±8 ^a
	3	37±15 ^a	48±13 ^a
	6	39±21 ^a	57±11 ^a
DAP (µm)	0	37±8 ^a	35±5 ^a
	3	39±7 ^a	37±5 ^a
	6	33±7 ^a	37±3 ^a
VCL (µm/s)	0	88±20 ^a	92±12 ^a
	3	91±15 ^a	93±10 ^a
	6	80±19 ^a	97±9 ^a
LIN (%)	0	86±3 ^a	73±4 ^b
	3	87±4 ^a	77±7 ^b
	6	84±7 ^a	72±5 ^b

A táblázatban az átlagértékek és a hozzájuk tartozó szórások vannak feltüntetve. (P<0,05). A különböző betűk egy időpontban statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek adott mozgási paraméter esetében.

A második vizsgálatunkban a LIN (szignifikáns különbség 120 másodpercnél) kivételével egyik rögzített paraméter esetében sem figyeltünk meg statisztikailag igazolható különbséget a 2 féle hígítónál az aktivációt követő 10-120 másodperces időintervallumban (4. táblázat). Mindkét fagyasztott csoportnál szignifikáns csökkenést állapítottunk meg a kiindulási 10 másodperces értékhez képest a pMOT és LIN paramétereknél 60 másodperc, míg a DAP és VCL-nél már 30 másodperc elteltével.

4. táblázat A felolvasztott sperma aktivációját követően 10, 20, 30, 60, 90, és 120 másodpercnél mért pMOT, DAP, VCL, és LIN értékei a 2 féle hígító alkalmazása mellett (N=6).

Hígító típusa		Eltelt idő (mp)					
		10	20	30	60	90	120
pMOT (%)	Hígító 1	36±12 ^a	31±9 ^a	29±11 ^a	19±7 ^a	16±12 ^a	12±6 ^a
	Hígító 2	42±7 ^a	37±6 ^a	32±7 ^a	21±8 ^a	15±5 ^a	11±5 ^a
DAP (µm)	Hígító 1	32±4 ^a	27±6 ^a	21±6 ^a	14±3 ^a	11±2 ^a	11±1 ^a
	Hígító 2	35±4 ^a	27±2 ^a	21±3 ^a	14±1 ^a	11±1 ^a	10±1 ^a
VCL (µm/s)	Hígító 1	75±10 ^a	62±13 ^a	49±12 ^a	39±4 ^a	33±4 ^a	35±5 ^a
	Hígító 2	84±10 ^a	65±5 ^a	50±6 ^a	36±2 ^a	30±2 ^a	28±3 ^a
LIN (%)	Hígító 1	88±2 ^a	85±5 ^a	80±8 ^a	63±9 ^a	58±7 ^a	54±5 ^a
	Hígító 2	85±2 ^a	82±3 ^a	79±3 ^a	71±4 ^a	62±6 ^a	67±6 ^b

A táblázatban az átlagértékek és a hozzájuk tartozó szórások vannak feltüntetve. A különböző betűk egy időpontban statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek adott mozgási paraméter esetében (P<0,05).

Eredményeink alapján elmondható hogy Hígító 1 csoportban az agglutináció nem befolyásolta döntő mértékben a széles kárász sperma mozgási képességét. A jelenséget azonban figyelembe kell venni a keltetőházi szaporítás során az esetleges termékenyítési egység meghatározásánál (sejtszám csökkenés, Várkonyi 2021). A felolvasztott sperma állagának fent említett elváltozása már leírásra került a ponty (*Cyprinus carpio*), jászkeszeg (*Leuciscus idus*) és aranyhal (*Carassius auratus*) esetén a Hígító 1 felhasználásával (Bernáth et al. 2017, 2018, Várkonyi et al. 2019). A Hígító 2 egy új, agglutináció mentes fagyasztást tesz lehetővé a széles kárász sperma esetében. Mindkét fagyasztott csoport vizsgálatánál elmondható, hogy a sperma jól tolerálta a felolvasztás utáni 6 órás 4 °C-on történő tárolást. Hasonló megfigyelést tettünk korábbi munkánkban, a ponty fajban (Bernáth et al. 2016). Az aktivációt követően a vizsgált motilitási paraméterek esetében már 30-60 másodperc elteltével jelentős értékcsökkenés jelentkezett a mélyhűtött kárász spermánál (mindkét hígító esetén). A két csoport között adott időpontban azonban nem volt szignifikáns eltérés. Hipotézisünk szerint, a keltetőházi szaporítás során az aktivációt követően 20-30 másodpercig lehet teljes mértékben effektív a spermiumok

termékenyítő képessége. Elméletünk igazolásához azonban termékenyítési kísérletek szükségesek.

Összefoglalás

Vizsgálatunkban célul tűztük ki 2 hígító összehasonlítását a kárász sperma fagyasztása során. Kísérleteinkben megfigyeltük továbbá a fagyasztott és felolvasztott tej minőségét 6 órás tárolás folyamán. Kutatásunkban rögzítettük a mélyhűtött és felolvasztott spermiumok mozgási képességét az aktivációt követően 120 másodpercen keresztül. Mindkét fagyasztott csoport esetében elmondható, hogy a sperma jól tolerálta a felolvasztás utáni 6 órás, 4 °C-on történő tárolást. A kárász hím ivartermék újonnan megfigyelt tág tűrőképessége nagyban elősegítheti a keltetőházi szaporítás során történő alkalmazást. Az aktivációt követően a vizsgált motilitási paraméterek esetében már 30-60 másodperc elteltével jelentős értécsökkenés jelentkezett a mélyhűtött széles kárász spermánál (mindkét hígító esetén). A két csoport között adott időpontban azonban nem volt szignifikáns eltérés.

Kulcsszavak: széles kárász, sperma mélyhűtés, motilitás, tárolás, mozgási idő.

Köszönetnyilvánítás

Vizsgálatainkhoz elvégzéséhez a „Piacorientált horgászati innováció egyes halfajok termelés technológiájának és környezettudatos horgász eszközök-halcsalik fejlesztésének területén (GINOP-2.2.1-18-2020-00026)”, valamint 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. Kutatásunkat az Innovációs és Technológiai Minisztérium támogatta, a Tématerületi Kiválósági Program 2020, Nemzeti Kihívások Alprogram (TKP2020-NKA-16) keretében.

Irodalom

- Bernáth, G. **2016.** A halsperma minősítési rendszerének gazdasági célú fejlesztése. Doktori értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő.
- Bernáth, G.; Żarski, D.; Kása, E.; Staszny, Á.; Várkonyi, L.; Kollár, T.; Hegyi, Á.; Bokor, Z.; Urbányi, B.; Horváth, Á. **2016.** Improvement of common carp (*Cyprinus carpio*) sperm cryopreservation using a programmable freezer. *Gen Comp Endocrinol* 237, 78–88. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2016.08.013>.
- Bernáth, G.; Ittész, I.; Szabó, Z.; Horváth, Á.; Krejszeff, S.; Lujic, J.; Várkonyi, L.; Urbányi, B.; Bokor, Z. **2017.** Chilled and post-thaw storage of sperm in different goldfish types. *Reproduction in Domestic Animals* 52, 680–686. <https://doi.org/10.1111/rda.12951>.
- Bernáth, G.; Csenki, Z.; Bokor, Z.; Várkonyi, L.; Molnár, J.; Szabó, T.; Staszny, Á.; Ferincz, Á.; Szabó, K.; Urbányi, B. **2018.** The effects of different preservation methods on ide (*Leuciscus idus*) sperm and the longevity of sperm movement. *Cryobiology* 81, 125–131. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2018.01.014>.
- Bokor, Z.; Żarski, D.; Palińska-Żarska, K.; Krejszeff, S.; Król, J.; Radóczy, J.; Horváth, Á.; Várkonyi, L.; Urbányi, B.; Bernáth, G. **2021.** Standardization of sperm management for laboratory assessment of sperm quality and in vitro fertilization in Eurasian perch (*Perca fluviatilis*). *Aquacult Int* 29, 2021–2033. <https://doi.org/10.1007/s10499-021-00731-4>.
- Cabrita, E.; Sarasquete, C.; Martínez-Páramo, S.; Robles, V.; Beirão, J.; Pérez-Cerezales, S.; Herráez, M.P. **2010.** Cryopreservation of fish sperm: applications and perspectives. *Journal of Applied Ichthyology* 26, 623–635. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2010.01556.x>.
- Freyhof, J. and Kottelat, M. **2008.** *Carassius carassius*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T3849A10117321. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T3849A10117321.en>. Accessed on 06 April 2022.

- Horváth, A.; Vásárhelyi, J.; Szenci O. **2006**. A hímivarsejtek mozgása: Irodalmi összefoglaló: 2. rész. A mozgást vizsgáló módszerek fejlődése. Magyar Állatorvosok Lapja, 128, 437-442.
- Horváth, Á.; Jesenšek, D.; Csorbai, B.; Bokor, Z.; Rabóczki, É.; Kaczkó, D.; Bernáth, G.; Hoitsy, G.; Urbányi, B.; Bajec, S.S. **2012**. Application of sperm cryopreservation to hatchery practice and species conservation: A case of the Adriatic grayling (*Thymallus thymallus*). *Aquaculture* 358–359, 213–215. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.07.012>
- Molnár, J.; Bokor, Z.; Várkonyi, L.; Izsák, T.; Fűzes-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* 94, 26–31. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2020.05.003>.
- Saad, A.; Billard, R.; Theron, M.C.; Hollebecq, M.G. **1988**. Short-term preservation of carp (*Cyprinus carpio*) semen. *Aquaculture* 71, 133–150. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(88\)90280-3](https://doi.org/10.1016/0044-8486(88)90280-3).
- Várkonyi, L. **2021**. A balatoni sudár ponty (*Cyprinus carpio morpha accuminatus*) és a hévízi törpenövésű magyar vadponty (*Cyprinus carpio morpha hungaricus*) spermamélyhűtésének és intenzív rendszerben történő szaporításának vizsgálata, valamint in vitro spermabankjának megalapozása. Doktori értekezés, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő.
- Várkonyi, L.; Bokor, Z.; Molnár, J.; Fodor, F.; Szári, Z.; Ferencz, Á.; Staszny, Á.; Láng, L.Z.; Csorbai, B.; Urbányi, B. **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, 639–645. <https://doi.org/10.1111/rda.13383>.

KÜLÖNBÖZŐ MÉRTÉKŰ γ -AMINO VAJSAV (GABA) KIEGÉSZÍTÉSEK HATÁSA A PONTY TERMELÉSI MUTATÓIRA - ELŐZETES EREDMÉNYEK

BIRÓ Janka, ARDÓ László, SZÚCS Anita, JAKABNÉ SÁNDOR Zsuzsanna

*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet,
Halászati Kutató Központ (HAKI), Szarvas
e-mail: nagyne.biro.janka@uni-mate.hu*

Bevezetés

A gamma-amino-vajsav (GABA) egy nem-esszenciális aminosav, amely nemcsak rendkívül fontos idegi ingerületátvivő anyagként működik a szervezetben, hanem a vegyület táplálkozásra és egészségre gyakorolt hatásai is ismertek. A humán vonatkozásain túl gazdasági haszonállatok esetében is vizsgálták a GABA hatásait, mely során bebizonyosodott annak antioxidáns, immunstimuláló, gyulladáscsökkentő (De Jesus Raposo és mtsai., 2013; Park és Kim, 2015) hatása. A GABA jótékony hatással volt az amur (*Ctenopharyngodon idella*) (Wu és mtsai., 2016) a nilusi tilápia (*Oreochromis niloticus*) ivadék (Temu és mtsai., 2019) és a „koreai lepényhal” (*Paralichthys olivaceus*) (Bae és mtsai., 2020, Farris és mtsai., 2022) takarmányfelvételére és növekedésére. Vizsgálatunk célja volt meghatározni, hogyan befolyásolja a GABA kiegészítés a ponty (*Cyprinus carpio*) növedék termelési mutatóit és élettani paramétereit.

Anyag és módszer

A 10 hetes etetési kísérlet a HAKI Recirkulációs Üzemének fertőzőes rendszerében zajlott, ahol 18 db 100 l-es kádba összesen 450 db $54,1 \pm 10,1$ g induló testtömegű egygyaras pontyot helyeztünk el véletlenszerűen. A kontroll (kereskedelmi forgalomban kapható ponty-tilápia nevelőtáp) csoport mellett 5 különböző koncentrációban (25, 50, 100, 150, 200 mg/kg) egészítettük ki az alaptakarmányt GABA vizes oldatával. A szintetikus GABA készítményt a koreai partnerünk (Pukyong National University, Busan, Dél-Korea) bocsátotta rendelkezésünkre (MILAE Bioresources Co., Ltd.). Az egyes takarmányokat háromszoros ismétlésben etettük. A kísérlet végén minden kezeléssel 15-15 halból vérvérvizsgálatokhoz mintát vettünk. Az etetési kísérlet végén fertőzőes kísérletet állítottunk be, ahol a kísérleti állományt *Aeromonas hydrophila*-val fertőztük, majd 7 napon keresztül követtük nyomon az elhullás mértékét. Az etetési kísérlet zárultával az átlagos napi tömeggyarapodás (g/nap) mellett az alábbi termelési paramétereket számoltuk ki:

Specifikus növekedési ráta (SGR): $100 \times (\ln(w_1) - \ln(w_0)) / d$, ahol: w_1 : befejező tömeg (g), w_0 kezdő tömeg (g), d : kísérleti napok száma

Takarmányhasznosítási ráta (FCR): feletett takarmány (g) / súlygyarapodás (g)

Eredmények és következtetések

A különböző kísérleti csoportok teljesítménye között nem találtunk szignifikáns különbséget (1. táblázat). A legjobb napi testtömeg-gyarapodást a 100 és 150 mg/kg kiegészítésű csoportok érték el (1,34 ill. 1,32 g/nap). A takarmányértékesítés minden csoportban viszonylag magas 1,8 g/g

volt. Az SGR minden kezelés esetében jónak mondható. A legjobb eredményt a 100 mg/kg és a 150 mg/kg kiegészítésű csoportok érték el (1,46 ill. 1,44 %). Bár szignifikáns különbséget az egyes kezelések között nem találtunk, a nagyobb GABA kiegészítésű csoportok esetében a termelési mutatók tekintetében kedvezőbb tendencia figyelhető meg, amelynek igazolásához azonban további vizsgálatok szükségesek. A kísérleti állományban elhullást nem tapasztaltunk.

A fertőzési kísérletet követő 7 napos megfigyelési időszak alatt az elhullás mértékében szintén nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget, de a teljesítményre gyakorolt hatáshoz hasonlóan, a nagyobb kiegészítésű csoportokban kedvezőbb tendencia volt megfigyelhető. A vérkémiái vizsgálatok alapján a 25 mg/kg kiegészítésű csoport kalcium szintje szignifikánsan alacsonyabb volt a kontrollhoz és a 100, valamint a 150 mg/kg-os csoportokhoz viszonyítva. A 200 mg/kg-os csoport globulin szintje szintén szignifikánsan alacsonyabb volt a kontrollhoz, az 50 és a 150 mg/kg-os csoportokhoz viszonyítva. Eredményeink alapján az egynyaras ponty számára az ideális GABA kiegészítés mértéke 100-150 mg/kg körül alakul, de a GABA hatásának jobb megértéséhez további vizsgálatok szükségesek.

1. táblázat A különböző mértékű γ -amino-vajsav (GABA) kiegészítések hatása a ponty növendékek termelési mutatóira

Kezelés	Testtömeggyarapodás (g/nap)	FCR (g/g)	SGR (%)
Kontroll	1,24±0,07	1,87±0,02	1,4±0,05
25 mg/kg	1,17±0,15	1,89±0,1	1,39±0,04
50 mg/kg	1,23±0,04	1,88±0,11	1,36±0,08
100 mg/kg	1,34±0,03	1,81±0,03	1,46±0,02
150 mg/kg	1,32±0,03	1,81±0,13	1,44±0,04
200 mg/kg	1,24±0,16	1,83±0,13	1,42±0,11

Összefoglalás

Az egynyaras ponty állomány takarmányát 25, 50, 100, 150 valamint 200 mg/kg GABA-val egészítettük ki és vizsgáltuk hogyan hatnak a különböző kiegészítések a halak termelési mutatóira, vérkémiái paramétereire és fertőzéssel szembeni ellenálló-képességére. Eredményeink alapján az egynyaras ponty számára az ideális GABA kiegészítés mértéke 100-150 mg/kg körül alakul, de a GABA hatásának jobb megértéséhez további vizsgálatok szükségesek.

Kulcsszavak: ponty, GABA, takarmánykiegészítő

Köszönetnyilvánítás

A kísérleti munka az „Édesvízi és tengeri halfajok nevelése növekedést segítő és az immunrendszert támogató γ -amino-vajsav (GABA) takarmánykiegészítő alkalmazásával” (2018-2.1.17-TÉT-KR-2018-00002) című projekt támogatásával valósult meg.

Irodalom

- Bae, J.; Hamidoghli, A.; Won, S.; Choi, W.; Lim, S.; Kim, K.; Lee, B.; Hur, S.; Bai, S. **2020**. Evaluation of seven different functional feed additives in a low fish meal diet for olive founder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture* 525, 735333
- De Jesus Raposo, M. F.; de Morais, R. M. S. C.; de Morais, A. M. M. B. **2013**. Health applications of bioactive

- compounds from marine microalgae. *Life Sciences*, 93(15), 479–486.
- Farris, N.W.; Hamidoghli, A.; Bae, J.; Won, S.; Choi, W.; Biró, J.; Lee, S.; Bai, S.C. **2022**. Dietary Supplementation with γ -Aminobutyric Acid Improves Growth, Digestive Enzyme Activity, Non-Specific Immunity and Disease Resistance against *Streptococcus iniae* in Juvenile Olive Flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Animals* 2022, 12, 248. <https://doi.org/10.3390/ani12030248>
- Park, J.H.; Kim, I.H. **2015**. Effects of dietary gamma-aminobutyric acid on egg production, egg quality, and blood profiles in layer hens. *Veterinari Medicina*, 60, 2015 (11), 629–634
- Temu, V.; Kim, H.; Hamidoghli, A.; Park, M.; Won, S.; Oh, M.; Han, J.; Bai, S. **2019**. Effects of dietary gamma-aminobutyric acid in juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 507, 475-480
- Wu, F.; Liu, M.; Chen, C.; Chen, J.; Tan, Q. **2016**. Effects of dietary gamma aminobutyric acid on growth performance, antioxidant status, and feeding-related gene expression of juvenile grass carp, *Ctenopharyngodon idellus*. *Journal of World Aquaculture Society*, 47(6), 820-829

EGY URBANIZÁCIÓS FOLYAMATOKNAK FOKOZOTTAN KITETT KISVÍZFOLYÁS ÜLEDÉKTOXIKOLÓGIAI VIZSGÁLATA ZEBRADÁNIÓ EMBRIÓKON: EGYÉVES TANULMÁNY

BOCK Illés¹, FERINCZ Árpád², STASZNY Ádám², JUHÁSZ Vera², SZABÓ István¹,
URBÁNYI Béla³, KRISZT Balázs³, CSENKI Zsolt¹

¹ Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 2100
Gödöllő, Páter K. u. 1., e-mail: bock.illes@uni-mate.hu

² Természetesvízi Halökológiai Tanszék, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Magyar
Agrár- és Élettudományi Egyetem, 2484 Agárd, Tópart u. 5309/8.

Bevezetés

Az urbanizációs folyamatok miatt a környezetünkbe kikerülő veszélyes prioritásvegyületek a természetes közegek közül legnagyobb mértékben a vizet szennyezik. A legtöbb vegyi anyag részecskéi a felszíni vizekbe kerülve adszorbeálódnak, és végül felhalmozódnak az élővizek üledékében (Sakan et al. 2009). Speciális kémiai, fizikai vagy biológiai körülmények között az üledék szemcsékhez kötött anyagok kioldódhatnak, majd a pórús vagy felszíni vizekbe újra bejuthatnak. Az üledékek felkavarodását okozó természeti és emberi tényezők által kiváltott üledékszennyezések hosszú távú ökotoxikológiai hatásokat eredményezhetnek (Hollert et al. 2000). A vizsgálat tárgyát képező Bükkös-patak teljes hossza a budapesti várostérségbe tartozik. Felszíni útja összesen 16 kilométer hosszú, mely során több olyan urbanizált területet érint, melyek potenciális szennyező forrást jelenthetnek. Folyása északnyugat-délkeleti irányú, felszíni pataként a Sikárostól ered, majd a Király-patak vizével egyesülve éri el a Dömör-kaput, végül Izbégen keresztül jut be Szentendrére, ahol a Dunába torkollik.

Anyag és módszer

Három mintavételi pontot jelöltünk ki, úgymint: 1. Sikáros; 2. Izbég/Szentendre; 3. Torkolat. Az első mintavétel tavasszal történt, majd ezt követően a tél kivételével minden évszakban egy éven át a következő tavaszig vettünk mintákat (12 db minta). Célunk volt megvizsgálni, hogy az évszakok változása miként mutatkozik meg az üledékminták toxicitásában. Az üledékminták toxikológiai vizsgálatát két különböző módszerrel végeztük zebradánió (*Danio rerio*) embriókon: üledék kontakt teszttel és az üledékmintákból készített oldószeres kivonat segítségével. Az üledék kontakt teszt Hollert et al. (2004) leírása alapján történt, a vizsgálatunk specifikációi szerint módosítva. A zebradánió esetében a vizsgálat nyolc különböző üledék koncentrációban zajlott, melyek minta tartalmai a következők voltak: 3 g, 2.5 g, 2 g, 1.5 g, 1 g, 0.5 g, 0.25 g, 0.1 g. Minden vizsgálat 3 g mintával történt, így az üledékmintákat minden vizsgált koncentráción kiegészítettük 3 g-ra kvarchomokkal, mely a kísérlet szempontjából inert anyag. A mintákat a kvarchomokkal dörzsmoszársban homogenizáltuk a megfelelő eloszlás érdekében, majd 6-lyukas szövetnyészto lemezekbe töltöttük őket. Ezután minden mintára haltartóból származó 5 ml tisztított vizet töltöttünk. A negatív kontroll 3 g kvarchomok volt 5 ml vízzel feltöltve három ismétlésben. A pozitív kontroll 3 g kvarchomok volt 5 ml 3.7 µg/ml 3,4-diklóranilin oldattal feltöltve három ismétlésben. Hogy elkerüljük a mintákban keletkező oxigénhiányból származó hibás eredményeket, a feltöltött vizsgálati lemezeket és Petri-csészéket a vizsgálat megkezdése előtt 72 órán át inkubáltuk, így lehetővé téve az oxigén-cserét

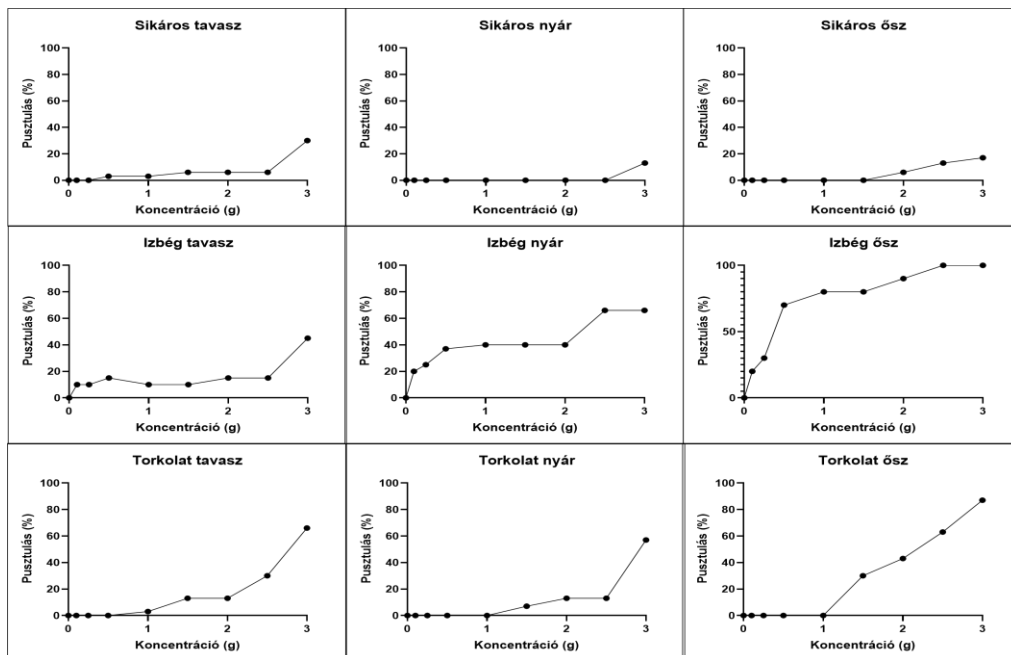
az üledék és a víz között (Strecker et al. 2011). Az elő-inkubációs időszak leteltével történt az embriók hozzáadása. Minden vizsgálati plate minden lyukába 10 embrió került, és minden koncentrációt három ismétlésben vizsgáltunk (n=30). A vizsgálati plate-eket és Petri-csészéket 120 órán át inkubáltuk 26 ± 1 °C-on inkubátorban. A mortalitásokat és az esetleges szubletális tüneteket 24, 48, 72, 96 és 120 óra elteltével rögzítettük. A kísérletben megfigyelt toxikológiai végpontok a következők voltak: szomiták jelenléte, koaguláció, farok leválása, szemek fejlődése, fejlődési rendellenesség, szív-működés leállása, vérkeringés zavara, pigmentáció hiánya, ödémák, gerinc deformáció, kelési idő.

Az oldószeres kivonattal végzett teszt esetében a vizsgált koncentrációk a következők voltak: 60 mg/ml, 30 mg/ml, 15 mg/ml, 7.5 mg/ml, 3.75 mg/ml (Hallare et al. 2005). Két negatív kontrollt (haltartóból származó tisztított víz és 0.3% DMSO oldat), valamint egy pozitív kontrollt (3.7 µg/ml 3,4-diklóranilin) alkalmaztunk a teszt során. Minden vizsgálati koncentrációból és a kontroll oldatokból 2-2 ml-t töltöttünk egy 24 lyukas szövettenyésztő plate lyukaiba 4 ismétlésben. A felhasznált oldatokat az oxigén-telítettség elérése érdekében a vizsgálat megkezdése előtt 24 órán át szellőztettük. A vizsgálati plate minden lyukába és minden Petri-csészébe 5 embrió került (n=20). A vizsgálati plate-eket és Petri-csészéket 120 órán át inkubáltuk inkubátorban 26 ± 1 °C-on inkubátorban. A mortalitásokat és az esetleges szubletális tüneteket rögzítettük 24, 48, 72, 96 és 120 óra elteltével. A toxikológiai végpontok megegyeztek a kontakt teszt esetében felsoroltakkal. Mind a kontakt teszt, mind a szerves kivonat teszt végén 120 óra után fényképeket készítettünk a túlélő egyedekről.

Eredmények és következtetések

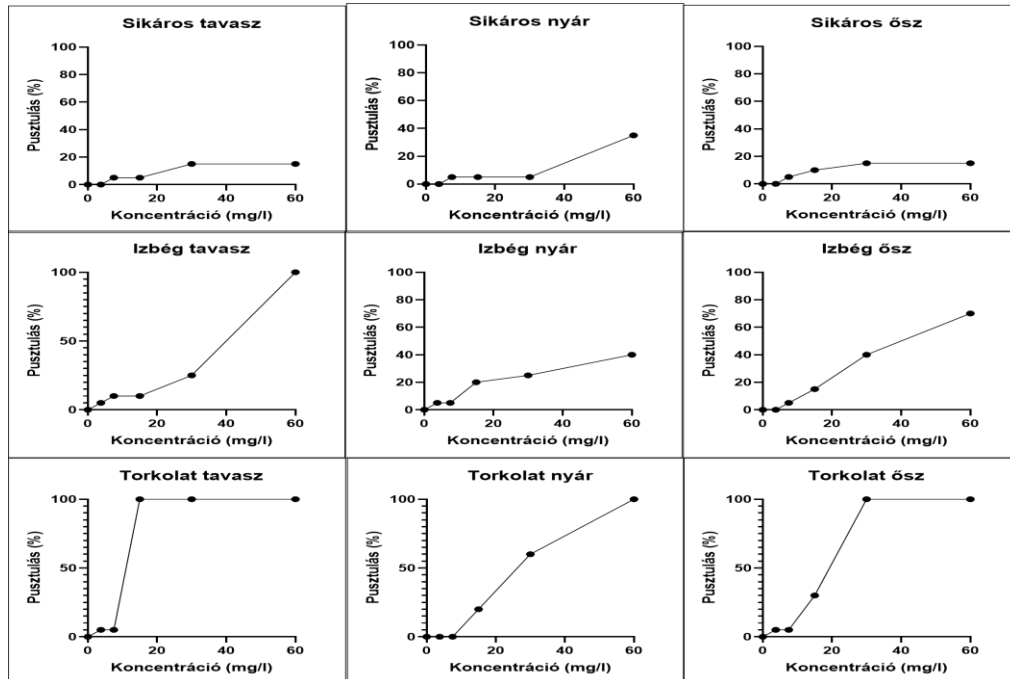
Jelentős különbségeket találtunk az egyes mintavételi pontokról származó üledékminták toxicitása között, ugyanakkor az évszakok váltakozása esetében nem tapasztaltunk ennyire nyilvánvaló különbségeket illetve tendenciákat.

Az üledék kontakt teszt esetében a legkevésbé toxikusnak az urbanizált régiótól távolabb eső Sikáros minták bizonyultak, míg a legerősebb toxicitást az Izbég és Torkolat minták esetében tapasztaltuk (1. ábra).



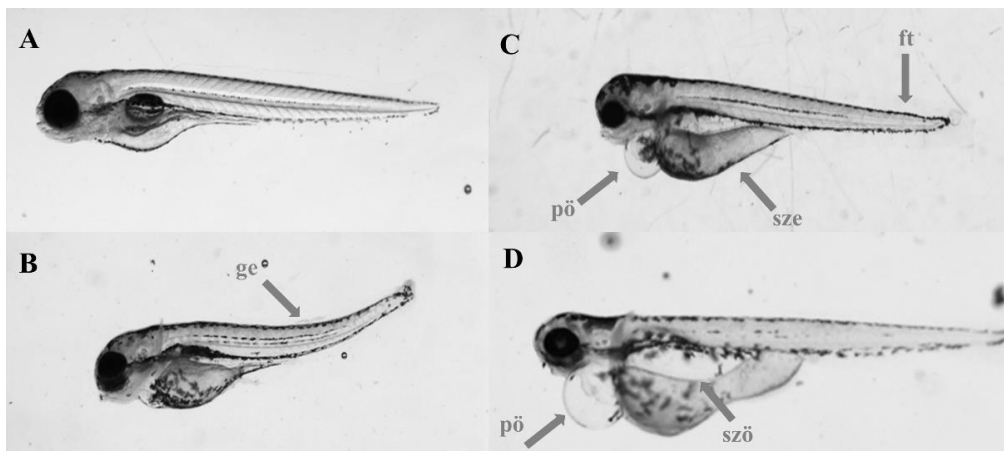
1. ábra Az üledék kontakt teszt eredményei az egyes mintavételi pontokra és évszakokra vonatkozóan.

Az üledék kivonat teszt esetében, a kontakt teszthez hasonlóan, a Sikáros minták bizonyultak a legkevésbé toxikusnak, míg az Izbég és Torkolat minták erős toxicitást mutattak (2. ábra).



2. ábra Az üledék kivonat teszt eredményei az egyes mintavételi pontokra és évszakokra vonatkozóan.

A szubletális hatások tekintetében a szerves kivonat tesztek esetében erőteljesebb hatásokat tapasztaltunk a kontakt teszttel szemben, ami várható eredmény volt, mivel az üledék kivonat teszt a teljes kioldható szennyezőanyag tartalmat vizsgálja. A jellemző szubletális tünetek illetve morfológiai elváltozások a 3. ábrán láthatók.



3. ábra Jellemző szubletális tünetek a zebradánió embrió toxicitási tesztekben (A-kontroll, B-kontakt teszt, C/D-kivonat teszt). A jelölt morfológiai elváltozások: gerinctorzulás (ge), faroktorzulás (ft), perikardiális ödéma (pö), szik elszíneződése (sze), sziködéma (szö).

Összességében elmondhatjuk, hogy az üledék kontakt teszt és az üledék kivonat teszt is megerősítette azt a feltevést, hogy az erősen urbanizált régióból származó üledékminták toxicitása jelentősen magasabb volt az urbanizált régiótól távolabb eső minta toxicitásánál, mindkét alkalmazott teszt esetében. Az évszakok váltakozása ugyan megmutatkozik az üledékminták toxicitásában, de nem állapíthatók meg egyértelmű tendenciák ezzel kapcsolatban.

Összefoglalás

A budapesti várostérségben található Bükkös-patak három pontjáról vettünk üledékmintákat egy éven keresztül, hogy megállapíthassuk a földrajzilag eltérő mintavételi pontok, illetve az évszakok váltakozásának hatását a minták toxicitásában. Két különböző zebradánió embrió akut toxicitási tesztet, az üledék kontakt tesztet és az üledék kivonat tesztet alkalmaztuk a vizsgálataink során. Jelentős különbségeket tapasztaltunk a különböző mintavételi pontokról származó minták toxicitásában mindkét alkalmazott teszt esetében, ami rávilágít az urbanizáció vízfolyásokra gyakorolt negatív hatásaira. Az évszakok váltakozása tekintetében nem tudtunk egyértelmű következtetéseket levonni a minták toxicitásának különbségeit tekintve.

Kulcsszavak: Üledéktoxikológia, vízszennyezés, üledék kontakt teszt, üledék kivonat teszt, zebradánió

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008, az NVKP_16-1-2016-0003, a TKP2020-NKA-16 és az ÚNKP-21-3-I pályázatok támogatták.

Irodalom

- Hallare, A. V.; Kosmehl, T.; Schulze, T.; Hollert, H.; Köhler, H. R.; Triebskorn, R. **2005**. Assessing contamination levels of Laguna Lake sediments (Philippines) using a contact assay with zebrafish (*Danio rerio*) embryos. *Science of the Total Environment*, 347(1–3), 254–271.
- Hollert, H.; Dürr, M.; Erdinger, L.; Braunbeck, T. **2000**. Cytotoxicity of Settling Particulate Matter and Sediments of the Neckar River (Germany) During a Winter Flood. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 19(3), 528-534.
- Hollert, H.; Keiter, S.; König, N.; Rudolf, M.; Ulrich, M.; Braunbeck, T. **2004**. A new sediment contact assay to assess particle-bound pollutants using zebrafish (*Danio rerio*) embryos. *Journal of Soils and Sediments*, 4(2), 94–94.
- Sakan, S. M.; Dordevic, D. S.; Manojlovic, D. D.; Predrag, P. S. **2009**. Assessment of heavy metal pollutants accumulation in the Tisza River sediments. *Journal of Environmental Management*, 90(11), 3382-3390.
- Strecker, R.; Seiler, T. B.; Hollert, H.; Braunbeck, T. **2011**. Oxygen requirements of zebrafish (*Danio rerio*) embryos in embryo toxicity tests with environmental samples. *Comparative Biochemistry and Physiology - C Toxicology and Pharmacology*, 153(3), 318–327.

INNOVATÍV, KOMPLEX TÓMONITORING CSÓNAK KIFEJLESZTÉSE ÉS ALKALMAZÁSA HORGÁSZHASZNOSÍTÁSÚ TAVAKBAN

KARCSAI Dávid¹, PÁL István¹, URBÁNYI Béla², MÜLLER Tamás³, HEGYI Árpád²

¹*Energofish Kft., 1201 Budapest, Helsinki út 74.*

²*Magyar és Agrár és Élettudomány Egyetem, Szent István Campus, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő*

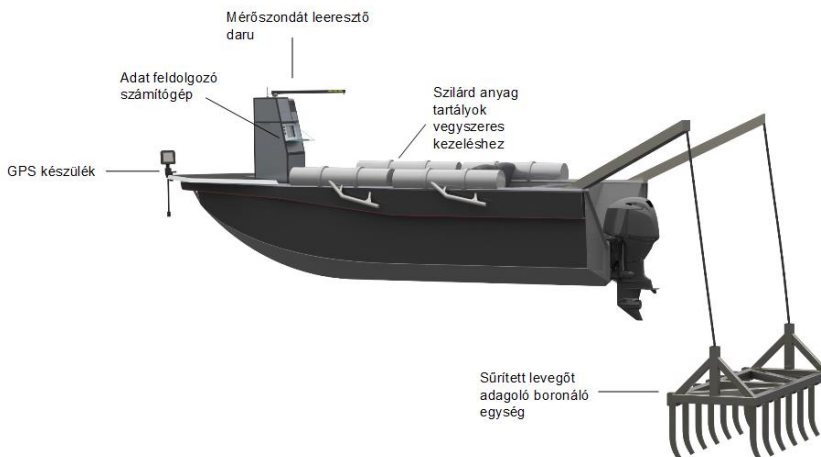
³*Magyar és Agrár és Élettudomány Egyetem, Szent István Campus agárdi telephely, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Természetesvízi Halökológiai Tanszék, Gödöllő*

Bevezetés

Magyarország több ezer horgászati hasznosítású tóval rendelkezik, melyek a gazdasági haszon mellett igen nagy természeti értékkel is rendelkeznek. A víztest adta egyértelmű előnyökön kívül több száz féle állat és növény élő és szaporodóhelyeül szolgálnak. Sajnos ezen tavak igen nagy százalékán nem ellenőrzik a víz minőségét, ami ezen víztestek romlását okozhatja. Az Energofish Kft., az EU Vízközet irányelveinek szem előtt tartásával erre a problémára alkotta meg a Tómonitoring hajót, amelynek segítségével real time vízminőség elemzést hajtunk végre, majd az adatok helyszíni kiértékelése után szükség esetén az azonnali beavatkozást is meg tudjuk tenni. A rendszer működési elve, a hajót a szakemberek által előre kiválasztott GPS koordinátákra irányítjuk, majd ott három mélységben (fenék, vízközép, felszín) különböző szondákkal mérést végzünk. Már a hajóban ülve látjuk a mért eredményeket és ennek függvényében további méréseket végezhetünk, ha a szükség úgy kívánja. Az adatok komplex kiértékelése és az összefüggések felállítása a méréseket követően a helyszínen megtörténik, aminek függvényében dönthetünk a szükséges kezelés esetleges elvégzéséről.

Anyag és módszer

A mérések helyszínéül a Babati-völgyzárógátas tórendszer szolgált. Mind a tesztelési fázisban, mind pedig a késztermék esetében ezen a víztesten végeztük a méréseket. A hajó felépítése során a praktikum mellett az egyszerűsége törekedtünk. Az alumínium hajótestbe elhelyeztünk operátor állomást, amiben egy számítógép valamit az adatgyűjtő egység kapott helyet, innen lehet a méréseket indítani, illetve a mért adatokat ellenőrizni és értékelni. A berendezés következő fontos eleme egy fémvázhoz rögzített csiga, amely a mérőszondákat tartalmazó egységet tartja és engedi a vízbe. A hajó farához egy szintén fémváz segítségével rögzített csigarendszer van rögzítve, amely egy levegőfűvókákkal ellátott mederfenék boronát képes a tó fenekére engedni. Ennek a feladata az aljzat fellazítása, valamint sűrített levegő bejuttatása az üledék rétegbe, ami elősegíti az üledék szerves anyagának természetes lebontását. A hajtótest két oldalára egy-egy úszótest került rögzítésre, amelyekben a kezeléshez szükséges természetes anyagokat, vagy esetlegesen vegyszereket lehet tárolni, valamint a tóba juttatni (*l. ábra*). A méréskor az SC1000 kijelző modulhoz csatlakoztatott szondákat használtuk, amelyek a mérési adatokat közvetítik a hardver számára. A felhasznált szondák a következők: 3798 SC hőmérséklet (°C), fajlagos elektromos vezetőképesség (µS/cm), ANISE ammónium-ion (NH₄⁺) {mg/l}, Nitrát (NO₃⁻) {mg/l}, Kálium (K⁺) {mg/l}, Klorid (Cl⁻) {mg/l}, 1200-SC pH, hőmérséklet (°C), Solitax sc zavarosság {FNU}, LDO 2 Oldott oxigén {mg/l}, hőmérséklet (°C).



1. ábra Az új, innovatív komplex tómonitoring rendszer

Eredmények és következtetések

A horgászati felhasználású tavakban az intenzív etetésből kifolyólag nagymértékben felhalmozódik a szerves anyag, amely beavatkozás nélkül oly mértékben lehet káros az ott élő halfaunára, hogy legrosszabb esetben annak teljes pusztulását okozhatja. További katasztrófát előidéző esemény lehet az idegen eredetű, például mezőgazdasági munkálalatokból eredő szennyezés, ami az előzőhöz hasonló végkifejletet okozhat. Az általunk fejlesztett komplex tómonitoring rendszer segítségével ezek a nem kívánt események megelőzhetőek. Évenkénti többszöri méréssel nyomon követhetjük az adott víztest fizikai és kémiai állapotát, így a nem várt katasztrófális események esélye rendkívül alacsonyra csökkenthető. Az általunk vizsgált és kezelt tavak esetében már egy kezelést követően észrevehető minőségi javulást lehetett mérni (2. ábra). A kezelés során tófenék boronálást és sűrített levegő befúvást alkalmaztunk aminek hatására a tó oxigén ellátottságát sikerült pozitív irányba befolyásolni.

Dátum: október		
Mintavételi pont:	Babati-völgyzárógátas tórendszer	
Vizsgált tényező	30 cm	90 cm
Oxigén mennyiség (mg/l)	6,68	6,21
Oxigén telítettség (%)	54,2	51,3
Víz hőmérséklet	6	5
pH	6,4	6,5
Vezetőkéesség	676	657
NH4-N	0,05	0,07
Ammónium-ion (mg/l)	0,06428	0,090005
NO3-N	1	1,1

Dátum: január		
Mintavételi pont:	Babati-völgyzárógátas tórendszer	
Vizsgált tényező	30 cm	90 cm
Oxigén mennyiség (mg/l)	8,4	7,2
Oxigén telítettség (%)	69	68
Víz hőmérséklet	6,8	5,9
pH	6,2	6,5
Vezetőkéesség	647	634
NH4-N	0,05	0,06
Ammónium-ion (mg/l)	0,07427	0,090003
NO3-N	1,1	1,2

2. ábra Vizsgálati eredmények

Összefoglalás

A kidolgozásra került rendszerrel folyamatosan monitorozható a tavak fizikai és kémiai állapota, ezáltal tisztában lehetünk az adott víztest aktuális állapotával. Ennek következtében minden akár évszakhoz köthető akár eseti szennyezéssel kapcsolatos negatív kimenetel még időben felismerhető és a szükséges és megfelelő beavatkozással megakadályozható. Ennek

köszönhetően, nem csak a tó tulajdonosának gazdasági veszteségei kerülhetők el, hanem a környezetünk védelme is támogatást kap.

Kulcsszavak: tómonitoring, vízvizsgálat, kezelőcsónak, real time

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a VEKOP-2.1.7-15-2016-00519 kódszámú projekt támogatta (Real time tómonitoring vizsgálatok elvégzésére alkalmas multifunkcionális eszköz fejlesztése).

INTELLIGENS VILÁGÍTÓ FEEDERBOT SPICC PROTOTÍPUSÁNAK KIDOLGOZÁSA ÉS MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ALKALMAZÁSÁVAL VALÓ HALFELISMERŐ APPLIKÁCIÓ FEJLESZTÉSE

KARCSAI Dávid¹, PÁL István¹, URBÁNYI Béla², HEGYI Árpád²

¹*Energofish Kft., 1201 Budapest, Helsinki út 74.*

²*Magyar és Agrár és Élettudomány Egyetem, Szent István Campus, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő*

Bevezetés

A horgászsport, mint minden más hobbitevékenység a digitális technológia elérhetővé válásával robbanásszerű fejlődésnek indult. Az okostelefonok térnyerésével egy új fejlesztési irány nyílt a horgászszektorban is. Mindig is fontos volt a fogott hal dokumentálása faj és méret szerint, erre dolgoztuk ki a Fishsnap applikációt, amely képes a hal faj szerinti azonosítására, illetve a hozzá fejlesztett okos matrac segítségével a fogott hal mérete és súlya is pontosan meghatározható. Ezen fejlesztéseknek a horgászat kényelmének növelése mellett rendkívül fontos eleme a halak védelme is, ugyanis a kifogott halat sok horgász nem biztos, hogy pontosan tudja azonosítani, így például tilalmi időszak alatt a szádba kerülhet olyan hal aminek nem lenne szabad. A halat nem kell hosszasan vizsgálni, hogy milyen faj, hanem egy fényképezés után az applikáció pár másodperc alatt beazonosítja azt, a matrac segítségével a méretét és súlyát is dokumentálja és csupán néhány perc szárazföldön való tartózkodás után vissza lehet engedni a kifogott halat, ezáltal lényegesen növelve az életben maradás esélyét. A horgászatban igen lényeges szegmens a kapás megfelelő időben történő észlelése is, ami elektronikai fejlesztések segítségével szintén nagyban növelhető. Erre alkottuk meg a világító feederspíccet, melyben az üvegszáliba vezetett fényvezető szál fényjelzéssel teszi láthatóvá a kapást. Ez a technológia nemcsak látványossá és könnyebbé teszi a horgászatot, de a halak védelmét is szolgálja, ugyanis az időben észlelt kapás csökkenti a hal horgon töltött idejét így szintén növekszik a visszaengedés utáni életben maradás esélye.

Anyag és módszer

Az applikáció kifejlesztése során főleg szoftverfejlesztési feladatokat kellett megoldani, hogy a kifogott hal 90% fölötti biztonsággal azonosítható legyen. Ennek a nehézsége abban rejlett, hogy egyes halak nagyon kis mértékben különböznek egymástól, de ez a kis különbség súlyos következményeket jelent ugyanis a két halfajra egészen más méretkorlátozások vonatkoznak (kősüllő, vagy fogassüllő). Erre a problémára az jelentett megoldást, hogy versenyhorgászainkat felkértük a fogásaik részletes fotódokumentálására, aminek segítségével egy több tízezer képből álló adatbázist hoztunk létre. Ennek az adatbázisnak a felhasználásával került kifejlesztésre a szoftver, ami sikeresen tudja azonosítani a kifogott halat. Az applikációhoz készült okos pontymatrac bluetooth kapcsolattal csatlakozik a telefonhoz és a matracban integrált mérleg segítségével a fogás súlya rögzítésre kerül. A pontymatrac kiemelt jellemzője a homogén, képfeldolgozási technológiákkal könnyen azonosítható háttér (pl. világoskék vagy világos zöld), illetve három, képfeldolgozási technológiákkal könnyen azonosítható marker (pl. piros vagy fehér geometriai alakzatok). A markerek, illetve a matrac színének erősen kontrasztban kell

lenniük a megfelelő méretmeghatározások miatt. A skálát az alkalmazás a markerek pozícióiból számolja, a három marker pozíciója egyértelműen meghatározza a skálát.

A világító feederspice megalkotásánál a nehézséget az okozta, hogy a pultrúziós technológiával készülő spicc gyártása során az üvegszáliba kerülő fényvezető PMMA (Polimetilmetakrilát) szál a folyamatok közben igen nagy mechanikai megterhelésnek van kitéve ezért sok esetben megsérült és ezáltal tönkretéve a terméket. Ennek megoldására egy teljesen egyedi tervezésű gépet kellett építeni, ami a megfelelő gyártástechnológia megléte mellett sokkal kíméletesebben bánik az alapanyaggal. A termék fénykibocsátását egy beépített elektronikai rendszer biztosítja. Ez egy nyomtatott áramkörből és az azt működtető elemből áll. A nyomtatott áramkör egy LED-et tartalmaz, amelynek kapcsolódnia vagy érintkeznie kell a fényvezető szállal. Az egész összeállításnak a bostest belsejébe kell kerülnie, ami igen kis mérettartományban való tervezést eredményez. Nagyságrendileg 3-4 mm-es átmérőn belüli szélességekkel és ~30 mm-es hosszúsággal kell számoljunk. Az elektronikai rendszer pozicionálásánál a méretek megfelelő kialakítása mellett a vízhatlanság biztosítása is alapvető követelmény volt. Az elektronika beépítése az alaptestbe ragasztással, vagy gyantás beöntéssel történhet, a két keskeny oldala mentén támasztva. Az ehhez illeszkedő 425-ös elemet pedig becsúsztatva kell behelyezni a helyére, úgy hogy illeszkedjen az áramkör érintkezőihez. A két alkatrész folytonos és stabil kapcsolódását biztosítani kell a befoglaló megtámasztások megfelelő illesztésével.

Eredmények és következtetések

A fejlesztett Fishnap alkalmazás eredményeként az emberi hibából adódó halfelismerési tévedések esélye nagy mértékben csökkent, ezáltal sokkal kevesebb méretkorlátozás alatti halat sikerült visszajuttatni az élőhelyére. Ennek halgazdálkodási szempontból is komoly jelentősége van és nem utolsó sorban a horgászokat kisebb eséllyel éri büntetés a szabálytalan fogás miatt. A világító feederspice kifejlesztésével a kapások időbeni észlelése igen nagy mértékben javult, különösképpen az éjszakai horgászatok során, amikor a rossz látási viszonyok miatt rendkívül sok kapás elmulasztásra kerülhet és ez a halak fölösleges sérüléséhez és végső esetben pusztulásához is vezethet.

Összefoglalás

Összefoglalásként megállapítható, hogy jelen fejlesztések segítségével a horgászati élmény fokozása mellett igen nagy lépést tettünk a horgászati sport fenntarthatóságának javítása felé, azáltal, hogy maximálisra emeljük a halak felismerését, valamint méretüknek és súlyuknak pontos meghatározását, illetve minimálisra csökkentjük a szárazon töltött idejüket.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a VEKOP-2.1.1-15-2016-00160 kódszámú projekt támogatta (Verseny- és piacképes horgászinováció a Közép-Magyarországi Régióban).

POLIVINIL-ALKOHOL (PVA) FELHASZNÁLÁSA A HORGÁSZATI CSALIANYAGOK GYÁRTÁSA SORÁN

KARCSAI Dávid¹, PÁL István¹, URBÁNYI Béla², HEGYI Árpád²

¹Energofish Kft., 1201 Budapest, Helsinki út 74.

²Magyar és Agrár és Élettudomány Egyetem, Szent István Campus, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő

Bevezetés

Európai szinten egy olyan irányvonal van kialakulóban (ami alapvetően törvényi előírásokat betartó magatartás), hogy a termék minél több etetőanyag összetevője természetes és egészséges alapanyag legyen.

Az Energofish Kft. fejlesztői és technikusai a projekt első szakaszában azon anyagok kiválasztását és beszerzését valósították meg, melyek felhasználásával olyan mixek készítése vált lehetővé, amelyek a gyors lebomlást és csalogató hatást biztosítanak.

Figyelembe kellett venni az édesvízi halak táplálkozását, hogy mi az az anyag, szín, íz, ami a legjobb eredményt hozza. A tesztek alapján egyértelműen kiderült, hogy a keveréknek nagy mennyiségben kell tartalmaznia kukorica termékeket és azok származékait. A keszegfélék a kendermagot előszeretettel fogyasztják, ezért ez sem maradhatott ki a kísérleti keverékekből. A nagyhalas horgászatoknál használt magok között kiemelkedő eredményt hozott a durvára darált tigrismogyoró. A magokat különböző természetes aromákkal ízesítették technikusaink és eltérő technológiával (szárítás, párolás, roppantás) különböző mixeket állítottak elő.

Kiváló eredményeket hozott a halliszttel való dúsítás, kiemelkedő szelektáló hatás volt tapasztalható. A felszálló szemcsék a vízoszlopban erősítik a csalogató hatást, amelyet darált, puffasztott magvak és liftező morzsák képeztek.

A különböző keverékek horog mellé juttatását vízben oldódó PVA anyagok (polivinil-alkohol, nedvesség hatására feloldódó anyag) felhasználásával lehet megoldani. A PVA elemi szálás, térhálós, szilárd és síkfóliás formában található meg a kereskedelemben.

A piaci információk begyűjtése során egyértelművé vált, hogy a hálóanyagok terén várható a legnagyobb felhasználás, a különböző iparágak azonban legkevésbé használják ezt az anyagot.

A fejlesztések első szakaszában az Energofish Kft. szakembergárdája olyan speciális hálószemcse eloszlást fejlesztett ki a Holland DCM beszállítóval, mely használatával a különböző mixek optimálisan összepréselhetők és a vízben történő szétrobbanásuk során a legjobb csalogató hatást érik el. A különböző halmazállapotú keverékek és eltérő szemcse nagyságú és erősségű PVA alapanyagok felhasználásával a gépesítés kidolgozásában az Energofish Kft szakemberei és a Sentimento Kft mérnökei szoros együttműködésben elkezdték az egyedi gépsor részleteinek kidolgozását és részegységeinek összeszerelését.

A horgászati etetőanyagokra ugyanazon szabályok vonatkoznak, mint bármely más állati takarmányozásra alkalmas anyagra, tápra, táplálék kiegészítőre. A megfelelő szakmai háttér biztosítása érdekében létrejött az Energofish Kft. és a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézete között egy a szoros szakmai együttműködés.

Anyag és módszer

A polivinil-alkohol vízben oldható és biológiailag lebontható polimer. Az oldékonyság a polimerizációfoktól és a hőmérséklettől függ. Minél több molekulaegység kapcsolódik, annál kevésbé oldódik. Tömény, hideg vizes oldatban gélszerű tulajdonságú, de 100°C fölött elbomlik. Antisztatikus, elektromosan nem feltöltődő film készíthető belőle. Rugalmatlan, erős szál húzható belőle.

A polivinil-alkoholból (PVA) készült hálók, zacskók, kötelek a mai környezettudatos fejlesztési irányokba tökéletesen beleillenek, illetve a fentebb említett tulajdonságai miatt a horgászati megoldásokhoz tökéletesen megfelelnek.

A fizikai tulajdonságai mellett a legfontosabb ismérve, hogy biológiailag tökéletesen lebomlik, miközben sem toxikus, sem káros anyag nem keletkezik. A halak és egyéb vízi élőlények, növények szervezetében nem akkumulálódik. A vinil-polimerek közül az egyetlen ismert a PVA, amit mikroorganizmusok is képesek mineralizálni. Ezen tulajdonságai mellett, számunkra másik igen fontos tulajdonsága, hogy olcsón beszerezhető alapanyagról van szó. A kedvező fizikai és kémiai tulajdonságai miatt nagyon könnyű vele dolgozni, ezért nem igényel vegyipari szaktudást, ami szintén anyagilag rentábilissá teszi ezen anyag használatát.

A fejlesztett környezetbarát termék egy PVA hálóba töltött száraz etetőanyag granulátum, „PVA bomba”. Ez a fajta etetési megoldás főleg a könnyűszerelések horgászok számára nyújt hasznos és eredményes etetési megoldást. Itt, mint minden más etetésnél, megvalósítható szelektáló, helyben tartó és úgy nevezett ráetetés is. Természetesen ezek között a különbséget a bejuttatott etetőanyag mennyisége, illetve minősége okozza.

Az etetőanyag minősége szerint megkülönböztethetünk természetes szemestakarmányokat (búza, kukorica, tigrismogyoró, lenmag stb.). Használhatunk a töltéshez az Energofish Kft. által gyártott és forgalmazott előre bekevert száraz magörleményeket, természetes anyagokkal ízesített örleményeket. Ez a fajta megoldás azon horgász sporttársaknak kedvezhet, akik különösen figyelnek a természet egészségének megőrzésére, így semmilyen aromát nem szeretnének használni. De nem szabad megfeledkezni arról sem, hogy jó néhány horgászvízen csak és kizárólag természetes és száraz takarmánnyal lehet etetni. Ez azért lehetett eddig nehézkes, mert a szemestakarmányt ömlesztett formában lehet megvásárolni és ezt szinte lehetetlen partról pontosan a szerelékhez juttatni. Ennek a kritériumnak is megfelel ez a termék mert a tömören töltött PVA hurkák a horoghoz rögzítve hajsza pontosan a kívánt helyre juttathatóak.

Eredmények és következtetések

A kifejlesztett termékcsalád a horgászat eredményességének nagy fokú növelése mellett, hozzájárult a vizeink tisztaságának megőrzéséhez. Sem a PVA burkolat, sem az abba töltött etetőanyag nem tartalmaz toxikus, illetve nem lebomló anyagokat, így nem okoz szennyező terhelést a vizeknek és a benne található élőlényeknek. Jelen terméket az értékesítési adatok alapján a horgászok is előszeretettel használják, ez arra ösztönöz minket, hogy a PVA technológiát tovább fejlesszük és egy teljes termékcsaládok építsünk rá, ezáltal arra sarkalva az embereket, hogy leváltsák az összes olyan terméket, amely akár kis mértékben is szennyezi a környezetet.

Összefoglalás

Ezzel a termékcsaláddal tovább erősítettük a nem rég bevezetett környezetbarát Go Green szekció kínálatát. Ennek a projektnek a célja a horgászsport átállítása a teljesen szennyező- és hulladékmentes formára, hogy a jövő horgászai is élvezhessék a sport adta örömeit.

Kulcsszavak: PVA, polivinil-alkohol, etetőanyag, halcsali, környezetterhelés csökkentés

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a GINOP-2.2.1.-18-2020-00026 kódszámú projekt támogatta (Piacorientált horgászati innováció egyes halfajok termelés technológiájának és környezettudatos horgász eszközök-halcsalik fejlesztésének területén).

GARDA (*PELECUS CULTRATUS*) POPULÁCIÓK MOLEKULÁRIS GENETIKAI VIZSGÁLTA

KESZTE Szilvia¹, BÍRÓ Adrienn², BALOGH Réka Enikő², URBÁNYI Béla², KOVÁCS Balázs²

¹ Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Természetesvízi Halökológia Tanszék

² Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Molekuláris Ökológia Tanszék

Bevezetés

A garda hazánkban őshonos halfaj. A pontyfélék családjába tartozik, nemének egyetlen tagja. Pelágikus ikrarakó, elsősorban a tengeröblök, torkolatok és nagyobb folyók hala. Feltehetően a Pannon-tengerből maradt a hazai és a környező országok vízrendszerében (Perényi & Bíró, 1991). Közösségi jelentőségű halfajaink egyike. A 275/2004. (X.8) Kormányrendelet alapján közösségi jelentőségűek „azon fajok, amelyek közösségi szempontból veszélyeztetettek, sérülékenyek, ritkák, illetőleg bennszülöttek”. Bár a garda korábban itthon akkora jelentőséggel bírt, hogy halászatára külön módszer terjedt el (ún. kotázás), hazánk populációinak genetikai hátterét mindeztáig nem vizsgálták.

Hogy több információhoz jussunk a nagyobb hazai garda állományokról, munkánk során a mitokondriális genom kontroll régióját (Baker et al., 2017; Thai et al. 2005) (un. D-loop régiót) vizsgáltuk és összevetettük azokat egy külföldi kontroll populációval. A haploid, cirkuláris mitokondriális genom anyai öröklődést követ és a magasabbrendű gerincesekben ötször nagyobb a mutációs rátája, mint a sejtmagi genomé (Brown et al., 1974). Ezek a tulajdonságai kiváló markerré teszik halak esetében is a filogenetikai és populációs vizsgálatokhoz.

Anyag és módszer

Összesen 125 farokúszó mintát gyűjtöttünk. A Balatonból 54, a Fertőből 23 egyedről vettünk mintát. Kontroll populációnak a lengyel Visztula lagúnából gyűjtöttek 48 mintát számunkra. A halaktól való szövetyűjtés altatásban történt, a mintákat tömény alkoholban -20 °C-on tároltuk további felhasználásig. A szövetekből a DNS izolálás az Omega gyártó E.Z.N.A. szöveti DNS izoláló kitjével történt, a gyártó protokollja alapján. A DNS mennyiségi és minőségi mutatóit gélelektroforézissel és spektrofotométerrel ellenőriztük, majd egységesen 50 ng/μl koncentrációra hígítottuk. A vizsgálni kívánt szakaszt polimeráz láncreakcióval (PCR) szaporítottuk fel. A reakció során korábban ponty fajhoz leírt D-loop primereket alkalmaztunk, melyek a Carp-pro2-F (5'-TCACCCCTGGCTCCCAAAGC-3') és a Carp-Phe2-R (5'-CTAGGACTCATCTTAGCATCTTCAGTG-3') voltak. A 25 μl végtérfogatú PCR reakció összetevői 1 U DreamTaq PCR puffer (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA), 200 μM dNTP mix, 250 nM a primerekből, 1.5 mM MgCl₂, 100 ng templát DNS és 1 U Taq polimeráz voltak (Fermentas). A reakció hőprofilja: Denaturáció 2 perc 95 °C, majd 35 cikluson keresztül 30 másodperc 94 °C, 20 másodperc 52 °C és 1 perc 72 °C. Az elongáció 72 °C 10 perc volt. A PCR reakciók sikerességét gélelektroforézissel ellenőriztük, majd a terméket a Sigma Aldrich gyártó (Merck, Darmstadt, Németország) GenElute PCR tisztító kitjével megtisztítottuk a főlétslegben fennmaradó PCR reakció összetevőktől. A szekvenáló PCR-t a BigDye Terminator

V3.1 szekvenáló kit (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA) segítségével végeztük a gyártó protokollja alapján majd egy etanolos-precipitáció következett. A reakciókat, forward és reverse irányból is elvégeztük és a bázis meghatározás után, mely egy 3500 Genetic Analyzer (Applied Biosystem) készüléken zajlott nyolc 50 cm-es kapillárison keresztül, a kapott kromatogramokat kiértékeltek, a szekvenciákat illesztettük és a MegaX (Kumar et al., 2018), a DNASP6 (Rozas & Rozas, 1995) és a PopART (Bandelt et al., 1999; Clement et al., 2002) szoftverekkel kiértékeltek és ábrázoltuk az eredményeket.

Eredmények és következtetések

A 803 bp hosszú vizsgált szakaszon 4 polimorf bázis hely alapján 5 haplotípust tudunk elkülöníteni. A haplotípus diverzitás (Hd) a 3 populációra nézve összesen 0.298 ± 0.051 volt. A legtöbb egyed (n=104) a leggyakoribb 1-es haplotípusba tartozott. Ez a csoport mindhárom populációból tartalmazott egyedeket. A 2-es haplotípusba csak Fertői egyedek (n=14) kerültek. A 3-as haplotípus csoport (n=7), akár csak a 4-es (n=1) és az 5-ös (n=1) haplotípus csak Balatoni egyedeket tartalmazott. A lengyel populáció (n=48) a magyar mintákkal közösen csupán egyetlen haplotípusban, a leggyakoribb 1-es haplotípusban voltak fellelhetőek, ami azt jelenti, hogy ez a vizsgált állomány a D-loop régióra nézve teljes mértékben homogén. A magyar populációkat külön-külön elemezve is alacsony haplotípus diverzitást mértünk (mindkét populáció esetén $Hd=0.001$). A Fu-féle Fs érték -4,09 volt a balatoni populációnál és 1,28 a fertői populációnál. A Tajima D érték a Balaton esetében szintén negatív (-1,67), míg a Fertő esetében 1,23 volt. Diverzifikáció hiányában a fenti mutatók nem mérhetőek a lengyel populáció esetén.

Az, hogy a lengyel populáció a magyar mintákkal együtt a leggyakoribb 1-es haplotípus csoportban van, közös eredetet feltételez közöttük, amit a haplotípusok közötti egyetlen bázisnyi különbség is megerősíthet. A mindhárom populációt jellemző alacsony haplotípus diverzitás meglepő eredmény. A változatosság hiánya, pláne kisebb zárt állományok esetén a populációk egészségügyi leromlásához vezethet, az alacsony differenciáltság ugyanis kihat a fitnessre. Figyelembevéve, hogy a Balaton és a Fertő európai viszonylatban nagy tavaknak számítanak és rendelkeznek nagyobb befolyóval, az alacsony haplotípus szám nem jó jel a populációk állapotára nézve. Mindenképp érdemes lenne a nukleáris genom szintjén is megvizsgálni őket, illetve további mitokondriális régiókat is bevonni az elemzésekbe.

Összefoglalás

A garda hazánkban őshonos, közösségi jelentőségű halfaj, melynek balatoni és a Fertő tavi, valamint egy lengyelországi populációjának genetikai hátterét vizsgáltuk a mitokondriális kontroll régió szekvenciája alapján. Összesen öt haplotípust azonosítottunk a három populációban. A leggyakoribb haplotípus mindhárom populációban megtalálható volt, sőt a lengyel populációban csak ez a haplotípus volt jelen. További három haplotípus csak a balatoni és egy csak a Fertő tavi állományban volt jelen. A három állományt jellemző alacsony haplotípus diverzitás meglepő és génmegőrzési program elindításának szükségességére utal.

Kulcsszavak: Garda, *Pelecus cultratus*, D-loop, kontroll régió, mitokondriális

Köszönetnyilvánítás

A munkánkat a GINOP-2.3.2-15-2016-00004, a TKP2020-NKA-16, valamint az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekteket támogatták. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- 275/2004. (X. 8.) Korm. rendelet az európai közösségi jelentőségű természetvédelmi rendeltetésű területekről. Magy. Közlöny 2004.
- Baker, A.J.; Marshall, H.D.; Zhou, Q.; McLaughlin, S.; Gray, A.J.G.; Wu, S.; Wang, C.; Frankham, R.; Brook, B.W.; Tonkyn, D.W.; et al. **2017**. Structure and evolution of teleost mitochondrial control regions. *J. Mol. Evol.* 19, 51–82, doi:10.1017/S0016672308009695.
- Brown, Wesley M.; George Matthew, Jr.; Wilson, A.C. **1979**. Rapid evolution of animal mitochondrial DNA. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 1979, 76, 1969–1971.
- Perényi, M.; Biró, P. Yield and recruit estimates of razor fish (*Pelecus cultratus* L.) in Lake Balaton. **1991**. SIL Proceedings, 1922-2010 24, 2509–2512, doi:10.1080/03680770.1989.11900000.
- Thai, B.T.; Burrige, C.P.; Pham, T.A.; Austin, C.M. **2005**. Using mitochondrial nucleotide sequences to investigate diversity and genealogical relationships within common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Anim. Genet.* 36, 23–28, doi:10.1111/j.1365-

INTENZÍV ÜZEMŰ HALNEVELŐTELEP ELFOLYÓVIZÉVEL ÖNTÖZÖTT ENERGIAFŰZ ÁLLOMÁNY NÖVÉNYI RÉSZEINEK N, P, K ÉS NA TARTALOM MEGHATÁROZÁSA LIZIMETRIAI KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT

KOLOZSVÁRI Ildikó¹, KUN Ágnes¹, BAKTI Beatrix², JANCSÓ Mihály¹,
BOZÁN Csaba¹, GYURICZA Csaba³

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Öntözési és
Vízgazdálkodási Kutatóközpont, e-mail: kolozsvari.ildiko@uni-mate.hu

²Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet, Ültetvényyszerű Fatermesztési Osztály

³Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési-tudományok Intézet

Bevezetés

Napjainkban a növekvő mennyiségű szennyvíz és szennyvíziszap hatékony hasznosítása, kezelése és ártalmatlanítása jelentős környezeti kockázatot jelent (Barczy et al. 2006).

A felszíni vizek eutrofizációjának csökkentésére alternatív megoldást jelenthet a mezőgazdasági eredetű elfolyóvizek öntözéses hasznosítása. A rövid vágásfordulójú energianövények (SRC), mint biológiai szűrők, csökkenthetik az elfolyóvizek magas szervesanyag-tartalmát, mikro- és makroelemeit, különösen a N és P koncentrációját. A szennyvízöntözés lehetőséget nyújt a természet során a kisebb adag műtrágya kijuttatására, vagy akár a konvencionális tápanyag utánpótlás kiváltását is biztosíthatja (Aronsson et al. 2001).

A mezőgazdasági vízfelhasználás során az elfolyóvízzel való öntözés ideális megoldást nyújthat a vízkészletek megőrzésében, mivel az édesvízi akvakultúra rendszerekből származó tápanyagban gazdag elfolyóvíz öntözéses hasznosítása számos növénykultúránál és ültetvényben alkalmazható (Castro et al. 2006, Miranda et al. 2008).

Anyag és módszer

Az vizsgálat a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE) Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóközpont (ÖVKI) Liziméter Telepén került beállításra, amely során a fűzklónok telepítése 2014-ben valósult meg. A kísérletben sorána a Soproni Egyetem Erdészeti Tudományos Intézet rövid vágásfordulójú energiafűz fajtajelölt klónját használtuk. Az öntözési kísérlet során két eltérő tulajdonsággal rendelkező víztípust alkalmaztunk (Szarvas-Békésszentandrás Holt-Körös holtág vize: 15 (K15), 30 (K30) és 60 mm-es dózis (K60); és az intenzív afrikai harcsanevelőtelep elfolyóvize: 15 (E15), 30 (E30) és 60 mm-es dózis (E60). Mindemellett a magas sótartalom negatív hatásainak csökkentése érdekében az elfolyóvizet előkezeltek, 1:3-as arányban hígítottuk (H) a Körös folyó vizének hozzáadásával, hogy elérje az öntözővíz teljes sótartalmának ajánlott felső határát (500 mg/L), és gipszet (kalcium-szulfát) is hozzáadtunk (312 mg/L), hogy csökkentjük a nátrium százalékos arányát is. Valamint a kísérlet során egy öntözetlen kontrollt is beállítottunk (C). Heti öntözési fordulóban került kijuttatásra az öntözővíz mikro-szórófejes öntözőberendezéssel. Kezelésenként nyolc darab liziméter edényt alkalmaztunk (edényméret: 1m³), amelybe két energiafűz dugványt telepítettünk 50 cm-es tö- és 100 cm-es sortávval. A szegélyhatás csökkentése érdekében az edények köré további növényeket telepítettünk. A vizsgálatához összesen hatvannégy darab lizimétert használtunk. A növényi részek (levél, szár) mintavétele az öntözési idény végén valósult meg (kezelésenként

három ismétléssel). Amelyek során ásványi elemvizést végeztünk Magyar és ISO szabványoknak megfelelően, különös tekintettel a nitrogén-, foszfor-, kálium-, és nátriumszintre. Az adatok statisztikai kiértékeléséhez az IBM SPSS Statistics 25.0 szoftver egytényezős varianciaanalízisét (Tukey-teszt) használtuk.

Eredmények és következtetések

Növényi részek nitrogéntartalma

A 2015-ös termesztési év kezeléseinek összehasonlításakor (1. táblázat) látható, hogy a levelrészben mért N-tartalom magasabb volt az E60 kezelésben, mint az E15, H, K30 és K60 kezeléseknél. Azonban a legmagasabb N-tartalmat az E30-as (3,5 m/m%) kezelésnél, míg a legalacsonyabb értékeket a K60-as (1,6 m/m%) kezelésben mértük. A levelek szignifikánsan több N-t tartalmaztak az E60 ($p = 0,015$), az E30 ($p = 0,000$), a K15 ($p = 0,005$) és a C ($p = 0,001$) kezeléseknél, mint a K60 kezelésben. A szárrészben a K60 kezelésnél volt a legalacsonyabb a N-tartalom, ahol az elfolyóvízzel öntözött minták, a K15 és C kezelések szignifikánsan több nitrogént tartalmaztak.

1. táblázat Az energiafűz levél és szárrészének nitrogéntartalma 2015-2017 vizsgálati években

Növényi rész	Viszogat év	K15	K30	K60	E15	E30	E60	H	C
levél	2015	2,9±0,1 cd	2,0±0,4 ab	1,6±0,1 a	2,4±0,3 abc	3,5±0,4 d	2,6±0,3 bc	2,23±0,1 abc	3,1±0,4 cd
	2016	2,3±0,3 b	1,7±0,3 ab	1,3±0,2 a	2,1±0,6 b	1,56±0,3 ab	2,0±0,5 ab	1,9±0,5 ab	2,1±0,4 b
	2017	2,4±0,3 ab	2,7±0,3 bc	2,0±0,4 a	2,9±0,5 bcd	3,0±0,2 cd	3,4±0,4 d	3,1±0,1 cd	3,2±0,2 cd
szár	2015	0,4±0,1 bc	0,4±0,1 ab	0,1±0,1 a	0,6±0,1 bc	0,7±0,1 cd	0,9±0,2 d	0,3±0,1 ab	0,7±0,1 d
	2016	0,8±0,1 ab	0,8±0,1 abc	0,6±0,1 a	0,9±0,2 bcd	1,0±0,2 d	0,9±0,1 cd	0,89±0,1 bcd	1,0±0,1 bcd
	2017	0,7±0,2 a	0,7±0,2 a	0,67±0,1 1 a	0,9±0,2 abc	1,2±0,1 c	0,8±0,1 ab	0,9±0,1 abc	1,0±0,2 bc

2016-ban a levelekben mért N-tartalom csökkenést mutatott. Az E15 ($p = 0,018$), a K15 ($p = 0,002$) és a C ($p = 0,029$) levélminták szignifikánsan több nitrogént tartalmaztak, mint a K60 kezeléssel öntözött fűzek. A szár esetében a N értékek közel azonos tartományban mozogtak 2016-ban és 2017-ben is. Mindkét év mérési eredménye meghaladta a 2015-ben mért N-tartalmat. A harmadik kísérleti évben a H, a C, a K30 és az elfolyó vízzel öntözött minták esetében megállapítható, hogy a fűzek levelében lényegesen több nitrogén raktározódott, mint a K60 kezeléssel esetében.

Növényi részek foszfortartalma

A fűz klónok elfolyó és hígított vízzel öntözött leveleinek P-tartalma a 2015-2017-es termesztési évben 1990 és 3023 mg/kg sz.a. között mozgott. 2015-ben a kontroll szignifikánsan több P-t tartalmazott, mint az E60 ($p = 0,004$) és H ($p = 0,001$) kezelések (2. táblázat). 2016-ban a legtöbb P-tartalommal a H-kezelésű minták rendelkeztek, ugyanakkor az E30 ($p = 0,046$) és a C ($p = 0,043$) minták leveleiben szignifikánsan alacsonyabb volt a P-szint. Az első kísérleti évben a H kezeléshez képest a kontroll minták szignifikánsan kevesebb P-tartalommal ($p=0,033$) rendelkeztek. Az energiafűzek szárrészében a három vegetációs évben mért P elemtartalomról megállapítható, hogy a mért szint 813 és 2457 mg/kg sz.a. között alakult. Az első évben a

kontroll értékhez képest a P-tartalom szignifikánsan alacsonyabb volt a H ($p = 0,000$) és az E30 ($p = 0,005$) kezeléseknél.

2. táblázat Az energiafűz levél és szárrészének foszfortartalma 2015-2017 vizsgálati évekbe

		E15	E30	E60	H	C
levél	2015	3023 ± 241 b	2737 ± 95 ab	2180 ± 370 a	1990 ± 144 a	3340 ± 419 b
	2016	2643 ± 57 ab	1865 ± 210 a	2007 ± 519 ab	2850 ± 365 b	1855 ± 219 a
	2017	2428 ± 19 ab	2272 ± 127 ab	2532 ± 196 ab	2723 ± 118 b	2123 ± 66 a
szár	2015	1537 ± 35 c	1050 ± 221 ab	1330 ± 193 bc	813 ± 79 a	1647 ± 146 c
	2016	2192 ± 201 bc	2010 ± 172 ab	1788 ± 244 a	2457 ± 201 c	1740 ± 146 a
	2017	1616 ± 209 a	1596 ± 169 a	1422 ± 266 a	2003 ± 239 b	1693 ± 90 ab

Növényi részek káliumtartalma

Az SRC fűz klónok növényi részeinek makroelem vizsgálata során a legtöbb K a levelekben koncentrált (3. táblázat). Az éves adatok összehasonlítása azt mutatja, hogy a legalacsonyabb K-tartalmat 2015-ben, a legmagasabbat pedig 2017-ben mértük. A levelek esetében az első évben a K-érték 11 880 és 15 465 mg/kg sz.a. között mozgott, míg a második évben a mért elemtartalom 11 445–18 492 mg/kg sz.a. volt, valamint az utolsó 2017-es évben 18 187 és 21 627 mg/kg dm közötti értékeket detektáltunk.

3. táblázat Az energiafűz levél és szárrészének káliumtartalma 2015-2017 vizsgálati években

Növényi rész	Vizsgálati év	K15	K30	K60	E15	E30	E60	H	C
levél	2015	15465±61 5 a	11880±660 a	12200±127 8 a	13380±66 5 a	13880±176 1a	14530±17 15 a	14803±64 9 a	15395±36 56 a
	2016	16156±12 33 bc	15081±217 2 abc	11445±193 1 a	18492±28 78 c	15180±182 0 abc	15778±33 30 bc	15598±22 55 bc	14310±64 9 ab
	2017	19433±15 86 ab	18186±663 a	19013,3±2 739 a	21626±12 65 b	18216±133 9 a	19523±10 05 ab	20160±71 9 ab	20133±32 31 ab
szár	2015	6036±272 b	4740±190 a	4516±333 a	4803±70 a	4730±976 ab	4806±545 ab	4173±361 a	4646±443 a
	2016	7535±603 a	7565±752 a	6320±1336 a	8640±171 1 a	7103±1459 a	7306±180 2 a	6653±120 1 a	6910±679 a
	2017	5750±882 a	5672±1733 a	5481±456 a	5885±898 a	6140±735 a	5575±848 a	6438±986 a	6128±711 a

Kiemelendő, hogy az E15-tel öntözött levélmintákban a kísérlet utolsó két évében jelentős K-szint emelkedés volt megfigyelhető. A Tukey-féle többszörös összehasonlítás során 2015-ben nem volt jelentős különbség a kezelések között; azonban a vizsgálat második évében a K60 kezelés értékeihez képest az E15 ($p = 0,000$), az E60 ($p = 0,023$), a H ($p = 0,034$) és a K15 ($p = 0,010$) levélminták szignifikánsan magasabb K-értékkel rendelkeztek. Mindemellett 2017-ben az E15 ($p = 0,013$) szignifikánsan magasabb K-szintet rendelkezett a K30-as minták értékeihez képest. A levélrészekhez hasonlóan a szárrész esetében is ez tendencia figyelhető meg. A 2016-os évben a szárrészek K szintje magasabb tartományban mozgott, amely során az E15 kezelés elérte a 8640 mg/kg sz.a. értéket. Az első és az utolsó öntözési évben az SRC fűz klónok szárrészeinek K-tartalma 4100 és 6400 mg/kg sz.a. között alakult. Az egytényezős varianciaanalízis során a 2015-ös mérési adatok között jelentős eltérés mutatkozott. A H kezeléshez képest a K15-kezelések ($p = 0,001$) szignifikánsan magasabb K-tartalommal rendelkeztek. A másik két évben nem volt kimutatható szignifikáns különbség.

Növényi részek nátriumtartalma

Az első kísérleti évben a vizsgált növények levélrészeiben mért Na-tartalom 49-79 mg/kg d.m. (5. táblázat) között alakult. A legalacsonyabb értéket a H kezelésnél, míg a legmagasabb értéket az E30 mintánál mértük (5b. ábra). A 2016-os és 2017-es termesztési évben hasonló volt a Na-szint a levélrészekben, ahol a Körös vízzel öntözött minták az alacsonyabb értékekkel, a magasabb Na tartalommal pedig az elfolyóvízes öntözés rendelkezett. A második évben a levélrészekben végzett statisztikai elemzés szignifikáns különbséget mutatott a K15 és K60 kezelések között ($p=0,025$).

4. táblázat Az energiafűz levél és szárrészének nátriumtartalma 2015-2017 vizsgálati években

Növényi rész	Vizsgálat éve	K15	K30	K60	E15	E30	E60	H	C
levél	2015	71±2 a	55±18 a	58±11 a	50±17 a	79±25 a	78±15 a	49±5 a	63±16 a
	2016	378±2 a	41±3 ab	61±20 b	50±13 ab	49±9 ab	58±12 ab	53±14 ab	53±10 ab
	2017	48±5 a	50±8 a	57±10 a	55±8 a	72±29 a	62±20 a	58±17 a	61±24 a
szár	2015	36±13 ab	43±20 abc	40±9 abc	36±12 ab	84±40 c	83±14 bc	33±12 a	53±5 abc
	2016	43±2 a	47±4 a	58±16 ab	81±14 b	62±15 ab	64±9 ab	64±24 ab	53±14 a
	2017	46±3 a	58±6 a	66±21 a	74±20 ab	86±41 ab	114±21 c	71±20 a	66±25 a

A szárrészek esetében megfigyelhető, hogy 2015 kivételével a legalacsonyabb Na szintet a H kezelésben, míg a legmagasabb értéket az E 30 mintákban mértük. Ugyanakkor a szárrészek Na-tartalma évről évre növekvő tendenciát mutat, különös tekintettel az elfolyóvízzel öntözött minták esetében. Továbbá figyelemre méltó a 2017-ben mért értékek, ahol az E60 minták Na-tartalma elérte a 114 mg/kg sz.a.-t, ami 137%-kal magasabb, mint 2015-ben. Az első vizsgálati évben az egytényezős varianciaanalízis során az E30 kezelésben mért értékekhez képest az E15, a H és a K15 kezelések szignifikánsan kevesebb ($p<0,1$) Na-t tartalmaztak. A második vegetációs periódusban szignifikánsan alacsonyabb Na szintet mutattunk ki a K15 és K30 kezelésű szárminták esetében. Ez a tendencia 2017-ben is megfigyelhető volt, ahol a fűz klónok szárrészei szintén a holtág vizével öntözött minták (15, 30, 60 mm-es dózisosok) esetében lényegesen kevesebb Na szinttel rendelkeztek.

Összefoglalás

Vizsgálatunk célja volt meghatározni az intenzív üzemű halnevelőtelepről származó elfolyóvízzel öntözött rövid vágásfordulójú energianövények levél és szárrészeinek nitrogén, foszfor, kálium és nátriumtartalom változását.

A nitrogén esetében különösen a szárrésznél felhalmozódás figyelhető meg különösen az elfolyóvízzel öntözött minták esetébe. Ez az emelkedés az öntözővíz magasabb N tartalmának köszönhető.

Az SRC fűz növényekben a foszfor többnyire a szárban, kisebb mértékben a levélrészben lokalizálódott. A különbség leginkább az öntözővíz mennyiségénél figyelhető meg, ahol a vizsgált növényi részek P tartalma az öntözővíz mennyiségének növekedésével csökkent.

A K-szintek esetében évről-évre növekvő tendencia figyelhető meg. A levélrészekre jellemzőbb a magasabb elemtartalom, amelynek okát a Na^+/K^+ aránnyal lehet magyarázni.

A növények Na-koncentrációjának alakulását szorosan nyomon követtük, mivel az intenzív afrikai harsanevelő telep elfolyóvízes öntözésén keresztül jelentősebb mennyiségű Na került az öntözött területre. Az elfolyóvízzel öntözött fűz klónok esetében a Na-tartalom leginkább a szárrészekben lokalizálódott, amely során évről-évre növekedés figyelhető meg. Kiemelendő a 2017-es termesztési évben az E60 kezelésnél mért Na értéke (114 mg/kg sz.a.), amely 50%-kal

meghaladta a kontrollban mért értékeket. Ez a mennyiség azonban nem bizonyult toxikusnak az SRC növények számára.

Az agronómiai vonatkozások tekintetében kijelenthető, hogy az alternatív vizek kiváló lehetőséget nyújthatnak a vízhiányos vidékek számára, azonban különös figyelmet kell fordítani a vízminőségi paraméterekre, melyek negatívan befolyásolhatják (talaj szikesedése, nitrát kimosódás a talajból, növények sóstressze stb.) a talaj állapotát.

Kulcsszavak: elfolyóvíz, öntözés, energiafűz, elemtartalom

Köszönetnyilvánítás

A kutatómunkát az Agrárminisztérium OD001 számú determinációs témája támogatta.

Irodalom

- Aronsson, P., Perttu, K. **2001**. Willow vegetation filters for wastewater treatment and soil remediation combined with biomass production. *For. Chronicle* 77, 293–299, doi:10.5558/tfc77293-2.
- Barczi, A.; Joó, K.; Pető, Á.; Bucsi, T. **2006**. Survey of the buried paleosoil under the Lyukas-mound in Hungary. *Eurasian Soil Sci.*, 39, 133–140.
- Castro, R.S.; Borges Azevedo, C.M.S.; Bezerra-Neto, F. **2006**. Increasing cherry tomato yield using fish effluent as irrigation water in Northeast Brazil. *Sci. Hortic.* 110, 44–50, doi:10.1016/j.scienta.2006.06.006.
- Miranda, F.R.; Lima, R.N.; Crisóstomo, L.A.; Santana, M.G.S. **2008**. Reuse of inland low-salinity shrimp farm effluent for melon irrigation. *Aquac. Eng.* 39, 1–5, doi:10.1016/j.aquaeng.2008.04.001.

AFRIKAI HARCSANEVELŐ TELEP ELFOLYÓVIZÉVEL ÖNTÖZÖTT SZEMESCIROK FAJTÁK FENOLÓGIAI PARAMÉTEREINEK ALAKULÁSA

KOLOZSVÁRI Ildikó¹, KUN Ágnes¹, BOZÁN Csaba¹, GYURICZA Csaba²

¹*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóközpont, e-mail: kolozsvari.ildiko@uni-mate.hu*

²*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési-tudományok Intézet*

Bevezetés

Az édesvízkészletek csökkenése és a szennyezés globális probléma (Goslin et al. 2016). Mekonnen és Hoekstra (2016) tanulmánya szerint körülbelül négy milliárd ember él vízhiányban világszerte, és a becslések szerint ötszázmillió ember él súlyos vízválsággal küzdő területeken. Emiatt ma az egyik legjelentősebb erőforrás a víz. Napjainkban a legnagyobb kihívást a mezőgazdaság öntözővízellátása jelenti az egyre gyakoribbá váló aszályjelenséggel összefüggésben. Az időszakos és regionális klímaváltozás következményeként előfordulhat olyan jelenség, hogy a felszíni édesvízkészlet nem elegendő az öntözővízigény kielégítésére (O'Connor et al. 2008). Alternatív megoldást nyújthat az intenzív akvakultúra-rendszerek elfolyóvizének öntözéses hasznosítása. Ez a használtvíz gazdag szerves anyagban; ezért a termőterületre kijuttatott műtrágya adagok is csökkenthetők (Kolozsvári et al. 2021). Ugyanakkor figyelembe kell venni a nagy mennyiségű szerves és szervesetlen anyagcseretermékek, valamint a haltakarmány-maradványok okozta tápanyag-felhalmozódást az elfolyóvíz természetes befogadóba történő elhelyezésekor (Lin et al. 2002).

A cirok termesztésének jelentőségét növeli, hogy nem igényel olyan intenzív növényvédelmet és tápanyag-utánpótlást, mint a kukorica (Tsuchihashi és Goto 2004). Kevésbé érzékeny a terület minőségére, eredményesen termesztethető olyan helyeken is, ahol egy átlagos évben más növények csekély vagy egyáltalán nem hoznak hasznot. A cirok felhasználási területei sokrétűek. A cirok az emberi fogyasztásban is jelentős szerepet játszik; termőterületét tekintve a kukorica, a rizs, a búza és az árpa után az ötödik helyen áll a gabonanövények között (Paterson 2008).

Vizsgálatunk célja az intenzív halgazdaságból származó, magasabb Na-tartalmú (276 mg/L) elfolyóvízzel öntözött cirokfajták fenológiai paramétereinek (magasság, relatív klorofilltartalom) meghatározása.

Anyag és módszer

A terepi kísérlet a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE), Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóközpont (ÖVKI) Liziméter Telepén (46°51'49" N 20°31'39" K, Szarvas) került beállításra 170 m²-en.

A vizsgálat során a Gabonakutató Nonprofit Kft. (Szeged) három államilag elismert szemescirok fajtát ('Alföldi 1', 'Farmsugro 180', 'GK Emese') növekedési paramétereit vizsgáltuk eltérő öntözővíz mennyiség és minőség mellett. A vetésidő minden kísérleti évben április végén vagy május elején történt, amikor a talaj hőmérséklete elérte a 12-13 °C-ot. A sortávolság 70 cm, az állománysűrűség 190-230 ezer tő/hektár (parcellánként 114-138 tő) volt. Mindegyik parcella 4 soros (1 m) volt, a méréseket minden esetben a középső két sorban (6 ismétlésben) végeztük. Ennek megfelelően egy mintaterület mérete 3 m hosszú és 2,1 m széles

volt. Az öntözési kísérletben két különböző típusú öntözővizet használtunk. Az egyik a Körös Holtág felszíni vize volt (K30, K45) (46°51'38.6" N 20°31'28.0" K, Szarvas), a másik egy kezeletlen intenzív afrikai harcsanevelő telep elfolyóvize (E30, E45), továbbá beállításra került egy öntözetlen kontroll (C) is. Mind a két öntözővíz minőség esetében heti öntözési fordulókat alkalmaztunk 30 és 45 mm öntözővíz adagokkal, amelyet mikro-szórófejes öntözőrendszerrel juttatunk ki.

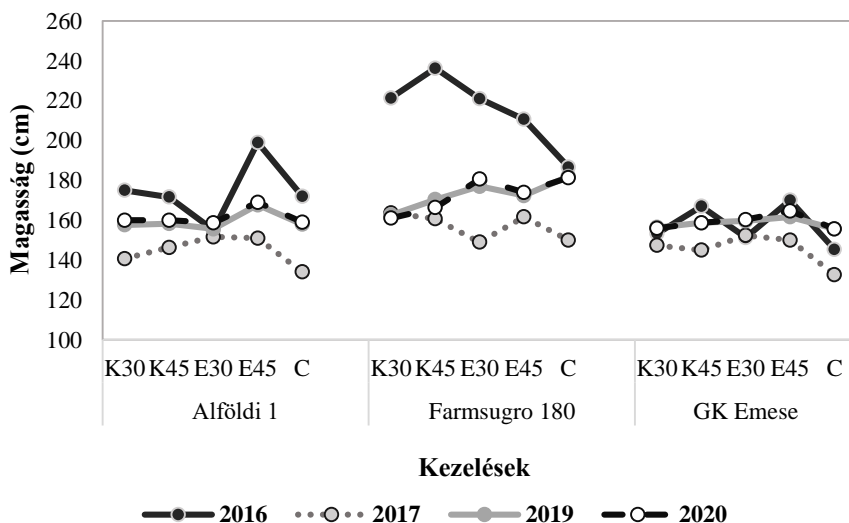
A növények fenológiai méréseit a vegetációs időszakban hetente rögzítettük. A növény magasságát mérőrúddal mértük a felső két levél metszéspontjáig. A relatív klorofilltartalom meghatározásához a SPAD-502 klorofillmérőt (Konica Minolta Inc., Tokió, Japán) használtuk, amely során mintavételi helyenként 3 növényen, levelenként 4 ponton történt a mérés. A SPAD mérést a levéllemez hosszában arányosan osztottuk el a levéllemez jobb és bal oldalán két ponton.

A statisztikai kiértékeléshez az IBM SPSS Statistics 25.0 szoftvert használtuk. A különböző öntözési kezelések és fajták közötti szignifikáns különbségeket az ANOVA egytényezős varianciaanalízisével határoztuk meg, ahol a Tukey-tesztet $p \leq 0,05$ értéknél tekintettük szignifikánsnak.

Eredmények és következtetések

A három szemescirok fajta magasságának alakulása a tenyésztési időszak végén

Az 'Alföldi 1' fajta esetében megfigyelhető, hogy az első termesztési évben mért magassági értékek meghaladták a következő évek méreteit (1. ábra). Az E45-ös kezelésnél a legmagasabb növények elérték a 199 cm-t. Az E30-al kezelt növények a legalacsonyabbra (155 cm) nőttek. A következő évben minden kezelésnél csökkenést figyeltünk meg. A 2019-től 2020-ig terjedő magassági értékek közel azonos tartományban mozogtak. A korábbi évekhez hasonlóan E30-as kezelésnél kisebbre, az E45-ös kezelésnél pedig a legnagyobbra nőttek a növények (156-169 cm). A kezelések közötti szignifikáns különbség csak a termesztés első évében volt kimutatható, ahol a legmagasabb értékű E45 kezeléshez képest a cirok növények szignifikánsan kisebbre nőttek ($p \leq 0,01$).



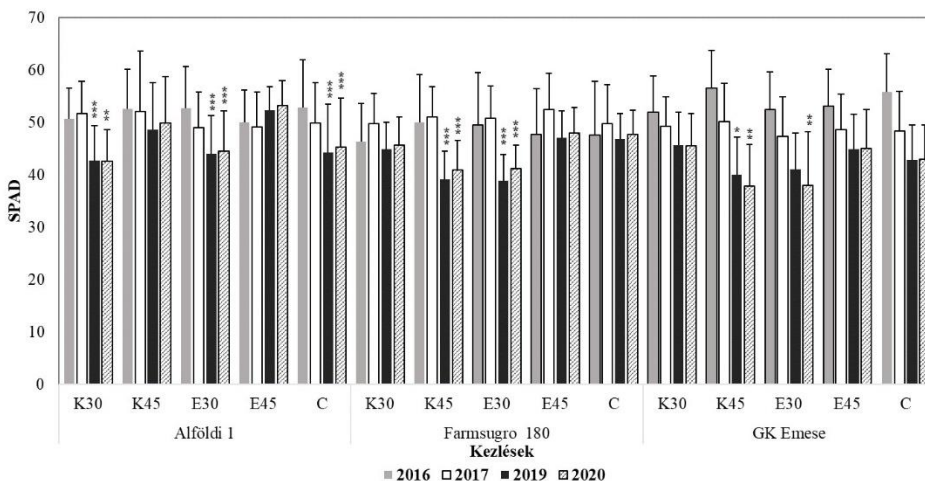
1. ábra A három szemescirok fajta magassági értékeinek alakulása 2016 és 2020 termesztési évek között

A 'Farmsugro 180' esetében (1. ábra) a termesztés első évében is nagyobb növénymagasságot detektáltunk. A legalacsonyabb növények a C kezelésben (187 cm), a legmagasabbak a K45 kezelésben (236 cm) voltak. A következő években minden kezelésnél csökkenést figyeltünk meg. A 2017-es termesztési évben a 'Farmsugro 180' fajta magassága 149 és 164 cm között alakult. 2019-ben és 2020-ban 10%-os növekedést figyeltünk meg, amely során a magasság 161-182 cm között alakult. 2016-ban szignifikáns különbséget tapasztaltunk a kezelések között, ahol a K45 kezeléshez képest szignifikánsan alacsonyabb ($p \leq 0,05$) értékeket mértünk a többi kezelésnél.

A 'GK Emese' fajtára jellemző, hogy a 2016-ban mért magassági értékek meghaladták a többi évben mért adatokat (1. ábra). Az első évben 140-170 cm, a második évben 133-152 cm között alakultak a magassági értékek. Mind a négy termesztési évben a C kezelés volt a legalacsonyabb, a legmagasabb pedig az E45. Az utolsó két termesztési évben csökkenés figyelhető meg, ahol a mért értékek 156-162 cm között alakultak. Az első két évben jelentős különbség volt a kezelések között. 2016-ban a C ($p = 0,001$) E30 ($p = 0,008$) és K30 ($p = 0,016$) kezelések szignifikánsan alacsonyabbnak bizonyultak, mint az E45. A második évben a legmagasabb E30-as kezeléshez képest szignifikánsan alacsonyabb értékeket detektáltunk a C-kezelés ($p = 0,018$) esetében.

Relatív klorofilltartalom alakulása

Az 2. ábra az átlagos klorofill értékeket mutatja. A 2016-os kísérleti évben az 'Alföldi 1' fajtánál a legmagasabb SPAD-értéket a C-kezelésnél, míg a legalacsonyabbat az E45-ös kezelésnél mértük. A következő évben minden kezelésnél csökkenést figyeltünk meg. A SPAD-érték hasonlóan alakult 2019-ben és 2020-ban is. Ahol a legmagasabbat E45-nél, a legalacsonyabbat pedig K30-nál mértük. Az első két évben nem volt szignifikáns különbség a kezelések között. A harmadik és a negyedik évben a legmagasabb E45-ös kezeléshez képest az E30 ($p = 0,000$), K30 ($p = 0,000$) és C ($p = 0,001$) kezelések szignifikánsan alacsonyabb SPAD-értékekkel rendelkeztek. 2020-ra a levelek klorofill tartalma szintén az E45 értékhez képest szignifikánsan alacsonyabb volt az E30 ($p = 0,001$), K30 ($p = 0,002$) és C ($p = 0,001$) kezelések esetében.



2. ábra: Relatív klorofilltartalom alakulása a három cirokfajta esetében 2016 és 2020 termesztési évek között

A 'Farmsugro 180' fajtánál megfigyelhető, hogy az első év kivételével minden esetben az E45 kezelés rendelkezett a legmagasabb SPAD értékkel, különösen 2017-ben, ahol elérte az 52,5

értéket (2. ábra). A négy kísérleti év közül a legalacsonyabb átlagos klorofillértéket 2019-ben (38,9–47,1), míg a legmagasabbat 2017-ben (49,8–52,5) mértük. Az statisztikai értékelés során az első két évben nem volt szignifikáns különbség a kezelések között. 2019-ben és 2020-ban az E30 és K45 ($p = 0,000$) kezelések klorofillértékei szignifikánsan alacsonyabbak voltak, mint a legmagasabb SPAD-adatokkal rendelkező E45 kezelésé.

A 'GK Emese' cirokfajtánál (2. ábra) a négy kísérleti év közül a legmagasabb klorofillértéket 2017-ben mértük (51,9–56,5), amíg a legalacsonyabbat 2020-ban (38,8–45,5). Az első két termesztési évre jellemző volt, hogy a Körös Holtág vizével öntözött kezelések SPAD-értéke magasabb volt, különösen a K45-ös kezeléseké. 2019-ben és 2020-ban azonban a K30-mal kezelt növények rendelkeztek a legmagasabb klorofillértékekkel. A statisztikai elemzés során az első két évben nem volt szignifikáns különbség a kezelések között. A 2019-es évben a legmagasabb K30 kezelésnél mért értékhez képest a K45 ($p = 0,012$) kezelés szignifikánsan alacsonyabb volt. 2020-ban a K30 kezeléshez képest az E30 ($p = 0,003$) és a K45 ($p = 0,002$) kezelések szignifikánsan alacsonyabb klorofill értékkel rendelkeztek.

Összefoglalás

Sixto et al. (2005) kimutatták, hogy a vegetatív növekedési paraméterek csökkenése figyelhető meg a növényekben a sótartalom növekedésének függvényében. A sóstressznek kitett növényekben csökkent a hajtások száma, lassult a szár és a gyökérfejlődés, csökkent a friss és száraz szár- és gyökértömeg, a levélterület és a levélszám is, valamint a relatív klorofilltartalom és a termés csökkenését figyelték meg. Mindhárom fajta esetében az átlagos SPAD érték alacsonyabb volt az utolsó két termesztési évben. Ugyanakkor az elfolyóvíz nem volt negatív hatással a relatív klorofilltartalom alakulására. A növénymagasság esetében megállapítható, hogy a legmagasabb növényeket (149-236 cm) az első termesztési évben észleltük, ami elsősorban a növény számára felvehető vízmennyiséggel (csapadék + öntözés) magyarázható. Ezt követően mindhárom fajtánál (133-181 cm) csökkenést figyeltünk meg. Mindemellett a magasabb N (29.2 mg/L) tartalommal rendelkező elfolyóvíz pozitívan hatott a zöldtömeg növekedésére, mivel az elfolyóvízzel öntözött ciroknövények magassági értékei, különösen a 45 mm-rel öntözöttké meghaladták a kontroll kezelések értékeit.

Rövidtávon, vízhiányos vagy kedvezőtlen talajú területeken jó alternatíva lehet az általunk vizsgált intenzív afrikai harscanevelő telep elfolyóvizének öntözése szemescirok kultúrában.

Kulcsszavak: elfolyóvíz, öntözés, szemescirok, relatív klorofilltartalom, magasság, fenológiai paraméterek

Köszönetnyilvánítás

A kutatómunkát az Agrárminisztérium OD001 számú determinációs témája támogatta.

Irodalom

- Gosling, S.N.; Arnell, N.W. A Global Assessment of the Impact of Climate Change on Water Scarcity. *Clim. Chang.* **2016**, *134*, 371–385. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0853-x>.
- Kolozsvári, I.; Kun, Á.; Jancsó, M.; Bakti, B.; Bozán, C.; Gyuricza, C. Utilization of Fish Farm Effluent for Irrigation Short Rotation Willow (*Salix alba* L.) under Lysimeter Conditions. *Forests* **2021**, *12*, 457. <https://doi.org/10.3390/f12040457>.
- Lin, Y.F.; Jing, S.R.; Lee, D.Y.; Wang, T.W. **2002** Nutrient Removal from Aquaculture Wastewater Using a Constructed Wetlands System. *Aquaculture* **2002**, *209*, 169–184. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00801-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00801-8).
- Mekonnen, M.M.; Hoekstra, A.Y. Four Billion People Facing Severe Water Scarcity. *Sci. Adv.* **2016**, *2*, e1500323. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500323>.

- O'Connor, G.A.; Elliott, H.A.; Bastian, R.K. Degraded Water Reuse: An Overview. *J. Environ. Qual.* **2008**, *37*, S-157–S-168. <https://doi.org/10.2134/jeq2007.0459>.
- Paterson, A.H. Genomics of Sorghum. *Int. J. Plant Genom.* **2008**, *2008*, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2008/362451>.
- Sixto, H.; Grau, J.M.; Alba, N.; Alía, R. Response to Sodium Chloride in Different Species and Clones of Genus *Populus* L. *Forestry* **2005**, *74*, 93–104. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpi009>.
- Tsuchihashi, N.; Goto, Y. Cultivation of Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) and Determination of Its Harvest Time to Make Use as the Raw Material for Fermentation, Practiced during Rainy Season in Dry Land of Indonesia. *Plant Prod. Sci.* **2004**, *7*, 442–448. <https://doi.org/10.1626/ppp.7.442>.

INTENZÍV ÜZEMŰ HALNEVELŐTELEP ELFOLYÓVÍZÉVEL ÖNTÖZÖTT CUKOR- ÉS TAKARMÁNYRÉPA FAJTÁK TERMÉSHOZAMA ÉS VÍZHASZNOSÍTÓ KÉPESSÉGÜK

KUN Ágnes, KOLOZSVÁRI Ildikó, BOZÁN Csaba

*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Öntözési és
Vízgazdálkodási Kutatóközpont, e-mail: kun.agnes@uni-mate.hu*

Bevezetés

Magyarországon korai nyomát találjuk a cukorrépa termesztésnek: Tessedik Sámuel magyar evangélikus lelkész hozta be 1790-ben Németországból a nálunk még ismeretlen burgundi répának, a cukorrépa ősének a magvát (Rombay 1914). Magyarországon 2021-ben 12 000 ha területen folyt cukorrépa-termesztés (KSH1). Országos szinten a termésátlag (2021) 53 t/ha volt (KSH2), ami a nyugat-európai átlagtól messze elmarad. Az EUROSTAT (2019) adatbázisa alapján nyugat-európai államok (BE, DE, DK, ES, FR, NL, CH) átlagos cukorrépa terméshozama 83,3 t/ha volt. Bár a cukor- és takarmányrépát jelenleg kis területen termesztik, a növénytermesztés nagy múltra tekint vissza és kiváló talajviszonyokkal rendelkezik hozzá Magyarország. A terméshozam tovább növelhető a termesztéstechnológiai elemek fejlesztésével, köztük az öntözött cukorrépa vetésterületek növelésével. Az alternatív vízforrások alkalmazása öntözővíz felhasználásának céljából kiváló lehetőséget teremt a vízigényes és sótűrő cukorrépa termesztéséhez, miközben a körforgásos gazdaságban ösztönzött víz újrafelhasználás is teljessül.

Jelen tanulmány célja intenzív afrikai harsanevelő-telep elfolyóvizének öntözéses hasznosításának vizsgálata cukor- és takarmányrépa növényállományon. A kutatás során arra kerestük a választ, hogy a használt víz öntözésével milyen terméshozam érhető el édesvízzel öntözött és öntözetlen növényállományban, hogyan befolyásolja a vízminőség a répafajták (2 takarmányrépa és 2 cukorrépa) gyökerének hosszát és átmérőjét, valamint vízhasznosító képességét.

Anyag és módszer

Kísérleti terület és időjárási körülmények

A kísérlet a MATE KÖTI ÖVKI Liziméter Telepén zajlott 2021-ben. A kutatás során 64 db liziméter edényben (1 m³ térfogatú és 1 m² felszínű edények) termesztettük a növényállományt, edényenként 8 növényt neveltünk fel. A kísérlet talaját az alábbi paraméterek jellemzik: agyagos vályog fizikai féleség, 0,03 m/m% összes oldott só tartalom, 2,1 m/m% összes karbonát tartalom, 1,31% összes szerves szén tartalom. A kísérlet évében az összes csapadék 433,9 mm volt, az éves középhőmérséklet 11,6 °C.

Növényállomány

Mindkét takarmányrépafajta szerepel a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) Országos Fajtalistáján. A 'Béta Vöröshenger' takarmányrépa 1977. május 25-én, a 'Rózsaszín Béta' takarmányrépa 1944. január 31-én került fel a listára. Mindkét fajtát a Nyugat-magyarországi Egyetem nemesítette. A 'Grandiosa' 2016. március 9-én került fel országos listánkra, a fajta a németországi KWS Saat SE-hez tartozik. A 'Helenika'-t szintén a KWS Saat SE nemesítette, és 2014-ben került fel a listára, de tavaly (2021.03.25.) törölték.

Kísérletben alkalmazott öntözővizek

Az öntözéshez intenzív afrikai harcsanevelő-telep elfolyóvizét alkalmaztuk. A halnevelő medencék átfolyási rendszerének vízutánpótlásához rétegvizet használnak fel. A telepről kifolyó víz napi mennyisége meghaladja az 1000 m³-t. Az elfolyó víz nagy mennyiségben tartalmaz metabolitokat, például halürüléket, szerves anyagokat és ritkán vegyszereket vagy antibiotikumokat a halnevelési technológiától függően (Tóth et al. 2020). A geotermikus eredet miatt a kifolyó víz magas összes sótartalommal is rendelkezik, beleértve a magas nátrium- és magas hidrogén-karbonát-koncentrációt (1. táblázat).

1. táblázat Az öntözővizek jellemző tulajdonságai.

Öntözővíz	EC	NH ₄ -N	N	P	K	Na	SAR
	(μS cm ⁻¹)	(mg l ⁻¹)	(mg l ⁻¹)	(mg l ⁻¹)	(mg l ⁻¹)	(mg l ⁻¹)	
Elfolyóvíz	1306.7	21.9	29	3.9	7.2	273.5	11.9
Körös víz	388.3	0.4	1.2	0.2	4.3	31.3	1.2
Hígított víz	1073.0	10.3	13.3	1.7	5.4	132.3	3.5

Öntözött kontroll kezelésként a Körös helyi holtágából (46°51'38.6" N 20°31'28.0" K, Szarvas, Magyarország) édesvizet használtunk. Harmadik víztípusként az elfolyóvizet Körös vízzel hígítottuk (13) és gipszet adtunk hozzá (0,312 kg/m³). Az öntözött kezelésekk mellett öntözés nélküli kontroll kezelést is alkalmaztunk, valamennyi kezelést négy ismétlésben.

2021-ben 355 mm öntözővizet juttattunk ki csepegtető öntözéssel, a vegetációs időszakban 157 mm eső esett (2. táblázat).

2. táblázat A kísérlet évében (2021) kijuttatott csapadék és öntözővíz mennyiség a répa vízigénye szerint

10 napos időszakok	Átlagos vízigény adott periódusban Ruzsányi László szerint in Posch (1997) (mm)*	Csapadék (mm)	Öntözővíz mennyiség (mm)
Április 21-30.	12	2.3	0
Május 1-10.	14	10.0	0
Május 11-20.	17	52.7	0
Május 21-30.	22	7.4	0
Június 1-10	27	0.0	27
Június 11-20.	35	0.7	35
Június 21-30.	43	0.5	43
Július 1-10.	53	30.5	20
Július 11-20.	56	16.8	60
Július 21-30.	65	1.0	0
Augusztus 1-10.	60	6.7	52
Augusztus 11-20.	53	0.2	53
Augusztus 21-31.	52	24.2	22
Szeptember 1-20.	47	3.9	43
Összes	556	157	355

Vizsgált paraméterek és statisztikai elemzésük

A növényállományban a gyökérparaméterek méréseit betakarításkor végeztük el (2021.10.20.). Minden mérést minden liziméter edényben felnevelt répán elvégeztünk (ismétlésszám edényenként 8). A gyökerek hosszát a fejrésszel együtt, levélzet nélkül mértük, a gyökerek átmérőjét a répatest keresztmetszetének legszélesebb pontján (merőlegesen a hossza) mértük le. A gyökerek tömegét 0,5 g pontossággal mértük le.

Az IWUE értéket az alábbi képlet alapján számítottuk ki:

$$IWUE = \frac{E_y}{I}$$

ahol IWUE az öntözővíz hasznosítási képesség (t/ha/mm), I az öntözővíz mennyiség (mm) (Kiyamaz és Ertek, 2015). Tanulmányunkban a nem öntözött kezelésben a csapadék mennyisége jelent meg a képlet hányadosában.

A statisztikai elemzéseket az IBM SPSS Statistics 25.0 szoftverrel valósítottuk meg. Egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA) vizsgáltuk az öntözővíz minőségének hatását a répa gyökérének tulajdonságaira kezelésenként. A Tukey- vagy Dunnett post hoc teszt eredményét p ≤ 0,05 értéknél tekintettük szignifikánsnak.

Eredmények

Minden kezelés esetében megfigyelhető, hogy a cukorrépa szélesebb gyökér átmérővel rendelkeznek, mint a takarmányrépa fajták (3. táblázat). A különbség oka morfológiai eredetű, mindkét fajta megvastagodott karógyökérrel rendelkezik, azonban a két takarmányrépa fajta hengeres és megnyúlt alakú volt a gömbölyűbb cukorrépaéhoz képest. A legszélesebb átlagos keresztmetszettel a 'Grandiosa' és 'Helenika' fajták rendelkeztek, mindkét fajta esetében a Körös vízzel öntözött kezelésben mértük a legnagyobb értékeket (3. táblázat). Az elfolyóvíz és a hígított elfolyóvízzel öntözött kezeléseknél mért keresztmetszet között nem volt szignifikáns különbség egyik cukorrépa fajta esetében sem. A két takarmányrépa fajta esetében a vízminőség hatása nem volt statisztikailag igazolható a répatestek átmérőjére. Mind a négy fajta esetében az öntözetlen kezelésben elérhető kevesebb hozzáférhető víz következtében szignifikánsabb kisebb volt a gyökerek átmérője az öntözött kezelésekhöz képest.

3. táblázat A növényállomány gyökérének átlagos átmérője (cm) fajtánként.

	Béta Vöröshenger	Rózsaszín Béta	Grandiosa	Helenika
gyökér átmérő (cm)	Mean±Std.Dev			
Kontroll	7,0±1,2a	6,9±1,5a	10,3±1,9a	9,6±1,4a
HG	9,4±1,5b	9,5±1,8b	11,8±1,8ab	12,3±1,7b
Körös	9,6±1,4b	10,0±2,2b	14,2±2,3c	14,0±2,5c
Elfolyóvíz	10,0±1,7b	9,5±1,5b	13,5±2,6bc	12,9±2,0bc

A takarmány- és cukorrépa fajták szintén morfológiai okokból eltérően különböztek jellemző gyökérhosszuk alapján. Mindkét takarmányrépa fajta hosszabb gyökértesttel rendelkezik öntözés hatására, mint az öntözetlen kezelésben mért, ugyanakkor a vízminőség hatása e paraméter esetében sem igazolható (4. táblázat). A 'Grandiosa' cukorrépa fajta esetében a hígított, a 'Helenika' fajta esetében a hígított és a Körös kezelés esetében, habár hosszabb gyökérnagyságot mértünk, mint az öntözetlen kezelésben, a különbség nem volt igazolható.

4. táblázat A növényállomány gyökerének átlagos hossza (cm) fajtánként.

	Béta Vöröshenger	Rózsaszín Béta	Grandiosa	Helenika
gyökér hossz (cm)	Mean±Std.Dev			
Kontroll	30,3±5,0a	31,2±5,2a	29,4±3,8a	27,1±4,8a
HG	45,1±8,9b	43,7±8,7b	34,8±7,9ab	30,0±5,2ab
Körös	45,7±8,1b	43,2±7,0b	35,8±7,3b	29,3±6,2ab
Elfolyóvíz	42,9±7,7b	42,2±6,2b	35,6±6,3b	33,0±5,8b

A terméshozamot a fajták friss gyökértömege alapján értékeltük. A 'Béta Vöröshenger' takarmányrépa kivételével minden fajta esetében a Körös vízzel öntözött kezelésekben mértük a legnagyobb terméshozamot, de az öntözővíz minőségének hatása nem volt igazolható. A 'Béta Vöröshenger' fajta az elfolyóvízzel öntözött körülmények között érte el a legnagyobb hozamot, a különbség nem szignifikáns a többi öntözött kezelésben mért értékekkel összehasonlítva. Öntözetlen körülmények között a két takarmányrépa hasonló hozamot ért el, de a cukorrépa közül a 'Grandiosa' feltételezhetően szárazságtűrőbbnek tekinthető, mint a 'Helenika'.

5. táblázat A növényállomány átlagos terméshozama fajtánként (friss gyökértömeg, t/ha).*

	Béta Vöröshenger	Rózsaszín Béta	Grandiosa	Helenika
hozam (t/ha)	Mean±Std.Dev			
Kontroll	40a	39a	60a	53a
HG	116b	129b	115b	114b
Körös	117b	135b	153b	129b
Elfolyóvíz	136b	127b	138b	115b

*Megjegyzés: Egyedenkénti gyökértömeg adatok alapján, 90 000 növény/ha állománysűrűséget feltételezve került meghatározásra.

Az öntözött répa vízhasznosítási képessége értelemszerűen a képletben található hozam adatokkal mutat összefüggést, ennek megfelelően a 'Béta Vöröshenger' kivételével minden fajta a Körös vízzel öntözött kezelésben érte el a legjobb vízhasznosítást (6. táblázat). Az öntözetlen kezelésben a csapadék alapján határoztuk meg a vízhasznosítási képességet, ahol az előbbieken szárazságtűrőbbnek feltételezett 'Grandiosa' fajta hozta a legnagyobb értéket, megerősítve ezzel állításunkat. A legkisebb értékeket a 'Béta Vöröshenger' és 'Rózsaszín Béta' takarmányrépa fajták esetében számoltuk öntözetlen körülmények között. Kiyamaz és Ertek (2015) a legnagyobb IWUE értékeket a legkisebb öntözővíz mennyiség mellett és legkisebb N műtrágya hatóanyag (30 és 40 kg N/ha) mellett számolták (354 mm), 0,228 t/ha/mm és 0,190 t/ha/mm, cukorrépa fajtákon 2012 és 2013 években.

6. táblázat A cukor- és takarmányrépa fajták átlagos vízhasznosítási képessége (t/ha/mm).

	Béta Vöröshenger	Rózsaszín Béta	Grandiosa	Helenika
IWUE (t/ha/mm)	Mean±Std.Dev			
Kontroll	0,112	0,110	0,169	0,148
HG	0,227	0,251	0,224	0,222
Körös	0,229	0,263	0,299	0,252
Elfolyóvíz	0,265	0,248	0,269	0,224

Összefoglalás

Egy éves kísérletünkben elemeztünk 2-2 cukor- és takarmányrépa fajta ('Béta Vöröshenger', 'Rózsaszín Béta', 'Grandiosa', 'Helenika') gyökérmorfológiai tulajdonságait, terméshozamát és vízhasznosító képességét. Takarmányrépa fajták esetében egyik vizsgált paraméter esetében sem volt igazolható a vízminőség hatása, így a halnevelő telepről származó elfolyóvíz eredményeink szerint kiválóan alkalmazható a Béta Vöröshenger és a Rózsaszín Béta fajta öntözésére a jövőben, növénymorfológiai és terméshozam adatok alapján. A cukorrépa fajták esetében a 'Helenika' és 'Grandiosa' gyökérteste nagyobb keresztmetszeti átmérővel rendelkezik Körös vízzel történő öntözést követően (mint más öntözött kezelésben), azonban a terméshozamra és vízhasznosításra nem volt igazolható hatása a vízminőségnek. Tekintve, hogy a cukortartalom a répatest középső részein halmozódik fel a legnagyobb koncentrációban és a cukorrépa terméshozama a kinyert cukor mennyiségével is jellemezhető, e fajták esetében további vizsgálatok indokoltak a cukorfokra és a cukorkinyerésre vonatkozóan, a vízminőség természetére ajánlása előtt.

Kulcsszavak: cukortartalom, IWUE, használt víz

Köszönetnyilvánítás

„Az Innovációs és Technológiai Minisztérium UNKP-21-4. kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.”

Irodalom

- Kiyamaz S., Ertek A. (2019): Yield and quality of sugar beet (*Beet vulgaris* L.) at different water and nitrogen levels under the climatic conditions of Kirsehir, Turkey. *Agricultural Water Management* 158, p.156-165. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.05.004>
- Posch K. (ed.) (1997): Amit a cukorrépáról tudni kell. Agroiinform Kiadó és Nyomda Kft. Budapest.
- Rombay D. (1914): A cukorrépa. Franklin Társulat. Budapest.p.67.
- Tóth, F.; Zsuga, K.; Kerepeczki, É.; Nagy-Berzi, L.; Körmöczi, L.; Lövei, L.G. (2020): Seasonal differences in taxonomic diversity of rotifer communities in a Hungarian lowland oxbow lake exposed to aquaculture effluent. *Water*. 12: DOI: 1300 doi:10.3390/w12051300.

Internetes hivatkozások

- KSH1: Központi Statisztikai Hivatal 19.1.1.12. Fontosabb szántóföldi növények betakarított területe c. táblázat alapján. Elérhető online 2022.05.16-án: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0012.html
- KSH2: Központi Statisztikai Hivatal 19.1.1.18. Fontosabb szántóföldi növények termésátlaga c. táblázat alapján. Elérhető online 2022.05.16-án: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0018.html
- Eurostat (2019): Crop production in EU standard humidity. Elérhető online 2022.05.16-án: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK_DS-905455_QID_65BDA2A1_UID_-3F171EB0&layout=TIME.C.X.0;GEO.L.Y.0;CROPS.L.Z.0;STRUCPRO.L.Z.1;INDICATORS.C.Z.2;&zSelectio n=DS-905455INDICATORS.OBS_FLAG;DS-905455CROPS.R2000;DS-905455STRUCPRO.YI_HU_EU;&rankName1=INDICATORS_1_2_-1_2&rankName2=CROPS_1_2_-1_2&rankName3=STRUCPRO_1_2_-1_2&rankName4=TIME_1_0_0_0&rankName5=GEO_1_2_0_1&sortC=ASC_-1_FIRST&rStp=&cStp=&rDCh=&cDCh=&rDM=true&cDM=true&footnes=false&empty=false&wai=false&time.mode=NONE&time_most_recent=false&lang=EN&cfo=%23%23%23%2C%23%23%23.%23%23%23

MARKERADAPTÁLÁS VUNDU HARCSA (*HETEROBRANCHUS LONGIFILIS*) POPULÁCIÓGENETIKAI VIZSGÁLATÁHOZ

PÉTER Dániel, Karl MANAGA REGINALD, BALOGH Réka Enikő, BÍRÓ Adrienn,
TURGYÁN Gitta, KOVÁCS Balázs

Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet,
Molekuláris Ökológia Tanszék, Gödöllő
Peter.Daniel@uni-mate.hu

Bevezetés

Az emberiség táplálkozásának mindig is részét képezték a hal alapú élelmiszerek. A harcsafélék nem csak világviszonylatban, hanem az Európai Unió halpiacán is megjelennek (FAO, 2020). A Clariidae családba tartozó harcsafélék közül Magyarországon az afrikai harcsa (*Clarias gariepinus*) az egyik legelterjedtebb tenyésztett faj. Ezt annak köszönheti, hogy kimagasló a környezetéhez, illetve különböző takarmányokhoz való alkalmazkodóképessége. Számos magyarországi haltelepen azonban nem az afrikai harcsát tenyésztik, hanem a vundu harcsával (*Heterobranchus longifilis*) képzett hibridjét. A keresztezés oka a termelés egyes sajátosságainak (növekedési erély, megmaradási potenciál) növelése (Nwadu, 1995). Mivel az afrikai harcsát már évtizedek óta vizsgálják a jobb kihozatal érdekében, ezért rendelkezünk populációgenetikai információval róla. Ez azonban nem mondható el a vundu harcsa esetében. Azoknál a fajoknál, melyeknél nem rendelkezünk genom szekvencia ismeretekkel az egyik leghatékonyabb és gazdaságosabb módja egy populáció genetikai felmérésének a mikroszatellit régiók elemzése (Vieira, 2016). Ehhez mikroszatellit markerekre van szükségünk, ezért célul tűztük ki mikroszatellit markerek adaptálását afrikai harcsából vundu harcsára. Ehhez a Kánainé (2019) és munkatársai által izolált 49 dinukleotid mikroszatellit markerből választottuk ki a legalkalmasabbnak tűnőket. Mivel az afrikai és a vundu harcsa rendszertanilag közel eső fajok, így a már meglévő markerek adaptálása lehetséges.

Anyag és módszer

Kánainé (2019) kutatásából 15 polimorf markert jelöltünk ki adaptálásra (1. táblázat). Az adaptáláshoz használt *Heterobranchus longifilis* minták (10 ikrás és 10 tejés) a Nagyatádi V-95 Kft. afrikai harcsa telepről származnak. A halaktól farokúszó mintát vettünk, melyeket 99%-os etanolba helyeztünk, majd -20°C-on tároltuk felhasználásig. A DNS kivonáshoz E.Z.N.A. Tissue DNA Kit-et (Omega Bio-Tek) használtunk. A kapott tömény DNS-öt 50 ng/μl töménységre hígítottuk NFW (Nuclease Free Water) segítségével. A mikroszatellit régiók amplifikálásához szükséges PCR (Polimerase Chain Reaction) folyamatokat QIAGEN® Multiplex PCR kit-tel és festékkel jelölt primerekkel (FAM, VIC, NED, PET) valósítottuk meg. A PCR reakciók sikerességét agaróz (1,5%) gélelektroforézissel ellenőriztük. Ezt követően az allél nagyságok pontos meghatározásához fragmentanalízist végeztünk Applied BioSystem 3500 Series kapilláris elektroforézis rendszer segítségével. Az ehhez szükséges fragmentanalizáló mix összeállításához mintánként 0,1 μl GeneScan™ 500 LIZ™ dye Size Standard-et, 9,9 μl HIDI-formamid-ot és 0,5-2 μl PCR terméket használtunk. Az eredmények kiértékeléséhez GeneMapper szoftver állt a rendelkezésünkre. A statisztikai elemzéseket GeneAlex és Microsatellite ToolKit szoftverekkel végeztük el.

Eredmények és következtetések

A 15 mikroszatellit markerből 7-et sikerült adaptálni (1. táblázat). A vundu harcsa esetében a működő markerek átlagos allélszáma (2,2) kevesebb volt, mint az afrikai harcsa (7,4) esetében, ami valószínűleg a kis mintaszámnak tudható be. Az allélméretet a *Heterobranchus longifilis* esetében csupán két markernél (Cg341, Cg175) estek a *Clarias gariepinus* allélméreteibe, a többi néhány bázispártól egészen 100 bp-nyi különbséggel meghaladta azt. A fragmentanalízis rávilágított a PIC (Polymorphism Information Content) értékek közti különbségekre is a két faj esetében. A vundu genomokban minden markernél kisebb mértékű volt a polimorfítás, 2 marker (Cg287, Cg341) pedig monomorfnak bizonyult. A várt heterozigotitás érték 0-0,462 között mozgott, míg a megfigyelt heterozigotitás 0-0,474 között változott a vizsgált vundu harcsáknál. A fixációs értékek pozitívak voltak a Cg010 (0,265), Cg352 (0,477), Cg639 (1,000) és Cg661 (0,011) markerek esetében, viszont a Cg175-nél (-0,052) negatív volt. A Cg287 és a Cg 341-nél nem beszélhetünk fixációs indexről, mivel monomorfak voltak. Három marker (Cg175, Cg352, Cg661) esetében nem volt tapasztalható nagyértékű deviancia a Hardy-Weinberg féle egyensúlyi állapottól. Ezekből az adatokból az látszik, hogy a vizsgált populáció kis genetikai variáciával rendelkezik az adaptált markereket nézve.

1. táblázat *Clarias gariepinus* és *Heterobranchus longifilis* mikroszatellit marker adaptációs eredmények. (PIC = Polimorf információs tartalom, HWE = Hardi-Weinberg egyensúly, ns = nem szignifikáns.)

Marker	Allél méret tartomány (C. g.)	Allél méret tartomány (H. l.)	Allél szám (C.g.)	Allél szám (H. l.)	PIC (C. g.)	PIC (H. l.)	Eltérés HWE (C. g.)	Eltérés HWE (H. l.)
Cg 010	98-136	129-138	10	4	0,761	0,313	***	***
Cg 175	153-200	166-172	11	2	0,763	0,349	***	ns
Cg 287	107-119	158	6	1	0,532	0	***	monomorf
Cg 341	150-169	169	7	1	0,49	0	***	monomorf
Cg 352	204-246	139-244	6	3	0,528	0,297	ns	ns
Cg 639	177-220	224	5	2	0,665	0,095	***	***
Cg 661	106-145	102-246	7	3	0,728	0,32	*	ns

Összefoglalás

Magyarország több haltelepén is elterjedt az afrikai harcsa hibridizálása vundu harcsával a gazdaságos termelés érdekében. Az ehhez használt *Clarias gariepinus* fajról már rendelkezünk populációgenetikai adatokkal, azonban *Heterobranchus longifilis* esetén ez nem mondható el. A kutatásunk alapját a kutatócsoportunk által végzett megelőző kutatásaink képzik, ahol az afrikai harcsára fejlesztettünk populációgenetika felmérésre megfelelő mikroszatellit markereket. Ezek közül próbáltunk 15 markert adaptálni a vundu harcsa genomjára. 7 marker esetében sikeres volt. Azonban megállapítható, hogy a vizsgált vundu harcsa populáció az adaptált marker vizsgálatok eredménye alapján kis genetikai diverzitással rendelkezik. Az adaptált 7 mikroszatellitből öt mutatott polimorfítást ezek felhasználhatók a faj további, szélesebb körű genetikai vizsgálatához. A két monomorf marker szintén mutathat polimorfítást más állományokon, azonban további markerek adaptálására is szükség lehet egy részletesebb vizsgálatához.

Kulcsszavak: *Clarias gariepinus*, *Heterobranchus longifilis*, mikroszatellit marker adaptáció

Köszönetnyilvánítás

A kutatást támogatta az iFishIENCi projekt (Európai Unió Horizon 2020 kutatási és innovációs program, támogatási szerződési szám: No 818036) a Magyar Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) által, támogatási szerződési szám: 2017-2.3.3-TÉT-VN-201-00004, és az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 projekt, amit társfinanszírozott az Európai Unió és az Európai Szociális Alap.

Irodalomjegyzék

- FAO. **2020**. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Kánainé Sipos, D., Bakos, K., Ósz, Á., Hegyi, Á., Müller, T., Urbányi, B., Kovács, B. **2019**. Development and characterization of 49 novel microsatellite markers in the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Mol Biol Rep.* 2019 Dec;46(6):6599-6608. doi: 10.1007/s11033-019-05062-5. Epub 2019 Sep 18. PMID: 31535323.
- Nwadukwe, F.O. **1995**. Analysis of production, early growth and survival of *Clarias gariepinus* (Burchell), *Heterobranchus longifilis* (Val.) (Pisces: Clariidae) and their F1 hybrids in ponds. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 29, 177–182. <https://doi.org/10.1007/BF02336048>
- Vieira, M. L., Santini, L., Diniz, A. L., & Munhoz, C. **2016**. Microsatellite markers: what they mean and why they are so useful. *Genetics and molecular biology*, 39(3), 312–328. <https://doi.org/10.1590/1678-4685-GMB-2016-0027>

A LÁPI PÓC FAJVÉDELMI MINTAPROGRAM (2008-) TAPASZTALATAI

TATÁR Sándor¹, TÓTH Balázs², CSÁNYI Béla³, SZEKERES József³, URBÁNYI Béla⁴,
MÜLLER Tamás⁵

¹Tavirózsa Környezet- és Természetvédő Egyesület, 2112 Veresegyház, Pázmány u. 36.

²Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, 1121 Budapest, Költő u. 21.

³MTA Ökológiai Kutatóközpont, Vízi Ökológiai Intézet, 1113 Budapest, Karolina út 29.

⁴Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Akvakultúra és
Környezetbiztonsági Intézet, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.

⁵Magyar és Agrár és Élettudomány Egyetem, Szent István Campus, Akvakultúra és
Környezetbiztonsági Intézet, Természetesvízi Halökológiai Tanszék, Agárd-Gödöllő, 2100
Gödöllő, Páter Károly u. 1.

e-mail: tatarsandor73@gmail.com

Bevezetés

Hazánkban az elmúlt évszázadokban a lápusztítás mértéke 97% volt, a vízszabályozások, lecsapolások, mezőgazdasági művelésbe vonás következményeként. A lápi halak kis méretű, elszigetelt, sekély vizekben élő populációi igen érzékenyek a környezeti változásokra és izolációjuk génkészletük diverzitásának csökkenését okozza. Napjainkban a lápi pócra (*Umbra krameri*) a legnagyobb veszélyt élőhelyeinek megszűnése, zavarása (állóvizek és vízfolyások kiszáradása a klímaváltozás hatásaként, csatornakotrások), és az inváziós amurgéb (*Percottus glenii*) terjeszkedése jelenti. A fokozottan védett faj állományai szatmár-beregi élőhelyein kritikus helyzetbe kerültek, visszaszorulása közel 95%-osra tehető, az amurgéb 85%-os előfordulási frekvenciája mellett. A legfrissebb adatok szerint a térségben mindössze a Zsidóban és az Öreg-Túrban fordul már csak elő a lápi póc (Nyeste et al. 2022a).

A 2008-ban elindított, és napjainkban is folytatódó Lápi póc Fajvédelmi Mintaprogram általános célja az volt, hogy kidolgozzunk és teszteljünk egy olyan széleskörű, komplex projektet, mely elősegíti a hazai lápi póc populációk megmentését és megerősítését (Tatár et al. 2010, Tatár 2017a, Tatár et al. 2017b).

Anyag és módszer

A természetes lápi póc élőhelyek és a helyettesítő élőhelyek vizsgálata, monitoringja

A lápi póc természetes és mesterségesen létrehozott élőhelyein vízminőségi, botanikai, gerinctelen makrofauna és halfauna vizsgálatokat végeztünk (Tatár 2017a), a helyettesítő élőhelyeken elkezdett monitoringot a mai napig folytatjuk.

Élőhely-rekonstrukció, új helyettesítő élőhelyek létrehozása

Az *in situ* kísérletek helyszínéül szolgáló, 16 hektár kiterjedésű Szadai Mintaterületen a 10 db helyettesítő mocsári, lápi élőhelyet (“Illés-tavakat”) kotrással hoztuk létre degradált (*Solidago* sp. uralta) mocsári növényzet helyén. A talajvíz táplálta víztestek jellemzői: 50-60 m³ térfogat, 30-40 m² vízfelület, 1-1,5 m átlagos és 2,5 m maximális vízmélység.

A tavakba hínárvegetációt (*Ceratophyllum demersum*, *Utricularia vulgaris*, *Lemna minor*) telepítettünk, mely a gerinctelen makrofauna (táplálékbázis) számára is megfelelő élőhelyet biztosít. A vízi növényzet árnyékolásával, tápanyag- (nitrát-, ammónium- és foszfát-) felvételével és allelopatikus hatásával is hozzájárul az algásodás mértékének csökkentéséhez (2017a).

Veszélyeztetett állományok mentése, szaporítása, nevelése és telepítése

Az elmúlt közel másfél évtizedben öt veszélyeztetett élőhelyről összesen 175 lápi pócot fogtunk be, majd szállítottuk el *ex situ* és *in situ* szaporításra. A Halgazdálkodási Tanszéken természet szerű szaporítási eljárást alkalmaztunk (Müller et al. 2011), a Szadai Mintaterületen és Farnoson pedig a ketreces módszert (Tatár et al., 2020) vizsgáltuk. A Gögő-Szenke patakon (Szamosköz) vízszennyezés, a jelentősen feliszapolódott 1. sz. Pócos-tóban (Pesti-síkság) mérgező mocsárgázok, a vegetációval feltöltődött medrű 2. sz. Pócos-tó (Pesti-síkság) esetében a kiszáradás, a Czuczor-sziget Természetvédelmi Területnél (Ráckevei-Dunaág Natura 2000 terület) pedig a lápfeltöltés (M0-ás híd bővítése) fenyegette a póc populációt kipusztulással. Ezen kívül az állománycsökkenéssel veszélyeztetett Tápió-Hajta vízrendszerből is fogtunk be anyahalakat. 2021-ben a Zsid-tó elvezető csatornájából mentettünk 30 db lápi pócot, kiszáradása előtt kb. 1 hónappal (Nyeste et al. 2022b). Ezen halak szaporítását 2023-ban tervezzük megvalósítani.

A különböző populációkból származó mentett, leszaporított anyahalakat és laboratóriumban nevelt utódaikat külön-külön tavakba telepítettük a Szadai Mintaterületen. A tanszéken nevelt ivadékokból és az Illés-tavak természetes szaporulatának egy részéből állományerősítés céljából azokra a természetes élőhelyekre is kihelyeztünk, ahonnan az anyahalak származtak. Az új tavak tesztelése céljából az első lápi póc telepítés előtt, majd a későbbiekben is a tanszéken nevelt réti csíkot (*Misgurnus fossilis*) és széles kárászt (*carassius carassius*) telepítettünk a vizekbe (túlélési vizsgálatok).

Eredmények és következtetések

A természetes lápi póc élőhelyek ökológiai jellemzői

Saját és irodalmi kutatási adatok alapján a lápi pócok elsősorban olyan sekély (vízmélység: 0,5-1,5 m), kisméretű és árnyékolt, lassú folyású, vagy állóvizekben élnek, melyekben a vízminőségi paraméterek értékei széles tartományt fednek le. Ezek közül is kiemelendő, hogy az oldott oxigén szint az általunk vizsgált élőhelyek harmada esetében rendkívül alacsony volt (< 1 mg/l). Ez az extrém alacsony oldott oxigén koncentráció a nagy retenciós idejű, sekély, iszapos és pangó vizek sajátos jellemzője.

A florisztikai adatok alapján a recens és az egykori lápi póc élőhelyek vegetációjának természetessége között nincs különbség, az utóbbi élőhelyeken viszont kevesebb, mint feleannyi növényfaj volt, mint az előbbieken. A hínárvegetáció borítása a vizsgált recens élőhelyeken átlagosan 61%-os volt (52% lebegő + 9% szubmerz hínár, tartomány: 0-100%). A leggyakoribb hínárfaj az apró békalence (*Lemna minor*) volt (100%-os prezencia), melyet azonban a hazai irodalmi források nem említik. Vizeink többségére – irodalmi adatok alapján – a békatutaj (*Hydrocharis morsus-ranae*) mellett a fehér tündérrózsa (*Nymphaea alba*) és a közönséges rence (*Utricularia vulgaris*) a jellemző.

A gerinctelen makrofauna taxonszám 9 és 27 taxon/mintavétel (átlag: 18 taxon), az egyedyszám pedig 38 és 232 ind./mintavétel (átlag: 107 ind.) között volt. A Simpson-féle diverzitás átlagos értéke magas, 0,80 volt (intervallum: 0,73-0,87). A taxonszámok tekintetében a recens élőhelyek (122 taxon) jelentősen fajgazdagabbak azokhoz az élőhelyekhez képest, ahonnan a lápi póc kipusztult (64 taxon; 2017a).

A lápi póc élőhelyek halközösségei

Terepi kutatásaink során az első körben kijelölt 9 természetes lápi póc élőhelyből mindössze 4 esetben fogtunk lápi pócot. Az állóvizek halközösségeiben sokkal kevesebb fajt (1-4; átlag: 1,5 faj) találtunk, mint a vízfolyások és csatornák esetében (2-11; átlag: 10,5 faj). Az állóvizek szegényebb halfaunája feltehetően egyrészt a rosszabb oxigén-ellátottságnak/reduktív viszonyoknak, másrészt izoláltságuknak köszönhető. A lápi póc és az inváziós halfajok előfordulása negatív korrelációt mutatott, a legnagyobb fenyegetést az amurgéb jelenti (2017a).

Helyettesítő élőhelyek kialakítása és monitoringjuk

A Szadai Mintaterület I-X. sz. Illés-tavait 2008 és 2017 között hoztuk létre a lápi póc ökológiai igényeinek figyelembevételével. A morfológiailag kis mértékben különböző Illés-tavak egymáshoz közel helyezkednek el, méretük egyezik, azonban mégis jelentősen más-más fejlődési utat jártak be. Eltérő vízminőség, vízi, vízparti vegetáció és gerinctelen makrofauna alakult ki bennük, mivel a különböző környezeti tényezők máshogy gyakoroltak rájuk nyomást, máshogy reagáltak (Tatár et al. 2012, Tatár 2017a).

A vízminőség, hínárvegetáció, zooplankton és a gerinctelen makrofauna monitoring eredmények alapján a II., V. és VIII. sz. Illés-tavak kivételével rövid szukcessziós periódust követően (8-23 hónap elteltével) a vizek döntően elérték a természetes élőhelyekre jellemző abiotikus és biotikus referencia értékeket, így alkalmasnak bizonyultak a lápi póc betelepítésére. A tavak egy részébe kialakításukat követően hínárt telepítettünk (*Ceratophyllum demersum*, *Utricularia vulgaris*, *Lemna minor*), melyek sikeresen megtelepedtek, és „tisztá vízü” állapot alakult ki. A IV. és a X. sz. Illés-tavakba nem helyeztünk ki hínárvegetációt, ezért ezeket a csillárkamoszat (*Chara* sp.) spontán kolonizálta (Tatár 2017a).

Vízminőség

A vízminőségi paraméterek értékei döntően a természetes élőhelyek referencia intervallumai közé esnek az Illés-tavakban. Az oldott szervesetlen nitrogén vegyületek (DIN) kezdeti, több esetben magas szintje (≥ 40 mg/l) a tavak kialakításától számított egy év elteltével a lápi póc természetes élőhelyeire jellemző tartományba (0-35 mg/l) csökkent. 2017 és 2021 között átlagosan mindössze 0,7 mg/l volt a vizek több évszakban mért összes oldott szervesetlen nitrogénvegyület (DIN) tartalma. A tavakban az oldott szervesetlen nitrogén vegyületek összkoncentrációja általános csökkenésének oka az algák, baktériumok és a magasabbrendű növények tápanyag-felvétele, megtelepedése, azaz a természetes szukcessziós folyamatok. Kiemelendő, hogy ezt a trendet a hínáros és a hínármentes (algás) vizekben egyaránt megfigyeltük.

Az Illés-tavakon gyakran mértünk magas ($\geq 0,3$ mg/l) foszfát koncentrációt (hipertrofítás), a vizek átlagos foszfát-szintje 2020-2021 folyamán többszöröse volt a kiindulási értékhez (a tavak első évéhez) képest. Ez a megfigyelés összhangban van azzal a tapasztalattal, hogy a tavak foszforcsapdaként működnek. A foszfát-szint gyakran hektikusan változik a tavakban, mely részben a vízszint-ingadozásokkal függ össze. Az alacsony oxigénkoncentráció ugyanis elősegíti a foszfát felszabadulását az üledékből (belső terhelés) és ez az asszimilációs és lebontási folyamatokat is befolyásolja. A hipertrofítás az Illés-tavak állapotától függően gyakran vezetett a hínárvegetáció vagy a fonalas zöldmoszat 90% feletti borításához, vagy cianobaktériumok okozta vízvirágzásokhoz.

A hínármentes II., V. és VIII. sz. Illés-tavak esetében rossz biológiai vízminőség alakult ki. A II. és a VIII. sz. Illés-tóban a cianobaktériumok, zöldalgák és/vagy a vas- és kénbaktériumok

tömeges elszaporodása gyakori jelenség, az V. sz. Illés-tóban pedig *Cladophora* sp. dominancia figyelhető meg. 2016-ban a VIII. sz. Illés-tóba érdes tócsagazt telepítettünk, melynek következtében egy év elteltével a víz alkalmassá vált a póc telepítésre. Kedvezőtlen állapotuk miatt a II. és V. sz. Illés-tóba nem telepítettünk lápi pócot (2017a).

Vegetáció

A nád és a mocsári vegetáció néhány év alatt spontán kolonizálta a létrehozott tavak partjait. Az Illés-tavakon az első években a *Cladophora* sp. borítása átmeneti növekedést (50-100%) követően – az V. és a VI. sz. Illés-tó kivételével – 0-3% közé csökkent. Ez a trend a tápanyag (szervesetlen oldott nitrogén) koncentrációjának csökkenésével hozható összefüggésbe (2017a).

Gerinctelen makrofauna

Vizsgálataink azt mutatják, hogy a Szadai Mintaterület vizeiben gerinctelen makrofauna egyed- és taxonszámai (38-323 ind./mintavétel és 12-19 taxon/mintavétel) döntően a természetes élőhelyek intervallumai (Tatár 2017a) közé esnek. Az Illés-tavakon a gerinctelen makrofauna Simpson-féle diverzitás értékei a rossz vízminőségű élőhelyek (II., V. és VIII. sz. Illés-tavak) kivételével mind meghaladták a természetes vizeken mért legalacsonyabb értéket. A lápi póc számára kedvező vízminőséggel rendelkező hínáros vizek a *Cladophora* sp. és cianobaktériumok által dominált tavakhoz képest fajszámban gazdagabb gerinctelen makrofaunával rendelkeznek. A rossz állapotú II., V. és VIII. sz. Illés-tavak esetében a természetes élőhelyek referenciatartományán kívül eső gerinctelen makrofauna abundancia és taxonszám értékeket a szélsőséges vízminőségi jellemzők (vízvirágzások, időszakosan toxikus ammónia és kénhidrogén felszabadulása, magas nitrit szint, oxigénhiány) okozzák (2017a).

Veszélyeztetett állományok mentése, szaporítása és ivadéknevelése

2010 és 2021 között összesen 175 lápi póc anyahalat mentettünk öt veszélyeztetett élőhelyről (Göggő-Szenke patak, Czuczor-sziget, 1. és 2. sz. Pócos-tó, Tápió-Hajta vízrendszer). *Ex situ* természetsszerű és *in situ* ketreces szaporítási eljárást alkalmaztunk.

A kezelés nélküli, természetes fényviszonyon és hőmérsékleten tartott halak rövid idő alatt párokba álltak a Raschel-hálók alatt, és leívtak a szaporítókádak aljára. A kelési idő 8-13 nap volt (13-14 °C-on), a lárvák az ikrarakástól számítva 23-24 nap elteltével kezdtek táplálkozni. Az ivatóketreceket (33 db) Farnoson (Tápió-Hajta vízgyűjtő) és a Szadai Mintaterület VIII. sz. Illés-tavában helyeztük ki, melyekbe a halakat párosával telepítettük. 2015-2019 között összesen 2115 lárvát sikerült előállítani, melyeket az anyahalak származási helyeire telepítettünk.

A lápi póc hosszabb távú, *ex situ* tartása (pl. szaporítás, előnevelés céljából) – annak ellenére, hogy kísérleti eredményeink alapján kizárólag élő táplálékot fogad el – nem jelentett különösebb nehézséget. A 175 db mentett, ivarérett hal szaporítása révén összesen 4 538 db különböző korú utódot (ivadék, előnevelt, kifejlett egyed) sikerült előállítanunk és felnevelnünk laboratóriumi és *in situ* eljárással. Az izolált populációk egyedi génkészletei külön-külön konzervációs kezelési egységet képviselnek (Takács et al. 2015) – erre a mentés, a szaporítás és a kihelyezések esetén is különös figyelmet fordítottunk.

1. táblázat Anyahalak befogási és szaporítási adatai, illetve telepítési adatok 2010 és 2021 között. * 5 élőhely, az anyahalak származási helyei (megjegyzés: 2022-ben is folytatódnak a fajmegőrzési munkáink, ~800 táplálkozó lárvát nevelünk jelenleg labor körülmények között).

Anyahalak száma (db)	Szaporítási mód	Telepítési helyszínek	Telepített egyedyszámok (db)	Összesen (db)
175	Laboratóriumi szaporítás	Természetes élőhelyek*	675	1 983
		Szadai Mintaterület	1 308	
	Ketreces szaporítás	Természetes élőhelyek	1 799	2 115
		Szadai Mintaterület	316	
	Természetes szaporulat (Szadai Mintaterület)	Természetes élőhely	440	440
	Összesen:	---	Természetes élőhely	2 914
Szadai Mintaterület			1 624	

Lápi halak telepítése és monitoringja a helyettesítő élőhelyeken

2009-2021 folyamán az I.-III. és V-IX. sz. Illés-tavakba réti csík (490 ivadék) és széles kárász (955 ivadék) telepítéseket végeztünk részben túlélési vizsgálat céljából, indukált szaporításból származó és laboratóriumban nevelt szaporulatból. A monitoring eredmények alapján a kihelyezett halak a II. és az V. sz. Illés-tó kivételével megmaradtak, ezért a többi tóba lápi pócot is telepítettünk. 2010 és 2021 között összesen 1 624 *ex situ* és *in situ* módon szaporított pócot helyeztünk ki a Szadai Mintaterületen.

Az előzetesen megfelelőnek ítélt I., III.-IV., VI-VIII. és IX. sz. Illés-tavakban a telepített halak megmaradtak, és többségükben a lápi pócnak önnfenntartó állományai alakultak ki. Két vízben (az I. és IV. sz. Illés-tavakban) a széles kárász is leivott. Figyelmet érdemel, hogy a betelepített (*Ceratophyllum demersum*, *Utricularia vulgaris*) vagy spontán megjelent hínárvegetáció (Chara sp.) rendkívül fontos szerepe van az újonnan kialakított vizek állapotának alakulásában, kedvező hatással vannak a vízminőségre és a lápi halak megmaradására/szaporodására egyaránt. Egyrészt árnyékolásukkal, tápanyagfelvételükkel és allelopatikus hatásuk révén gátolják a planktonikus eutrofizációt, másrészt a hínárnövényzet bűvő- szaporodó- és ívőhely biztosítása mellett gazdag gerinctelen makrofaunának (táplálékbázisnak) ad élőhelyet.

A Szadai Mintaterület terepi tapasztalatai, és a ketreces szaporítás eredményei (Tatár et al. 2020) alapján a klímaváltozás (szélsőséges időjárási viszonyok) közvetve és közvetlenül is veszélyeztetik a lápi póc állományokat az alábbiak szerint:

- az erős viharok során lombos faágak szakadhatnak a vizekbe, mely bomlásával átmenetileg alkalmatlanná teheti a vizet a halak számára (vízminőség-romlás, hínárvegetáció kipusztulása),
- a hosszú aszályos időszakok miatt a források, tocsogók elapadhatnak, kiszáradhatnak, így a mélyebb tavakat gyakrabban keresik fel a nagyvadak. A vaddisznók dagonyázása olyan mértékben keverheti fel a vizet, hogy az alkalmatlanná válhat a halaknak,
- a tavaszi gyors lehűlések az ívás elmaradásához, ikrapusztuláshoz és/vagy a frissen kikelt lárvák elhullásához vezethetnek.

Telepítések a természetes lápi póc populációk megerősítéséhez

2010 és 2019 között összesen 2 914 lápi pócot helyeztünk ki az anyahalak származási helyeire (Göggő-Szenke patak, Csupics-sziget, Czuczor-szigeti láp, Tápió-Hajta vízrendszer (Farmos), 2. sz. Pócos-tó). A 2. sz. Pócos-tó veszélyeztetett állományának megerősítését azzal segítettük elő, hogy 2012 szeptemberében összenyitottuk a szomszédos IV. sz. Illés-tóval (élőhely-bővítés), ahová 2010 és 2012 között összesen 404 előnevelt ivadékot helyeztünk ki.

Összefoglalás

A hazai lápi póc populációk napjainkra a korábbi évtizedekhez képest is kritikusabb állapotba kerültek, elsősorban a klímaváltozás hatásai és az amurgéb terjeszkedése következtében. Lápi póc Fajvédelmi Mintaprogram (2008-) keretében a Szadai Mintaterületen összesen 10 db helyettesítő élőhelyet („Illés-tavak”) hoztunk létre, melyek közül 8 alkalmasnak bizonyult a lápi póc számára. 175 db mentett anyahal felhasználásával összesen 4 098 db lápi pócot sikerült előállítani laboratóriumi és *in situ* szaporítással. A szaporulat egy részét természetes állományok megerősítésére (2 474 db), másik részét (1 624 db) pedig a Szadai Mintaterület tavaiban helyeztük el génmegőrzési célból. A Mintaprogram tapasztalatai azt mutatják, hogy további *ex situ* és *in situ* tevékenységekre van szükség a faj megmentése érdekében. Ezek közül elengedhetetlen a lápi póc hormonális szaporítási módszerének kidolgozása, a halfaj recens és potenciális élőhelyeinek felkutatása, rehabilitálása (pl. medermélyítés, iszapszint csökkentés), illetve új, helyettesítő élőhelyek létrehozása. Ezek támogatására jelenleg egy élőhely-minősítési rendszer elkészítésén dolgozunk. Az aktuális kihívások közé tartozik továbbá az amurgéb szelektív csapdázásának kutatása is.

Kulcsszavak: lápi póc, amurgéb, klímaváltozás, szaporítás, helyettesítő élőhely

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük Szada Nagyközség Önkormányzatának a Szadai Mintaterület biztosítását.

Irodalom

- Müller, T.; Balovan, B.; Tatár, S.; Müllerné-Trenovszki, M.; Urbányi, B.; Demény, F. **2011**. Lápi póc (*Umbra krameri*) szaporítása és nevelése a természetesvízi állományok fenntartása és megerősítése érdekében. *Pisces Hungarici* 5, 15-20.
- Nyeste, K.; Somogyi, D.; Bereczki, Cs.; Orcsik, T.; Tatár, S.; Antal, L. **2022a**. Halfaunisztikai vizsgálatok a lápi póc (*Umbra krameri*) történeti és potenciális szatmár-beregi élőhelyein. In: Brlás-Molnár Zs. (szerk.) *Halászatfejlesztés 39 – Fisheries & Aquaculture Development Vol. 39* MATE AKI HAKI Szarvas, Hungary, pp 82-86.
- Nyeste, K.; Somogyi, D.; Bereczki, Cs.; Antal, L. **2022b**. Halmentés a beregi Zsid-tónál. *Halászat* 115/1: 14.
- Takács, P.; Erős, T.; Specziár, A.; Sályi, P.; Vítál, Z.; Ferincz, Á. **2015**. Population Genetic Patterns of Threatened European Mudminnow (*Umbra krameri* Walbaum, 1792) in a Fragmented Landscape: Implications for Conservation Management. *PLoS ONE* 10 (9): e0138640. doi:10.1371/journal.pone.0138640
- Tatár, S.; Sallai, Z.; Demény, F.; Urbányi, B.; Tóth, B.; Müller, T. **2010**. Lápi póc Fajvédelmi Mintaprogram. *Halászat* 103/2: 70–75.
- Tatár, S.; Bajomi, B.; Balován, B.; Tóth, B.; Sallai, Z.; Demény, F.; Urbányi, B.; Müller, T. **2012**. Élőhely-rekonstrukció lápi halfajok számára. In: *Természetvédelmi Közlemények* 18, 487-498.
- Tatár, S. **2017a**. Mintaprogram a lápi póc (*Umbra krameri* WALBAUM, 1792) *in situ* és *ex situ* védelmének megalapozására. PhD disszertáció. SZIE MKK, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Állattenyésztés-tudományi Doktori Iskola, Gödöllő

- Tatár, S.; Bajomi, B.; Specziár, A.; Tóth, B.; Müllerné Trenovszki, M.; Urbányi, B.; Müller, T. **2017b**. Habitat establishment, captive breeding and conservation translocation to save threatened populations of the Vulnerable European mudminnow *Umbra krameri*. *Oryx*, 51(4), 718-729. doi:10.1017/S0030605316000533
- Tatár, S.; Tóth, B.; Müller, T. **2020**. Lápi póc Fajvédelmi Mintaprogram (2008-) tapasztalatai (konklúziók és javaslatok) pp. 37-89. In: Müller T., Urbányi, B., Staszny Á. (eds.): *Veszélyeztetett lápi halak megóvása (lápi póc, réticsík, széles kárász)* (második, módosított kiadás). Vármédia Print Kft., Gödöllő. ISBN 978-615-81502-1-7, pp. 1-264