



**XXXV.
Halászati
Tudományos
Tanácskozás**

35th
Scientific Conference
on Fisheries &
Aquaculture

HALÁSZATFEJLESZTÉS
34
FISHERIES & AQUACULTURE
DEVELOPMENT Vol. 34

**Szarvas
2012**

HALÁSZATFEJLESZTÉS 34
FISHERIES & AQUACULTURE DEVELOPMENT
Vol. 34

A XXXV. Halászati Tudományos Tanácskozás
(Szarvas, 2011. május 25-26.) kiadványa

Proceedings of the 35th Scientific Conference on Fisheries
& Aquaculture (25-26 May 2011, Szarvas, Hungary)

Szerkesztők: Jakabné Dr. Sándor Zsuzsanna, Bozáné Békefi Emese,
Jancsóné Kosáros Tünde, Bíró Janka és Jancsó Mihály

Edited by Zsuzsanna J Sándor, Emese Békefi, Tünde Kosáros, Janka Bíró and
Mihály Jancsó

Halászati és Öntözési Kutatóintézet
Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation

Szarvas
2012

Felelős kiadó: Dr. Jeney Zsigmond
Szerkesztők: Jakabné Dr. Sándor Zsuzsanna, Bozánné Békefi Emese
Jancsóné Kosáros Tünde, Bíró Janka és Jancsó Mihály
Készült a Körös Grafika Kft. nyomdájában, Békéscsabán
200 példányban

Publisher: Dr. Zsigmond Jeney
Editors: Zsuzsanna J Sándor, Emese Békefi, Tünde Kosáros, Janka Bíró and
Mihály Jancsó
Printed by Körös Grafika Kft., Békéscsaba, Hungary
Number of printed copies: 200

ISSN 1219-4816
ISBN 978-963-7120-32-9

© Copyright
Published by HAKI, Szarvas, 2012

Javasolt citálási forma az itt megjelent cikkekhez:

Szerző(k) neve 2012. A cikk címe. In: J. Sándor Zs., Bozánné Békefi E., J. Kosáros T., Bíró J. és Jancsó M. (szerk.): Halászatfejlesztés 34 – Fisheries & Aquaculture Development Vol. 34, HAKI, Szarvas, Hungary, pp. 000-000.

Suggested citation format:

Author's name, 2012. Title of the article. In: Sándor Zs., E. Békefi, T. Kosáros, J. Bíró and M. Jancsó (eds.): Halászatfejlesztés 34 - Fisheries & Aquaculture Development Vol. 34, HAKI, Szarvas, Hungary, pp. 000-000.

Tartalom Contents

Gábor János „Merre tovább HOP? – helyzetértékelés és jövőbeni kitekintés”.....	5
Gál Dénes, Kerepeczki Éva, Szabó Pál, Pekár Ferenc A halastavak környezeti terhelésének vizsgálata.....	10
Havasi Máté, Oláh Tamás, Felföldi Zoltán, Bercsényi Miklós Két különböző takarmány kiürülési sebessége három hőmérsékleten lesőharcánál (<i>Silurus glanis</i>).....	22
Egyed Imre, Körmendi Sándor, Urbányi Béla, Fodor Ferenc, Mészáros Erika, Hegyi Árpád, Katics Máté A ponty tápos etetése a Czikkhalas Kft. telephelyén.....	28
Györe Károly, Ugrai Zoltán, Csikai Csaba A Ráckevei Duna-ág halközösségének vizsgálata 2010-ben..... Study of the fish communities of the Ráckeve Danube Branch in 2010.....	34 48
Mihalca G.L., , Tița O., Mihalca Ana, Sándor Zsuzsanna Effects of dietary alpha-tocopheryl acetate on lipid oxidation farmed rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) filets.....	49
Hegyi Árpád, Urbányi Béla, Bokor Zoltán, Fodor Ferenc, Katics Máté, Egyed Imre, Körmendi Sándor, Lugasi Andrea, Mészáros Erika A hagyományos és a keveréktakarmányozásra alapozott pontytermelés hatása a hal húsminőségi paramétereire.....	57
Feledi Tibor, Lengyel Svetlana, Rónyai András A lapátorrú tok (<i>Polyodon spathula</i>) és a szibériai kecsege (<i>Acipenser ruthenus marsiglii</i>) szaporításának 2011. évi tapasztalatai..... Experiences of artificial propagation of paddlefish (<i>Polyodon spathula</i>) and Siberian sterlet (<i>Acipenser ruthenus marsiglii</i>) in 2011.....	66 70
Eszterbauer Edit, Rónai Zsuzsanna, Marton Szilvia, Ursu Krisztina, Baska Ferenc, Láng Mária Mycobacterium fajok terjedése kereskedelmi forgalomban kapható fagyasztott hal- elesések útján..... Dissemination of Mycobacterium spp. via commercial fish food.....	71 77
Halasi-Kovács Béla, Puskás Nándor, Szűcs István A magyarországi halastavi vízgazdálkodás jellemzői, komplex természeti- gazdasági-társadalmi jelentősége, valamint a fenntartható gazdálkodást veszélyeztető problémák értékelése.....	78

Horváth Zoltán Ifj., Horváth Zoltán	
Termelői infláció a halászatban.....	96
Inflation in the Hungarian aquaculture.....	105
Fehér Milán, Stündl László, Bársony Péter, Szűcs István	
A geotermikus energia haltermelési célú hasznosítási lehetőségeinek feltárása az Észak-Alföldi Régióban.....	106
Gyalog Gergő, Gál Dénes, Váradi László	
Fenntarthatósági kérdések az intenzív akvakultúrában.....	121

„Merre tovább HOP? – helyzetértékelés és jövőbeni kitekintés”

Gábor János

*Vidékfejlesztési Minisztérium
Halászati Operatív Program Irányító Hatósági Osztály*

Egy időponthoz kötött – esetünkben a 2011-es HAKI Napok megrendezésének időpontja – értékelésben nehéz számba venni mindazt a szerteágazó tevékenységet, ami a program időarányos teljesítését mutatgatja be.

Ez vonatkozik az Európai Bizottságra is, de minden évben értékeli a tagállamok „teljesítményét”. A hosszú átfutási idő miatt a legfrissebb forrás, amiből az összehasonlítás során meríteni lehet, az a Halászati Főigazgatóság (DG MARE) 2010. október 31-i összefoglalója. Az igen részletes kimutatásból csak néhány adatot emelünk ki, amely megmutatja az éppen aktuális helyzetünket a többiekhez képest. Természetesen azóta nem csak a mi adataink változtak meg, hanem a többi tagállamé is, de azért az adatok mutatják a tendenciát. Ezek szerint elmondható, hogy az alábbi paraméterek esetében valahol a középmezőnyben foglalunk helyet. A Halászati Operatív Programunk elfogadásával a 20-22. helyen vagyunk, ami némileg magyarázza a végrehajtásának késedelmes indulását. A HOP magyarországi működtetését leíró ún. Ellenőrzési és Működési Rendszerleírásának a Bizottság általi elfogadásában elfoglalt 14. helyünk a „programgyorsításunkat” mutatja. A tengernélküliségünkől fakadó prioritás meghatározásában a többi tengelyhez viszonyítottan az akvakultúra előtérbe helyezésében a 3. hely az ágazat hangsúlyos fejlesztési szándékát hangsúlyozza. Nagyon érdekes mutató a forrásarányos adminisztráció. Ez azt mutatja, hogy az adott tagállam programja megvalósításához mekkora apparátust foglalkoztat – esetünkben a 12-13. hely a középmezőnyt jelenti. A forrásokra vonatkozó kötelezettségvállalásban elfoglalt 17. és a megvalósult fejlesztések utáni ún. forráslehívásban elfoglalt 19. helyünk nem csak a kései indulást szemlélteti, hanem az akvakultúra és halfeldolgozó fejlesztések időigényét is. Még egyszer utalnánk arra, hogy ezek a számok egy „pillanatkép” elemzését mutatják és a program előrehaladtával változhatnak és reményeink szerint változni is fognak elsősorban az utolsó megállapítás százalékos értékeinek tekintetében.

A HOP 3-as tengelye szerinti összevont programok - Közösségi Halmarketing Program 2011-2015 (KHMP) valamint a Közösségi Tudástranszfer Program 2011-2015 (KHTP).

A KHMP megalkotásában a halászati ágazat közel száz képviselője vett részt. A KHMP kiemelt célja a hazai halkultúra erősítése és a lakosság halfogyasztásának növelése az éves 4 kg/fő/év értékről 2015-re 6 kg/fő/év-re. A KHMP vázát 33+1, többségében marketing alapú projektszerű program adja, és hosszú távú célkitűzése a magyar halászati ágazat gazdasági, környezeti és társadalmi értelemben vett fenntartható fejlődésének biztosítása. Általános célkitűzésként fogalmazódott meg a magyar lakosság egészséges táplálkozásának elősegítése, a magyar lakosság halfogyasztási színvonalának emelése, a már említett alacsony hazai halfogyasztás növelése és a kereslet/kínálat összhangjának biztosítása, valamint a Magyarországon megtermelt halászati termékek piaci versenyképességének biztosítása.

A KHMP speciális célkitűzéseket is tartalmaz, mint pl. a biztonságos halhús-előállítás termelési alapjainak és feltételrendszerének biztosítása, a halászati ágazat társadalmi megítélésének javítása, a piaci felméréseken és elemzéseken alapuló közösségi szinten megvalósuló marketingakciók hatékonyságának növelése, tekintettel arra, hogy ennek a programnak a professzionális lebonyolítása nem nélkülözheti a halfogyasztási szokások felmérését.

A KHTP megalkotása helyzetfeltárással indult, és több programot foglal magában, melyek elsősorban az innováció, a tudástranszfer megteremtésére irányulnak – a HOP 3. tengelye alatt található négy intézkedésből hármat fed le. A felzárkóztatási stratégia sarokkövei az innovációs tevékenység és a versenyképesség. Az oktatás, a kutatás és az innováció eredményes működése nélkül hazánk nem lehet sikeres.

A KHTP széleskörű szakmai együttműködésen és társadalmi egyeztetésen alapszik, és a munkában 57 szervezet vett részt, folyamatos egyeztetések zajlottak.

Specifikus céljai:

- természetes vízi halászati élőhelyek fenntartható fejlesztése,
- innovatív fejlesztések az akvakultúrában,
- természeti erőforrást fenntartó akvakultúra technológiák kidolgozása és tesztelése. Mindegyik specifikus cél alatt további célok kerültek megfogalmazásra.

Horizontális céljai:

- átfogó termék-nyomonkövethetőségi politika és rendszer kidolgozása,
- elektronikus aukciós rendszer kialakítása és kísérleti bevezetése,
- szakmai készségek és ismeretek fejlesztése,
- hazai és nemzetközi technológia transzfer, információ átadás, szaktanácsadás és együttműködések,
- halegészségügyi horizontális program,
- innovatív technológiák fejlesztését, bevezetését szolgáló infrastruktúra (tesztkörnyezet) kialakítása,
- stratégiai keretek, a program megvalósítása, minőségbiztosítása.

Mindkét program előkészítését óriási munka előzte meg. Megvalósításuk az Irányító Hatóság (IH) számára is kihívást jelent, hiszen a programokat a közigazgatási eljárási törvény keretei között kell megvalósítani, és a megvalósítás részletei, hogyanja jelenleg kidolgozás alatt állnak. A kisebb programcsomagok pályázati rendszerben kerülnek megvalósításra, a nagyobb programcsomagokra az IH pedig közbeszerzést ír ki: a cél a hosszú távú gondolkodásra való törekvés, és egy olyan rendszer felállítása, amely túlmutat a jelenlegi programozási időszakon. Jelenleg folyik a HOP 3-as tengelye szerinti támogatási rendszert szabályozó miniszteri rendelet véglegesítése, melynek alapján a pályázati felhívások fogják a részletes szabályokat tartalmazni.

A HOP félidős felülvizsgálata

Az Európai Halászati Alapról szóló 1198/2006/EK tanácsi rendelet 49. cikke értelmében el kell készíteni a magyarországi HOP félidős értékelését a 498/2007/EK rendelet 27. cikke alapján. Az elkészült jelentést 2011. június 30-ig kell benyújtani az EU Bizottság részére. Az értékelést független értékelő szervezetnek kell végeznie a Bizottság által előre megadott tematika szerint, ezért nyílt közbeszerzési eljárás keretében került kiválasztásra a nyertes ajánlattevő, az Agrár-Európa Tanácsadó Iroda Kft.

Az értékelésnek be kell mutatnia a HOP célrendszer relevanciáját. A célrendszer lebontásra került a Nemzeti Halászati Stratégiai Tervre (NHST), a HOP-ra és a jogcímrendeltekre, MVH közleményekre. Az NHST-ben három fő feladatcsoport került meghatározásra: a lakosság biztonságos és egészséges hal élelmiszerrrel történő ellátása, a környezetbarát- és víztakarékos haltermelési technológia fejlesztése, és a haltermelők versenyképességének javítása. Az értékelők eddig megállapították, hogy a HOP célrendszere megfelel az NHST-nek és a HOP-nak – lényegi módosítás a stratégián és a programon nem szükséges.

Az elemzések a szakmai szervezetek, a végrehajtásban résztvevő intézmények és a kedvezményezettekkel végzett interjúk keretében adott válaszok alapján készül.

A HOP 2-es tengelye szerinti megítélt beruházási kérelmek támogatásai

A HOP kezdete óta 6,3 milliárd forint összegű támogatásra történt kötelezettségvállalás - ami döntő többségében (6,1 milliárd forint) a 60 mikro-, 39 kis- és 11 középvállalkozás támogatását jelenti. A közel száz mikro- és kisvállalkozásnak megítélt támogatás aránya az eddigi beruházási támogatások 93%-a. Az összesített adatokból kiemelhető a halfeldolgozással kapcsolatos élelmiszeripari beruházások 6%-os aránya, amelynek növekedésére különösen a technológia fejlesztés területén a választékbővítés érdekében számítunk a jövőben. A feldolgozó szektort eddig 8 kérelmező képviselte – közülük 5 volt mikro- vagy kisvállalkozás. Mint az a 2-es tengely bemutatásánál már említésre került, a halászati beruházási támogatásokat csak kkv-k kaphatják, ami vonatkozik a halfeldolgozókra is. A halgazdálkodási beruházások tökeigényességét jelzi, hogy a kérelmezők közül 26-an, az összes kérelmező mintegy negyede igényelt százmillió forint

felett támogatást. Ezek a „nagy projektek” tették ki az eddigi kötelezettségvállalt összeg 64%-át közel négy milliárd forintot. Az érem másik oldalaként beszélni kell azokról a kérelmezőkről, akik éltek az egyszerűsített lehetőséggel és csak meghatározott haltermelésben alkalmazott gépek és berendezések beszerzésére vállalkoztak. Ilyen „kis projektet” nyújtott be a kérelmezők 18%-a – 20 vállalkozás 145 millió forint támogatási értékben, ami a teljes kötelezettségvállalt keret 2 %-a. Ez az alacsony százalék is azt szemlélteti, hogy „kis projektekkel” is sikerrel lehet indulni a fejlesztések támogatása során. Az eddig befejezett és lezárt fejlesztések száma 35. Ezek az adatok bizonyítják, hogy az ágazat felnőtt a feladathoz és sikeresen pályázik a forrásokra.

Halastavi Környezetgazdálkodási Program (HKP)

Az Agrár-vidékfejlesztési támogatások keretében 2009-ig lehetőség volt a mezőgazdasági alapból az extenzív halastavi élőhelyek kompenzációs támogatására, de ez 2010-től az AKG-ből ebben a formában a továbbiakban uniós társfinanszírozással nem nyújtható. A továbbra is környezetvédelmi és nem halászati támogatásnak tartott kompenzációt elsősorban a támogatás folytonosságának fenntartását szem előtt tartva a HOP-ból kell nyújtani.

A magyar tógazdasági haltermelés jellemzője, hogy bár a halastavak nagyon sok természetvédelmi szempontból értékes növénynek és állatfajnak biztosítanak élő- és táplálkozó helyet, ezen állományok fenntartásának jelentős költségei a termelőket terhelik. A vidékfejlesztési miniszter rendelete alapján az Európai Halászati Alap társfinanszírozásában megvalósuló Halászati Operatív Program 2. prioritási tengelye szerinti vízi környezet védelmével kapcsolatos intézkedések feltételeiről szóló jogszabály alapján lehetőség lesz a haltermelők részleges kompenzációjára a természetvédelmi jellegű szolgáltatásaikért. A támogatás célja a termőhelyi adottságoknak megfelelő termelési szerkezet, a környezettudatos gazdálkodás és a fenntartható táj-használat kialakítása, és ennek függvényében a környezet állapotának javítása, valamint a gazdaságok életképességének és gazdasági hatékonyságának növelése a támogatási rendeletben meghatározott kötelezettségvállalások megvalósításával.

Támogatási kérelmet az első körben 2011 utolsó negyedében lehet majd benyújtani az MVH Központi Szervéhez. Lehetőség lesz a valamilyen okból az első körben nem igénylők részére 2012 nyarán kérelmeik benyújtására, de a kétszeri beadási lehetőség természetesen nem azt jelenti, hogy egyazon területre kétszer lehet kompenzációs igényt benyújtani, hanem azt, hogy ha valamely vállalkozás nem tudta kérelmét az első kérelmezési időszakban benyújtani, akkor ezt a következő évben megtehesse. Több benyújtási lehetőség erre a kompenzációra az 5 éves kötelezettségvállalási idő miatt nem lesz.

Forrásátcsoportosítás.

Ismerve az eddigi kötelezettségvállalások egyébként örvendetes, közel ötven százalékos nagyságát, jogosan merül fel a kérdés, hogyan fogjuk a 2011-es beru-

házási igényt és a HKP támogatási igényét kielégíteni. El kell ismerni, hogy a HOP esetében 2011-re forrásfeszültség alakult ki.

Jelenleg a kettes tengely szerinti források csak a 3-as tengelyből való forrását-csoportosítással tudják biztosítani megfelelő mértékben a beruházási és a HKP igényeket. Ezért az IH javaslata alapján miniszteri döntés született arról, hogy a hármas tengely konvergencia területeken rendelkezésre álló forrásaiból a 2-es tengelyre forrásátcsoportosítás történik. Itt kell aláhúzni, hogy a HKP forrása nem a 3-as tengelyből kerül biztosításra – az átcsoportosítás az egész kettes tengelyes forrás emelésére vonatkozik. Ugyanakkor nagy valószínűséggel még így is élni kell a 2011-es beruházási kérelmek esetében a pontszámhatár meghúzásával. A 2012-es és a 2013-as beruházási kérelmek forrása a maradványösszeg és a meg nem valósult beruházások és más támogatások visszaáramló összegei lesznek, ami az eddigieknél lényegesen kisebb keretet fog jelenteni. A szűkösebb források elosztásánál a beruházási lehetőségeket inkább a fejlesztésekre kell majd fókuszálni.

A halastavak környezeti terhelésének vizsgálata

Gál Dénes, Kerepeczki Éva, Szabó Pál és Pekár Ferenc

Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas

Kivonat

Célunk a tógazdasági haltermelés környezeti hatásainak felmérése, a termelő halastavak és környezetük közötti tápanyagforgalmi kölcsönhatások vizsgálata volt. Vizsgáltuk a halastavakba bejutó és onnan távozó nitrogén, foszfor és szervesanyag mennyiségeket, azok forrásait, valamint a halastavak által a befogadó vizekbe kibocsátott tápanyagok mennyiségét. A vizsgálati eredményekből megállapítható, hogy a halastavak jelentős mennyiségű tápanyag feldolgozására képesek; visszatartották a tavakba bekerült összes szervesszén mennyiségének átlagosan 74, a nitrogénnek 53 és a foszfornak 74%-át. A halbiomassza-gyarapodással megkötött szervesszén, nitrogén és a foszfor összes bekerült tápanyagmennyiségek arányában átlagosan 6,8%; 18,4% és 10,4% volt.

A halastavak környezeti szerepét értékelve megállapítható, hogy a vizsgált halastavak csökkentették a befogadóvizek tápanyagterhelését azáltal, hogy átlagosan 48%-kal kevesebb nitrogén és 62%-kal kevesebb foszfor távozott a lecsapolásuk során, mint amennyi a vízfeltöltés és vízpótlás során a tavakba került. Ugyanakkor a halastavak a lecsapolás során távozó elfolyóvízzel átlagosan 78%-kal több szervesanyagot bocsátottak ki, mint amennyi a feltöltő vízzel odaérkezett.

Megfigyeléseink igazolták azt, hogy a hagyományos tógazdasági haltermelés azon kevés állattenyésztési technológiák egyike, melynek során a gazdálkodási tevékenység nem jelent komoly környezeti kockázatot. Sőt, az emberi táplálkozásban bizonyítottan egészséget fenntartó és javító halhús úgy állítható elő, hogy jelentős mértékben hasznosítjuk a más művelési ágak által kibocsátott, az ott nem hasznosult tápanyagokat.

Kulcsszavak: halastó, környezeti hatás, tápanyagmérleg, vízminőség, üledék

Bevezetés

A tógazdasági haltermelés elfolyóvize által okozott környezeti hatásról megoszlanak a vélemények. Számosan érvelnek amellett, hogy a halastavak lecsapolásuk során kikerülő tápanyagokkal jelentősen terhelik a befogadó vizeket, tovább rontva azok minőségét. Ezzel szemben sokan hangsúlyozzák a tógazdálkodás pozitív környezeti hatásait (összefoglalva a halastavak által nyújtott ökoszisztéma szolgáltatásokat), kiemelve, hogy a tavak lecsapolásakor kibocsátott elfolyóvíz számottevő környezeti terhelést nem okoz. Ugyanakkor ezek az állítások adatokkal, tanulmányokkal, elemzésekkel kevésbé alátámasztottak. Mindezen túl, a

tógazdálkodás környezeti szerepének tisztázása elengedhetetlen egy halászati környezetgazdálkodási program kidolgozásához és annak indoklásához. Jelen tanulmány eredményei már részben bemutatásra kerültek (Gál és mtsai., 2006 és 2011), ugyanakkor az eddigi reakciókból a szerzők számára nyilvánvaló, hogy a szakma képviselői számára azok kevésbé ismertek. Mivel a halastavak és környezetük közötti tápanyagforgalmi viszonyok mind hazai, mind pedig nemzetközi viszonylatban kevésbé kutatott területnek számítanak, meglehetősen kevés információ áll rendelkezésre a termelő halastavak és környezetük közötti tápanyagforgalmi kölcsönhatások irányáról és mértékéről. A kevés tanulmány egyikében Oláh és munkatársai (1994) összegzik egy magyarországi halastó nitrogénforgalmáról szóló 20 éves megfigyeléseiket, ezen kívül két közlemény jelent meg (Schreckenbach et al., 1999; Knösche et al., 2000) a németországi halastavak nitrogén- és foszformérlegéről. Ezért vállalkoztunk arra, hogy a tavi haltermelés tápanyagforgalmi felméréséről szóló vizsgálatainkat – kiemelten a halastavak elfolyóvizére vonatkozó eredményeket – átdolgozva a Halászati Tudományos Napok résztvevői számára is bemutatjuk.

Vizsgálataink célja a tógazdasági haltermelés környezeti hatásainak felmérése, a termelő halastavak és környezetük közötti tápanyagforgalmi kölcsönhatások vizsgálata volt. Vizsgáltuk a halastavakba bejutó és onnan távozó nitrogén, foszfor és szervesanyag mennyiségeket, azok forrásait és a halastavak által a befogadó vizekbe kibocsátott tápanyagok mennyiségét, valamint értékeltük a modellként választott halastavak nitrogén-, foszfor- és szervesanyag mérlegét.

Anyag és módszer

A vizsgálatba 23 különböző, 1998-ban és 1999-ben működtetett halastavat vontunk be. A halastavak mérete 0,6-117 hektár között változott. A halastavak a Magyarországon jellemző kiegészítő gabonatakarományozáson alapuló, pontydomináns, félintenzív tógazdálkodási technológiával üzemeltetett tavak közé tartoztak. Törekedtünk arra, hogy a tógazdálkodást folytató körzeteket jellemző (Észak-Alföld, n=6; Közép-Alföld, n=4; Dél-Alföld, n=4; Dunántúl, n=9), különböző nagyságú és népesítési szerkezetű tavakat egyaránt bevonjuk a vizsgálatba.

Az elemzések elvégzése érdekében a tavak technológiai paramétereit (népesítés, lehalászás, takarmányozás, trágyázás) a halastavak termelési nyilvántartása alapján összesítettük. Az elfolyóvíz mennyiségét a tavak térfogatából, a feltöltő víz mennyiségét a tenyészidőszak alatti veszteséggel ($k=1,6$) megnövelt térfogatokból becsültük. A tavak be- és elfolyóvizének, valamint üledékének nitrogén-, foszfor- és szervesszén-tartalmát laboratóriumi analízissel határoztuk meg (a mért paraméterek a 1. táblázatban láthatóak). A vízkémiai paraméterek mérése az MSZ, MSZ ISO és APHA szabványok, a klorofill meghatározás Németh (1998) szerint történt. A takarmány, a trágya és a halbiomassza tápanyagtartalmát szakirodalmi adatokból számoltuk. A halastavak felső 10 cm-es üledékének szerveszén-, nitrogén- és foszfor koncentrációit a tenyészidőszak azonos időszakában vizsgáltuk (augusztus utolsó hete-szeptember első hete). Az üledékmintákat Adamik-féle mintavételezővel vettük (Janurik, 1985). Minden tóból három mintavételi ponton 3 kiszúrással, összesen 9 részmintát vettünk, amelyekből tavanként képeztünk egy átlagmintát. Az üledékminta nedvességtartalmának és izzítási

veszteségének meghatározása az MSZ 12379-2:1978 és MSZ 318-3:1979 szabvány szerint, a nitrogén- és foszfortartalom meghatározása pedig Felföldy (1987) által leírt eljárással történt.

A begyűjtött és mért adatok alapján minden tó esetében az alábbi nitrogén-, foszfor- és szervesanyag mérlegeket számítottuk ki:

(1) *egyszerűsített tápanyagmérleget*, amelyet a befolyó vízzel, a népesítéssel, a trágyával és a takarmánnyal bekerült összes tápanyagmennyiség, illetve a tavakból lehalászott halbiomasszával és az elfolyóvízzel kikerült összes tápanyagmennyiség közötti különbségként kaptunk meg (Knösche et al., 2000; Schneider et al., 2005), amely kifejezhető hektáronkénti tápanyagtömegben (kg ha⁻¹), vagy az összes input százalékában egyaránt;

(2) a *víz-tápanyag mérleget* a tavak környezetükre gyakorolt hatásának elemzése érdekében, a feltöltő vízzel érkező és az elfolyóvízzel távozó tápanyagmennyiségek különbségéből kalkuláltuk. Arra a kérdésre, hogy a vizsgált halastavak a befogadó természetes vizeket terhelték-e tápanyag-kibocsátásukkal, a víz-tápanyag mérleg ad választ;

(3) a *haltermelés transzformációs hatékonyságát*, amelyet a haltömeg gyarapodás formájában (nettó hozam) visszatartott tápanyagok arányában fejeztünk ki az összes input százalékában.

Eredmények és értékelésük

A vizsgált halastavak jellemző vízkémiai paramétereit a 1. táblázatban tüntettük fel. A be- és elfolyóvíz vízkémiai paramétereit között szignifikáns különbséget ($P < 0,05$) nem találtunk, bár a nitrogén- és foszforformák számtani átlaga az elfolyóvizek esetében mindig alacsonyabb volt, csak a szerves lebegőanyag esetében haladta meg a tápvizek átlagát. A 2. táblázat tartalmazza a vizsgált halastavak nitrogén, foszfor és szervesanyag mérlegeit, amelyek részletes kifejtése az alábbiakban található.

1. táblázat A vizsgált halastavak feltöltő- és elfolyó vizének főbb vízkémiai paramétereit

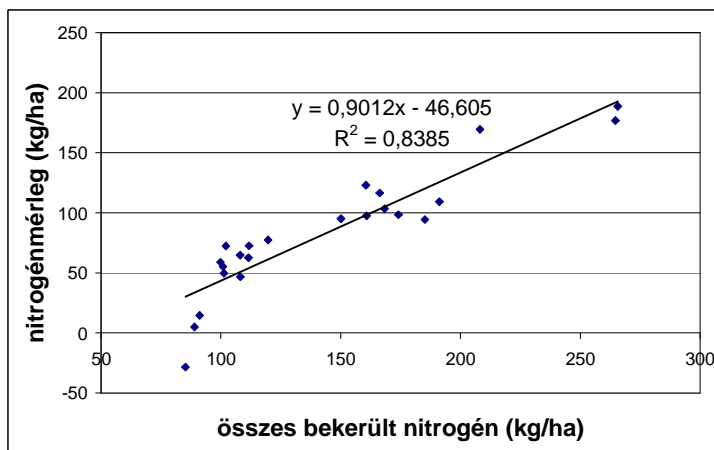
	Feltöltő víz	Elfolyó víz
Vezetőképesség (ms/m)	63,4±23,5	63,1±23,5
NH ₄ -N (mg/l)	0,106±0,078	0,079±0,146
NO ₂ -N (mg/l)	0,059±0,051	0,033±0,022
NO ₃ -N (mg/l)	0,452±0,331	0,220±0,148
Összes N (mg/l)	2,51±1,25	1,64±2,19
PO ₄ -P (mg/l)	0,222±0,139	0,199±0,267
Összes P (mg/l)	0,573±0,572	0,366±0,509
Szerves lebegőanyag (mg/l)	23,8±13,4	30,2±20,5
KOI _{sMn} (mg/l)	10,8±3,46	9,31±2,53
Klorofill-a (µg/l)		83,1±52,7

Nitrogénforgalmi vizsgálatok

Tápanyagmérleg

Az összesített adatok alapján a vizsgált halastavakba a befolyó vízzel, a halmépesítéssel, a trágyázással és a takarmányozással átlagosan évente 144 kg/ha nitrogén került be. A halastavak legjelentősebb nitrogénforrása a takarmány és a feltöltő víz volt. A tavakba bekerült összes nitrogénnek átlagosan a 44 ± 13 %-a a takarmánnyal, 36 ± 12 %-a a feltöltő vízzel, 8 ± 5 %-a a kihelyezett hallal jutott be. Trágyázás 17 tóban történt, ahol a trágyával bejuttatott nitrogén átlagosan 29 ± 22 kgN/ha (18 ± 11 %) volt, ugyanakkor az összes vizsgált halastóra vetítve a trágyázással a nitrogén 13 ± 12 %-a került a tavakba (2. táblázat).

A halastavak nitrogénmérlege átlagosan 84 kgN/ha volt, amely évi 53 %-os nitrogén visszatartásnak felelt meg (2. táblázat). Negatív nitrogénmérleg – vagyis amikor több nitrogén távozott a halastóból, mint amennyi bekerült – csak egy tónál (No 13) fordult elő. A halastavakba bekerült összes nitrogén mennyisége és a nitrogén-visszatartás között pozitív ($r^2=0,89$; $P<0,001$) összefüggést találtunk (1. ábra). Ugyanakkor a halastavak termelési intenzitása – amelyet a bruttó halhozammal jellemeztünk – és az elfolyóvíz nitrogéntartalma között már nem találtunk összefüggést ($r^2=0,36$; $P>0,10$), amely arra enged következtetni, hogy az alkalmazott termelési intenzitás a hagyományos tógazdasági gyakorlat esetében nem befolyásolta az elfolyóvíz nitrogéntartalmát.



1. ábra A halastavak nitrogénmérlegének változása az összes bekerült nitrogén mennyiségének függvényében

A halhozamok hatása

A halastavakból csak a lehalászáskor lecsapolt vízzel és a lehalászott halmenyiséggel távozott értékelhető mennyiségű tápanyag, átlagosan 61 kg N ha-1 mennyiségben. A kikerülő nitrogén 61 ± 19 %-a lehalászott haltömegként, 39 ± 19 %-a az elfolyóvízzel távozott. A halbiomassza-gyarápodás (nettó hozam) formájában 28 kgN/ha akkumulálódott, amely a halastavakba bekerült nitrogén mennyiségének 18 %-a volt (2. táblázat).

2. táblázat: A vizsgált halastavak nitrogén (N), foszfor (P) és szerves anyag (C) mérlegei

Tó No	Tápanyag input			Tápanyag output			Tápanyagmérleg						Víz-tápanyagmérleg						Halhozamban megkötött tápanyag					
	N	P	C	N	P	C	N	%	P	%	C	%	N	%	P	%	C	%	N	%	P	%	C	%
	kg/ha						kg/ha		kg/ha		kg/ha		kg/ha		kg/ha		kg/ha		kg/ha		kg/ha		kg/ha	
1	266	73,7	6219	94,4	8,3	686	171,2	64	65,5	89	5533	89	9,1	28	2,1	48	34	27	71,0	26,7	6,0	8,2	592	9,5
2	210	19,1	3104	61,5	5,8	575	148,6	71	13,3	70	2529	81	2,5	7,7	1,5	32	-184	-144	21,3	10,8	1,8	9,5	178	5,7
3	108	14,5	2225	43,3	4,2	369	64,7	60	10,3	71	1856	83	30	65	1,7	48	12	8	17,7	16,4	1,5	10,3	148	6,7
4	101	11,7	2146	51,6	5,1	478	49,7	49	6,6	56	1668	78	28	62	1,8	45	44	19	19,8	19,5	1,7	14,5	165	7,7
5	120	16,5	2995	42,3	4,1	362	77,4	65	12,4	75	2633	88	29	64	3,9	67	48	25	14,0	11,7	1,2	7,2	116	3,9
6	108	13,9	2414	61,4	5,4	514	46,7	43	8,5	61	1900	79	22	49	3,0	58	12	6	23,4	21,6	2,0	14,3	195	8,1
7	161	24,6	3805	63,4	5,9	553	97,4	61	18,6	76	3252	85	25	48	0,8	22	-10	-4	28,2	17,5	2,4	9,8	235	6,2
8	265	32,2	5012	87,8	9,4	716	176,8	67	22,7	71	4296	86	25	48	-0,6	-16	33	14	60,8	23,0	5,2	16,1	507	10,1
9	161	51,0	3438	37,5	4,7	960	123,0	77	46,3	91	2478	72	33	71	18,0	87	-429	-129	10,4	6,5	0,9	1,7	86	2,5
10	150	57,9	3382	55,1	6,2	1107	95,0	63	51,7	89	2275	67	17	35	24,4	86	-455	-102	18,9	12,6	1,6	2,8	158	4,7
11	112	41,2	2701	48,9	4,3	1072	62,6	56	37,0	90	1629	60	30	63	27,0	94	-249	-44	27,0	24,2	2,3	5,6	226	8,4
12	102	50,0	1884	29,8	8,1	1988	72,3	71	41,9	84	-104	-6	29	65	21,8	76	-1410	-309	8,4	8,2	0,7	1,4	70	3,7
13	85	10,1	1990	114	2,9	1000	-28,5	-33	7,2	71	990	50	-49	-114	3,3	75	-209	-34	8,7	10,2	0,7	7,3	73	3,7
14	91	10,6	2085	76,6	3,1	1013	14,5	16	7,4	70	1072	51	-7,5	-17	3,1	77	-316	-66	12,4	13,6	1,1	10,0	104	5,0
15	89	11,1	2415	84,0	3,5	1373	5,0	6	7,6	69	1042	43	-15	-34	3,2	72	-480	-71	19,3	21,7	1,6	14,7	161	6,7
16	112	15,7	2638	39,2	3,9	772	72,5	65	11,7	75	1866	71	39	90	4,0	81	-356	-287	24,6	22,0	2,1	13,5	206	7,8
17	168	23,9	4803	64,9	6,3	757	103,4	61	17,6	74	4046	84	39	90	3,8	77	-127	-102	42,1	25,0	3,6	15,0	352	7,3
18	101	14,8	2015	45,7	2,8	422	55,2	55	12,0	81	1593	79	19	44	4,0	81	-116	-94	21,8	21,6	1,9	12,6	182	9,0
19	100	13,3	1978	40,9	4,0	1017	58,9	59	9,3	70	961	49	-3,1	-4,9	3,8	77	-608	-490	19,1	19,1	1,6	12,2	160	8,1
20	166	18,9	2591	49,8	5,8	551	116,4	70	13,1	69	2040	79	68	83	5,5	66	-42	-20	21,5	12,9	1,8	9,7	180	6,9
21	185	21,2	3428	90,8	8,4	737	94,3	51	12,7	60	2691	79	49	60	4,8	58	-42	-20	36,9	19,9	3,1	14,8	308	9,0
22	174	30,9	5102	75,8	13,0	1144	98,3	56	17,9	58	3958	78	32	61	1,6	16	-132	-24	49,6	28,5	4,2	13,7	414	8,1
23	173	34,5	6618	81,9	7,1	990	91,3	53	27,4	79	5628	85	6,6	26	10,5	86	-278	-153	58,4	30,5	5,0	14,4	487	7,4
Átlag	144	26,6	3260	60,9	5,8	833	83,6	53	20,8	74	2427	74	21,5	43	6,7	62	-229	-78	27,6	18,4	2,4	10,4	231	6,8
Szórás	53	17,4	1387	21,6	2,4	375	52,2	25	16,4	10	1454	21	23,5	46	8,0	27	322	126	17,4	6,7	1,5	4,4	145	2,1
Medián	120	19,1	2701	55,1	5,42	757	77,4	60	13,1	71	2040	79	28,3	60	3,8	72	-132	-44	21,5	19,6	1,8	10,3	180	7,3

Az elfolyóvíz minősége és a termelési paraméterek között nem volt szignifikáns összefüggés ($P > 0,10$). Szintén nem találtunk összefüggést a ponty arányával jellemzett népesítési szerkezet és a haltömeg-gyarapodás formájában visszatartott tápanyagok aránya, a nitrogén- és víz-nitrogén mérleg, valamint a klorofill-a tartalom között.

Víz-tápanyag mérleg

A halastavak és környezetük kölcsönhatásának vizsgálatához összehasonlítottuk a befolyó vízzel érkező és az elfolyóvízzel távozó nitrogénformák mennyiségét. A halastavakból elfolyó vízzel távozó nitrogén a feltöltő vízzel bekerült nitrogén mennyiségének átlagosan mindössze 43 %-át tette ki. A tavak átlagos víz-nitrogén mérlege 22 kg/ha volt, azonban a kapott eredmények nagy szórást mutatnak (2. táblázat).

A tavakat feltöltő vizek átlagos összes nitrogén koncentrációja 2,51 mg/L volt, amely 2,03 és 3,95 mg/L közötti intervallumban változott, míg az elfolyóvíz nitrogéntartalma átlagosan 1,64 mg/L volt, amely 1,51 és 9,23 mg/L között változott (1. táblázat). Negatív víz-nitrogén mérleg, amikor több nitrogén távozott az elfolyóvízzel, mint amennyi bejutott a tavakba, csak négy tó esetében fordult elő. Ezekben a tavakban kiugróan magas összes nitrogén értékeket mértünk (5,01-9,23 mg/L), valamint jellemző volt a magas oldott szerves nitrogén (3,07-4,49 mg/L) és ammónium-nitrogén (1,04-2,33 mg/L) tartalom.

Üledékvizsgálatok

A halastavak üledékének szárazanyagra vonatkoztatott átlagos nitrogéntartalma 5,8 g kg⁻¹ volt. Az üledék és az elfolyóvíz nitrogéntartalma között pozitív kapcsolatot találtunk ($r^2=0,60$; $P < 0,001$), vagyis az elfolyóvízzel távozó nitrogénmennyiség nagymértékben függött az üledék nitrogéntartalmától. Negatív víz-nitrogén mérleg – vagyis, amely tavak több nitrogént bocsátottak ki, mint amennyit vízfeltöltés során befogadtak – azokban a tavakban fordult elő, ahol az üledékben kiugróan magas nitrogén koncentrációt mértünk (13,7-20,6 gN/kg száraz üledék). A halastavak üledékének és elfolyóvizének nitrogéntartalma közötti összefüggésből arra lehet következtetni, hogy a halastavakról távozó víz nitrogéntartalmát elsősorban az üledék nitrogéntartalma határozza meg. Amennyiben az üledék nitrogéntartalma meghaladta a száraz üledékre vonatkoztatott kb. 10 mg/g koncentrációt, az elfolyóvíz nitrogén koncentrációja jelentősen megnőtt. A 10 mg/g száraz üledék nitrogén koncentráció alatti tavakban nem találtunk összefüggést az elfolyóvíz minősége és az üledék nitrogéntartalma között.

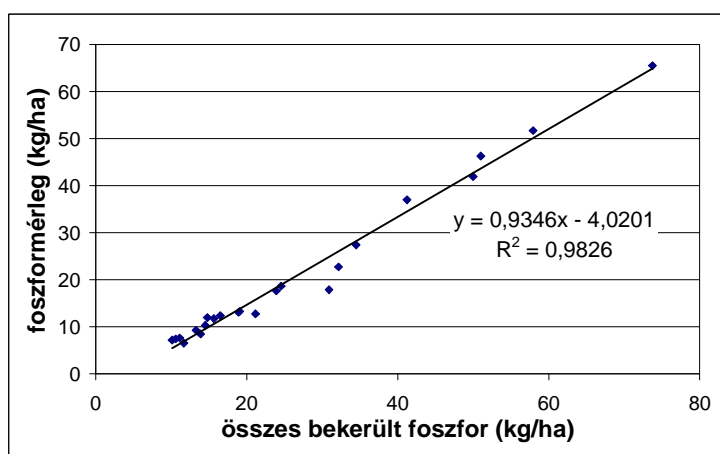
Foszforforgalmi vizsgálatok

Tápanyagmérleg

A vizsgált tavak foszformérlege minden esetben pozitív volt, vagyis minden tóba több foszfor került a tenyésztődőszak folyamán, mint amennyi onnan távozott. Az átlagos foszformérleg 21 kg/ha volt, amely 74 %-os foszfor-visszatartásnak felelt meg. A tavakba átlagosan 27 kg/ha foszfor került be, a bejutott foszformennyiségek közül – a nitrogénhez hasonlóan – a takarmány jelentős mennyiségű foszfort tartal-

mazott, amely az összes bekerült foszfor 42 ± 17 %-a volt (2. táblázat). Ugyanakkor a befolyóvízzel (35 ± 14 %) és a trágyával (26 ± 17 %) is számottevő mennyiségű foszfor jutott a halastavakba, míg a népesítőanyaggal bekerült foszformennyiség az összes input $4,8 \pm 3,8$ %-át tette ki.

Negatív foszformérleg, amikor több foszfor távozott a halastóból, mint amennyi bekerült, egyetlen tó esetében sem fordult elő. A halastavakba bekerült összes foszfor mennyisége és a foszfor-visszatartás között erős ($r^2=0,97$, $P<0,001$) összefüggést találtunk (2. ábra). Ugyanakkor nem volt összefüggés ($r^2=0,03$; $P>0,1$) a bruttó halhozammal jellemzett termelési intenzitás és az elfolyóvíz foszfortartalma között, amely arra utal, hogy a termelés intenzitása – a nitrogénforgalomhoz hasonlóan – nem volt hatással az elfolyóvíz foszfortartalmára.



2. ábra: A halastavak foszformérlegének változása a bekerült összes foszfor mennyiségének függvényében

A halhozamok hatása

Lehalászaskor összesen $5,8$ kgP/ha került ki a vizsgált halastavakból, amelynek az 58 ± 16 %-a a halhozammal, 42 ± 16 %-a pedig az elfolyóvízzel távozott. A halbiomassza-gyapodás formájában (nettó hozam) $2,4$ kgP/ha akumulálódott, azaz az összes bekerült foszfor mennyiségének átlagosan $10,4$ %-a transzformálódott halhússá (2. táblázat).

Víz-tápanyag mérleg

A halastavak és környezetük kölcsönhatásának feltárása érdekében a nitrogén vizsgálatához hasonló számításokat végeztünk a foszfor esetében is. A halastavakból az elfolyóvízzel távozó foszfor mennyisége a befolyóvízzel bekerült foszfor mennyiségének átlagosan a 62 %-a volt. Az adatok alapján az átlagos be- és elfolyóvíz foszformérleg $6,7$ kg/ha volt, azaz a vizsgált tavak évente átlagosan ennyivel kevesebb foszfort adtak le hektáronként, mint amennyi a befolyóvízzel oda érkezett.

A befolyóvíz összes foszfortartalma nagy változékonyságot mutatott; az átlagos foszfortartalom $0,573$ mg/L volt a $0,223$ és $1,79$ mg/L közötti intervallumban, míg az elfolyóvíz átlagos foszfortartalma $0,366$ mg/L volt a $0,093$ és $0,682$ mg/L közötti

intervallumban. Negatív víz-foszfor mérleg csak egyetlen vizsgált tó (No 8) esetében fordult elő.

Üledékvizsgálatok

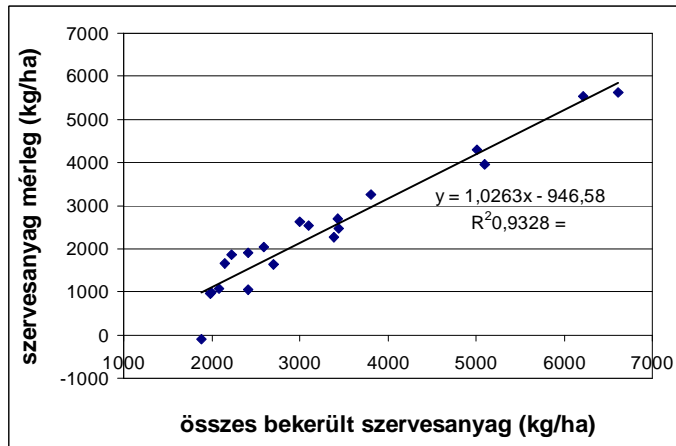
A vizsgált halastavak üledékének szárazanyagra vonatkoztatott foszfortartalma 0,52 és 3,83 g/kg között változott, az átlagos érték 1,25 gP/kg volt. A halastavak nitrogénforgalmától eltérően nem találtunk összefüggést sem az üledék és az elfolyóvíz összes foszfortartalma ($r^2=0,01$; $P>0,1$), sem az üledék foszfortartalma és a foszformérleg ($r^2=0,16$; $P>0,05$) között. Egyedüli kapcsolatot az üledék foszfortartalma és a népesítési szerkezeten belüli ponty arány között találtunk ($r=-0,51$; $P<0,001$). A ponty arány emelkedésével csökkent az üledék foszfor tartalma, amely a pontyok üledéket keverő hatásával magyarázható. Ugyanakkor a nitrogén és a szervesanyag esetében ilyen összefüggés nem volt felfedezhető. Szintén nem volt összefüggés az üledék foszfortartalma és a bruttó halhozam ($r=0,01$; $P>0,1$) között.

Szervesanyag-forgalmi vizsgálatok

Tápanyagmérleg

A befolyóvízzel (293 kg/ha; 11 %), a halnépesítéssel (81 kg/ha; 2,5 %), a trágyázással (399 kg/ha; 12 %) és a takarmányozással (2488 kg/ha; 76 %) bejutó összes szervesanyagot összevetve a lehalászott hallal (311 kg/ha, 37 %) és az elfolyóvízzel (522 kg/ha; 63 %) kikerült szervesanyag mennyiségekkel, a vizsgált halastavak átlagos szervesanyag-visszatartása 2427 kg/ha volt, ami az összes bekerült szervesanyag-mennyiség 74 %-a. Halbiomassza gyarapodás formájában 231 ± 145 kg/ha szervesanyag – az összes bekerült mennyiség $6,6\pm 2,1$ %-a – kötődött meg (2. táblázat).

A halastavakba bekerült szervesanyag mennyisége és a szervesanyag-mérleg (3. ábra), vagyis a visszatartott szervesanyag mennyiségek között szoros pozitív kapcsolatot találtunk ($r=0,92$; $P<0,001$). A szervesanyag-mérleg csak egy tó esetében volt negatív, a többi halastó jelentős mennyiségű szerves anyagot tartott vissza. A halastavakba bekerült szerves anyag fő forrása a takarmány (76 ± 11 %) volt, amelynek mennyiségét a népesítési intenzitás befolyásolta jelentősen.



3. ábra: A halastavak szervesanyag-mérlege és az összes bekerült szerves anyag közötti összefüggés

A halhozamok hatása

A halastavak bruttó halhozammal jellemzett termelési intenzitása és az elfolyóvíz szervesanyag-tartalma között – a nitrogénhez és a foszforhoz hasonlóan – nem találtunk összefüggést ($r=0,03$; $P>0,1$), vagyis a vizsgált halastavaknál a termelési intenzitás nem befolyásolta az elfolyóvíz szervesanyag-tartalmát.

Víz-tápanyag mérleg

A halastavak víz-szerves anyag mérlege megítélése már korántsem olyan pozitív, mint a nitrogén és a foszfor esetében volt. A kapott eredmények alapján átlagosan hektáronként 229 kg-mal több szervesanyag távozott a halastavak lecsapolása során, mint amennyi a feltöltő vízzel odaérkezett. A vizsgált tavak között mutatkozó nagy egyedi eltérések azonban nem az alkalmazott technológiából adódtak, mivel sem az alkalmazott népesítési sűrűség, sem a halhozam, sem a tóméret nem volt hatással az elfolyóvíz szervesanyag-tartalmára.

Üledékvizsgálatok

A vizsgált halastavak üledékének szárazanyagra vonatkoztatott szervesszén-tartalma $30,5 \pm 44,3$ g/kg volt, azonban a tavak között jelentős eltérések mutatkoztak (2,1-162 g/kg száraz üledék). Az üledék és az elfolyóvíz szervesanyag-tartalma között nem találtunk összefüggést ($r^2=0,07$; $P>0,1$). Ugyancsak nem volt kapcsolat az üledék szervesanyag-tartalma és a szervesanyag-mérleg ($r^2=0,12$; $P>0,1$), illetve a népesítési szerkezeten belüli ponty arány ($r^2=0,01$; $P>0,1$) között sem.

Következtetések

A vizsgálati eredményekből megállapítható, hogy a halastavak jelentős mennyiségű tápanyag visszatartására képesek. A vizsgálatba bevont halastavak évente hektáronként átlagosan 84 kg (53%) nitrogént, 21 kg (74%) foszfort és 2400 kg (74%)

szervesanyagot tartottak vissza. A vizsgálatba bevont tavak esetében a termelési intenzitás növekedésével, vagyis az elért hozamokkal nem járt együtt a halastavakból az elfolyóvízzel kibocsátott tápanyagok mennyiségének növekedése. Ezt támasztja alá a bekerült nitrogén-, foszfor- és szervesanyag mennyiségek és a visszatartásuk között meglévő erős lineáris regressziós kapcsolat ($r^2=0,80$; $0,97$ és $0,92$), ami arra enged következtetni, hogy a halastavak tápanyag-feldolgozási kapacitása meghaladta az alkalmazott nitrogén-, foszfor- és szervesanyag-terheléseket. Más megközelítésből, de ugyanerre következtethetünk a tápanyagmérlegek fajlagos (kg/ha) és relatív (%) varianciájának összehasonlításából is. A nitrogénmértéknél a területegységre számított mérleg varianciája [cv%] 62% (84 ± 52 kgN/ha), míg a relatív mérlegé 48% ($53\pm 25\%$) volt. A foszformérleg esetében a varianciák közötti különbség tovább nőtt: (cv%=79, $20,8\pm 16,4$ kgP/ha, illetve cv%=14 %, 74 ± 10 %), a szervesanyag-mérleg esetében pedig cv%=79 ($20,8\pm 16,4$ kg/ha), illetve cv%=28 (74 ± 21 %) volt. Mindez arra utal, hogy a vizsgált halastavak relatív tápanyag-visszatartása a bekerült tápanyagmennyiségektől függetlenül viszonylag állandó volt.

A halastavak környezeti szerepét értékelve megállapítható, hogy a vizsgált halastavak képesek voltak csökkenteni a befogadó vizek tápanyagterhelését, azáltal, hogy átlagosan 48% -kal kevesebb nitrogén és 62% -kal kevesebb foszfor távozott a lecsapolásuk során, mint amennyi a vízfeltöltés és vízpótlás során a tavakba került. Ugyanakkor a halastavakból távozó víz átlagosan 78% -kal több szervesanyagot tartalmazott, mint amennyi oda a feltöltő vízzel érkezett, a lecsapoláskor megnövekedő szerves lebegőanyag koncentrációk következtében. Ezért a halastavak szervesanyag-terhelésének csökkentése érdekében javasolt a tavak lassú, felkeveredést nem okozó apasztása, valamint a lecsapolás végén kialakuló magas lebegőanyag-tartalmú elfolyóvizek utólagos szűrése, valamely kis beruházás igényű, egyszerű technikával, például a lecsapoló csatornák átalakításával (pl. áramlási sebességet csökkentő beavatkozással, mint szélesítés, növényesítés, stb.).

Az elfolyóvízzel távozó nitrogén mennyiségét tekintve a tavak között jelentős különbségek mutatkoztak. Az eredmények alapján megállapítható, hogy az elfolyóvízzel távozó nitrogénmennyiség elsősorban az üledék nitrogéntartalmától függött. A lecsapoláskor az elfolyóvízzel távozó nitrogén mennyisége azokban a tavakban haladta meg a vízfeltöltéssel érkezett mennyiségeket, ahol az üledékben magas nitrogén koncentráció volt mérhető (>10 mg N g száraz üledék⁻¹). Ez arra enged következtetni, hogy elsősorban a rossz műszaki állapotban lévő, feliszapolódott, illetve nem megfelelő tógazdasági gyakorlatot folytató halastavak esetén okozhat problémát az elfolyóvíz magas nitrogéntartalma.

A halastavakba bekerült szervesszén, nitrogén és foszfor tömegaránya $52:5,4:1$ volt, ami kissé alacsony nitrogén ellátottságra utal. Ugyancsak az elsődleges termelés nitrogén limitáltságára utal, hogy a halastavak vizében az algák számára hozzáférhető szervesnitrogén (TIN) aránya szintén alacsony volt (TOC:TIN:PO4-P= $102:2,3:1$). Részben a nitrogén limitáltság lehet az oka, hogy a vizsgált halastavakban a természetes halhozam mennyiségek átlaga mindössze 248 ± 253 kg/ha ($-179 - 799$ kg ha⁻¹), az összes hozam arányában pedig 21% ($-37,3 - 46,7\%$) volt. Ami okszerűbb tápanyag-gazdálkodással, a halastavak termelőképességének fokozásával valószínűleg növelhető.

Összefoglalás

A halastavak környezeti szerepét értékelve megállapítható, hogy a vizsgált halastavak csökkentették a befogadó vizek nitrogén- és foszforterhelését azáltal, hogy átlagosan 48 %-kal kevesebb nitrogén és 62 %-kal kevesebb foszfor távozott lecsapolásuk során, mint amennyi a vízfeltöltés és vízpótlás során a tavakba került. Ugyanakkor a halastavakból távozó víz átlagosan 78 %-kal több szerves anyagot tartalmazott, mint amennyi a feltöltő vízzel érkezett, a haltermelés által megnövekedett szerves lebegőanyag koncentrációk következtében.

Megfigyeléseink igazolták azt, hogy a tógazdasági haltermelés azon kevés állattenyésztési technológiák egyike, melynek során a gazdálkodási tevékenység nem jelent komoly környezeti kockázatot. Sőt, az emberi táplálkozásban bizonyítottan egészséget fenntartó és javító halhús úgy állítható elő, hogy jelentős mértékben hasznosítjuk a más művelési ágak által kibocsátott, az ott nem hasznosult tápanyagokat. A tógazdasági haltermelés során képesek vagyunk a megújuló természeti erőforrások hasznosítására. Megfelelő tógazdasági gyakorlat alkalmazásával, a tavi életközösségben zajló folyamatokra építve, a befogadó vizek terhelésének minimalizálásával folytatható gazdaságos haltermelés, összhangban a természeti környezet megóvására vonatkozó törekvésekkel.

Irodalomjegyzék

- Felföldy L. 1987. Biológiai vízminősítés. Vízügyi hidrobiológia 16, Vízgazdálkodási Intézet, Budapest. 258. p.
- Gál D., Kerepeczki É., Szabó P. és Pekár F., 2006. A tógazdasági haltermelés környezeti hatásainak felmérése. Agrártudományi Közlemények, 21: 19-24.
- Gál D., Kerepeczki É., Szabó P. és Pekár F. A tógazdasági haltermelés tápanyagforgalmi elemzése és az elfolyóvíz kibocsátás környezeti hatásainak felmérése. Halászat, 104(2): 57-64.
- Janurik E., 1985. Mintavétel. In: Oláh J., Janurik E., (szerk.) Sekély tavak nitrogénforgalmának mérési módszerei. A halhústermelés fejlesztése 12, Haltenyésztési Kutató Intézet, Szarvas. 31-42.
- Knösche, R., Schreckenbach, K., Pfeifer, M., Weissenbachm, H., 2000. Balances of phosphorus and nitrogen in carp ponds. Fisheries Management and Ecology 7: 15-22.
- Németh J., 1998. A biológiai vízminősítés módszerei. Vízi Természet- és Környezetvédelem 7, Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest. 304. p.
- Oláh, J., Szabó, P., Esteky, A.A., Nezami, S.A., 1994. Nitrogen processing and retention in Hungarian carp farm. Journal of Applied Ichthyology 10: 335-340.
- Schneider, O., Sereti, V., Eding, E.H., Vereth, J.A.J., 2005. Analysis of nutrient flows in integrated intensive aquaculture systems. Aquacultural Engineering 32: 379-401.
- Schreckenbach, K., Knösche, R., Wedekind, H., Pfeifer, M., Weisenbach, H., Janurik, E., Szabó, P., 1999. Pond management and aquaculture. Institute für Binnenfischerei e. V. Potsdam, Sacrow. Project report, 34.

Dénes Gál, Éva Kerepeczki, Pál Szabó and Ferenc Pekár

Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation, Szarvas

Abstract

The aim of this study was to survey the water quality of fishponds, and determine the impact of fishponds on the nutrient loads of receiving waters and evaluate the nitrogen, phosphorus and organic matter budget of the fishponds. The investigated fishponds were able to retain high amount of nutrients. The retained nutrients represented on average 74 % of organic carbon, 53 % of nitrogen and 74 % of phosphorus introduced into the fishponds. In the fishponds, the ratio of organic carbon, nitrogen and phosphorus accumulated in fish biomass was 6.8 %, 18.4 % and 10.4 %, respectively.

By the estimation of the environmental impacts of the investigated fishponds it can be stated that the fishponds were able to improve the water quality, as 48 % and 62 % less nitrogen and phosphorus were discharged into the recipient water bodies, respectively. However 78 % more organic carbon was discharged with the effluent from the fishponds, than received with the inlet and supplement water primarily.

Our observations proved the pond fish culture is one of those few animal husbandry methods which has no deterioration effect on the environment. Moreover during the pond production of fish flesh – which has a proven health promotion effect on the human nutrition – excess nutrients discharged from other animal husbandry units can be utilised in fish ponds.

Keywords: fishpond, environmental impact, nutrient budget, water quality, sediment

Két különböző takarmány kiürülési sebessége három hőmérsékleten lesőharcsánál (*Silurus glanis*)

Havasi Máté¹, Oláh Tamás², Felföldi Zoltán³ és Bercsényi Miklós⁴

Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely

Kivonat

A kísérlet során három különböző hőmérsékleten vizsgáltuk kétféle takarmány kiürülésének időtartamát lesőharcsán (*Silurus glanis*). A 66 db kísérleti hal ($38,03 \pm 8,04$ g) egyik csoportját kereskedelmi harcsatáppal, a másik csoportját pedig takarmányhal szeletekkel etettük. A kezeléseket 3-3 ismétlésben (11 hal/kád) végeztük el. A halakat mikrochippel (PIT) egyedileg jelöltük. A takarmányok kiürülésének idejét 15°C, 20°C és 24°C hőmérsékleteken vizsgáltuk. A halak étvágya – a várákoszásnak megfelelően – szorosan függött az alkalmazott hőmérséklettől. 15°C-n a halak 42,4 %-a fogadta el a felkínált granulált tápot. Ez az érték a takarmányhalat fogyasztó halak esetében 90,9% volt. Magasabb hőmérsékleteken az összes hal fogyasztott a felkínált takarmányokból. Az egyszerre elfogyasztott takarmány mennyisége (a testtömeg százalékában kifejezve) 3,20% - 10,68% között változott a takarmányhalas csoport és 1,36% - 4,46% között a tápos csoport esetében. Alacsony hőmérsékleten (15°C) az elfogyasztott takarmány mennyisége a mérési hibahatár közelében volt, ami bizonytalanná teszi az eredmények értékelését. 20°C-on a béltartalom ürülése az etetést követő 20. órában kezdődött és 18 órán át tartott, míg 24°C-on a 11. órában kezdődött, és 16 órán keresztül tartott.
Kulcsszavak: harcsa, hőmérséklet, *Silurus glanis*, takarmány áthaladási idő

Abstract

Passing times of two types of feeds were determined on wels (*Silurus glanis*) at three temperatures. Fingerlings (38.03 ± 8.04 g) were fed by artificial dry feed (commercial catfish feed) or forage fish. Treatments were carried out (10 fish/aquaria) in 3 replicates. Fish were individually tagged by pit tags. Temperatures applied were as follows: 15°C, 20°C and 24°C. Appetite of fish highly depended on temperature – as was expected. At 15 Celsius grade only 42.4% of the experimental fish accepted the granulated feed, while this ratio was 90.9% at the forage fish fed group. At higher temperatures 100 % of the experimental fish fed in both feed groups. The daily mean consumed feed varied between 3.20 - 10.68 % of body weight in case of forage fish and 1.36 - 4.46% in case of artificial feed. At low temperature (15°C) the quantity of consumed feed met the measurement's error threshold, what made the determination of passing time uncertain. At 20°C the excretion started 20 hours post feeding and lasted 18 hours, while at 24°C it started 11 hours after feeding and lasted for another 16 hours.

Keywords: wels, temperature, *Silurus glanis*, feed passing time

Bevezetés

A halgazdálkodás gyakorlatában, különösen a zárt, intenzív rendszerek esetén kulcskérdés a takarmányozás optimális ütemezése és a megfelelő vízminőség biztosítása. Mindkét szempontból fontos ismeret a takarmány bélcsatornán való áthaladásának, illetve az ürülék megjelenésének ideje. Ez utóbbi azért fontos, mert a halak tartására szolgáló víztér terhelése az ürülék megjelenésekor jelentősen növekszik. Ezt a szűrőrendszerek tervezésénél figyelembe kell venni.

A halak anyagcseréje és a víz hőmérséklete között szoros, pozitív kapcsolat van (Hidalgo et al., 1999; Temming and Herrmann, 2001). A halgazdálkodók számára ez nyilvánvaló tény, de talán éppen ezért a téma publikáltsága hazai és nemzetközi szinten is csekély mértékű. A külföldi szakirodalom elsősorban tengeri halak anyagcseréjével foglalkozik (Dias et al., 2010; Miegel et al., 2010; Temming and Herrmann, 2001). Hazai pontyfélék béltraktusának kiürülésével Specziár (2002) foglalkozott természetesvízi körülmények között. Lesőharcsa gyomortartalmának ürülését Molnár és Tölg (1962, 1963) vizsgálta röntgendiagnosztikai módszerrel. Harka (1984) vizsgálata szerint a harcsa élettani optimuma kb. 25 °C.

Jelen dolgozatban a lesőharcsa példáján vizsgáltuk kétféle takarmány bélcsatornán való áthaladási sebességét három hőmérsékleten, hogy fontos információkat szerezzünk a harcsa emésztésének hőmérsékletfüggéséről, mely hozzájárulhat a hazai intenzív harcsanevelés megalapozásához.

Anyag és módszer

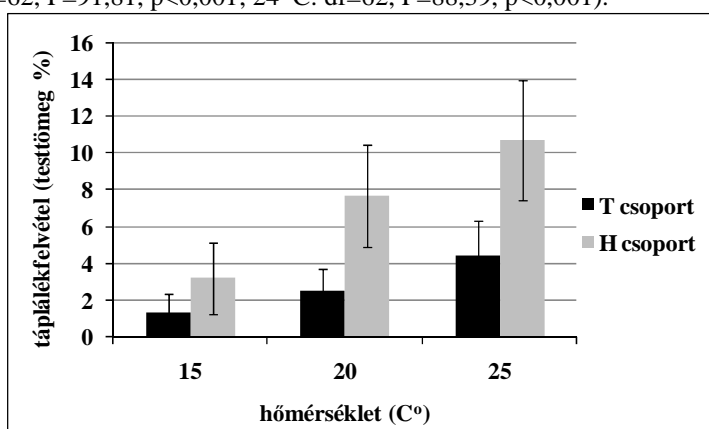
A vizsgálatot a Pannon Egyetem, Georgikon Kar Hallaboratóriumában végeztük Keszthelyen. A kísérleti halak tartására egy új építésű, recirkulációs rendszer szolgált, mely 12 db 180 l térfogatú haltartó kádból és 4 db 500 literes ülepítő-, szűrő- és puffer-tartályból állt. Szűrőközegként perlon vattát és zúzott követ alkalmaztunk. A haltartó kádat egyedileg levegőporlasztással láttuk el. Kádanként 11 db halat (összesen 66 db; átlag \pm SD, 38,03 \pm 8,04 g) helyeztünk el, melyeket egyedi mikrochipes (PIT) jelöléssel láttunk el. A kísérletet három hőmérsékleten végeztük: 15°C, 20°C és 24°C. A termet besötétítettük.

Két kezelést alkalmaztunk, 3-3 ismétlésben. Az egyik csoport (T csoport) pelletált harcsatápot, míg a másik csoport (H csoport) apróra vágott kárászfilét (*Carrasius auratus*) kapott takarmányként. A kísérlet kezdete előtt pár nappal beszüntettük a halak takarmányozását, hogy bélrendszerük biztosan kiürüljön. Az üres bélcsatornájú halak tömegét mértük, majd a hőmérsékletet 15°C-ra állítottuk be, a halakat pedig egy alkalommal, *ad libitum* megettették.

Ezt követően rendszeresen mértük a halak egyedi tömegét. A mérést vízben végeztük 0,1g pontossággal. Mérési hibahatárnak 0,2 g-ot határoztunk meg, mivel egy darab pellet tömege kb. 0,15g. A kapott adatokból görbét szerkesztettünk, az egyedi tömeg értékek csökkenése alapján meghatároztuk a béltartalom ürülésének időpontját. Ezután az etetést ismét szüneteltettük pár napig. A teljes folyamatot megismételtük 20 °C, majd 24 °C-on is. Az átlagok összehasonlítására egytényezős varianciaanalízist használtunk. A szignifikancia kritériumaként 95%-os valószínűséget határoztunk meg ($p < 0,05$).

Eredmények

A halak étvágya – a várakozásnak megfelelően – szorosan függött a víz hőmérsékletétől. 20 és 24°C-on az összes hal fogyasztott a felkínált táplálékból. 15°C-on, a H csoport esetében a halak 90,9%-a, míg a T csoport esetében csak 42,4 %-a táplálkozott. Az elfogyasztott takarmány mennyisége a hőmérséklet emelkedésével egyenes arányban nőtt. 3,20% és 10,68% között változott a takarmányhalas csoport és 1,36% - 4,46% között a tápos csoport esetében a halak testtömeg százalékában kifejezve. Ezt szemlélteti az *1. ábra*. A számszerűsített adatok az *1. táblázatban* találhatóak. A H csoport és a T csoport takarmányfelvétele között szignifikáns különbség volt megfigyelhető mindhárom hőmérsékleten (ANOVA, 15 °C: df=34, F=7,29, p=0,01; 20 °C: df=62, F=91,81, p<0,001; 24 °C: df=62, F=88,39, p<0,001).

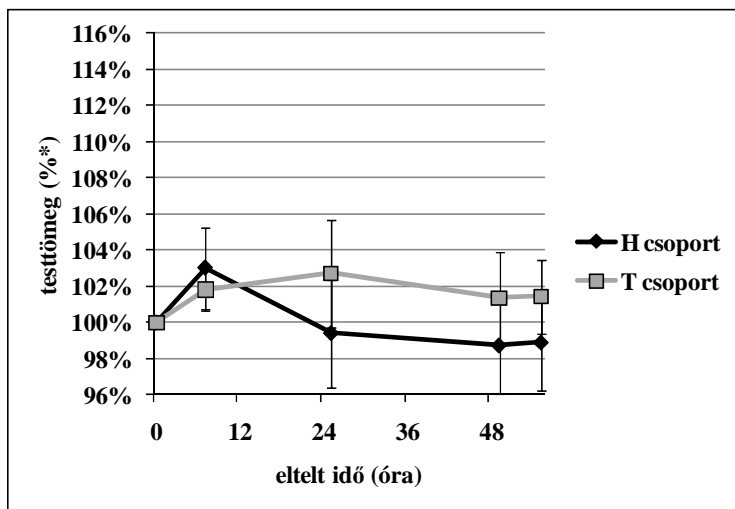


1. ábra: Az egyszerre elfogyasztott takarmány tömege a halak testtömegének százalékában kifejezve.

1. táblázat: Az egyszerre elfogyasztott takarmány tömege a halak testtömegének százalékában kifejezve (átlag±SD).

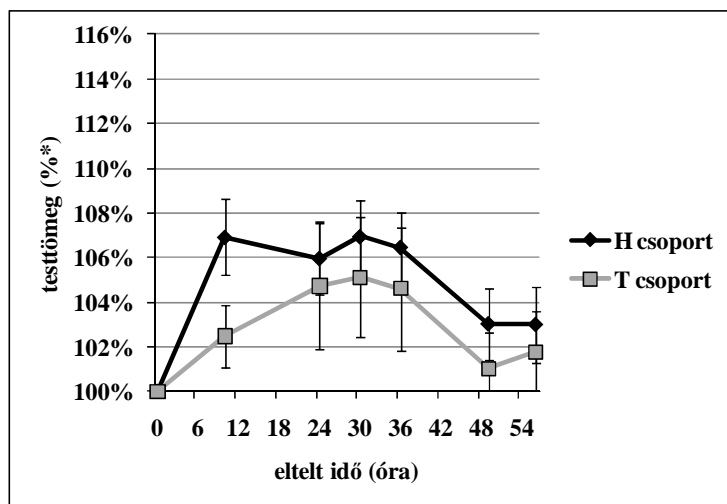
Hőmérséklet	H csoport	T csoport
15 °C	3,20±1,94%	1,36±1,00%
20 °C	7,69±2,75%	2,55±1,15%
24 °C	10,68±3,27%	4,46±1,87%

Alacsony hőmérsékleten (15°C) az elfogyasztott takarmány mennyisége a mérési hibahatár (0,2 g) közelében volt, ami bizonytalanná teszi az eredmények értékelését. Az elfogyasztott takarmány tömege a T csoport esetében a 2 %-ot sem érte el. A mérések eredményeit százalékos formában közöljük az üres bélcsatornájú halak tömegéhez viszonyítva, amelyet 100 %-nak tekintünk. A 15 fokon végzett kísérleti epizód során előfordultak 100%-nál kisebb mért adatok (*2. ábra*). Ezek nyilvánvalóan mérési hibából fakadó bizonytalanságok, melyek a görbe értelmezésének nehézségeit okozták. Emiatt a béltartalom kiürülésének időpontját nem tudtuk megállapítani.



2. ábra: A halak tömegének százalékos változása 15°C-on. * 100% az üres bélcsatornájú hal tömege.

20°C-on a takarmány kiürülése az etetést követő 20. órában kezdődött és 18 órán át tartott (3. ábra). 24°C-on jelentősen felgyorsult a halak anyagcseréje. Az ürítés már a 11. órában megkezdődött és 16 órán át tartott (4. ábra). Az alkalmazott módszerrel nem tudtunk különbséget kimutatni a táplálékhal és a száraz táp áthaladási ideje között.



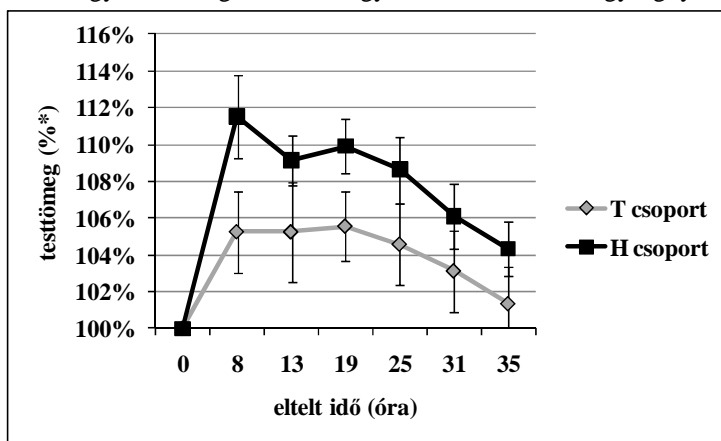
3. ábra: A halak tömegének százalékos változása 20°C-on. * 100% az üres bélcsatornájú hal tömege.

A T csoport tagjai a táplálkozást követően jelentős mennyiségű vizet építettek be. Ugyancsak a testtömeg százalékában kifejezve, ez az arány 20°C-on volt a legmagasabb (átlag±SD; 15°C: 0,81±0,02%; 20°C: 2,31±0,02%; 24°C: 0,34±0,02%).

Értékelés

Vizsgálatunk során számszerűsítettük a harcsa takarmányfelvételének hőmérsékletfüggését. A nagyobb szárazanyag-tartalom miatt a száraz táp gyorsabb kiürülését vártuk. Ezt az alkalmazott módszerrel nem sikerült igazolni, annak ellenére, hogy ürülék megjelenését valóban a tápos csoportok esetében tapasztaltuk korábban, mindhárom hőmérsékleten. A bélcsatorna kiürülését harcsánál 20°C és 24°C-on sikerült megállapítanunk, mely az etetéstől számított 20. és 38., illetve a 11. és a 27. óra között zajlott.

Molnár és Tölg (1962) röntgendiagnosztikai módszerrel vizsgálta a harcsa gyomortartalmának ürülését táplálékhal etetése során. 20-24 cm-es harcsák esetén a következő eredményeket kapták: 15°C: 49±2,03 óra; 20°C: 28±3,98 óra; 24°C: 20±3,46 óra. Saját eredményeinkkel összevetve megállapítható, hogy az egyed korának emelkedésével jelentősen lassul az anyagcsere intenzitása. Ugyanez a szerzőpáros süllő esetében, 20°C és 23°C-on a gyomor kiürülését 45 illetve 34 óra után tapasztalta (Molnár és Tölg, 1961). A szerzők a két faj közötti jelentős különbséget a harcsa intenzív gyomormozgatóásával magyarázzák. A harcsa egységnyi hőmérsék-



4. ábra: A halak tömegének százalékos változása 24°C-on. * 100% az üres bélcsatornájú hal tömege.

letnövekedésre a süllőnél nagyobb mértékben fokozza az anyagcserét (Molnár és Tölg, 1963). Tengeri hal (*Seriola lalandi*) esetében Miegel et al. (2010) gyorsabb anyagcseréről számol be: 12°C –on 36 és 48 óra alatt, 21°C –on 12 és 16 óra alatt ürült ki a halak emésztőtraktusa.

Harcánál száraz táp etetése során jelentős mennyiségű vízbeépítést tapasztaltunk, melynek százalékos értéke 20°C –on volt a legmagasabb.

Irodalomjegyzék

- Dias J., Yúfera M., Valente L. M. P., Rema P. 2010. Feed transit and apparent protein, phosphorus and energy digestibility of practical feed ingredients by Senegalese sole (*Solea senegalensis*). *Aquaculture*, 302: 94-99
- Harka Á. 1984. Studies on the growth of sheatfish (*Silurus glanis* L.) in river Tisza, *Aquacultura Hungarica*, IV: 135-144.
- Hidalgo M.C., Urea E., Sanz A. 1999. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits: proteolytic and amylase activities. *Aquaculture*, 170, 267–283.
- Miegel R. P., Pain S. J., van Wettere W. H. E. J., Howarth G. S., Stone D. A. J. 2010. Effect of water temperature on gut transit time, digestive enzyme activity and nutrient digestibility in yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*). *Aquaculture*, 308: 145-151.
- Molnár Gy., Tölg I. 1961. Adatok a fogassüllő (*Lucioperca lucioperca* L.) gyomor-emésztés időtartamának hőmérséklet okozta változásáról. *Annales Instituti Biologici (Tihany) Hungaricae Academiae Scientiarum*, 1961: 109-115.
- Molnár Gy., Tölg I. 1962. Experimente mit Welse (*Silurus glanis* L.) zur Feststellung des Zusammenhanges der Temperatur und der Zeitdauer der Magenverdauung. *Annales Instituti Biologici (Tihany) Hungaricae Academiae Scientiarum*, 1962: 107-115.
- Molnár Gy., Tölg I. 1963. Kísérletek néhány édesvízi ragadozó hal mechanikai gyomorműködésének megismerésére. *Állattani Közlemények*, 1963, 1-4:99-102.
- Specziár, A. 2002. In situ estimates of gut evacuation and its dependence on temperature in five cyprinids. *J. Fish Biol.* 60, 1222–1236.
- Temming A., Herrmann J.-P. 2001. Gastric evacuation in horse mackerel. I. The effects of meal size, temperature and predator weight. *J. Fish Biol.* 58, 1230–1245.

A ponty tápos etetése a Czikkhalas Kft. telephelyén

Egyed Imre¹, Körmendi Sándor², Urbányi Béla³, Fodor Ferenc³,
Mészáros Erika³, Hegyi Árpád³ és Katics Máté¹

¹Czikkhalas Halastavai Kft., Varsád

²Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Természetvédelmi Tanszék,
Kaposvár

³Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Környezet- és
Tárgazdálkodási Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő

Kivonat

A hazai pontytakarmányozási gyakorlat az elmúlt 100 évben lényegében nem sokat változott. A kiegészítő jellegű abrak etetés már az 1890-es évek vége óta ismert és alkalmazott módszer. Tógazdaságainkban a gabonamagvakkal történő hal-takarmányozás a leghatékonyabb hozamfokozó eljárás, azonban a természetes hozam korlátozottsága miatt a végleges hozam mennyisége is korlátozva van.

Más országokban az intenzív pontynevelési technológiáknak már több évtizedes múltjuk van, hazánkban viszont a magas takarmányköltségek, a jó minőségű haltáp hiánya és a magas beruházási költségek miatt nem terjedt el. Iparserű rendszerben a takarmányozás nem kiegészítő szerepű, hanem teljes értékű takarmányozási feladatot kíván.

Napjainkban elérhetővé váltak a jó minőségű haltápok, amelyekkel gazdaságos a termelés, valamint a tógazdaságok nagy része rendelkezik olyan teletől tavakkal, medencékkel, melyek a nyári hónapokban helyet biztosítanak egy újfajta nevelési rendszernek.

A kísérlet során kistavi környezetben, teljes értékű táppal, eltérő népesítésben nevelt pontykorosztályok növekedési- és termelési mutatóit vizsgáltuk meg. A kutatás fő célkitűzése egy olyan új termelés-takarmányozási technológia kialakítása, amely a jelenleg 3 éves üzemformában történő pontynevelést 2 évre rövidíti. Az új technológia számára a helyet a nyári hónapokban üresen álló, kihasználatlan teletől-, tároló tavak biztosítják, mellyel a legtöbb halgazdaság rendelkezik. Ugyancsak fontos célunk, hogy a tavasszal kihelyezett 50-60 dkg-os halból a lehető legrövidebb idő alatt piaci méretű halat állítsunk elő. Ez azért fontos, mert a nyári halál általában jóval magasabb az őszinél, ezáltal a magasabb takarmányköltség kompenzálható, valamint folyamatos árbevételt jelenthet.

A kísérleti célok elérése érdekében különböző korosztályokat, más-más népesítési szerkezetben telepítettünk a kísérleti medencékbe és a vízminőség folyamatos ellenőrzése mellett vizsgáltuk a teljes értékű táp beltartalmi értékeit, a testtömeg gyarapodást, a takarmány értékesülést, a halhús minőségét, valamint a halak egészségi állapotát.

Munkánk aBaross Gábor K+F program (REG-DD-09-2-2009-0114) támogatásával készül.

Bevezetés

A tógazdasági haltermelés gabona alapú ágazat (amely csökkenteni tudja a felhalmozott gabona feleslegeket). Az elmúlt néhány évben viszont olyan jellegű törekvések és gondolatok indultak el, melyek a hazai **pontycentrikus termelés technológia újragondolását** jelölik ki célul. Ezen próbálkozások alapja, hogy a gabonafelhasználásra alapozott takarmányozást **olyan teljes értékű tápokkal váltásák ki**, melyek gyorsabb növekedést és hatékonyabb takarmányértékesítést eredményeznek.

A projekt átfogó célkitűzése azon lehetőség megvizsgálása, hogy kistavi környezetben a különböző pontykorosztályok milyen növekedési és termelési mutatókat képesek produkálni. Az eltérő korosztályok és népesítési szerkezet kialakításával, a vízminőség folyamatos kontrollálásával, valamint a növekedés, halegészségügy és állati jólét komplex vizsgálatával lehetőség nyílik egy új termelés-takarmányozási technológia kifejlesztésére, mely alapjaiban változtatná meg a hazai pontytermelést és halgazdálkodást.

Fő célkitűzésünk volt tehát, hogy az eddigi klasszikus hároméves pontytenyésztést miként (pl. népesítés) lehet két évre csökkenteni teljes értékű pontytáp felhasználásával mindamellet, hogy az egy hektárra vetített bruttó, illetve nettó hozamok többszörösét érjük el a hagyományos technológiával szemben úgy, hogy az ételmezeisügyileg fontos **halhús-minőséget megőrizzük**.

A kísérleti projekt két éves időtartamú. 2010. évben három pontykorosztály (előnevelt, egynyaras, kétnyaras) növekedését, teljesítő képességét, takarmányhasznosító képességüket vizsgáltuk. Ezzel párhuzamosan rendszeres vízminőség-vizsgálatot végeztünk annak érdekében, hogy megtudjuk, mekkora környezetterhelést jelent a kialakítandó technológia. Fontos kérdésként merült fel, hogy maga a teljes értékű táp milyen halhúsminőséget eredményez, ezért ezt is kontrolláltuk.

A projekt sikeres megvalósításához a Czikkhalas Kft. a Kaposvári Egyetemmel konzorciumi szerződést hozott létre. Az Egyetem feladata a technológia kialakítása során a folyamatos vízminőség-vizsgálat. Ezen felül együttműködési megállapodás keretében a Szent István Egyetem Halgazdálkodási Tanszék segítségével történt a halhúsminőség ellenőrzése.

Anyag és módszer

A kísérleti projektet a Czikkhalas Kft. varsádi telephelyén található földmedrű medencékben, telelőkben hajtottuk végre. Az eltérő kihelyezések az alábbiak szerint történtek (I. táblázat): kétnyaras korosztály esetén 10.000 db/ha, illetve 7000 db/ha, 0,20kg/db, illetve 0,60 kg/db átlagsúllyal; előnevelt esetén 300.000 db/ha, illetve 200.000 db/ha. Egynyaras pontyot egy telelőbe helyeztünk ki csupán, 38.000 db/ha-os népesítéssel. Egy telelőben a hagyományos tógazdasági technológiát szimuláltuk, kétnyaras pontyból 1440 db/ha kihelyezést alkalmaztunk, illetve abraktakarmányt ettünk.

I. táblázat: Kihelyezési adatok

Telelők száma	Telelők mérete		Tervezett kihelyezés				
	m ²	m ³	Korosztály	mennyiség db	súly kg	átlagsúly kg/db	db/ha
10	7.000	12.000	P ₂	7.000	4.216	0,60	10.000
11	1.440	2.500	P _{en}	43.200	43,2	0,001	300.000
12	1084	1800	P _{en}	21.680	21,7	0,001	200.000
13	974	1.600	P ₁	3.700	100	0,027	38.000
14	851	1.400	P ₂	850	170	0,20	10.000
15	838	1400	P ₂	590	118	0,20	7.000
16	785	1.300	P ₂	550	275	0,20	7.000
17	441	900	P ₂	64	13	0,20	1.440

A halak kihelyezése fajtánként eltérő időpontban, április 1-én és 14-én történt. A pontyokat április 17-től április 29-ig kizárólag gazdasági abrakkal etettük annak érdekében, hogy testsúlycsökkenést ne szenvedjenek el. Április 30-tól (a tenyészidőszak kezdete) május 10-ig az abrak mellé kis mennyiségben tudunk teljes értékű tápot etetni.

A napi munkát elsősorban a halak etetése, a tápfogyasztás ellenőrzése, a halak viselkedésének megfigyelése, az elhullott egyedek összegyűjtése, kezelése végrehajtása, reggel és délután víz hőmérséklet- és oldott O₂ mérése jelentette telelőnként. Hetente történt a komplex vízminőség-vizsgálat. Az etetési rendet az egy- és két-nyaras pontyok esetében 6³⁰, 10³⁰ és 14³⁰ időszakra alakítottuk ki, az előneveltek esetében, pedig 6⁰⁰, 8⁰⁰, 10⁰⁰, 13⁰⁰, 15⁰⁰ és 17⁰⁰ órákra. Az előnevelt halak etetését részben kézzel, részben pedig a telelőnként elhelyezett 6-6 db órás etető segítségével végeztük. Az órás etető 12 órán keresztül folyamatosan adagolta a tápot, így jól figyelemmel lehetett kísérni a halak étvágyát nem csak napról-napra, hanem óráról-óraóra is.

Fontos munkafázist jelentett a halak növekedésének nyomon követése. Ezt indukálaskor úgy terveztük, hogy hetente nagyhálóval minden telelőn próbahalászatot végzünk. Ezt a gondolatunkat a második próbahalászat után átértékeljük, mert túl gyakran látjuk a halak zavarását. Így a kialakult gyakorlat az lett, hogy kéthetente végeztünk próbahalászatokat nagyhálós módszerrel. Két próbahalászat között

pedig, ha annak szükségét láttuk, dobóhálóval fogtunk néhány egyedet, elsősorban egészségi állapot ellenőrzése céljából. Nagyhálós próbahalászat hét alkalommal történt.

A halak egészségi állapotának vizsgálatát szükség szerint végeztük, esetenként a halakat felboncoltuk, belső szerveiket mikroszkóp segítségével vizsgáltuk.

A kísérlet során az Aller Aqua cég által gyártott pontytáp különböző típusát és méretét használtuk. Az előnevelt csoportokat a Performa elnevezésű táppal etettük, melynek fehérjetartalma 54%, zsírtartalma 15%. A nevelés későbbi fázisában, illetve az egy-, és kétnyaras korosztály esetében a Master elnevezésű tápot alkalmaztuk, mely 35% fehérje és 9% zsírtartalommal rendelkezik.

Eredmények

Az eredmények ismertetése előtt mindenképp fontos megemlíteni, hogy a teljes értékű tápetetés 20°C feletti vízhőmérséklet felett javasolt, ez alatt a takarmányhasznosulás nem hatékony. Sajnos az első éves kísérletünket nem szokványos időjárási viszonyok között végeztük el. Április végén a vízhőmérséklet meghaladta az intenzív tápetetésnél elvárható minimum 20°C-ot, de május 10-től május 26-áig ez alatt volt. A mélypontot május 18-a jelentette, mikor 11 fokos reggeli vízhőmérsékletet mértünk. Ezt követően június 1-től június 6-ig, majd június 22-től június 28-ig volt két olyan időszak, mikor szintén alacsonyabb volt a vízhőmérséklet 20 foknál. A lehűlések minden esetben igen nagy mennyiségű esőzettel jártak. A kedvezőtlen időjárás sajnos a tenyésztési időszak végén is jelentkezett, augusztus 30-án tudunk utoljára 20 fokos vízhőmérsékletet mérni, ettől kezdve a halászatig már nem. Összegezve, a tenyésztési időszak mintegy 30%-ban az alacsony vízhőmérséklet korlátozó tényezőként jelentkezett, ezért a tervezett tápmennyiséget nem tudtuk a halakkal feletetni, így a tervben szereplő, elérni kívánt növekedést nem minden esetben tudtuk elérni.

A projekt során a 11. és 12. telelőbe kihelyezett előnevelt pontyivadékok kezdetben kitűnően alkalmazkodtak a telelőtavas tartáshoz és a tápos takarmányozáshoz, így növekedési ütemük is kifejezetten jól alakult, június végétől, július elejétől azonban több parazitás és gombás megbetegedés lépett fel, amely súlyosan károsította az állományokat.

Kezdetben Trichodina fertőzöttséget állapítottunk meg a résztvevő intézmények szakembereivel és több esetben kértük az Állategészségügyi Diagnosztikai Igazgatóság (korábbi Országos Állategészségügyi Intézet) segítségét is vizsgálatok elvégzésével. A Trichodinák a halak kopoltyúját, bőrét, valamint úszóit nagy tömegben lepték el, majd bekövetkezett az elhullás.

Ezek után regisztráltuk a pontyok bothriocephalosisát is. A kórokozó a Bothriocephalus acheliognathi ízelt testű galandféreg, amely a halak belében élősök. A halak bágyadtak voltak, a vízfelszín közelében úszkáltak, a takarmányt nem fogyasztották, lesóványodtak, majd ugyancsak tömeges elhullás következett be.

A kopoltyúlemezek között néhány kopoltyúférget is találtunk, amelyet a pontyok dactylogyrosis-a-nak nevezünk.

Végül a vizsgálatok fényt derítettek arra, hogy a két medence állományát kopoltyúnekrózis és májelfajulás is sújtja.

A betegségek ellen megpróbáltunk maximálisan védekezni. Több kémiai szert (mészhidrát, klórmész, rézoxiklorid) is bevetettünk, de az elhullásokat nem tudtuk megállítani.

A 11-es telelőben csupán a kihelyezett állomány (42.000 db) 14,6 %-a (6.120 db), míg a 12-es telelőben (22.000 db) 13,6 %-a (3.000 db) maradt életben. Mindezek figyelembevételével sajnos a 11. és 12. telelő számadatai értékelhetetlenek hozam és gazdaságosság szempontjából is.

Sokkal kedvezőbb képet kaptunk az egy-, illetve kétnyaras nevelés kapcsán. A tenyészidőszakban gyakorlatilag betegség nem lépett fel, igaz prevencióss jelleggel hetente minden telelőben 10 kg/ha dózisban klórmészkezelést alkalmaztunk.

A termelési eredményeket a II. sz. táblázat foglalja össze.

II. táblázat: Termelési eredmények

Telelők száma	Lehalászás				Nettó hozam (kg/ha)	Takarmány-együttható (kg/kg)
	Mennyiség (db)	Tömeg (kg)	Átlagsúly (kg/db)	MM%		
13.	3665	2619	0,71	99	25.864	1,65
10.	6796	17.206	2,57	97	18.557	1,62
14.	634	1076	1,70	77	10.646	2,05
15.	433	838	1,94	75	8.580	1,98
16.	518	1.430	2,76	94	14.089	1,83
17.	52	76,4	1,47	81	1.240	2,13

A legkedvezőbb eredményt a kétnyaras nevelés során a 10. számú telelőben érték el: az egy hektárra vetített nettó halhozam csaknem 15-ször nagyobb, mint a 17. telelő értéke, ahol hagyományos tógazdasági halnevelést végeztünk.

A költségeket tekintve a 10. számú telelőben az 1 kg gyarapodáshoz felhasznált táp ára 295 Ft volt. Jelentős költségelem ezen felül a levegőztetéshez használt villamos energia, mely további 13 forintot jelentett kilogrammonként, így összesen 308 Ft volt az egy kilogramm halgyarapodásra jutó kiadás.

A rendszeresen ellenőrzött vízminőségi paraméterek nem mutattak kedvezőtlen értékeket, azok határértéken belül voltak, így környezetterhelés szempontjából sem jelent különösebb kockázatot a technológia alkalmazása.

A halhúsvizsgálatok is kedvező képet mutattak. A kontrollhoz képest a telítetlen zsírsavak aránya magasabb volt a táppal etetett halak esetében, illetve a hús erősebb konzisztenciájúvá vált.

Összefoglalás

Az első kísérleti év eredményei alapján azt gondoljuk, hogy jó úton haladunk az intenzív pontynevelési technológia létrehozása felé. Láthattuk, hogy a piaci ponty nevelése terén igen kedvező eredményeket értünk el mind a termelés volumenét, mind pedig gazdaságosságát tekintve, annak ellenére, hogy a tenyészidőszak jelentős részében kedvezőtlen időjárási feltételek uralkodtak.

Természetesen számos olyan lépés, vagy elem van még, amit a termelés folyamatában tisztázni kell. Ilyen az első éves, 0,20 kg/db átlagsúlyú ponty nevelésének sikertelensége. Ezért ezekre a 2011. évben folytatandó kísérletben nagyobb hangsúlyt kívánunk fektetni.

Azt gondoljuk, hogy tipikus időjárási körülmények között a takarmány-együttható értékét az 1,62 kg/kg értékről le lehet szorítani 1,5 kg/kg szint alá, ezzel fokozva a technológia ökonómiai megalapozottságát.

Véleményünk szerint a jelenleg elért eredmények, a projektben közreműködő egyetemek, vállalkozások folyamatos konzultációja, együttműködése, valamint a 2011. évben tervezett kísérletek sikeres végrehajtása egy olyan pontytermelési technológia kialakítását teszi lehetővé, mely a hazai és külföldi tógazdaságok számára könnyen adaptálható, és alkalmazható lesz.

A Ráckevei Duna-ág halközösségének vizsgálata 2010-ben

Györe Károly¹, Ugrai Zoltán² és Csikai Csaba³

¹ Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas
² Ráckevei Duna-ági Horgász Szövetség, Ráckeve
³ Nyíregyháza

Kivonat

A Ráckevei Duna-ágon 2010. április 17-20. és május 3-5. között akkumulátoros halászgépekkel 13 mintahelyen felmértük a halközösség struktúráját. Minden egyes mintaterületet további két alminta területre osztottunk fel, melyeket egy-egy önállóan dolgozó elektromos halászcsoporthoz mintáztunk egymástól függetlenül. A fogáshatékonyság számításánál csak az aktív halászattal eltöltött időt vettük figyelembe. A fogott halakat meghatározásuk és megszámlálásuk után a helyszínen azonnal elengedtük.

A halászatok során összesen 40 halfaj több, mint 26 ezer egyedét fogtuk. A védett fajok száma 7 (leánykancér, kurta baing, halványfoltú küllő, szivárványos ök-le, réti csík, lápi póc, széles durbincs).

A Duna-ág halközösségének struktúrája közel sem egyforma a hosszirányú profil mentén. Fajban leggazdagabb a Kvassay-zsilip környéke és a Ráckevei híd-Dömsödi holtág északi vége közötti terület, egyaránt 25-25 fajjal. További fajgazdag szakasznak bizonyult a Taksony-sziget környéke (24 faj) és a Molnár-sziget északi vége (23 faj). Kevés fajszámú halközösséget tudunk kimutatni a Duna-Tisza csatorna kezdeti szakaszán (14 faj), a Molnár-sziget déli végén (15 faj), valamint a Parkerdő környékén (15 faj).

A legtöbb szakaszon a halközösséget 5, vagy ettől több (6-9) faj dominálja. Egy óra alatt átlagosan 363 db halat tudunk fogni, a fogáshatékonyság azonban mind mintaszakaszonként, mind pedig időszakonként számottevően különbözött, 93 és 1 271 db hal/óra szélső értékek között változott. Az egyes mintaszakaszok Wilson-Shmida féle β -diverzitás értékei rendkívül alacsonyak, 0,05 és 0,26 szélső értékek között vannak.

A legtöbb harcsa az úszólápok környékén (alatt) található (Csupics-sziget, Taksonyi-holtág), sok süllő él a sekély iszapos alzatú holtágakban, hókonyokban.

Bevezetés

A rekreációs és sporthorgászok száma szerte a világon növekvő tendenciát mutat, a tevékenység mára a legtöbb országban a nemzetgazdaság egyik fontos bevételi forrásává vált. Ennek megfelelően folyamatosan növekszik a horgász célú haltelepítések mennyisége, a horgászturizmusból eredő konfliktusok száma. A természetvédelmi területek mennyiségének, kiterjedésének növelése, a vízterek primer funkciói-

ból eredő merev előírások és korlátozások, mindannyi vélemény és érdekütközési lehetőség.

A halászati vízterületeken a haltelepítések struktúrájának, valamint a további kezeléseknél az optimalizálásához figyelembe kell venni a vízterület természetes adottságait (halközösség struktúrája, természetes halprodukció, táplálékbázis, kompetíciós viszonyok, az ívó- ill. ivadékbölcső helyek megléte ill. hiánya). Ezeket a fontos adatokat a halászati jogosult rendszerint nem ismeri kellő részletességgel, ill. túl kiterjedt és költséges vizsgálatokat igényelnek ahhoz, hogy a horgászegyesületek elvégezhesék (elvégeztessék) őket.

Meglepő, hogy a Ráckevei Duna-ág halfaunájáról mindössze két tudományos közlemény lelhető fel (Mihályi 1954, Berinkei 1972), amelyek nem célirányos kutatási eredményekről számolnak be, hanem a Természettudományi Múzeum gyűjteményében található példányok gyűjtési helyeiről. A múzeumi példányok alapján a Duna-ág halállományának néhány ismertebb faunaelemét ismerjük meg, de messze nem a valóságos halközösséget. Ezen kívül néhány, meglehetősen régi, ismeretterjesztő dolgozat (Horváth 1960, 1968, Szombathy 1961) érintőlegesen említi a Duna-ág halfaunájában előforduló halfajokat.

A Ráckevei Duna-ági Horgász Szövetség (Ráckeve) először 2007-ben vállalta, hogy felméri a Ráckevei Duna-ág teljes szakaszán a halközösség struktúráját (Ugrai és Györe 2007), amely vizsgálatot a halászati jogosult 2010-ben megismételni kívánt. Az új felmérés során, ezen kívül, célul tűzte ki a természetes szaporodás szempontjából fontosabb élőhelyek, ivadékbölcsők feltárását, a horgászható halak egyedszámarányát, a legkisebb kifogható méreten felüli halak arányát, a halközösség struktúrájában 2007 óta bekövetkezett változásokat, valamint, hogy az eredmények ismeretében kezelési tervet állít össze a sajátosságokhoz leginkább igazodó halfauna kialakítása és a jövőbeni halgazdálkodási beavatkozások érdekében.

Anyag és módszer

Vízterület

Magyarország kistájainak katasztere szerint (*Marosi és Somogyi, 1990*) a Duna általunk vizsgált mellékága a Csepeli-síkon található. A Ráckevei (Soroksári) Duna-ág (**RSD**) mesterségesen befolyásolt vízfolyás. Balról felveszi a Gyáli-főcsatornát (32 km, 380 km²), a Duna-Tisza csatornát (39 km, 477 km²) és az Északi-övcatornát (36 km, 235 km²). A középvízhozam a Kvassay és a Tassi zsilipnél egyaránt 3,5 m³/sec (maximum 30 m³/sec). Az 57,3 km hosszú, 14 km² felületű vízterület átlagos víztérfogata 40 millió m³. A vízsebesség mindössze 0,2-0,4 km/óra.

Az **RSD** vízteste 4 jellegzetes szakaszra osztható, a tagolódás fő trendje a fővárostól déli irányba távolodva a fokozatosan javuló vízminőség. A legfelső, 57,3-47,5 fkm-ek közötti szakaszon rakódik le zömében a frissítövíz bejutó hordalék. A víz minősége itt a legrosszabb, a horgászat számára sem kedvező. A következő szakasz Taksony-sziget alsó végéig terjed. A jobb part még őszállapotban van, a sekélyvizű részeket uraló nádasok természetvédelmi oltalom alatt állnak. A Taksony-szigettől a Ráckevei hídig tartó harmadik szakaszon a partok jórészt természetközeli állapotban vannak, a sekélyvizű mederrészekon kiterjedt nádasok, szigetek találhatóak. Az utolsó szakasz a Ráckevei hídtól a Tassi zsilipig terjed. A víz minősége és a horgászati

lehetőségek itt a legjobbak. A szakaszra jellemző a vízre épített rengeteg horgászálás.

A Ráckevei Duna-ág állóvízzé alakításával gazdag hínárvegetáció és parti növényzet jött létre. Az **RSD**, a Rhone-delta után, Európa úszólápokban második leggazdagabb vidéke. A legszebb úszólápos részek Szigetszentmiklós, Dunaharaszti, Taksony és a szigetcsépi Csucics-sziget térségében található.

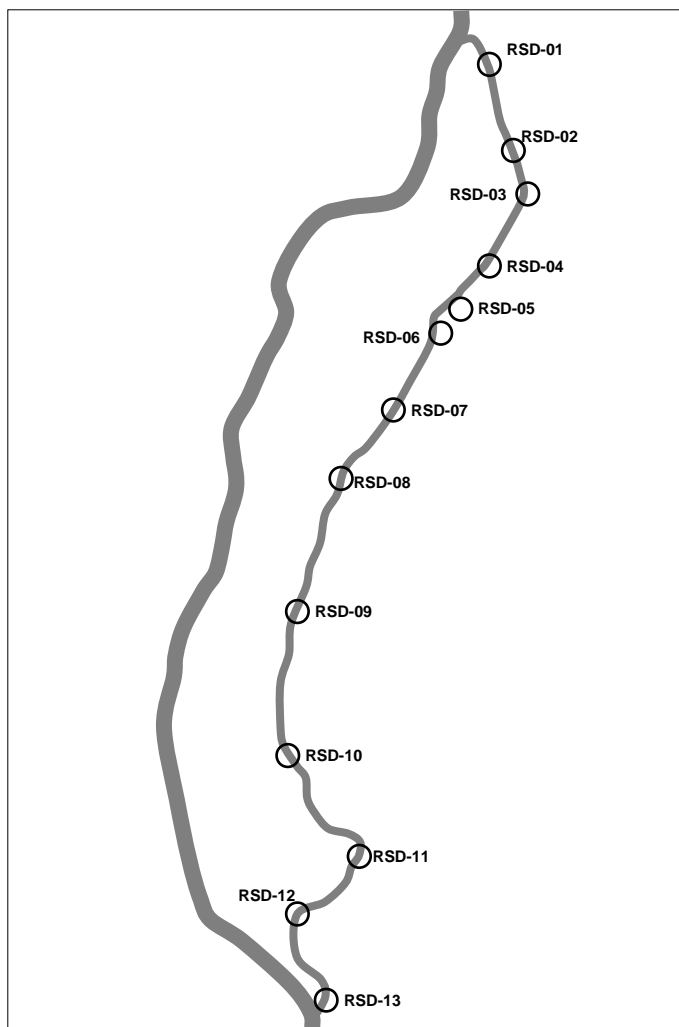
Mintaterületek, mintavétel

A halközösség vizsgálatokat a 2007-ben kijelölt és pontosan lehatárolt 13 mintaterületen végeztük 2010-ben is, április 17-20. és május 3-5. között. A mintahelyek kijelölése során, az arányos távolságok helyett, inkább arra voltunk figyelemmel, hogy a halászati vízterület jellegzetes szakaszai, élőhelyei kerüljenek vizsgálat alá (*I. ábra*). A mintaterületekről elektromos halászgéppel, mint a legkevésbé szelektív módszerrel, 7 mintavételi napon (*I. táblázat*) mintahelyenként 2x2, összesen 52 alkalommal gyűjtöttünk halmintát. A mintahelyek felső és alsó pontjának helyét EOVS koordináták szerint GPS MapSource térképen rögzítettük.

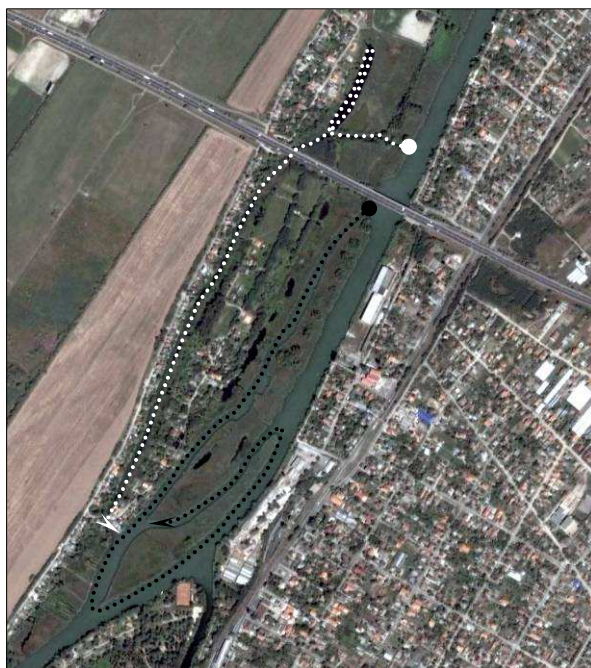
Az elektromos halászkatok mindvégig nappal végeztük, bár a vonatkozó irodalmi adatok (Janáč és Jurajda 2004) azt igazolják, hogy az éjszakai halászatok eredményesebbek és reprezentatívabbak. A nappali halászatok mellett azért döntöttünk, hogy kerüljük a horgászokkal való felesleges összeütközést. A mintavétel során a fogott halakat meghatározásuk és megszámlálásuk után azonnal visszahelyeztük az eredeti élőhelyükre, a minőségi és mennyiségi adatokat a helyszínen egy **OLYMPUS WS-200S** és egy **OLYMPUS WS-550M** digitális diktafon segítségével rögzítettük munkacsapatonként.

Feldolgozás, statisztika

A fajnevek írásánál Kottelat & Freyhof (2007) nevezékτανát fogadtuk el, az újabb javításokat figyelembe véve (Harka 2011). Az aktív halászattal eltöltött idő és az egyedszám ismeretében számítottuk az egy óra alatt fogható halak mennyiségét [**CPUE** = catch per unit effort (db hal/óra)]. A mintaterületek halközösségének hasonlóságát a *Bray-Curtis* függvény alapján számítottuk. Az analízis során az egyszerű átlag (WPGMA) összevonási algoritmust használtuk. A diverzitás-mutatók közül a fajszámot (S), a ritkított mintanagysághoz rendelt várt fajszámot ES(m), az effektív fajszámot, a Wilson-Shmida (1984) szerinti β -diverzitást, valamint a másodrendű Jackknife módszerrel becsült maximális fajszámot vettük figyelembe (Species Diversity and Richness 4.1.2., Past 2.14).



1. ábra: Az *RSD*-n kijelölt mintaterületek vázlatos átnézeti rajza, és kódja



2. ábra: A Czaczor-sziget környéke, RSD-04

I. táblázat Mintavételek időpontja a Ráckevei Duna-ágon

Minta-hely kódja	dátum	Mintaterület neve
RSD-01	2010.04.19. 2010.05.03.	Kvassay zsílip (56,5-54,4 fkm) és a Francia-öböl
RSD-02	2010.04.19. 2010.05.03.	Délpesti Szennyvíztisztító – Csepeli strand (51,5-50,2 fkm) és a Molnár-szigeti mellékág északi vége
RSD-03	2010.04.19. 2010.05.03.	Királyerdő (49,3-48,8 fkm) és a Molnár-szigeti mellékág déli vége
RSD-04	2010.04.17. 2010.05.03.	Czaczor-sziget (46,2-44,8 fkm)
RSD-05	2010.04.17. 2010.05.03.	Duna-Tisza-csatorna
RSD-06	2010.04.17. 2010.05.04.	Taksony-sziget déli vége (40,5-39,7 fkm) és a Taksonyi holtág
RSD-07	2010.04.18. 2010.05.04.	Domariba-sziget északi vége (35,8-35,0 fkm)
RSD-08	2010.04.18. 2010.05.04.	Csupics-sziget (32,2-29,7 fkm)
RSD-09	2010.04.18. 2010.05.04.	Ráfás- sziget, Sós-kás-sziget, Opera-sziget és Angyali szigeti lagúna (25,0-23,5 fkm)
RSD-10	2010.04.20. 2010.05.05.	Ráckevei híd – Dömsödi Holt-Duna (19,2-15,8 fkm)
RSD-11	2010.04.20. 2010.05.05.	Király-rét (11,2-10,0 fkm) és Dömsödi holtág déli vége
RSD-12	2010.04.20. 2010.05.05.	Parkerdő (6,1-5,2 fkm)
RSD-13	2010.04.20. 2010.05.	Rózsa-sziget (0,5-1,5 fkm)

Eredmények és értékelés

Fajlista

A Ráckevei Duna-ágban vizsgálataink során összesen 11 halcsalád 40 fajának kisebb-nagyobb populációját tudtuk igazolni (II. táblázat), amelyek közül 7 (*Rutilus virgo*, *Leucaspis delineatus*, *Romanogobio vladykovi*, *Rhodeus amarus*, *Misgurnus fossilis*, *Umbra krameri*, *Gymnocephalus baloni*) élvez törvényes védettséget, ami a kimutatott fajoknak több, mint 17%-a. A fokozottan védett faj az *Umbra krameri*. A vízfolyás halközösségében egy endemikus halfaj található (*Rutilus virgo*). Néhány eddig endemikusnak tartott faunaelemünkről kiderült (Kottelat & Freyhof 2007), hogy nemcsak a Duna vízrendszerére jellemző előfordulásuk, mint például a 2010. évi mintázások során is kimutatott *Gymnocephalus baloni*, amely faj a Dnyeperben és Dnyeszterben is előfordul. A kimutatott 40 faunaelemből további 8 faj (*Leuciscus idus*, *Aspius aspius*, *Chondrostoma nasus*, *Ballerus ballerus*, *Tinca tinca*, *Carassius carassius*, *Silurus glanis*, *Sander lucioperca*) ritka kategóriájú (Guti 1995). Megjegyezni kívánjuk, hogy a *Proterorhinus semilunaris* és a *Neogobius fluviatilis* a Guti féle természetvédelmi értékrendszerben ritka fajként van besorolva, de ezek a halfajok nem őshonosak hazánkban így minősítési besorolásuk a mai felfogás szerint téves. A régió nem védett, de a természetvédelmi minősítés szerint veszélyeztetett faja a *Vimba vimba*, a *Lota lota* és a *Sander volgensis*. Hazánkban szintén nem védett, de az EU Tanács 92/43/EGK irányelvében szereplő közösségi jelentőségű halfajok közül a területen előfordul az *Aspius aspius* és a *Barbus barbus*. A honosított fajok száma 5 (*Ctenopharyngodon idella*, *Ameiurus nebulosus*, *Ameiurus melas*, *Lepomis gibbosus*, *Micropterus salmoides*), a bevándorlóké 6 (*Pseudorasbora parva*, *Carassius gibelio*, *Proterorhinus semilunaris*, *Ponticola kessleri*, *Neogobius fluviatilis*, *Neogobius melanostomus*).

A megelőző, 2007. évi felméréshez képest (Ugrai & Györe 2007) mindössze egy faj, a *Gasterosteus aculeatus* előfordulását nem sikerült ismételtén igazolnunk, ugyanakkor a mellékágra nézve további 10 új faj (*Rutilus virgo*, *Leucaspis delineatus*, *Ballerus ballerus*, *Barbus barbus*, *Romanogobio vladykovi*, *Chondrostoma nasus*, *Misgurnus fossilis*, *Ameiurus nebulosus*, *Lota lota*, *Neogobius fluviatilis*) jelenlétét tudtuk bizonyítani. A két felmérés közös fajainak száma 30, a két időpontban kimutatott halközösség Jaccard-féle hasonlósága 73,2%-os.

Diverzitás, fogáshatékonyág

Jelen felmérésünk alkalmával fajban leggazdagabbnak a Kvassay zsilip és a Francia-öböl (RSD-01), valamint a Ráckevei (RSD-10) mintaterületet találtuk, ahol 25-25 halfaj egyedeit igazoltuk (III. táblázat). Fajgazdag szakasznak bizonyult még a Csepeli strand környéke a Molnár-szigeti mellékág északi végével (RSD-02: 23 faj), a Czuczor-sziget térsége (RSD-04: 22 faj), a taksonyi holtág és környéke (RSD-06: 24 faj). Messze az átlag alatt volt a halközösség fajszáma a felmérés idején a Királyerdő környéke és a Molnár-szigeti mellékág déli vége (RSD-03: 15), a Duna-Tiszaszatorna kezdeti szakasza (RSD-05: 14) és a parkerdei (RSD-12: 15) mintaterületen.

II. táblázat Az RSD mintaszakaszokénti halközössége a 2010. évi felmérés alapján (*védett halfaj*)

Fajnév	Mintaterület												
	RSD-01	RSD-02	RSD-03	RSD-04	RSD-05	RSD-06	RSD-07	RSD-08	RSD-09	RSD-10	RSD-11	RSD-12	RSD-13
<i>Rutilus rutilus</i>	400	272	213	885	275	139	221	352	323	949	687	349	260
<i>Rutilus virgo</i>	1	1											
<i>Ctenopharyngo</i>						4	8	5	2	3		7	
<i>Scardinius</i>		1		8	2	8	20	37	33	13	50	16	15
<i>Squalius</i>	3										1		
<i>Leuciscus idus</i>	2	1	35	19		1				3	1		2
<i>Aspius aspius</i>	13	10	4	20	2	3	1	12	10	22	13	12	28
<i>Leucaspius</i>									3				
<i>Alburnus</i>	694	311	177	845	56	836	144	128	130	916	301	283	715
<i>Blicca bjoerkna</i>	638	41	33	48	2	92	29	23	48	235	135	591	15
<i>Abramis brama</i>	268	88	85	64	5	43	25	92	12	795	12	4	5
<i>Ballerus</i>		1											
<i>Vimba vimba</i>	11	3											
<i>Barbus barbus</i>	1									3			
<i>Romanogobio</i>										2			
<i>Chondrostoma</i>	1												
<i>Tinca tinca</i>	14	2	11	12	6	3	5	34	20	6	8	1	16
<i>Pseudorasbora</i>	1							1		4	26	25	10
<i>Rhodeus</i>		2	4	5	10	19	1	67	45	59	78	94	46
<i>Carassius</i>						1		1	1				
<i>Carassius</i>	32	53	125	82	12	128	27	63	32	16	134	16	95
<i>Cyprinus carpio</i>	7	13	51	73	1	282	47	98	90	36	37	4	5
<i>Misgurnus</i>				1									
<i>Silurus glanis</i>	3			13		29	13	60	22	18	25	4	9
<i>Ameiurus</i>				6		8							
<i>Ameiurus melas</i>		8	2	3	1	26							
<i>Esox lucius</i>	26	22	7	63	20	55	10	49	26	8	15		16
<i>Umbra krameri</i>				1									
<i>Lota lota</i>										10			1
<i>Lepomis</i>	17	7	5	31	10	67	4	28	57	76	124	35	28
<i>Micropterus</i>						1					2		
<i>Perca fluviatilis</i>	60	3	2	14	8	4		15	12	27	21	7	3
<i>Gymnocephalus</i>	12	2		1		1		4	1	5	1		1
<i>Gymnocephalu</i>		1											
<i>Sander</i>	35	14	2	8		58	21	32	9	3			5
<i>Sander</i>						1							1
<i>Proterorhinus</i>	2	1		3		1	2	12	2	7	3		1
<i>Neogobius</i>	1												
<i>Ponticola</i>	12									1	1		
<i>Neogobius</i>	3	1								11			
Egyedszám	225	858	756	220	410	306	578	226	878	535	289	144	361
Fajszám	2	2	1	2	1	2	1	2	2	2	2	1	2

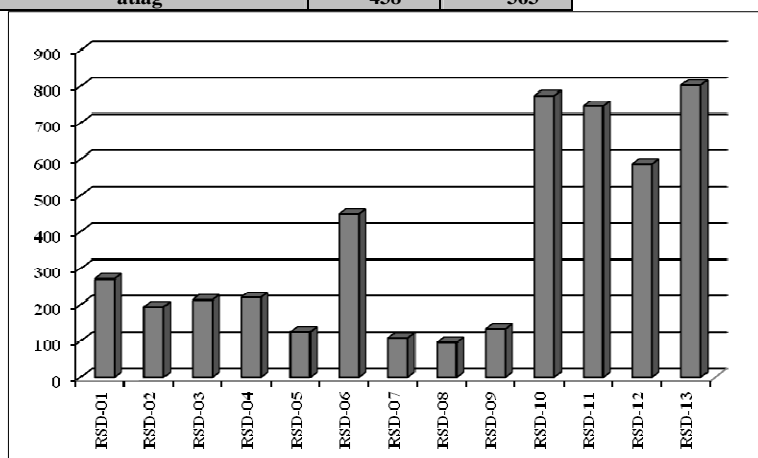
A 2007. évi mintavétel eredményével összevetve nyolc mintaszakaszon gyűjtöttünk több fajt 2010-ben. Két szakaszon a többlet fajszám igen jelentősnek mutatkozott, a Kvassay zsilip alatti területen 6 (32%), Ráckeve térségében pedig 7 (39%) fajjal fogtunk többet, mint 2007-ben. Ugyanakkor öt mintaszakaszon 1-4 fajjal (4-22%) kevesebbet tudtunk kimutatni.

Csaknem 62 órányi (3 715 perc) elektromos halászattal összesen 26 582 példányt sikerült gyűjteni a 13 mintaterületről. A legtöbb mintaterületen olyan nagy számban fogtunk küsztt - a halfaj egyedei könnyebben foghatók elektromos módszerrel -, mint

a bentikus fajokat (Guti , 2007), hogy az már valószínűtlené tette volna az eredményt, ezért a fogáshatékonysági mutatót a halfaj adatai nélkül számítottuk. A küsz nélküli fogáshatékonyság mind mintaszakaszonként, mind pedig időszakonként számottevően különbözött, 93 és 1 271 db hal/óra szélső értékek között változott (III. táblázat). Egy óra alatt átlagosan 363 db halat tudunk fogni elektromos módszerrel, kevesebbet, mint 2007-ben, de a két átlag között P=5%-on nem mutatható ki szignifikáns különbség. A mintaterületenkénti CPUE átlag a vízfolyás longitudinális tengelye mentén sajátoosan változott. A Duna-ág első 5 mintahelyén átlagosan 204 (± 53) db halat fogtunk óránként (3. ábra). A 6. mintahelyen (RSD-06, Taksony-sziget és Taksonyi holtág) ennek több, mint kétszerese volt a fogáshatékonyság mutatója, 449 db hal/óra, a holtágban található nagyszámú kétnyaras pontyivadék miatt.

III. táblázat A Ráckevei Duna-ág mintaterületeinek fajszáma, ritkított mintanagysághoz rendelt várt fajszáma és a fogáshatékonyság (CPUE) értéke

Mintaterület	Fajszám		CPUE (db hal/óra)		Effektív fajszám 2010	Es _(m) 2010
	2007	2010	2007	2010		
RSD-01	19	25	148/124	101/440	6,1	17
RSD-02	15	23	198/425	145/243	5,9	18
RSD-03	14	15	135/274	218/207	7,0	14
RSD-04	23	22	309/228	279/160	4,9	17
RSD-05	18	14	246/268	121/129	3,6	14
RSD-06	21	24	703/997	693/205	5,2	16
RSD-07	19	16	550/174	113/103	6,8	15
RSD-08	24	20	358/597	99/93	5,3	17
RSD-09	18	20	476/444	138/129	8,8	18
RSD-10	18	25	434/775	401/1149	4,9	15
RSD-11	19	21	1176/561	651/840	5,3	15
RSD-12	12	15	380/94	318/855	5,0	13
RSD-13	22	21	448/562	1271/335	2,6	13
átlag			438	363		



3. ábra: Mintaterületenkénti CPUE átlagok a Duna-ágon

A vízfolyás középső szakaszán (RSD-07, RSD-08, RSD-09) volt a CPUE a legalacsonyabb, átlagosan 113 (\pm 19) db hal/óra. A Duna-ág alsó szakaszán a fogáshatékonyság kimagaslóan magas volt, óránként 728 (\pm 97) db hal, a nagyszámú bodorka, karika keszeg és dévér populációknak köszönhetően. A szakasz átlagok $P=5\%$ -on szignifikánsan különböznek egymástól ($p=8,84E-07$). 2007-ben a fogáshatékonyság a déli irányban haladva a javuló vízminőségnek megfelelően trendjében emelkedő volt, de akkor is kimagasló volt a 6. mintaterület CPUE értéke (850 db hal/óra) a megelőző (257-268 db hal/óra) és a következő (362-477 db hal/óra) szakaszokéhoz képest (Ugrai & Györe 2007).

A ritkított mintanagysághoz tartozó mintaterületenkénti fajszámot (várható fajszámot) az RSD-05 mintaterület $N=410$ abundancia szintjén számítottuk. A várható fajszám az eredeti fajszámhoz képest az RSD-10 mintaterületen, a Ráckevei-híd és a Dömsödi Holt-Duna közötti szakaszon a legkisebb, a valós fajszámhoz képest a csökkenés 40%-os. A fajszám a legkisebb arányban, mindössze 7%-kal az RSD-07 (Domariba-sziget 35,8-35,0 fkm) mintaterületen csökkent (*III. táblázat*). A mintaterületek valós fajszáma 14 és 25, a ritkított mintanagysághoz rendelt fajszám pedig csak 14-18 között változott.

Az effektív, vagy más néven ekvivalens fajszám úgy interpretálható, mint azoknak a fajoknak a száma, amelyekre az észlelt diverzitás eléréséhez akkor van szükség, ha minden faj azonos mennyiségben van jelen a közösségben. A mintaterületenkénti effektív fajszámok azt mutatják, hogy a legtöbb szakaszon a halközösséget 5, vagy ettől több (6-9) faj dominálja. Ez alól mindössze az 5. mintahely (Duna-Tisza-csatorna), valamint a 13. mintaterület (Rózsa sziget) térsége jelenti a kivételt, amelyeknek halközösségét mindössze 3-4 halfaj dominálja, a bodorka mellett leginkább a kűsz és az ezüstkárász (*II. táblázat*).

Az egyes mintaszakaszok halközössége közötti fajkicserélődési ráták, a Wilson-Shmida féle β -diverzitás értékek (β_T) rendkívül alacsonyak, 0,05 és 0,26 szélső értékek között vannak (*IV. táblázat*), a faunisztikai hasonlóság viszonylag magas szintje következtében. Az egymást követő mintaterületek esetében a halközösség Jaccard-féle hasonlósági indexe 58 és 90% között változik, a legalacsonyabb az RSD-05 és RSD-06, a legmagasabb pedig az RSD-08 és RSD-09 mintaszakaszok esetében. Természetesen éppen ezeknél a mintaterületeknél figyelhető meg a legmagasabb (0,26) és a legalacsonyabb (0,05) β -diverzitás értékek. A ritka és a gyakori fajok megoszlása a Duna-ágban található úszólápok magas diverzitását igazolva számottevő különbségekre mutat rá, ami egyértelműen az élőhelyek heterogenitásának befolyásoló szerepét támasztják alá (több élőhelyi forrás \Rightarrow több ökológiai niche \Rightarrow több faj). Zavart élőhelyen azonban kevesebb búvóhely és kevesebb élelemforrás lelhető fel, ami felerősíti a forrás-hozzáférhetőségi kompetíciót, jelentősen lerontva ezzel a halközösség egyenletességét.

A kimutatott fajszámbeli eltérések kiválóan prezentálják az élőhely szerkezetbeli különbségeket. A diverzitás különbségeket természetesen nagymértékben befolyásolja a faunaelemek megtalálhatósága és detektálhatósága. Minél összetettebb egy élőhely, annál kisebb valószínűséggel tudjuk az összes ott élő halfajt megtalálni és regisztrálni. A megfigyelhető fajok száma erősen véletlenszerű lehet, ami a mintavételi befektetés növelésével csökkenthető (Wiens 1981). Egy heterogén ökosziszté-

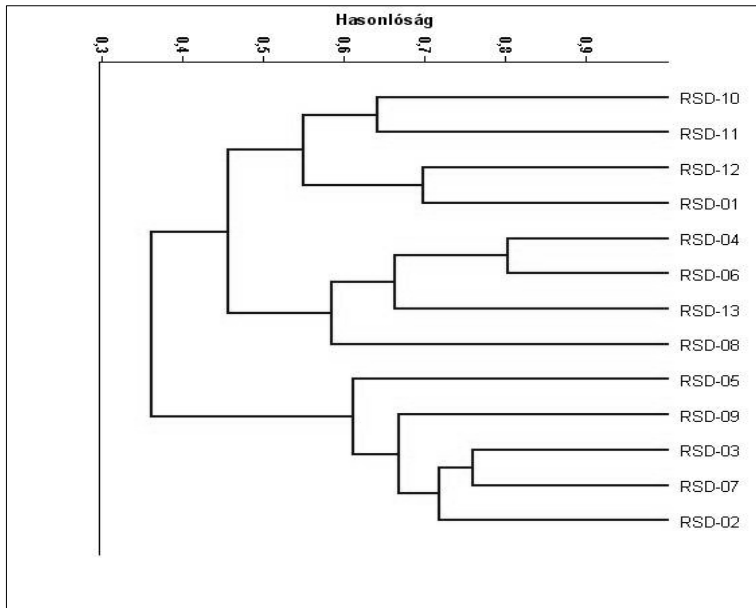
mában nagyobb fajkicserélődés várható, ami a Duna-ág teljes szakaszán már kimutatható, mivel a $\beta_T=2,29$.

IV. táblázat A Wilson-Shmida féle β -diverzitás változása a Duna-ági mintaszakaszokon

	RSD-01	RSD-02	RSD-03	RSD-04	RSD-05	RSD-06	RSD-07	RSD-08	RSD-09	RSD-10	RSD-11	RSD-12	RSD-13
RSD-01	X	0,25	0,35	0,32	0,44	0,35	0,37	0,29	0,33	0,20	0,22	0,40	0,26
RSD-02		X	0,21	0,20	0,24	0,23	0,28	0,26	0,26	0,25	0,27	0,37	0,23
RSD-03			X	0,19	0,10	0,23	0,23	0,26	0,26	0,30	0,28	0,27	0,22
RSD-04				X	0,22	0,13	0,21	0,19	0,19	0,23	0,21	0,30	0,16
RSD-05					X	0,26	0,20	0,24	0,24	0,33	0,26	0,17	0,26
RSD-06						X	0,20	0,14	0,14	0,22	0,20	0,28	0,16
RSD-07							X	0,11	0,11	0,22	0,24	0,16	0,19
RSD-08								X	0,05	0,16	0,17	0,14	0,12
RSD-09									X	0,20	0,22	0,20	0,17
RSD-10										X	0,17	0,25	0,13
RSD-11											X	0,22	0,14
RSD-12												X	0,22
RSD-13													X

Az 52 minta alapján a Ráckevei Duna-ágban a halközösség valószínűsíthető teljes fajszáma a legközelebbi egész számra kerekítve 52. A halközösség teljes fajszámát ún. másodrendű jackknife (két mintában előforduló fajokat figyelembe vevő) módszerrel, nem paraméteres úton a mintaterületenkénti fajszám adatokból becsültük. A tapasztalatok szerint ez a viszonylag egyszerű becslés jól használható (Burnham & Overton 1978, Tóthmérész 2002). A 2007. és 2010. évi mintavételek közös fajlistáján 41 faj szerepel, a horgászfogások alapján más 5 faj (*Acipenser ruthenus*, *Anguilla anguilla*, *Ballerus sapa*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Hypophthalmichthys nobilis*) biztosan megtalálható a Duna-ágban, illetőleg további 6 faj (*Pelecus cultratus*, *Cobitis elongatoides*, *Sabanejewia bulgarica*, *Gobio obtusirostris*, *Babka gymnotrachelus*, *Ponticola syrman*) előfordulása valószínűsíthető, ami kiadja a becsült maximális fajszámot.

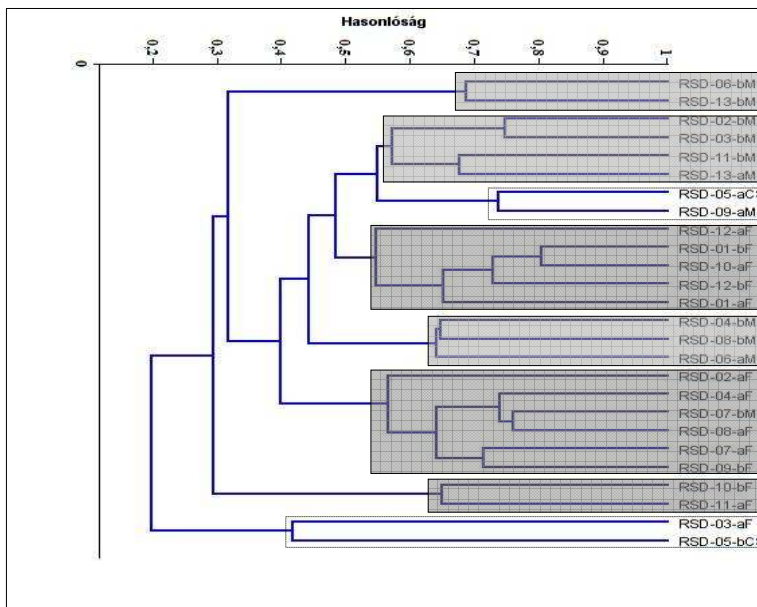
A halközösség struktúrája alapján a Bray-Curtis hasonlóság alapján egy-egy klaszterbe nem a közvetlen egymás mellett lévő mintaszakaszok vonhatók össze (4. ábra). Három nagyobb csoport különíthető el világosan. Az első klaszterbe az egymást követő RSD-10, RSD-11 és RSD-12 mintaterületekhez az összevonási algoritmus meglepő módon az RSD-01-et kapcsolta. A következő csoportban az RSD-04 és az RSD-05 magas hasonlósági szinten való összefűzése érthető, hiszen alig 4 km távolságra vannak egymástól, illetve az élőhelyek habitusa igen megegyező (köztük a Duna-Tisza-csatorna mintaterülete található, amely számottevően elütő megjelenésű élőhely). A két mintahelyhez viszonylag magas hasonlósági értékkel kapcsolódnak a Duna-ág alsó végén (RSD-13) és a középső szakaszán (RSD-08) található mintaterületek. A harmadik nagyobb klaszterbe tartozó mintaterületek (RSD-05, RSD-09, RSD-03, RSD-07, RSD-02) sem közvetlen egymást követő Duna-ági szakaszok.



4. ábra: A mintaszakaszok Bray-Curtis féle hasonlósága a Duna-ágban

Amennyiben a 26 rész mintaterületet vesszük figyelembe az összevonási algoritmus alkalmazása során, úgy a Bray-Curtis függvény egyetlen kivétellel (RSD-07-bM) egy nagyobb csoportba, következésképpen csak a főági, ill. csak a mellékági (hókony, holtág) mintaterületeket vonja össze (5. ábra). A kivételt, a Domaribasziget északi végén található makrofita állomány keleti oldalán lévő, a nyugati oldali főágtól sokkal keskenyebb partfelőli vízterület jelenti, ami nem igazi mellékág. Érdekes, hogy a Duna-Tisza-csatorna jobb- és balparti mintaterülete nem egy klaszterbe került. A beépítetlen balpart (RSD-05-aCS) halközössége nagyon hasonlatos az Angyali-sziget lagúnájéval (RSD-09-aM), míg a beépített jobbspárt (RSD-05-bCS) a Királyerdei szakasz főágának halközösségével (RSD-03-aF) mutat inkább hasonlóságot.

A klaszter kofonetikus korrelációs értéke viszonylag magas, 0,769. A csoportok között a nem paraméteres egyirányú ANOSIM teszttel a különbségek $R = 0,889$ érték mellett igazolhatók ($p < 0,0001$).



5. ábra: A rész mintaterületek klaszter diagramja a Bray-Curtis függvény alapján (a = 1. munkacsoport, b = 2. munkacsoport, F = főág, M = mellékág, CS = csatorna)

Horgászati szempontból kiemelkedően jó területnek tekinthető a Ráckevei Duna-ág középső, a Taksony-szigettől (RSD-06) az Angyali szigetig (RSD-09) terjedő szakasza. A legtöbb süllő, harcsa és ponty ennek a négy mintaterületnek a térségében fogható (V. táblázat).

V. táblázat A horgászható és egyéb halfajok mintaterületenkénti egyedszáma (keszeg = bodorka, vörösszárnyú keszeg, dévér, karikakeszeg, jász)

Faj, fajcsoport	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS
balin	13	10	4	20	2	3	1	12	10	22	13	12	28		
csuka	26	22	7	63	20	55	10	49	26	8	15	0	16		
süllő	35	14	2	8	0	58	21	32	9	3	0	0	5		
harcsa	3	0	0	13	0	29	13	60	22	18	25	4	9		
ponty	7	13	51	73	1	282	47	98	90	36	37	4	5		
compó	14	2	11	12	6	3	5	34	20	6	8	1	16		
keszeg	1308	403	366	1024	284	1538	295	504	416	4117	2105	960	2637		
ezüstkárász	32	53	125	82	12	128	27	63	32	16	134	16	95		
egyéb	819	341	190	911	85	969	159	1413	253	1118	561	451	806		

A Csupics-sziget környéki hókonyok úszólápos területein igen jelentős számú harcsa populáció él, a mintavétel idején a fajra vonatkoztatott CPUE érték 6 db/óra volt! A keszeg gyűjtőnév alatt a bodorka, vörösszárnyú keszeg, dévér, karikakeszeg és a jász egyedeit összesítettük. Utóbbi fajok jobbára a Duna-ág alsó, déli szakaszán

voltak foghatók nagyobb tömegben. Az RSD-10 – RSD-13 mintaterületeken az átlagos CPUE érték 624 db keszeg/óra értéknek adódott.

A méretkorlátozással védett halfajok közül a csuka, balin, harcsa, süllő és a ponty esetében számítottuk a legkisebb kifogható méretet meghaladó egyedek arányát (VI. táblázat). Megállapítható volt, hogy a Ráckevei Duna-ágban a csuka populációja igen fiatal, mivel az összes fogott egyedek alig 13%-a volt csupán méretes. A méretes halak aránya a másik három ragadozó esetében sokkal kedvezőbb, 46-55% közötti. A fogott pontyoknak csak 36%-a volt 30 cm-nél nagyobb (a nagy számban telepített kétnyaras korosztályú pontyokat több mintaterületen csapatban találtuk meg).

VI. táblázat A legkisebb kifogható méretet meghaladó egyedek aránya (%)

csuka (>40 cm)	balin (>40 cm)	harcsa(>50 cm)	süllő (>30 cm)	ponty (>30 cm)
13	46	55	50	36

Összefoglalás

Az eredmények alapján megállapítható, hogy:

- a vízterület középső szakasza fajszámában és egyedszámában is a leggazdagabb;
- a reofil halfajok (paduc, domolykó) csak a Duna-ág felső szakaszán mutatnak ki;
- a nagy kiterjedésű és diverz vízterületen viszonylag kevés a védett halfajok száma;
- a legtöbb harcsa az úszólápok környékén található;
- a csuka állomány feltűnően fiatal, kevés a nagyméretű egyed;
- a Francia-öböl elsőrendű ívó és ivadéknevelő terület a süllők számára;
- sok süllő található a tiszta vizű hókonyokban és a sekély, iszapos aljzatú holtágokban;
- feltűnően nagy létszámú a naphal állománya, a fogott példányok mérete is nagy;
- a keszegfajok nagy tömegben keresik fel a Duna-ág kevés számú és kis kiterjedésű ívóterületeit, miáltal a többszöri ráívás igen gyakori
- a compó fogástilalmának jótékony hatása a faj 2007. évi mintázásához képest kimutatott nagyobb egyedszáma és testmérete alapján egyértelműen igazolható.

Az eredmények ismeretében az alábbi javaslatokat tesszük:

- a harcsák fogását a víztér középső szakaszán szorgalmazni szükséges;
- a bodorka populáció gyérítését mihamarabb meg kell oldani.

Irodalomjegyzék

- Berinkey, L. 1972. Magyarország és a szomszédos területek édesvízi halai a Természettudományi Múzeum gyűjteményében. *Vertebrata Hung.* 13:3-24.
- Burnham, K. P. & Overton, W. S. 1978. Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. – *Biometrika*, 65:623-633.
- Guti, G. 1995. Conservation status of fishes in Hungary. – *Opusc. Zool. Budapest*, 27-28: 129-158.
- Guti, G. 2007. A Mosoni-Duna halegyütteseinek longitudinális mintázata. *Hidrológiai Közlöny*, 87/6: 45-48.
- Harka, Á. 2011. Tudományos halnevek a magyar szakirodalomban. *Halászat*, 104: 99-103.
- Horváth, L. 1960. Ismerkedés a soroksári Dunaág élővilágával. *Búvár*, 5:172-176.
- Horváth, L. 1968. Gondolatok a Soroksári Duna-ág halfaunájáról. – *Halászat* 14. (61.) évf. 5. sz / 159.
- Janáč, M. & Jurajda, P. 2004. Srovnání denního a nočního elektrolovu 0+ juvenilních ryb. In (Bryja, J., Zúkal, J. eds) *Zoologické DNY*, Brno, 2004. Sborník abstraktů z konference 12.-13. února p. 112.
- Kottelat, M. & J. Freyhof 2007. *Handbook of European freshwater fishes.* – Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany, 646 pp.
- Mihályi, F. 1954. Revision der Süßwasserfische von Ungarn und der angrenzenden Gebieten in der Sammlung des Ungarischen Naturwissenschaftlichen Museums. *Term. Tud. Múz. Évkönyve*. P. 433-456.
- Routledge, R. D. 1977. On Whittaker's components of diversity. *Ecology*, 58: 1120-1127.
- Tóthmérész, B. 2002. A diverzitás jellemzésére szolgáló módszerek evolúciója. – In: Salamon-Albert É. (szerk.) 2002. *Magyar botanikai kutatások az ezredfordulón.* 607-638.
- Ugrai, Z. & Györe, K. 2007. A Ráckevei-Duna-ág halközösségének felmérése. *Pisces Hungarici* II: 95-100.
- Wiens, J. A. 1981. Single-sample surveys of communities: are the revealed patterns real? *American Naturalist* 117: 90–98.

Study of the fish communities of the Ráckeve Danube Branch in 2010

Károly Györe, Zoltán Ugrai and Csaba Csikai

The structure of the fish community was studied in 13 sampling areas of the Ráckeve Branch of the Danube between 17-20 April and 3-5 May 2010 using battery-operated electric fishing gear. Each sampling area was divided into two sub-areas, each sampled by a separate electrofishing team working independently from each other. Only the time spent with active fishing was taken into account while calculating catch efficiency. After identification and counting, the caught fishes were immediately released on the spot.

Over 26,000 specimens of 40 species were caught during the fishing events. The number of legally protected species was 7 (Danube roach, Moderlieschen, white-finned gudgeon, bitterling, weatherfish, European mudminnow, Balon's ruffe).

The structure of the fish community of the Danube branch is far from being identical along the longitudinal profile. The species richness is the highest in the area of the Kvassay Lock and between the Ráckeve Bridge and the northern end of the Dömsöd Oxbow Lake, both having 25 species. Further reaches rich in species were the area off the Taksony Island (24 species) and the northern end of the Molnár Island (23 species). The fish communities consisted of few species at the beginning of the Danube-Tisza Canal (14 species), at the southern end of the Molnár Island (15 species) and off the Forest Park (15 species).

In most reaches, the fish community was dominated by 5 or more (6-9) species. The average catch per hour was 363 fish; however, the catch efficiency significantly differed between the sampling areas and sampling periods, ranging between 93 and 1,271 ind./hour. The Wilson-Shmida β -diversity values were extremely low in the individual sampling areas, ranging between 0.05 and 0.26.

Most individuals of wels were found around (below) quaking bogs (Csucics Island, Taksony Oxbow Lake), many zander occurred in shallow, muddy-bottomed oxbow lakes and pools.

Effects of dietary alpha-tocopheryl acetate on lipid oxidation farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets

G.L. Mihalca¹, O. Țița¹, Ana Mihalca² and Zsuzsanna Sándor³

¹ "Lucian Blaga" University, 550012, Str. Ion Rațiu, Nr.5-7, Sibiu, România, mihalca.liviu@yahoo.com

² "Țara Bârsei" College of Prejmer, Prejmer, str. Brasovului, nr. 160A

³ Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation, Szarvas, Hungary

Abstract

A trout diet was supplemented with 0, 8.5, or 15 g/100 g of flaxseed oil (FO). To prevent lipid oxidation of fillets, FO-supplemented diets were also enhanced with 0, 400, and 900 mg/kg of alpha-tocopheryl acetate (α -TA). Total fat, moisture content, and lipid oxidation of fillets were determined following fish harvest on days 0, 30, 60, 90, and 120. Regardless of supplementing trout diets with FO or α -TA, no ($P>0.05$) difference of the total fat in fillets was measured. The effect of retarding lipid oxidation in fillets was recorded after supplementing trout with α -TA for 60 days. Our results indicate that regardless of FO level in trout diet, 900 mg/kg of α -TA can prevent lipid deterioration of fillets. However, to achieve more pronounced antioxidant effect in the ω -3- enhanced trout fillets, a synergetic effect of antioxidants and anaerobic packaging with α -TA supplementation should be investigated.

Keywords: Trout fillets; Aquatic foods; Lipid oxidation; Total fat; Antioxidant; Omega-3 fatty acids

Introduction

The beneficial effect of consumption of marine fish on human cardiovascular health was first reported by Bang and Dyerberg (1980) who proposed a linkage between the intake of omega-3 fatty acids (ω -3 FA) by the Greenland Eskimos and a reduced risk of acute myocardial infarction. Tamura et al. (1986) reported that the low coronary heart disease (CHD) mortality in Japan was due to a significant consumption of fish and fish-derived products. Therefore, Tamura et al. (1986) suggested that the consumption of fish is likely protective against the atherosclerotic diseases.

Flaxseed oil (FO) contains highest concentration of ALA among plant-derived oils. Therefore, FO may be used to supplement trout diets in order to increase the ω -3 FA content in fillets. However, the ω -3 FA are highly unsaturated, and therefore, susceptible to oxidation in fish fillets (Nurnberg, Kuchenmeister, Nurnberg, Ender,

& Hackl, 1999). Lipid oxidation causes meat quality deterioration, typically associated with development of rancidity. Hence, the FO-supplemented trout diets may need to be enhanced with higher concentration of an antioxidant to counteract lipid oxidation of fillets.

While increased concentration of ω -3 FAs is desirable from human health benefits standpoint, the oxidative stability of the omega-3-enhanced fillets may be compromised. Therefore, the objective of this research was to determine lipid oxidation and potential strategies to increase oxidative stability of the fillets recovered from omega-3-enhanced farmed rainbow trout fed diets supplemented with FO and α -TA.

Our research group has reported development of ω -3- enhanced rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) (Chen et al., 2006). However, while increased concentration of ω -3 FAs is desirable from human health benefits standpoint, the oxidative stability of the omega-3-enhanced fillets may be compromised. Therefore, the objective of this research was to determine lipid oxidation and potential strategies to increase oxidative stability of the fillets recovered from omega-3-enhanced farmed rainbow trout fed diets supplemented with FO and α -TA.

Materials and methods

Feeding trial and fish diets

The experiment took place at Hårman Farm of Doripesco SA. A gravity-fed flow-through raceway system composed of four levels was used for this study. Each level had two parallel lanes and each lane had five tanks. Tanks were stocked with 75 rainbow trout fingerlings (age 11–12 months, average weight 240 g/fish, and average length 27 cm) per tank (size 91 x 122 x 91 cm). Rainbow trout were fed dry pelleted diets formulated with 0 (basal diet, Table 1), 8.5, or 15.0 g/100 g of FO supplementation (Table 2).

Table 1 Major ingredients of the trout basal diet (g/kg)

Ingredients	(g/kg)
Wheat middlings	280
Fish meal	250
Hydrolyzed feather meal	100
Dehulled soybean meal	100
Blood meal	100
Ground extruded whole soybean	60
Corn gluten meal	50
Minerals	25
Vitamins	15
Soy lecithin	10
Yeast culture	10
Nutrient contents	
Crude protein (g/kg)	420
Fat (g/kg)	70
Metabolizable energy (MJ/kg)	12.6

Table 2 Total fat and fatty acid composition of experimental diets

Parameter	FO supplementation (g/100 g of diet)		
	0	8.5	15.0
	g/100 g of total fatty acids		
18:3n3	3.47±1.14 c	33.30±2.98 b	46.22±1.89 a
20:5n3	10.93±0.64 a	2.87±0.52 b	1.22±0.32 c
22:6n3	12.72±0.77 a	3.68±0.60 b	1.62±0.15 c
18:2n6	20.88±1.08 a	24.22±2.02 a	21.60±0.90 a
20:4n6	0.27±0.17 a	0.47±0.38 a	0.33±0.03 a
Total unsaturates	60.98±1.01 c	76.38±2.11 b	82.50±1.39 a
Total saturates	9.02±1.01 a	23.62±2.11 b	17.50±1.39 c
Total ω-3	27.47±1.44 c	40.08±2.07 b	49.07±2.13 a
Total ω-6	22.17±1.08 b	26.42±1.06 a	22.57±0.86 b
ω-3/ω-6	1.27±0.10 c	1.50±0.04 b	2.17±0.04 a
Total fat (g/100 g, dry basis)	14.43±2.32 a	13.59±0.82 a	24.86±0.65 b

Data are given as mean±SEM (n = 6). Mean values in horizontal rows with different letters indicate significant differences (Least Squared Difference test; P<0.05).

Each level of the FO supplementation was also enhanced with 0, 400, or 900 mg/kg α -tocopheryl acetate (α -TA). Hence, there were nine treatment diets. The dietary treatments were randomly assigned to the tanks in each level of the raceway system. The basal diet was supplemented with 0, 8.5, and 15.0 g/100 g FO. The supplementation did not affect the protein content in the diets, and therefore, the diets were isonitrogenous. Fish were hand fed to satiation twice a day for 120 days. Feed was stored at 4 °C.

Approximately 1500 l/min of spring water flowed through the raceway system. It was aerated entering the system and half the way through the system to maintain a dissolved oxygen concentration above 70% of saturation. Water temperature was approximately 12 °C during the feeding trial. Fish were maintained on a natural photoperiod.

Sample preparation

One fish in each tank per level was harvested randomly on days 0, 30, 60, 90, and 120 and then killed by a blow to the head. All harvested fish were stored at 4 °C before trout were filleted to obtain boneless and skinless butterfly fillets. Fillets were homogenized in a laboratory blender. Homogenized samples were placed in nylon vacuum pouches, labeled, vacuum packed and stored at -80 °C until analyzed. These sample preparation steps were performed on the same day when fish were harvested.

Total fat (g/100 g)

Fat content in fillets was determined according to Soxhlet extraction method (AOAC, 1995). Sample size was 5 g and extraction time was 16 h at a drip rate of approximately 10 ml/min. Extractions were performed with petroleum ether. Fat content was determined on a gravimetric basis and expressed as g of fat per 100 g of fillets on dry basis.

Thiobarbituric acid reactive substance (TBARS)

Oxidative rancidity of fillets was measured by a 2-TBARS assay of malondialdehyde (MDA) as described by Jaczynski and Park (2003). Three drops of antioxidant (Tenox 6) and 3ml of thiobarbituric acid (TBA) were added to 0.2 g of homogenized fillet sample. Then, 17 ml trichloroacetic acid reagent was added. The solution was flushed with nitrogen and closed. A blank was prepared in the same manner, but without the sample. The tubes were boiled for 30 min, and then cooled. The colored solution (15 ml) was centrifuged at 5000 x g for 15 min. A clear, colored supernatant was transferred to a cuvette, and the absorbance was measured at 535 nm using a UV/VIS spectrophotometer (Waters 490 E). The TBARS value was calculated based on molar absorptivity of MDA ($156,000\text{M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ at 535 nm) and the results were reported as mg MDA/kg of sample.

Statistical analysis

The experiments were conducted using a 3x3 factorial design (Steel & Torrie, 1980). The interaction effect (FO x α -TA) and main effect (FO and α -TA) were analyzed. A significant difference was used at 0.05 probability level and differences between treatments were tested using the least significant difference (LSD) test. At least twelve fillets ($n = 12$) from each treatment (three fillets per level in the raceway system composed of four levels) were randomly obtained and analyzed. At least six diets ($n = 6$) from each treatment were randomly obtained and analyzed. All statistical analyses of data were performed using SAS Institute (2002).

Results and discussion

During the feeding period of 120 days, no ($P > 0.05$) FO x α -TA interactions were determined for the total lipid concentration in trout fillets. Partial replacement of fat in the basal diet with FO or supplementing the basal diet with α -TA did not ($P > 0.05$) affect the total lipid concentration in trout fillets (Tables 3 and 4).

The higher lipid concentration in fish has been shown to result from the fish diets with a higher fat concentration (Alvarez et al., 1998; Wang et al., 2005). However, Regost et al. (2001) reported that the total lipid concentration in trout fillets was not changed by feeding diets containing different amount of fat. These results are similar to ours. Another study was performed by Steffens, et al (1999). They fed rainbow trout isonitrogenous diets with two levels of dietary fat at 13 and 24 g/100 g. Steffens et al. (1999) indicated that the increased dietary fat does not affect lipid concentration of rainbow trout fillets. However, the 24 g/100 g fat diet resulted in significantly greater concentration of visceral fat. Therefore, Steffens et al.'s (1999) results are similar to ours and those of Regost et al. (2001). Gelineau, et al (2001) fed rainbow trout four diets with increasing levels of lipids (15, 20, 25, and 30 g/100 g). This is most likely why in our study the FO and α -TA did not ($P > 0.05$) have a significant effect on lipid concentration in trout fillets.

Table 3 Fat in trout fillets as affected by feed supplementation with flaxseed oil (FO)

Feeding period (day)	FO supplementation (g/100 g of diet)		
	0	8.5	15.0
	g of fat /100 g of fillets		
0	1.91±0.80	3.79±1.15	4.43±1.32
30	2.66±0.31	2.31±0.51	4.13±0.78
60	5.29±0.52	4.92±0.39	6.24±0.58
90	3.83±0.68	4.26±0.45	4.01±0.43
120	2.04±0.43	2.12±1.18	1.62±0.43

Data are given as mean±SEM (n = 12). Values are given as g/100 g (dry basis).

Table 4. Fat in trout fillets as affected by feed supplementation with α -tocopheryl acetate (α -TA)

Feeding period (day)	α -TA (mg/kg of diet)		
	0	400	900
	g of fat /100 g of fillets		
0	4.25±1.45	2.75±0.95	3.12±0.98
30	2.81±0.39	2.79±0.46	3.50±0.89
60	5.71±0.57	5.00±0.44	5.74±0.56
90	3.46±0.30	4.63±0.52	3.99±0.64
120	1.66±0.39	1.65±0.37	2.47±1.20

Data are given as mean±SEM (n = 12). Values are given as g/100 g (dry basis).

The effect of experimental diets on susceptibility of trout fillets to oxidation as assessed by TBARS values was also measured (Tables 5 and 6). The composition of intramuscular fatty acids in fish has been shown to reflect that of the diet (Caballero et al., 2002; Greene & Selivonchick, 1990; Morris et al., 2005; Skonberg et al., 1994). FO contains high concentration of α -linolenic acid (ALA, 18:3 ω 3), a polyunsaturated fatty acid. The rate of lipid oxidation in meat systems depends on the proportion of unsaturated fatty acids in the total fatty acids (Tichivangana & Morrissey, 1985) and the presence of antioxidants such as vitamin E (Lee & Dabrowski, 2003; Monahan et al., 1992), and vitamin C (Lee & Dabrowski, 2003). However, regardless of the supplemental level of α -TA, the significantly higher ($P < 0.05$) TBARS value of trout fillets was only measured in the 15.0 g/100 g FO supplemented group at the 90 days of feeding, compared to 8.5 g/100 g FO supplemented and non-FO supplemented group (Table 5). In order to reduce the chances for extensive oxidation prior to analyses, trout were filleted, homogenized, vacuum-packed and stored at -80 °C on the same day when they were sampled. TBARS assay as a spectrophotometric method that relies on development of pink color resulting from a complex between malondialdehyde and 2-TBA is known for its variability due to interfering compounds that may contribute to color development. However, Ke et al., (1984) correlated TBARS values for fish fillets with sensory attributes. These authors proposed that TBARS values for fish below 0.58 mg/kg were perceived as not rancid, 0.58–1.51 mg/kg slightly rancid, but acceptable, and above 1.51 mg/kg were perceived as rancid. Most of our TBARS values shown in Tables 5 and 6 were in the slightly rancid, but acceptable range; however, some were in just above the rancid range. Jittinandana et al. (2006) determined TBARS values in rainbow trout fillets obtained from fish fed diets supplemented with α -TA at 200 and 5000 mg/kg

for up to nine weeks. Following the start of the feeding period, the TBARS values of the fillets were within the rancid, but acceptable range for both levels of α -TA supplementation. However, the 5000 mg/kg level resulted in significantly lower TBARS values than the 200 mg/kg supplementation. Although the TBARS values shown by Jittinandana et al. (2006) were generally within the same slightly rancid, but acceptable range when compared to our data; they were lower than our TBARS values.

Table 5. TBARS values in trout fillets as affected by feed supplementation with flaxseed oil (FO)

Feeding period (day)	FO supplementation (g/100 g of diet)		
	0	8.5	15.0
	mg of MDA/kg of fillets		
0	1.61±0.27	1.55±0.15	1.64±0.24
30	1.76±0.14	1.67±0.22	1.47±0.09
60	1.34±0.04	1.33±0.07	1.39±0.07
90	1.30±0.05 b	1.32±0.05 b	1.44±0.08 a
120	1.63±0.11	1.52±0.09	1.66±0.11

Data are given as mean \pm SEM (n = 12). Values are given as mg of malonaldehyde (MDA)/kg of fillet. Mean values in horizontal rows with different letters indicate significant differences (No (P>0.05) interaction effects between FO and α -TA on TBARS values; therefore, data reported per FO supplementation; Least Squared Difference test; P<0.05).

Our data as well the studies cited above indicate the importance of proper handling for the fish-derived food products such as for example trout fillets. Table 6 shows that regardless of supplemental levels of FO, the fillets obtained from trout supplemented with 900 mg/kg of α -TA had the lowest TBARS mean value, followed by 400 mg/kg, and the non- α -TA supplemented diet. However, the significant difference (P<0.05) was determined after feeding the fish for 60 days (Table 6).

Table 6 TBARS values in trout fillets as affected by feed supplementation with α -tocopheryl acetate

Feeding period (day)	α -TA (mg/kg of diet)		
	0	400	900
	mg of MDA/kg of fillets		
0	1.38±0.23	1.56±0.22	1.85±0.23
30	1.78±0.16	1.60±0.16	1.48±0.10
60	1.46±0.05 a	1.45±0.05 a	1.20±0.03 b
90	1.48±0.18 a	1.43±0.06 a	1.18±0.03 b
120	1.73±0.14 a	1.69±0.07 a	1.40±0.05 b

Data are given as mean \pm SEM (n = 12). Values are given as mg of malonaldehyde (MDA)/kg of fillet. Mean values in horizontal rows with different letters indicate significant differences (No (P>0.05) interaction effects between FO and α -TA on TBARS values; therefore, data reported per α -TA supplementation; Least Squared Difference test; P<0.05).

4. Conclusions

Regardless of feeding period, supplementing rainbow trout with FO or α -TA did not alter the total fat level of fillets. The lipid oxidation of ω -3-enhanced trout fillets was alleviated by dietary supplementation of trout with α -TA at 900 mg/kg starting at 60 days of feeding. However, synergistic effect of α -tocopherol with other anti-

oxidants and aerobic packaging on lipid stability of trout fillets should be further investigated in order to reduce rancidity development. The dietary supplementation of trout with 15.0 g/100 g of FO resulted in almost 1.6 - fold increase of total ω 3 FA mainly due to increased concentration of ALA with a concurrent decrease of EPA and DHA fatty acids.

Acknowledgements

Researches realised within the project POSDRU/6/1.5/S/26 funded of the Social European Fund by the Sectorial Operating Programm "DEVELOPMENT OF THE HUMAN RESOURCES 2007 – 2013"

Thanks to Mr. Dorin Crizbășan , the owner of Doripesco SA Hălchiu for his support in this study.

Thanks to "HAKI" Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation Szarvas Hungary, for technical assistance.

References

- Alvarez, M. J., Lopez-Bote, C. J., Diez, A., Corraze, G., Arzel, J., Dias, J., et al. (1998). Dietary fish oil and digestible protein modify susceptibility to lipid peroxidation in the muscle of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *British Journal of Nutrition*, 80(3), 281–289.
- AOAC. (1995). *Official methods of analysis* (16th ed.). Washington, DC: AOAC
- Bang, H. O., & Dyerberg, J. (1980). Lipid metabolism and ischemic heart disease in Greenland Eskimos. In H. Draper (Ed.), *Advances in nutrition research* (pp. 1–22). New York: Plenum Press.
- Barlow, S. (2000). Fishmeal and oil: Sustainable feed ingredients for aquafeeds. *Global Aquaculture Advocate*, 4, 85–88.
- Bell, J. G., Henderson, R. J., Tocher, D. R., McGhee, F., Dick, J. R., Porter, A., et al. (2002). Substituting fish oil with crude palm oil in the diet of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects muscle fatty acid composition and hepatic fatty acid metabolism. *Journal of Nutrition*, 132, 222–230.
- Caballero, M. J., Obach, A., Rosenlund, G., Montero, D., Gisvold, M., & Izquierdo, M. S. (2002). Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 214, 253–271
- Castell, J. D., Lee, D. J., & Sinnhuber, R. O. (1972). Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (*Salmo gairdneri*), lipid metabolism and fatty acid composition. *Journal of Nutrition*, 102, 93–100.
- Chen, Y. C., Nguyen, J., Semmens, K., Beamer, S., & Jaczynski, J. (2006). Enhancement of omega-3 fatty acid content in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *Journal of Food Science*, 71(7), 383–389.
- Gelineau, A., Corraze, G., Boujard, T., Larroquet, L., & Kaushik, S. (2001). Relation between dietary lipid level and voluntary feed intake, growth, nutrient gain, lipid deposition and hepatic lipogenesis in rainbow trout. *Reproduction Nutrition Development*, 41, 487–503.
- Greene, D. H. S., & Selivonchick, D. P. (1990). Effects of dietary vegetable, animal and marine lipids on muscle lipid and hematology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 89, 165–182.
- Jaczynski, J., & Park, J. W. (2003). Physicochemical properties of surimi seafood as affected by electron beam and heat. *Journal of Food Science*, 68, 1626–1630.

- Jittinandana, S., Kenney, P. B., Slider, S. D., Kamireddy, N., & Hankins, J. A. (2006). High dietary vit. E affects storage stability of frozen refrigerated trout fillets. *Journal of Food Science*, 71, C91–C96.
- Jittinandana, S., Kenney, P. B., Slider, S. D., & Hankins, J. A. (2006). Effect of high dietary vitamin E on lipid stability of oven-cooked and hot-smoked trout fillets. *Journal of Food Science*, 71(3), C130–C136.
- Ke, P. J., Cervantes, E., & Robles-Martinez, C. (1984). Determination of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) in fish tissue by an improved distillation spectrophotometric method. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 35, 1248–1254.
- Lee, K. J., & Dabrowski, K. (2003). Interaction between vitamin C and E affects their tissue concentrations, growth, lipid oxidation, and deficiency symptoms in yellow perch (*Perca flavescens*). *British Journal of Nutrition*, 89, 589–596.
- Morris, P. C., Gallimore, P., Handley, J., Hide, G., Haughton, P., & Black, A. (2005). Full-fat soya for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in freshwater: Effects on performance, composition and flesh fatty acid profile in absence of hind-gut enteritis. *Aquaculture*, 248, 147–161.
- Nurnberg, K., Kuchenmeister, U., Nurnberg, G., Ender, K., & Hackl, W. (1999). Influence of exogenous application of n-3 fatty acids on meat quality, lipid composition, and oxidative stability in pigs. *Schwein Fett-Lipid*, 100, 353–358.
- Regost, C., Arzel, J., Cardinal, M., Laroche, M., & Kaushik, S. J. (2001). Fat deposition and flesh quality in seawater reared, triploid brown trout (*Salmo trutta*) as affected by dietary fat levels and starvation. *Aquaculture*, 193, 325–345.
- Sargent, J. R., & Tacon, A. G. J. (1999). Development of farmed fish: A nutritionally necessary alternative to meat. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58, 377–383.
- SAS Institute. (2002). *SAS/STAT guide for personal computers*, version 8.1. Cary, NC
- Skonberg, D. I., Rasco, B. A., & Dong, F. M. (1994). Fatty acid composition of salmonid muscle changes in response to a high oleic acid diet. *Journal of Nutrition*, 124, 1628–1638.
- Steel, R. G. D., & Torrie, J. H. (1980). *Principles and procedures of statistics: A biometrical approach* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill Book.
- Steffens, W., Rennert, B., Wirth, M., & Krueger, R. (1999). Effect of two lipid levels on growth, feed utilization, body composition and some biochemical parameters of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Applied Ichthyology*, 15(6), 159–164.
- Tichivangana, J. Z., & Morrissey, P. A. (1985). Metmyoglobin and inorganic metals as prooxidants in raw and cooked muscle systems. *Meat Science*, 15, 107–116.
- Wang, J. T., Liu, Y. J., Tian, L. X., Mai, K. S., Du, Z. Y., Wang, Y., et al. (2005). Effect of dietary lipid level on growth performance, lipid deposition, hepatic lipogenesis in juvenile cobia (*Rachycentron canadum canadum*). *Aquaculture*, 249, 439–447.

A hagyományos és a keveréktakarmányozásra alapozott ponty- termelés hatása a hal húsmínőségi paramétereire

Hegyí Árpád¹, Urbányi Béla¹, Bokor Zoltán¹, Fodor Ferenc¹, Katics Máté²,
Egyed Imre², Körmendi Sándor³, Lugasi Andrea⁴ és Mészáros Erika¹

¹Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Környezet- és
Tájkasdálkodási Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő

²Czikkhalas Halastavai Kft., Varsád

³Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Természetvédelmi Tanszék, Kaposvár

⁴Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézet, Budapest

Kivonat

A magyarországi pontytenyésztésre általában jellemző, hogy kiegészítő abrak-
takarmányozást alkalmaz a halastavi hozamok gazdaságos növelésére. A halasta-
vakban takarmányozásra használt gabonamagvak energiahordozó szénhidrátokban
gazdagok, nyersfehérje tartalmuk 10 % körüli, de az esszenciális aminosav tartal-
muk hiányos. Az utóbbi időben azonban a pontycentrikus termelés intenzifikálása
is előtérbe került a jó minőségű, teljes értékű haltápok elérhetővé válásával.

Kísérletünk fő célkitűzése volt, hogy az eddigi klasszikus hároméves pontyte-
nyésztést két évre csökkentsük teljes értékű pontytáp (Aller Aqua-Aller Master)
felhasználásával. Ezzel a módszerrel az egy hektárra vetített bruttó-, illetve nettó
hozamok többszörösét érhetjük el a hagyományos technológiával szemben úgy,
hogy az élelmezésügyileg fontos halhús-minőséget megőrizzük.

A vizsgálatainkban két ponty tájfajta vett részt, a Hajdúböszörményi és a Nagy-
atádi, amelyekkel különböző korosztállyal és népesítéssel telepítettük a nyáron ki-
használatlanul álló telető tavakat. Három alkalommal vettünk mintát húsvizsgálat-
ra, a szezon kezdetén, közepén és végén. Vizsgálataink kiterjedtek a telített- és a
telítetlen zsírsavak mennyiségére, a zsírtartalomra, valamint a lipidperoxidációs
folyamatokra egyaránt.

Statisztikai elemzéssel (egytényezős varianciaanalízis) hasonlítottuk össze a ke-
veréktakarmánnyal takarmányozott teletők egyedeinek a tenyésztő közepén és
végén vett húsmintáinak eredményét (telített- és telítetlen zsírsavak mennyisége,
zsírtartalom), a kontroll csoport egyedeinek eredményeivel. Mindkét időpontban
és mindkét zsírsavgarnitúra figyelembevételével elmondhatjuk, hogy a kontrollhoz
képest statisztikailag igazolható különbség nem volt kimutatható ($P > 0,05$), tehát
a hús minősége nem romlott egyik teletőben sem.

Bevezetés

Hippokratész már i.e. 500 évvel ezelőtt felismerte a táplálkozás szerepének rend-
kívüli fontosságát az egészség megőrzésében. Tanai szerint meg kell ismerni az
emberi természetet, valamint az ételek és italok hatását a szervezetre természetes és

feldolgozott állapotukban. Betegség esetén minden egyén más-más diétát igényel. Az élelmiszerek fogyasztásának kockázata és gyógyító hatásuk ismerete ma is rendkívüli jelentőségű (Biacs, 1997).

A halhúst mai ismereteink szerint a korszerű táplálkozásban az egészséges tápanyagforrások között tartjuk számon. Magas biológiai értékét elsősorban telítetlen zsírsavtartalma adja, amely a szív- és érrendszeri megbetegedések, az érelmeszesedés ellen az egyik leghatékonyabb táplálék eredetű védőanyag, amely a vízi táplálékhálózatban képződik (Horváth et al., 2000).

Az esszenciális aminosavak rendszeres bevitele a szervezetbe elősegíti az immunrendszer működését, az izmok és a haj növekedését. A hal különösen ajánlott szoptató anyáknak, gyermekeknek, de rendszeres fogyasztása néhány öregkori betegség kialakulását is lassítja (Hancz et al., 2007).

A hal izomzatán belül az aktív mozgásszervet képviselő törzs- és farokizomzat harántcsíkos izomszöveve alkotja a számunkra fontos halhús fő tömegét. A hal táplálkozása és mozgása szempontjából nem kevésbé jelentős a fej és az úszók izomzata. A zsigeri szervekben található sima izomszövet felépítése és funkciója a magasabb rendűekéhez hasonló. Az alacsonyabb rendű, szelvényezett állatoktól való származás jele az oldalvonalra merőlegesen futó W-alakú izomszelvényezettség. Az izomszelvényeket kötőszöveti hártya választja el egymástól, főzéskor ezek mentén esik szét a hús. A törzsisomzatot alkotó izomporciók kúp alakúak, tölcészerűen egymásba csúsztatva helyezkednek el, harántmetszetük ezért körkörös mintázatot mutat. Az izmok közötti kötőszöveti hártya elcsontosodásával alakulnak ki az általában Y-alakú szálkák, amelyek nem a csontváz részei, számuk fajra jellemző, de vannak szálkamentes húsú fajok is (Hancz et al., 2007).

A halban kétféle harántcsíkos izomfélét találunk: a törzsisomzatot alkotó fehér izmot és a kisebb mennyiségű, főleg az úszóknál elhelyezkedő vörös- vagy sötét izmot. A fehér izom nagy erőkifejtésre és gyors összehúzódásra képes, de hamar kifárad, a sötét izom a tartós igénybevételre specializálódott.

A halhús minőségét az izomszövet kémiai összetétele, a kötőszövet és zsírszövet aránya, a benne lévő tápanyagok, ízanyagok és vitaminok mennyisége és minősége határozza meg. Általánosságban megállapíthatjuk, hogy összetételét, biológiai értékét és emészthetőségét tekintve jobb a többi húsfélésegnél (Hancz et al., 2007).

A ragadozó halak húsa ízletesebb, mint a plankton- és növényevő halaké. A háromnyaras életkorú hal húsa a legjobb, mert a fiatal és öreg egyedek rostjai erősebbek, ezáltal szívósabbak, szárazabbak, kevesebb zamatanyagot tartalmaznak. A folyami hal finomabb a tavínál, bár a folyók szennyezettsége miatt kifogásolható mellékízek jelentkezhettek. A halhús egyik lényeges tulajdonsága a színe, amely élvezeti értékét jelentősen befolyásolja. Legkeresettebbek a kimondottan fehér húsú halak.

A melegvérű állatok rostosabb, inasabb és zsírosabb húsával szemben a hal könnyen emészthető. Ebből adódik az a tulajdonsága, hogy laktató, telítő értéke kisebb. Főzéskor a halhús 20-25%-ot, sütéskor 30%-ot veszít tömegéből. Elkészítési ideje sokkal rövidebb, mint az emlősállatok húzáé (Varga et al., 2012).

A halhús kötőszövet-tartalma kisebb, mint a legtöbb melegvérű állat húzáé (3-5% szemben a marhahús 8-22%-os kötőszövet tartalmával), ezért érlelésre a fogyasztás előtt gyakorlatilag nincs szükség.

Zsírtartalom alapján zsíros és sovány halhúst különböztetünk meg, általában a halastavakban tenyésztett, nagytestű állatok (pl. ponty) húsának zsírtartalma nagyobb (Varga et al., 2012). A halhúsban sok életfontosságú tápanyag található, és ezek aránya is igen kedvező. Könnyen emészthető, teljes értékű fehérjét tartalmaz nagy arányban, gazdag vitaminokban, elsősorban A-, D-, K-, B1-, B2-vitaminokat, niacint tartalmaz, tokoferol-tartalma csekély. A halzsír zsírsavösszetételére jellemző a telítetlen zsírsavak számottevő jelenléte. Az ásványi anyagok közül a halhúsban jelentős mennyiségű Ca, Mg, P, Fe, Cu és Se, a tengeri halak húsában jó is található (Kovács, 2005). A halhús szénhidrátartalma jelentéktelen. Néhány halféle mérgező anyagot is tartalmaz, ezek egy része főzéskor elbomlik, vagy a tisztításkor eltávolítható (az angolna bőre tartalmaz toxikus váladékot, a tonhalnak a zsigerei és a vére mérgező) (Varga et al., 2012).

Célkitűzések

Munkánk során célul tűztük ki, hogy megvizsgáljuk és összehasonlítsuk a hazai klasszikus, kiegészítő abraktakarmányozásra alapuló tógazdasági termelésből származó, valamint a keveréktakarmányozással (tápos takarmányozás) előállított halhús minőségi jellemzőit. A kutatás fontossága egyrészt abból adódik, hogy kiegészítő abraktakarmányozás során szerepet kap a természetes táplálék (zooplankton), keveréktakarmány alkalmazásakor pedig nem. Másrészt azért is fontos a vizsgálatok elvégzése, mert a keveréktakarmány használatok a tenyésztő egy évvel csökkenhet.

Alapvető célunk volt vizsgálni a telített- és telítetlen (egyszeresen és többszörösen) zsírsavak mennyiségeit és egymáshoz viszonyított arányait, valamint a halhús zsír- és fehérjetartalmát. Vizsgálatainkat két eltérő időpontban végeztük, egyszer a nyári tenyésztőszakban, a másik mintavétel pedig az őszi lehalásztást követően történt, amikor a halak elérték a piaci méretet.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkban két tájfajtát használtunk: a Hajdúböszörményit és Nagyatádit. A tájfajták kihelyezését az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat Kísérletben résztvevő tájfajták kihelyezése a telelőkben

	10. telelő	14. telelő	15. telelő	16. telelő	17. telelő
Tájfajta	Hajdúböszörményi	Nagyatádi	Nagyatádi	Hajdúböszörményi	Nagyatádi (Kontroll)

Halhús vizsgálataink kiterjedtek a teljes zsírsavgarnitúrára. A telített zsírsavak mellett az egyszeresen és többszörösen telítetlen zsírsavak koncentrációját, valamint a halhús zsírtartalmát is meghatároztuk (2. táblázat). A zsírsavösszetétel MSZ ISO 5508:1992 szerint, a zsírtartalom meghatározása pedig Folch extrakcióval történt.

A húsvizsgálat az egész haltörzsből történt pikkelyezés és nyúzást követően. A húsvizsgálatot minden olyan telelőben elvégeztük, ahol piaci nevelés zajlott.

Mintavételi időpontok: Kiindulási húsvizsgálat Nagyatádi és Böszörményi tájfajtából 3-3 db egyed, a kísérlet megkezdése előtt (2010. 05. 11). A tenyésztető közepén (2010. 07. 13) minden telelőből random módon kiválasztott 5-5 db egyedet vontunk vizsgálat alá. A tenyésztető végén, a lehalászás előtt ugyancsak minden telelőből, 5-5 db egyedet vizsgáltunk.

2. táblázat A vizsgálatban szereplő telített- és telítetlen zsírsavak

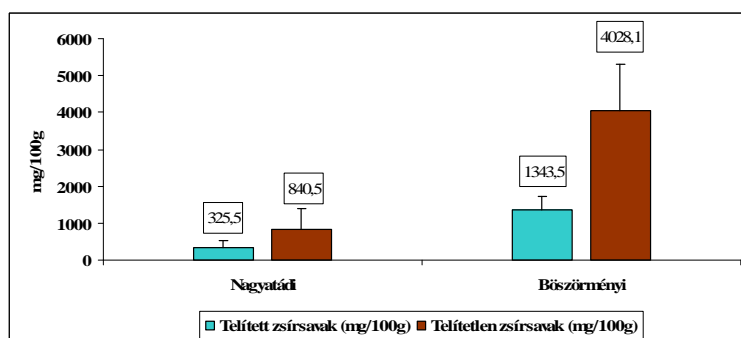
Telített zsírsav		Egyszeresen telítetlen		Többszörösen telítetlen	
C4:0	Vajsav	C14:1	Mirisztoleinsav	C16:2	Hexadekadién-sav
C6:0	Kaprónsav	C15:1	Pentadecénsav	C16:3	Hexadekatrién-sav
C8:0	Kaprilsav	C16:1	Palmitoleinsav	C18:2 t9, t12	
C10:0	Kaprinsav	C17:1	Heptadecénsav	C18:2 c9, t12	
C11:0		C18:1n9t	Eladinsav	C18:2 t9, c12	
C12:0	Laurinsav	C18:1n11t	Transz-vakcénsav	C18:2 (n-6)	Linolsav
C13:0		C18:1n7c		C18:3n6c	γ -linolénsav
C14:0	Mirisztinsav	C18:1n9c	Olajsav	C18:3 t9, t12, t15	
C15:0	Pentadekánsav	C18:1n11c	Cisz-vakcénsav	C18:3 t9, t12, c15	
C16:0	Palmitinsav	C18:1n9	Gadolénsav	C18:3 t9, c12, t15	
C17:0	Heptadekánsav	C22:1	Erukasav	C18:3 c9, t12, t15	
C18:0	Sztearinsav	C24:1	Tetrakozénsav	C18:3 c9, c12, t15	
C20:0	Arachinsav			C18:3 c9, t12, c15	
C21:0	Arachidinsav			C18:3 t9, c12, c15	
C22:0	Behénsav			C18:3n3c	α -linolénsav
C24:0	Lignocerinsav			C20:2	Eikozadiénsav
				C20:3n6	
				C20:3n3	Eikozatriénsav
				C18:4n3	Eikozatetraénsav
				C20:4n6	Arachidonsav
				C20:4n3	
				C22:2	Dokozadiénsav
				C20:5n3	Eikozapentaénsav
				C22:5n3	Dokozapentaénsav
				C20:6n3	Dokozahexaénsav

A keverék- és abrakarmánnyal előállított pontyhús beltartalmi értékeit több szemszögből is vizsgáltuk kísérletünkben. Egyrészt vizsgáltuk a keverékarmányos csoportokat egymáshoz és a kontroll csoporthoz viszonyítva. A telített- és telítetlen zsírsav mennyiségének elemzésekor egytényezős varianciaanalízist (ANOVA, Tukey's pótteszt), a halhús zsír-, és fehérjetartalmának vizsgálatok pedig ugyancsak egytényezős varianciaanalízist (ANOVA, Tukey's pótteszt), valamint kétmintás „t” próbát alkalmaztunk. Eredményeinket mindkét statisztikai módszer esetében $P \leq 0.05$ szignifikancia-szint mellett végeztük.

Eredmények és értékelése

Kiinduláskor vett húsminták eredményei

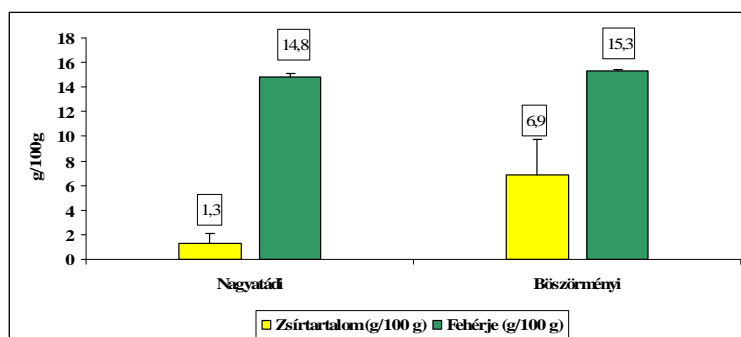
A kezdő halhús összetételét tájfajtanként az alábbi ábrák mutatják (1. és 2. ábra).



1. ábra A két tájfajta halhúsának átlagos telített és telítetlen zsírsav tartalma a kísérlet megkezdése előtt

A telített zsírsav átlagos ($n = 3$) mennyisége a nagyatádi tájfajtanál lényegesen kevesebb volt, mint a Bőszörményi tájfajta egyedeiben. Ez a különbség statisztikailag is igazolható volt ($P < 0,001$). Ugyanez a tendencia figyelhető meg az értékes, telítetlen zsírsavak esetében is ($P < 0,001$). Ha a két garnitúra arányát vizsgáljuk, akkor elmondhatjuk, hogy hasonló arányok voltak megfigyelhetők a két tájfajtaban (15:75) (1. ábra).

A halhús zsír- és fehérjetartalma már lényegesebb eltéréseket hozott (2. ábra).

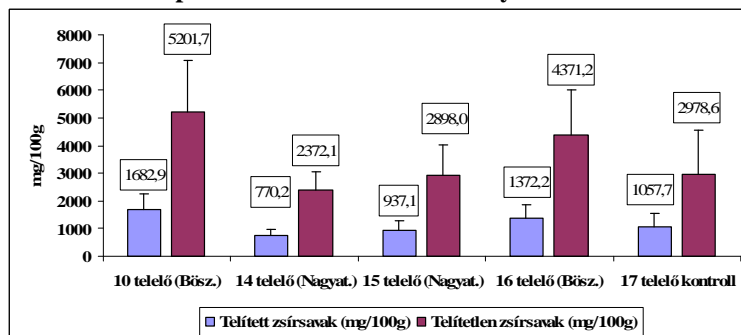


2. ábra A két tájfajta halhúsának átlagos zsír- és fehérjetartalma a kísérlet megkezdése előtt

Míg az átlagos fehérjetartalom közel azonos volt (kb. 15g/100g halhús), addig az átlagos zsirtartalomban jelentős különbséget figyelhetünk meg. A nagyatádi tájfajta

zsírtartalma 1,3 g/100g, a böszörményi ennek több mint ötszöröse volt (6,9 g/100g halhús).

A tenyésztidőszak közepén vett húsminták eredményei



3. ábra Az egyes telelők halállományának telített és telítetlen zsírsav mennyisége a kísérlet közben

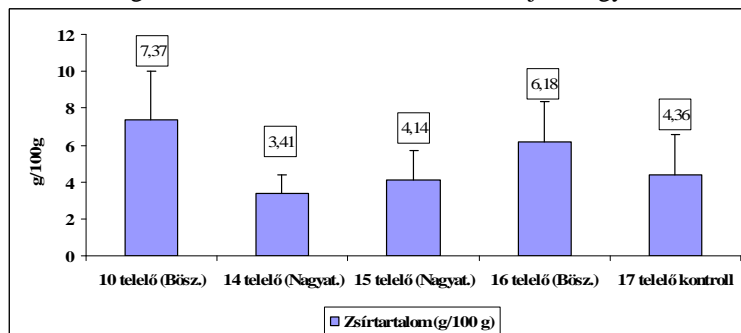
Az ábráról könnyen leolvasható, hogy a 14 és 15-ös telelőben, ahol a nagyatádi tájfajta egyedei voltak elhelyezve, a telített zsírsav mennyiségei lényegesen alacsonyabbak voltak, mint a 10 és 16-os számú telelő Böszörményi tájfajtájú egyedeiben, de ezt a különbséget statisztikailag nem tudtuk igazolni ($P > 0,05$). A telített zsírsav mennyiségét tekintve a két csoport között helyezkedik el a kontroll tó egyedeinek átlagos telített zsírsav mennyisége, ahová ugyancsak nagyatádi tájfajta lett kihelyezve (3. ábra).

Az átlagos telítetlen zsírsavgarbitúra hasonló képet mutatott ($P > 0,05$). A Nagyatádi tájfajtában (14 és 15-ös telelő) lényegesen alacsonyabb volt a telítetlen zsírsav mennyisége a Böszörményi halakhoz képest (10 és 16-os telelő). A kontroll telelőben (17. telelő) az átlagos telítetlen zsírsav mennyisége pedig a két tájfajtában mért mennyiség között alakult (3. ábra).

Amennyiben az átlagos telített és telítetlen zsírsav arányát vizsgáljuk, akkor elmondhatjuk, hogy a keveréktakarmánnyal takarmányozott telelők mindegyikében a telítetlen zsírsavak 4,1-szer nagyobb mennyiségben voltak jelen, mint a telített zsírsavak. Mindez a kontroll tó egyedeiben csak kissé tért el (3,8).

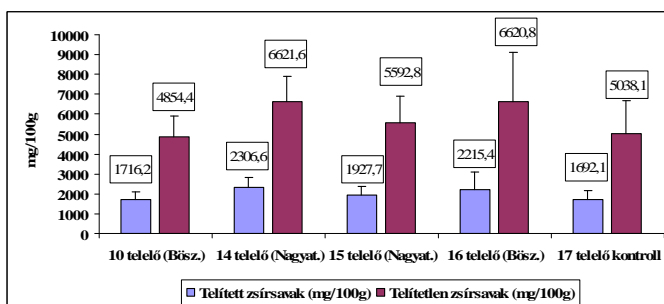
Az átlagos zsírtartalmat illetően a két tájfajtánál ugyancsak jelentős különbséget találtunk, de a kiindulási értékekhez képest a Nagyatádi tájfajtában (14. és 15. telelő) épült be jelentősebben a zsír, 1,3 g-ról 3-4 g-ra. A Böszörményi tájfajtában szinte nem tudtunk növekedést kimutatni. A kontroll telelőben (17. telelő) abraktakarmányos etetés mellett a zsírtartalom 4,36 g/100g halhús volt. A tájfajták átlagának statisztikai vizsgálatkor igazolható különbség volt a két keveréktakarmánnyal etetett csoport között ($P < 0,01$).

A hálhús átlagos zsírtartalmát az alábbi ábra mutatja az egyes telelőkben:



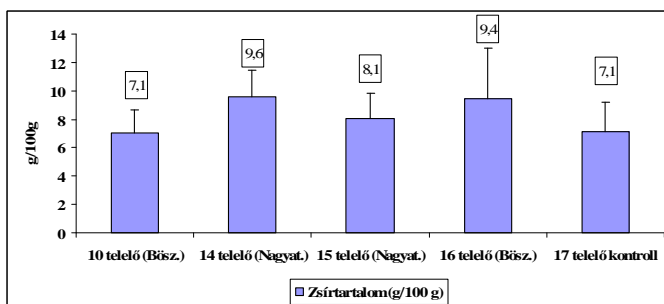
4. ábra Az egyes telelők halállományának zsírtartalma a kísérlet közben

A tenyésztidőszak végén vett húsminták eredményei



5. ábra Az egyes telelők halállományának telített és telítetlen zsírsav mennyisége a kísérlet végén

A tenyésztidőszak végére a zsírsavgarnitúra megváltozott az egyes telelőkben és az egyes tájfajtaiknál. Az előző két mintavétel alkalmával a Nagyatádi tájfajtaiban (14. 15. telelő) volt a legalacsonyabb mind a telített, mind pedig a telítetlen zsírsav mennyisége. A tenyésztidőszak végére a 17. sz. telelőhöz képest (1692,1 mg/100g) az átlagos telített zsírsav a 14. (2306,6 mg/100g) és 16. telelőben (2215,4 mg/100g) tartott egyedeknél volt lényegesen magasabb (5. ábra). Elmondhatjuk továbbá azt is, hogy az említett két telelőben a telítetlen zsírsav mennyisége is jóval nagyobb volt a kontrollhoz viszonyítva. A 10. telelőben az átlagos telítetlen zsírsav mennyiség a kontrolléhoz hasonló, a 15. telelőben viszont valamelyest magasabb volt. A szezon végi telített zsírsav mennyiségének statisztikai elemzésekor nem találtunk jelentős különbséget az egyes csoportok között ($P > 0,05$) (ANOVA).



6. ábra Az egyes telelők halállományának zsírtartalma a kísérlet végén

A kísérlet befejeztével ugyancsak vizsgáltuk a halhús zsírtartalmát minden telelőben, mindkét tájfajtánál (6. ábra). A kontrollhoz viszonyítva a 10. sz. telelőben (Böszörményi tájfajta) tartott és takarmányozott egyedek hújának zsírmennyisége azonos (7,1 g/100g). A másik három telelőben magasabb értékeket regisztráltunk, a 15. telelőben 15%-kal, a 14. és 16. telelőben hozzávetőlegesen 30%-kal volt magasabb a zsírtartalom. Az egyes csoportokban az egyedi különbségekből adódóan az átlagos zsírtartalomban nem tudtunk statisztikailag különbséget tenni ($P>0,05$).

Összefoglalás

A keveréktakarmányos takarmányozás halhúsra gyakorolt hatása piaci ponty esetében valamelyest eltérést mutat a kontrollhoz (abrak) viszonyítva a tenyésztidőszak végére. A kedvezőtlen, telített zsírsav mennyisége – fajtától függetlenül – nagyságrendileg átlagosan 300 mg-mal (100g halhúsban) nőtt a keveréktakarmánnyal takarmányozott egyedekben a hagyományos abrakos takarmányozással előállított halak húzához képest, de ez a különbség nem volt statisztikailag igazolható ($P>0,05$). A humán élettanilag értékes telítetlen zsírsavak pedig hozzávetőlegesen átlagosan 900 mg-mal nőttek 100 g halhúsban, ugyancsak fajtától függetlenül, de ebben az esetben sem tudtuk ezt a növekedést statisztikailag igazolni ($P>0,05$).

Különbség mutatkozott az összes zsírtartalom átlagaiban is. A keveréktakarmánnyal takarmányozott egyedek izomszövetekben átlagosan 1,5 g-mal több zsír volt kimutatható, ugyancsak 100 g halhúsban az abrakos kontrollhoz viszonyítva, de ez a különbség sem volt statisztikailag igazolható ($P>0,05$).

Összefoglalva megállapítottuk, hogy a húsminőségi paramétereket figyelembe véve a takarmányozási technológiák között nem találtunk statisztikailag különbségeket a minőségi paramétereket tekintve. Mindez egyben azt is jelenti, hogy a pontyhús minősége nem volt kedvezőtlenebb a keveréktakarmányozás során előállított egyedeknél egyik tájfajta esetében sem.

Köszönetnyilvánítás

Munkánk a Baross Gábor K+F program (REG-DD-09-2-2009-0114) támogatásával készült.

A kutatás a TÁMOP 4.2.2/B-10/1-2010-011 „A tehetséggondozás és kutatóképzés komplex rendszerének fejlesztése a Szent István Egyetemen” c. pályázat támogatásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

- Biacs P. 1997. Kíméletes élelmiszer feldolgozás. Egészségvédő élelmiszerek. Szemelvény A Magyar Tudományos Akadémia Kémiai Tudományok Osztályának Tudományos Üléséről (1997. 05. 06.)
- Szücs I. 2000. A tógazdasági haltermelés közgazdaságtani alapjai. In. Horváth L. (szerk) Halbiológia és haltenyésztés, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 383-431. p.
- Kovács I. 2005. Legfrissebb Szívbarát termékek. Tanúsítás, 2005. április
- Szabó G. 2007. Természetesvízi halászat Magyarországon. In: Hancz Cs. (szerk.) Haltenyésztés Egyetemi jegyzet, Kaposvár, 222 p.
- Varga A., Kiss L-né, Lugasi A. 2012. A halhús, mint fontos élelmiszer. Az élelmiszerek követelményei, kritériumai, Szent István Egyetem és Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézet, Felnőttoktatási Egyetemi jegyzet, 85-90 p.

A lapátorrú tok (*Polyodon spathula*) és a szibériai kecsege (*Acipenser ruthenus marsiglii*) szaporításának 2011. évi tapasztalatai

Feledi Tibor, Lengyel Svetlana és Rónyai András

Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas

Kivonat

Az Észak-Amerikában őshonos lapátorrú tok a hazai akvakultúra számára viszonylag új halfajnak tekinthető. A kecsege gyors növekedése, korai ivarérése, értékes „kaviárja”, valamint kis testméretéből adódó könnyű kezelhetősége miatt preferált fajnak számít a toktenyésztők körében. Előzetes tapasztalataink alapján a kecsege szibériai alfajának növekedési erélye felülmúlja a „hazai” kecsegéét. Tárgyévi munkánk célja volt egyrészt e fajok élő génbankjainak további gyarapítása, másrészt hazánkban először kíséreltük meg a szibériai kecsege szaporítását.

2011. áprilisának kezdetén lapátorrú tok, majd április végén szibériai, illetve európai kecsege tenyészhalakat szállítottunk a HAKI recirkulációs üzemébe. A gametogenezis végső szakaszának előidézéséhez szintetikus Gn-RH-analóg (des-Gly¹⁰ (D-Ala⁶)-LH-RH Ethylamid) hormont alkalmaztunk (40 µg/ttkg az ikrásoknál, és 20 µg/ttkg a tejeseknél).

A lapátorrú tok esetében a 2009. évihez hasonló eredményt kaptunk (fejhetőség: 100 %, termékenyülés: 64,4 ± 4,1 %).

A szibériai kecsegektől nem sikerült „spermát” nyerni, ugyanakkor a beoltott nőivarú egyedek mindegyikétől nyertünk jó minőségű ikratételeket, melyeket a „hazai” kecsege spermájával termékenyítettünk meg (termékenyülés a gerinchúros állapot szerint: 73 ± 13,3 %).

Bevezetés

Az Észak-Amerikában őshonos lapátorrú tok a hazai akvakultúra számára viszonylag új halfajnak tekinthető. Egyike azoknak a tokféléknek, melyek szűrő táplálkozásúak és egész életük folyamán kizárólag planktonot fogyasztanak. Táplálékspektruma leginkább a pettyes busáéval azonos, de annál sokkal értékesebb halfajnak tekinthető. Húsa jó minőségű, szálkamentes, ikrája kaviár minőségű, igen értékes termék. Mivel a lapátorrú tok viszonylag jól viseli a tógazdasági körülményeket, a hazai polikultúrás termelési szerkezetbe történő beillesztése mindenképpen kívánatosnak tekinthető. A faj szaporítása az USA-ban már meglehetősen kifejlesztett gyakorlati eljárásnak számít (Mims, 2001), ám Magyarországon a technológia még finomításra szorul. A Halászati és Öntözési Kutatóintézet (HAKI) munkatársai

2002-től kezdődően három alkalommal tettek kísérletet a szaporításra, amelyek eddig ismeretlen okok miatt meghiúsultak (Rónyai, 2008). Az Aranypony Zrt. (Rétimajor) munkatársai 2006-ban, hazánkban elsőként sikeresen szaporították a lapátorrú tokot, azonban a lárvaállomány felnevelése akkor eredménytelenül zárult (Lévai Ferenc, szóbeli közlése). A szaporítás, majd a sikeres lárwanevelés először 2009-ben, a HAKI-ban valósult meg (Rónyai et al., 2009; Feledi et al., 2010).

A kecsége (*Acipenser ruthenus* L) mind gazdasági, mind természetvédelmi szempontból fontos tokfaj. Gazdasági jelentősége a húsának élelmezési célú, valamint élő ivadékaának telepítőanyagként és díszhalként történő nemzetközi értékesítésével függ össze (Arndt et al., 2002). A kecsége tenyésztésével a tokkal foglalkozó gazdaságok bővíthetők és színesíthetők a termékskálájukat (Williot et al., 2001). Ezen kívül a kaviártermelésre általában használt nagyméretű anyahalakkal szemben a kecsége gyors ivarérése, és kis testméretből fakadó könnyű kezelhetősége nagy előnyt jelent. Ezen kedvező tulajdonságainak köszönhetően a minden kategóriát magába foglaló (megtermékenyített ikra, lárva, előnevelt ivadék, stb.), akvakultúrában előállított élő kecsége exportja 2003 és 2006 között 50.000 egyedről 170.000 egyedre nőtt (Raymakers, 2006). A kecsége a harmadik legszélesebb körben tenyésztett tokféle, amelyet 15 országban termelnek, beleértve az olyan tradicionálisan kaviártermelő országokat, mint Oroszország vagy Irán (Bronzi et al., 2011).

Előzetes tapasztalataink alapján recirkulációs üzemi körülmények között a kecsége szibériai alfajának (*A. ruthenus marsiglii*) növekedési erélye felülmúlja a „hazai” kecsegéét.

Tárgyévi munkánk célja volt egyrészt e fajok élő génbankjainak további gyarapítása, másrészt hazánkban először kíséreltük meg a szibériai kecsége szaporítását. További célunk a kecsége és szibériai alfaja termelés-technológiai mutatóinak összehasonlító vizsgálata (melynek eredményéről a közeljövőben kívánunk beszámolni).

Anyag és módszer

Mindhárom fajt/alfajt a szaporítási munkák kezdetéig az Intézet földmedrű tavaiban neveltük. 2011. áprilisának kezdetén 3 ikrás és 5 tejes lapátorrú tokot, majd április végén 5 ikrás és 4 tejes szibériai, illetve 5 ikrás és 5 tejes európai kecsegét szállítottunk a HAKI recirkulációs üzemébe. A gametogenezis végső szakaszának előidézéséhez szintetikus Gn-RH-analóg (des-Gly¹⁰ (D-Ala⁶)-LH-RH Ethylamid) hormont alkalmaztunk (40 µg/ttkg az ikrásoknál, és 20 µg/ttkg a tejeseknél).

2011 április elején három ikrás (7,87 ± 4,4 kg) és öt tejes (6 ± 0,6 kg) - az intézet földmedrű tavaiban felnevelt - lapátorrú tokot, majd április végén 5 ikrás (2,4 ± 0,71) és 4 tejes (2,15 ± 0,87) szibériai, illetve 5 ikrás (2,9 ± 0,45) és 5 tejes (2,12 ± 0,69) európai kecsegét szállítottunk a HAKI recirkulációs üzemébe. Az anyaállományt körmedencébe helyeztük, melyben a víz hőmérsékletét a lapátorrú tok esetében 16 ± 0,3 °C-ra, a kecségék esetében 17,3 ± 0,4 °C-ra állítottuk be. A tokokat két, a kecségéket három napon keresztül ebben a medencében tartottuk, kb. 90%-os fedettség mellett. A végső ivarérés és az ovuláció, valamint a spermáció kiváltása érdekében mesterséges GnRh analóg (des-Gly¹⁰(D-Ala⁶)-LH-RH Ethylamid, LHRHa) hormonnal oltottunk, 40 µg/ttkg az ikrások, 20 µg/ttkg mennyiségben adva

a tejesek esetében. Az értékes anyaállomány megkímélése céljából az ikrások fejése során a petevezető farki régiójában egy bemetszést ejtettünk, elősegítve ezzel a teljes ikramennyiség mielőbbi kinyerését (Podushka, 1999). A lefejt ikráról az ovulációs folyadékot eltávolítottuk, majd tiszta vízzel átöblítettük (nedves termékenyítési eljárás). A termékenyítést az összes ikratétel esetében az összes tejes spermájával végeztük. A lefejt spermát – a polispermiozis (azaz egyetlen ikra több spermiummal történő megtermékenyülésének) elkerülése végett – tiszta vízzel felhígítva (1:200 arányban) adtuk az ikratételekhez. Az ikra ragadósságát tehéntej-oldat segítségével (1 liter, 3,5% zsírtartalmú tej + 7 liter víz) vettük el úgy, hogy az 1 óras kezelés során az oldatot két alkalommal frissítettük. Ezt követően a megtermékenyített ikrát Zuger-üvegekben keltettük. A termékenyülési arányt, a fejést követő 48. órában, random mintavétel segítségével, ikratételenként három ismétlésben határoztuk meg. A kelés megindulásáig az ikrát naponta egy alkalommal, 100 ppm formalin oldattal fürdettük, a gombás fertőzések megelőzése érdekében.

Eredmények és értékelés

Az öt lapátorrú tok tejes fejését az oltást követő 25. órában sikeresen elvégeztük, majd a spermát a megtermékenyítés időpontjáig hűtve tároltuk (8°C-on). Az ikrások a 25-32. órában, több részletben adták le az ikrát. A kecségék esetében a tejesek az oltást követő 24. órában, míg az ikrások a 25.-30. órában adták le az ivarterméket. Mindhárom faj/alfaj esetében az ikrások fejhetősége 100% volt. A fejés során egy hermafrodita egyedtől is sikerült ivarterméket fejnünk, melyből négy ivadékot („klónt”) sikerült előnevelnünk.

A kéméletes bánásmód ellenére másnap reggelre az egyik tejes lapátorrú tok elpusztult, a kecsége tenyészhalak 100%-ban túléltek a szaporítást.

A lapátorrú tok esetében a 2009. évihez (fejhetőség: 66,6 %, termékenyülés: 73,8±12 %; kelés: 90±10 %) hasonló eredményt kaptunk. Ezek átlagértékeit az *1. táblázatban* összegeztük. Az lapátorrú tok ivadékok kelése a fejést követő 6.-7., míg a kecségéké a 4.-5. napon zajlott.

A szibériai kecségektől nem sikerült „spermát” nyerni, melynek - feltételezésünk szerint - egyik oka lehet, hogy ezen alfaj tejesének a „beéréséhez” szükséges maximális hőmérsékletet (15 °C) már napok óta meghaladták a tóvízben mért értékek. Ugyanakkor a beoltott nőivarú egyedek mindegyikétől nyertünk jó minőségű ikratételeket, melyeket a „hazai” kecsége spermájával termékenyítettünk meg (1. táblázat). Az intraspecifikus kecsegehibrid és az európai alfaj növendékekkel végzett összehasonlító vizsgálatok előzetes eredményeit Feledi és munkatársai (2011) ismertették.

I. táblázat A lapátorrú tok és a két kecsége alfaj szaporítási adatai

	Fejés ideje (óra)	Ikrások tömege (kg)	Ikratömeg/ testtömeg (%)	Lefejt ikratétel (g)	Termékenyü- lés (%)
Lapátorrú tok	25-32	7,87 ± 4,4	14,7 ± 1,42	3435	64,4 ± 4,1*
Szibériai kecsége	26-29	2,4 ± 0,71	15,5 ± 2,64	1700	73,0 ± 13,3
Európai kecsége	25-30	2,9 ± 0,45	14,5 ± 4,68**	1804	76,9 ± 9,8

*Az adatok két ikrásra vonatkoznak, a harmadik ikratétel termékenyülési aránya <20% volt, így a számításoknál figyelmen kívül hagytuk.

** Az adatok négy ikrás egyedre vonatkoznak, a hermafrodita értékét (2,5%) nem tartalmazzák.

Irodalomjegyzék

- Arndt G.M., Gessner J., Raymakers C. 2002. Trends in farming, trade and occurrence of native and exotic sturgeons in natural habitats in Central and Western Europe. *Journal Applied Ichthyology*, 18: 444-448.
- Bronzi P., Rosenthal H., Gessner J. 2011. Global sturgeon aquaculture production: an overview. *J. Appl. Ichthyol.*, 27: 169-175.
- Feledi T., Kucska B., Rónyai A. 2010. A lapátorrú tok mesterséges szaporításának és előnevelésének hazai tapasztalatai. *Halászat* 103/1: 20-24.
- Feledi, T., Lengyel S. and Rónyai A. 2011. Preliminary results of intraspecific sterlet hybrid (Siberian sterlet x sterlet) rearing under intensive conditions. *Aquaculture in Central and Eastern Europe: Present and Future. The II. Assembly NACEE (Network of Aquaculture Centres in Central and Eastern Europe) and the Workshop on the Role of Aquaculture in Rural Development*, Chisinau, Moldova. Oct. 17-19, 2011.
- Mims, S.D. 2001. Aquaculture of paddlefish in the United States (Review). *Aquatic Living Resources* 14: 391-398.
- Podushka, S.B. 1999. New method to obtain sturgeon eggs. *Journal of Applied Ichthyology*. Special issue. Proceedings of the 3rd International Symposium on Sturgeon. Piacenza, Italy, July 8-11/1997 pp.319.
- Raymakers C. 2006. CITES, the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora: its role in the conservation of Acipenseriformes. *J. Appl. Ichthyol.*, 22: 53-65.
- Rónyai, A. 2008. A lapátorrú tok (*Polyodon spathula* Walbaum) és szerepe az akvakultúrában- irodalmi áttekintés. *Halászat* 101: 40-44.
- Rónyai A., Feledi T. and Kucska B. 2009. Results of cage and tank rearing of paddlefish *Polyodon spathula* Walbaum fry – Hungarian experiences. *6th International symposium on sturgeon*, Oct. 25-31, 2009, Wuhan. Book of abstracts-posters, pp: 180-182.

Williot P., Sabeau L., Gessner J., Arlati G., Bronzi P., Gulyas T., Berni P. 2001. Sturgeon farming in Western Europe: recent developments and perspectives. *Aquat. Living Resour.*, 14: 367 – 374.

Experiences of artificial propagation of paddlefish (*Polyodon spathula*) and Siberian sterlet (*Acipenser ruthenus marsiglii*) in 2011

Tibor Feledi, Svetlana Lengyel and András Rónyai

Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation, Szarvas, Hungary

Abstract

The native North American paddlefish is a relatively new fish species for the Hungarian aquaculture. Sterlet has a rapid growth, early maturation, valuable caviar and a small body size that is easy to handle. All these advantages make it a preferred species among sturgeon breeders. Preliminary experience on Siberian sterlet subspecies shows its faster growth in comparison with a "home" sterlet. The year our work was connected with both of these species, trying to provide the further enrichment of the live gene bank; besides, it was the first attempt to propagate Siberian sterlet in our country.

At the beginning of April, 2011, 3 females and 5 males of paddlefish and 5 females and 4 males of Siberian sterlet at the end of the month were delivered to the HAKI recirculation system. For inducing a gametogenesis a synthetic Gn-RH hormone analogue (des-Gly10 (D-Ala6)-LH-RH Ethylamid) was used (40 mg /kg BW for females and 20 mg /kg BW for males).

For paddlefish we had results similar to those obtained in 2009 (ripering: 100%, fertilization rate: $64.4 \pm 4.1\%$).

The males of Siberian sterlet did not ripe, but injected females gave eggs of a good quality that were fertilized with the sperm of the "home" sterlet (fertilization rate at the spine-string stage: $73 \pm 13.3\%$).

***Mycobacterium* fajok terjedése kereskedelmi forgalomban kapható fagyasztott haleleségek útján**

Eszterbauer Edit¹, Rónai Zsuzsanna², Marton Szilvia¹, Ursu Krisztina², Baska Ferenc³ és Láng Mária²

¹ MTA Állatorvos-tudományi Kutatóintézet, Budapest

² Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal, Állategészségügyi Diagnosztikai Igazgatóság (MgSzH ÁDI), Budapest

³ Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar, Budapest

Kivonat

Vizsgálatainkat a laboratóriumban nevelt fehér busa (*Hypophthalmichthys molitrix*) állomány bakteriális fertőződése indította el. A pikkelyborzolóást, idült esetben izomzatba terjedő fekélyes bőrtüneteket mutató egyedek boncolása során a vér bakteriális fertőzése (szeptikémia), halvány, megnagyobbodott máj és a belső szervekben Ziehl-Neelsen festéssel pozitívítást mutató granulómák voltak kimutathatók. A szövettani vizsgálatok megerősítették a nagyszámú gümő jelenlétét a májban, a vesékben és a lépben. Az RNS-polimeráz béta-alegység (*rpoB*) és az elongációs faktor *Tu* (*tuf*) gének egy-egy szakaszának szekvenálása a *M. chelonae* jelenlétét igazolta a fertőzött hal egyedekben. Mivel a fehér busa állomány természetes vízfórással nem érintkezett és más halak sem kerültek az állomány közelébe, a kizárólag a busa állomány etetésére használt, kereskedelmi forgalomban kapható fagyasztott haleleségek (homár ikra, zooplankton) voltak gyanúsíthatók a fertőzés terjesztésével. A haleleségeken végzett molekuláris vizsgálatok megerősítették számos *Mycobacterium* faj előfordulását mind a homár ikrákban, mind a zooplankton mintákban. Az eleségmintákból és a fertőzött halakból élő mycobaktériumokat izoláltunk és leves táptalajban tenyésztettük. Az izolált mycobaktériumok genotipizálása és további DNS szekvenálások többek között a *M. arupense*, *M. nonchromogenicum* fajokat azonosította a homár ikrából és *M. fortuitum*-ot a zooplankton mintákból.

Vizsgálataink során elsőként mutattuk ki *M. chelonae* jelenlétét és kórokozó képességét fehér busában. Eredményeink felhívják a figyelmet arra, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható haleleségek olyan veszélyes kórokozók terjesztésében játszhatnak szerepet, mint a halgümőkórt okozó mycobaktériumok.

Kulcsszavak: halgümőkór, *Mycobacterium chelonae*, szeptikémia, fehér busa, fagyasztott haleleség, genotipizálás.

Bevezetés

A halakban előforduló *Mycobacterium* fajok nemcsak a halgazdálkodás szempontjából fontos kórokozók, hanem humán egészségügyi szerepük is jelentős a zoonózist

okozó fajok miatt. A halak mycobacteriosis-át általában három faj, a *Mycobacterium fortuitum*, a *M. marinum* és a *M. chelonae* váltja ki. A mycobaktériumok széles körű elterjedéséről számos tanulmány született az elmúlt évtizedekben (Belas és mtsai. 1995, Bruno és mtsai. 1998, Decostere és mtsai. 2004, Whipps és mtsai. 2007, stb.). Magyarországon először 1975-ben mutatták ki a halgümőkór jelenlétét akváriumi halakban, valamint compóban (*Tinca tinca*) és dévérkeszegben (*Abramis brama*). A szerzők közleményükben kiemelték a tógazdasági pontyfélék veszélyeztetettségét és a betegség gazdasági és közegészségügyi jelentőségét (Molnár és Sziklai, 1975). 1979-ben szintén magyar szerzők számoltak be nyolc különböző országból származó kínai paradicsomhal (*Macropodus opercularis*) egyedek bakteriológiai vizsgálatának eredményeiről. A 25 izolált *Mycobacterium* törzsből öt fajt, a *M. marinum*-ot, a *M. aqua*-t, a *M. terrae*-t, a *M. fortuitum*-ot, a *M. parafortuitum*-ot és a *M. smegmatis*-t sikerült azonosítaniuk e díszhal fajban (Körmendy és mtsai. 1979).

Jelen vizsgálataink elindítója egy laboratóriumban nevelt fehér busa (*Hypophthalmichthys molitrix*) állomány hirtelen bekövetkező megbetegedése volt, ami nagyszámú egyed elhullásával járt. Célunk a betegség diagnosztizálása mellett a kórokozó faj szintű meghatározása, és nem utolsósorban a kórokozó laboratóriumi rendszerbe való bejutási módjának azonosítása volt.

Anyag és módszer

A fehér busa ivadékokat a többi laboratóriumi körülmények között nevelt halfajtól elkülönítve, vízátfolyás nélküli, levegőztetett akváriumokban tartottuk. Etetésükhöz haltápot (Perla larva, Skretting) és többféle fagyasztott haleleséget (zooplanktont és homár ikrát) használtunk (Van Gerven).

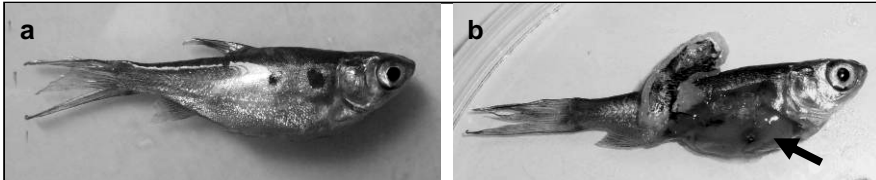
A kórtani tünetek jelentkezése után a halak egy részét elhullott állapotban vizsgáltuk. A bakteriológiai és szövettani vizsgálatokhoz azonban minden esetben frissen kiirtott halból származó mintát használtunk. A elváltozott szervekből (elsősorban a májból és a lépéből) lenyomatokat készítettünk és a jelenlévő alkohol- és saválló baktériumokat Ziehl-Neelsen festéssel mutattuk ki. A szövettani vizsgálatokhoz halszerveket (májat, lépet, vesét) fixáltunk 10%-os pufferolt formalin oldatban, majd a paraffinos beágyazást követően 5 µm-s metszeteket készítettünk, amiket hematoxillín-eozinnal festettünk meg.

Molekuláris vizsgálatokhoz a klinikai tüneteket mutató egyedek májából illetve a későbbiekben a különféle haleleségekből vettünk mintákat. Az RNS polimeráz béta alegység (rpoB) gén PCR-rel történő felsokszorozása során Adékambi és mtsai (2006) módszerét követtük. Az elongációs faktor Tu (tuf) gén egy szakaszának PCR-s vizsgálatához Mignard és mtsai (2007) által leírt módszert alkalmaztuk. Miután a kapott PCR termékek nukleotidsorrendjét DNS szekvenálással meghatároztuk, a DNS szekvenciákat BLASTn homológiaereső program segítségével összehasonlítottuk a GenBank adatbázisban szereplő szekvenciákkal.

A baktérium-tenyésztéshez frissen boncolt, tüneteket mutató hal máját és PCR-pozitív, fagyasztott haleleségeket használtunk. Először Middlebrook 7H9 táplevest, majd Löwenstein-Jensen-féle szilárd táptalajt használtunk a tenyésztéshez. Az elszaporított élő baktériumokat GenoType Mycobacterium CM kit segítségével, valamint DNS szekvenálással azonosítottuk, előbbinél a gyártó által javasolt protokollt követve (Hain Lifescience).

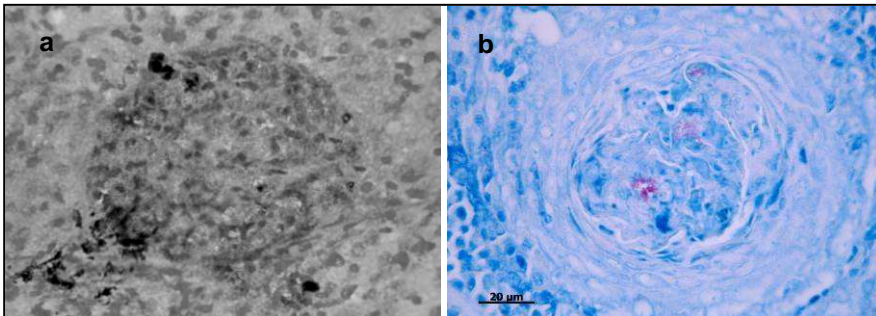
Eredmények és értékelés

A klinikai tünetek megjelenése után 1-2 nappal már nagyszámú egyed pusztulását tapasztaltuk. A beteg halak egy része lesoványodott, más részénél viszont a hasfal nagymértékű kidomborodása volt észlelhető. Idült esetekben pikkelyborzolódás és mélyre terjedő fekélyes bőrtünetek is megjelentek (1.a. ábra).

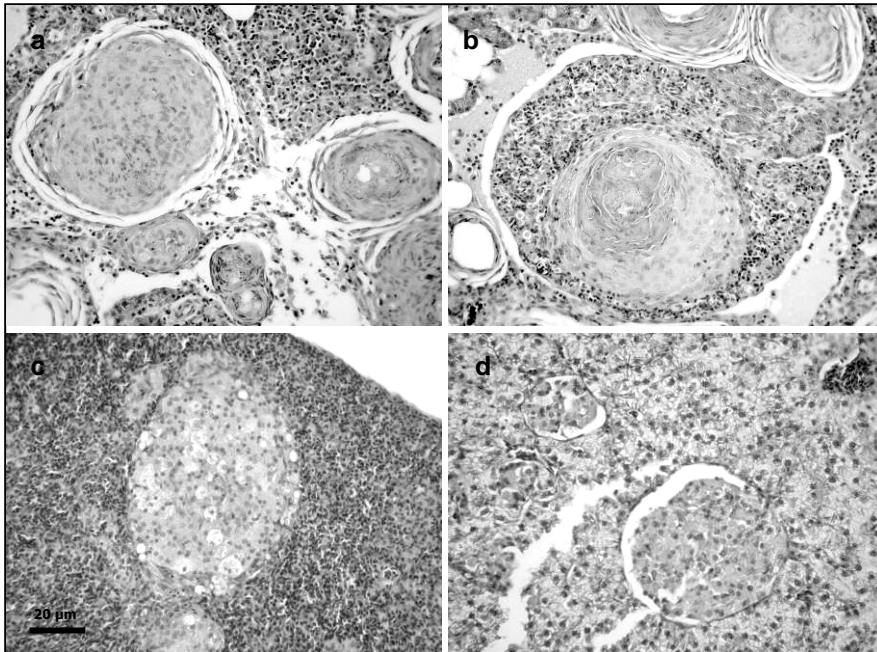


1. ábra Izomzatba terjedő fekélyes bőrtüneteket mutató fehér busa ivadékok (a), melyek boncolása során halvány, erősen megnagyobbodott máj (fekete nyíl) képe volt makroszkóposan látható (b).

A boncolás során az esetek túlnyomó többségében a vér bakteriális fertőzése (szepszisémiája), halvány, jelentősen megnagyobbodott máj (1.b. ábra) és a belső szervekben (vese, máj, lép, vékonybél) granulómák voltak kimutathatók, amik a *Mycobacterium* fajok által okozott halgümőkór tüneteire engedtek következtetni.



2. ábra Mycobaktériumokat tartalmazó gümők fehér busa belső szerveiben. Ziehl-Neelsen festés. Fiatal gümő májban (a) és többretegű kötőszövetes tokkal körülvett, idült fertőzésre utaló gümő lépben (b). Natív preparátum (a) és szövettani metszet (b).

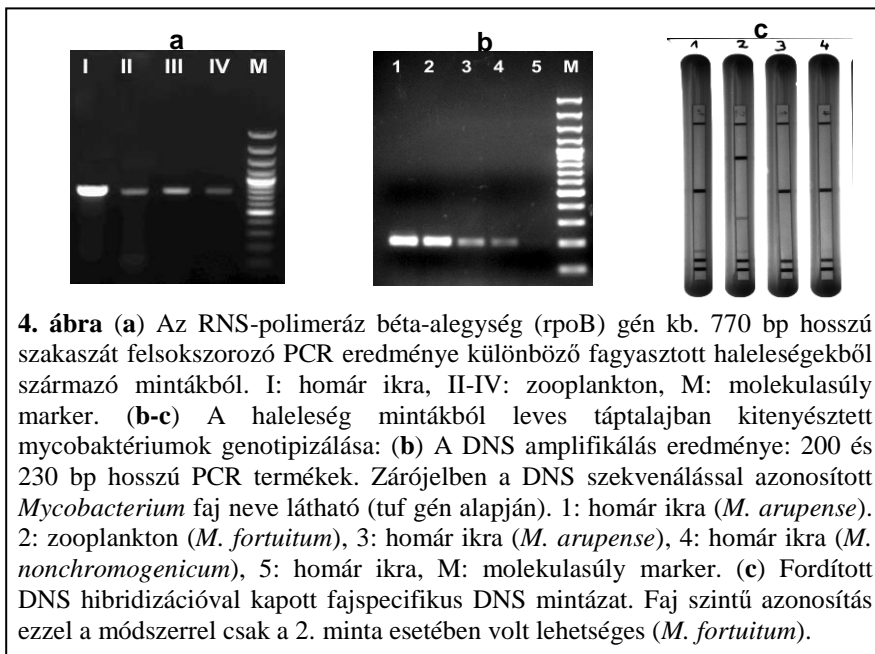


3. ábra Heveny és idült fertőzésre utaló *Mycobacterium chelonae* által okozott gümők fehér busa belső szerveiben. Kötőszövetes tokkal körülvett érett gümő vesében (a) és lépben (b). Fiatal gümők lép (c) és máj parenchymában (d). Hematoxillin-eozinnal festett szövettani metszetek.

A diagnózist a Ziehl-Neelsen festéssel liláspirosan (a képen sötétszürkén) festődő baktériumok nagy számának jelenléte erősítette meg a gümőkben (2. ábra). Még egy évvel a betegség kitörése után is találtunk gümőkkel teli, de tünetmentes hordozó egyedeket. A szövettani metszetekben a máj, vese és lép állományában nagyszámú gócot találtunk. A fiatal gümőkben (3.c. és 3.d. ábra) a parenchyma sejteknél világosabban festődő, ezáltal azoktól jól elkülönülő epitheloid sejteket láttunk. A gócot ekkor még kötőszöveti sejtek egysoros rétege vette körül. Az idősebb gümőket (3.a. és 3.b. ábra) kötőszöveti sejtek többsoros rétege határolta el a belső szervek parenchyma sejtjeitől. Az idős gümők közepén élénk eozinofil festődés mellett az epitheloid sejtek elhalása volt észlelhető (3.b. ábra), és jóval kevesebb mycobaktérium volt kimutatható (2.b. ábra).

Mivel a fehér busa állomány természetes vízforrással nem érintkezett és más halak sem kerültek az állomány közelébe, a kizárólag az állomány etetésére használt, kereskedelmi forgalomban kapható fagyasztott haleleség volt gyanúsítható a fertőzés terjesztésével. A haleleségek molekuláris vizsgálata megerősítette a gyanút. A busa ivadékok etetésére használt fagyasztott haleleségek közül a zooplankton és a homár ikra minták mutattak erős pozitivitást a rpoB és tuf gének PCR-es vizsgálata során (4.a. és 4.b. ábra). A DNS szekvencia elemzésekkel több, faj szinten nem azonosított *Mycobacterium* törzs mellett *M. arupense* és *M. nonchromogenicum* jelenlétét mutattuk ki homár ikrából és *M. fortuitum*-ot zooplanktonból. A halmájban jelenlévő

baktérium DNS egy nukleotid különbséggel megegyezett a génbankban megtalálható *M. chelonae* rpoB génjének (génbanki azonosítója: EU109288) szekvenciájával.



A tenyésztett baktérium mintákon végzett genotipizálás igazolta élő *M. chelonae* baktériumok jelenlétét a klinikai tüneteket mutató busa egyedek májában. A haltápkából kitenyészített *Mycobacterium* törzsek közül genotipizálással csupán egyet sikerült azonosítani: a *M. fortuitum*-ot zooplanktonból, azonban az ezt kiegészítő, már említett DNS szekvenálás összesen három *Mycobacterium* fajt (*M. fortuitum*, *M. arupense*, *M. nonchromogenicum*) azonosított. Ugyanabból a haleleség típusból több különböző gyártási dátumú és Lot számú mintát is megvizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a baktérium-összetétel eltérő volt a különböző mintákban. Sőt egyes mintákból nem sikerült baktériumokat kitenyészíteni, ami arra utalt, hogy élő baktériumot nem tartalmazott az adott minta. Sajnos a busa ivadékokat fertőző *M. chelonae* kimutatása egyik haleleség mintából sem sikerült. Ennek valószínűsíthetően éppen az volt az oka, hogy az eleségek baktérium-összetétele változó volt, és a betegség tüneteinek megjelenése előtt használt eleségből már nem állt rendelkezésünkre minta, így csak későbbi szállítmányból származó mintákat tudtunk vizsgálni. Ennek ellenére eredményeink kétséget kizáróan bizonyították, hogy a vizsgált fagyasztott eleségek élő és fertőzőképes mycobaktériumokat tartalmaztak (4.c. ábra).

Vizsgálataink során elsőként mutattuk ki *M. chelonae* jelenlétét és kórokozó képességét fehér busában, ami újabb fontos adattal egészíti ki a korábbi vizsgálati eredményeket a hazánkban előforduló pontyfélék halgümőkórra való fogékonyságának tekintetében. Ezenkívül eredményeink felhívják a figyelmet arra, hogy a keres-

kedelmi forgalomban kapható haleleségek olyan veszélyes kórokozók terjesztésében játszhatnak szerepet, mint a halgümőkórt okozó mycobaktériumok.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk Dr. Dán Ádámnak egyes DNS minták szekvenálásában való közreműködéséért és Dr. Jánosi Szilárdnak a baktériumtenyésztésben nyújtott segítségéért.

Irodalomjegyzék

- Adékambi, T., Berger, P., Raoult, D., Drancourt, M. 2006. RpoB gene sequence-based characterization of non-tuberculous mycobacteria with descriptions of *Mycobacterium bolletti* sp. nov., *Mycobacterium phocaicum* sp. nov. and *Mycobacterium aubagnense* sp. nov. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 56: 133-143.
- Belas, R., Faloon, P., Hannaford, A. 1995. Potential applications of molecular biology to the study of fish mycobacteriosis. Annu. Rev. Fish Dis. 5: 133-173.
- Bruno, D.W., Griffiths, C.G., Mitchell, C.G., Wood, B.P., Fletcher, Z.J., Drobniwski, F.A., Hastings, T.S. 1998. Pathology attributed to *Mycobacterium chelonae* infection among farmed and laboratory-infected Atlantic salmon *Salmo salar*. Dis. Aquat. Org. 33: 101-109.
- Decostere, A., Hermans, K., Haesebrouck, F. 2004. Piscine mycobacteriosis: a literature review covering the agent and the disease it causes in fish and humans. Vet. Microbiol. 99: 159-166.
- Körmendy B., Tuboly S., Bánki M., Csaba Gy., Békési L., Kovács-Gáyer É. 1979. Mykobakteriose der Fische. I. Die Eigenschaften der aus Fischen isolierten Mykobakterienstämme. Schweiz. Arch. Tierheilk. 121: 201-205.
- Mignard, S., Flandrois, J-P. 2007. Identification of *Mycobacterium* using the EF-Tu encoding (tuf) gene and the tmRNA encoding (ssrA) gene. J. Med. Microbiol. 56(Pt 8): 1033-1041.
- Molnár K., Sziklai F. 1975. A halgümökör előfordulása Magyarországon akváriumi, tógazdasági és természetes vízi halakban. Magyar Állatorvosok Lapja 10: 715-718.
- Whipps, C.M., Butler, W.R., Pourahmad, F., Watral, V.G., Kent, M.L. 2007. Molecular systematics support the revival of *Mycobacterium salmoniphilum* (ex Ross 1960) sp. nov., nom. rev., a species closely related to *Mycobacterium chelonae*. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 57: 2525-2531.

Dissemination of *Mycobacterium* spp. via commercial fish food

Edit Eszterbauer, Zsuzsanna Rónai, Szilvia Marton, Krisztina Ursu,
Ferenc Baska and Mária Láng

Abstract

Our study was initiated when a bacterial infection was observed in laboratory-reared silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). The dissection of several specimens with ulcerated skin and abnormal swimming behaviour revealed septicaemia, pale and enlarged livers, and Ziehl-Neelsen positive granulomas in the internal organs. Histology confirmed the presence of a great number of granulomas in the liver, kidney and spleen. By sequencing of a DNA fragment of the RNA polymerase β -subunit (*rpoB*) and elongation factor Tu (*tuf*) genes, *Mycobacterium chelonae* was identified in the affected fish specimens. As the silver carp stock had no connection to natural water, and there were no other fish introduced to the laboratory, the diet consisting of commercial fish food (frozen lobster eggs, and frozen zooplankton) was suspected as possible source of infection. The molecular examination of the food indeed proved the presence of several *Mycobacterium* spp. both in frozen lobster eggs and in zooplankton. Mycobacteria from infected fish and from the food were isolated and cultured in liquid media. The genotyping of isolated mycobacteria and additional DNA sequencing identified among others *M. arupense* and *M. nonchromogenicum* in the frozen lobster eggs and *M. fortuitum* in the frozen zooplankton.

This is the first report of *M. chelonae* infection in silver carp. Besides the detection of a mycobacteriosis in a yet different fish species, the findings draw attention to the dangerous dissemination of living bacteria via frozen fish food as sold in pet shops.

Keywords: fish mycobacteriosis, *Mycobacterium chelonae*, septicaemia, silver carp, commercial frozen fish food, genotyping.

A magyarországi halastavi vízgazdálkodás jellemzői, komplex természeti-gazdasági-társadalmi jelentősége, valamint a fenntartható gazdálkodást veszélyeztető problémák értékelése

Halasi-Kovács Béla¹, Puskás Nándor² and Szücs István³

¹*SCIAP Kft.*

²*Hungarotrade Fish Kft.*

³*Debreceni Egyetem AGTC Agrobiznisz Menedzsment Tanszék*

Kivonat

Magyarországon a működő halastavak területe a 90-es évek drasztikus csökkenése után mára meghaladja a rendszerváltoztatás előtti méretet. A statisztikai adatok elemzése arra is rámutat, hogy a hazai halastavi termelés kibocsátását tekintve az Európai Unión belül abszolút értékben a negyedik legnagyobb, vagyis jelentős szerepet tölt be. Habár a termelés intenzitásának csökkenése következtében a termelés szintje összességében kis mértékben elmarad a 80-as évektől, a halastavi termelés volumenének gyakorlatilag szinten tartása egyedülálló a mezőgazdaság többi ágazatával összevetve.

A mezőgazdasági ágazaton belül a halastavi gazdálkodás ökológiai szempontból is speciális helyzetben van. A termelés jelenlegi gyakorlatában meghatározó mértékben mesterségesen kialakított tavakban történik, ugyanakkor a technológia a természetes vizes élőhelyekre jellemző anyagforgalmi folyamatokra épül. A halastavak nyílt ökológiai rendszerként működnek, ahol a természeti és a technológiai folyamatok egymásra hatva, egymástól nem szétválasztható módon eredményezik az elsődleges termékként előállított halat, valamint emellett a másodlagos termékként létrejövő természeti értékhalmozatot.

A halastavi gazdálkodás számára nélkülözhetetlen, meghatározó jelentőségű megújuló környezeti erőforrás a felszíni víz. A felszíni vízkészlet-gazdálkodás struktúrájában a rendszerváltoztatás óta bekövetkezett mélyreható változások eredményeként mára a halastavi vízfelhasználás arányait tekintve meghatározóvá, egyben annak legfőbb költségviselőjévé vált. A vízkészlet-gazdálkodás lehetőség-igény rendszerében fellelhető anomáliák mára olyan összetett problémakört képeznek, amelyek a tógazdálkodás fenntarthatóságát veszélyeztetik. E fenyegetés feloldása irányába tett első lépésként alapvető fontosságú értékelhető, korábban rendelkezésre nem álló adatok gyűjtése és elemzése, ezek alapján pedig a problémák konkrét meghatározása.

Ezt figyelembe véve a dolgozatban (1) statisztikai adatok alapján elemezzük a hazai halgazdálkodás rendszerváltoztatás utáni mutatóit. (2) Kérdőíves felmérés alapján bemutatjuk a halastavi vízkészlet-gazdálkodás szerkezetét. (3) Felvázoljuk a tógazdálkodás eredményeként létrehozott komplex gazdasági-természetvédelmi-társadalmi értékhalmozat elemeit. (4) Meghatározzuk a vízkészlet-gazdálkodás jelenlegi működése miatt felmerülő problémákat, elemezzük azok struktúráját, kölcsönhatásait a fenntarthatóság érdekében.

Kulcsszavak: halastó, tógazdaság, felszíni vízgazdálkodás, természetvédelem

Bevezetés

A rendszerváltás óta eltelt időszakban az ország gazdaságának jelentős strukturális átalakulását a szabályozást végezni hivatott intézményi rendszer, illetve a szabályozás legfontosabb eszközeként megjelenő jogszabályok nem voltak képesek minden esetben megfelelően követni, az új kérdésekre, problémákra megfelelő válaszokat találni. Ezt a helyzetet komolyan súlyosbította az Európai Unió csatlakozása, amely során a korábbi hazai szabályozás uniós integrációja komoly funkcionális, gazdasági szempontból is jól érzékelhető, azonban kevésbé jól számszerűsíthető anomáliákat okozott. Az elmúlt húsz esztendő tapasztalatai egyértelműen rávilágítanak arra, hogy egy korábban jól működő szervezet nem garancia a megváltozott körülmények jó kezelésére, a hazaitól eltérő adottságú – társadalmi, gazdasági, természeti – rendszer megfelelő szabályozása nem jelenti automatikusan a hazai rendszer megfelelő szabályozását. A sikeres és hosszú távú fenntartás csak a rendszer sajátosságait figyelembe vevő, arra épülő szabályozás kialakításával lehetséges.

A vízgazdálkodás, ezen belül a mezőgazdasági vízhasználat a rendszerváltást követően alapvető strukturális változáson ment keresztül. Ennek legfontosabb jellemzői a korábban nagyjából állami tulajdonban lévő, nagyméretű, vagy integrált földhasználat megszűnése és a kisebb méretű egyéni gazdaságok kialakulása, amelyek sem a terület méret, sem a működéshez szükséges forrás szempontjából nem voltak képesek hatékonyan kihasználni a 80-as évek végéig fokozatosan kiépített mezőgazdasági vízgazdálkodási rendszer infrastruktúráját. A mezőgazdasági vízhasználat jelentősen visszaesett, ezzel együtt a mezőgazdasági vízhasználat belső struktúrája is átalakult, ahol meghatározóvá vált a tógazdasági vízhasználat. A korábbi egységes szolgáltatási rendszer feldarabolódott, miközben a szolgáltatás finanszírozásából az állam egyre inkább kivonult.

A vízszolgáltatás jelenlegi rendszere a tógazdasági haltermelésben – főként az ágazat utóbbi években tapasztalható egyre apadó nyereségtartalma miatt – fokozódó feszültséget jelent, mára az ágazat nyereséges működését és a tógazdasági haltermelés hazai technológiája eredményeként létrehozott komplex értékhalmozást veszélyezteti.

A dolgozat alapvető célja a hazai tógazdasági haltermelés jellemzőinek bemutatása, a működésre jellemző adatok alapján a halastavi vízgazdálkodás és az abban bekövetkezett változások elemzése, a felszínre kerülő problémák összegzése, valamint az ezek kezelésére tett javaslatok irányának felvázolása.

A hazai tógazdasági haltermelés jellemzői

A tógazdasági haltermelés helye az ágazaton belül

A nemzetközi terminológiában egyértelműen elkülönül a halászat és az akvakultúra. Az előbbihez tartozik mind a tengeri- (marine), mind a belvízi (inland) halászat. A halászat célja szerint elkülönül a kereskedelmi (commercial) és a szabadidős (recreational) halászat. Az akvakultúra fogalomkörébe beletartozik minden, valamely vízi szervezettel (vízinövény, puhatestű, rák, hal) való gazdálkodási tevékenység akár tengeri, akár édesvízi. Definíciója szerint a gazdálkodás magába fog-

lalja azokat a beavatkozásokat – rendszeres telepítés, etetés, ragadozóktól való védelem – ami a termelés fokozását célozza (FAO, 1997a).

A FAO terminológiáját használva tehát Magyarországon a halgazdálkodáson belül elkülönül a természetesvízi halászat, valamint az akvakultúra, amelyen belül azonban mindenképp meg kell különböztetni az intenzív haltermelést, valamint a tógazdasági haltermelést.

Természetesvízi halászon a vízfolyások, állóvizek (pl. tavak, holtágak, tározók) olyan hasznosítását értjük, ahol a halászati tevékenység a természetes táplálékbázison felnövekvő halak halászatiilag hasznosítható részének megfogására korlátozódik, a haltelepítések és a fogások meghatározni nem, csak befolyásolni képesek a halállomány struktúráját. A szabadidős halászat fogalmát nemzetközi definíciójából adódóan (FAO, 1997b) hazánkban – csakúgy mint a legtöbb országban – arányait tekintve a horgászattal lehet azonosítani (Arlinghaus & Cooke, 2005; Cooke & Cowx 2006).

Az intenzív haltermelés ezzel szemben olyan iparszerű tevékenység, amely során mind az input, mind az output oldal teljes mértékben kontrollált, a természetes folyamatok nem meghatározóak a termelés folyamatában. Hazánkban jellemző módon az intenzív haltermelés művi környezetben valósul meg, tehát nem jellemző pl. a ketreces haltermelés. Ugyanakkor – bár jelenleg kísérleti fázisban van – várhatóan nőni fog a jelentősége a tógazdasági haltermelés és az intenzív termelés összekapcsolásával létrejövő, félintenzívnek tekinthető rendszereknek (pl. tó a tóban rendszer).

A tógazdasági haltermelés hazai gyakorlatában meghatározó mértékben mesterségesen kialakított tavakban, kor és fajszerkezet alapján mesterségesen meghatározott – pontyra alapozott – halállomány termelését végzi. A tógazdasági haltermelés ugyanakkor a természetes vizes élőhelyekre jellemző anyagforgalmi folyamatokra épül, a mesterséges beavatkozások jelentős mértékben ezen folyamatokat segítik a produkció növelése érdekében. Ennek megfelelően a halastavak olyan nyílt ökológiai rendszerként működnek, ahol a természetes és a technológiai folyamatok egymásra épülnek, azok egymástól nem szétválasztható módon valósulnak meg.

Fentiek alapján lehet meghatározni a(z) – extenzív – halastó definícióját. Tehát a halastó az a műszaki létesítményekkel (kör-, hossz-, vagy völgyzárógát) határolt mesterségesen kialakított víztér, amelyben a vízfeltöltés és lecsapolás műtárgyakon keresztül szabályozható módon történik, és bennük tógazdasági haltermelést végeznek. A tavak vízpótlását és elvezetését üzemi és/vagy állami tulajdonú felszíni csatornahálózat biztosítja.

A tógazdasági haltermelés jelentősége

A tógazdálkodási tevékenység a gazdasági jelentőségen túl, többértű funkciót tölt be. A megfelelő – természeti erőforrást megújító – halgazdálkodási technológia alkalmazása eredményeként kiemelt jelentőséggel bír természetvédelmi, vízgazdálkodási és társadalmi szempontból egyaránt.

Természetvédelem

A halastavi haltermelés során a tógazdasági munkaműveleteknek köszönhetően a természeteshez hasonló, azonban attól meghatározott elemekben eltérő, ún. halastavi ökoszisztéma jön létre. Ez ugyan mesterséges rendszer, azonban az itt végbemenő anyagforgalmi folyamatok a halastavihoz hasonló természetes szemisztatikus vizes rendszerek folyamataival ekvivalensek. A halastavi ökoszisztéma összetettségében is összemérhető a természetes vizes ökológiai rendszerekkel. A tógazdálkodás alapvetően abban tér el a többi állattenyésztési ágazattól, hogy itt a gazdálkodás eredményeként létrejött ökoszisztéma természetesnek tekinthető folyamatait kell úgy manipulálni, hogy a kialakított feltételek között a haltermelés, vagyis a produkció eredményes legyen. A halastó vize a halak számára nem egyszerűen közeg, hanem ökológiai értelemben vett környezet.

A halastavi ökoszisztéma jellemzője a mesterségesen magasán tartott trofitási szint oly módon, hogy a bevitt tápanyag jelentős része a céltermékként előállított hallal a rendszertől kivételre kerül. Emiatt ez a rendszer a természetes vizes rendszerekhez viszonyítva viszonylag stabil állapotban van. Fontos sajátja a halastavi rendszereknek a planktonikus élet túlsúlya, amely a könnyen felvehető oldott tápanyagokra épül. Ezt az állapotot maga a megfelelő nagyságú halállomány tartja fenn, a mesterséges beavatkozások (pl. hínárkaszás, trágyázás) csak ennek alapfeltételeit teremtik meg. Jól jelzi ezt az a tény, hogy megfelelő tömegű népesítő anyag kihelyezése nélkül a feltöltött tavakban három-négy év elegendő a természetes sekélyvízi élőhelyekre jellemző szukcessziós folyamatok felgyorsulásához, azaz homogén mocsári növény- (többnyire nádas, gyékényes), és/vagy bokorfüzes társulások kialakulásához. A fokozott tápanyag bevitel következtében a halastavakon a táplálékhálózat minden tagjának nagyobb állományai alakulnak ki, vagyis a halastavak a természetesnél nagyobb mennyiségű élőlényt képesek eltartani. A kívánatosnál extenzívebbé váló tógazdálkodás során a tápanyag bevitel csökkenése, vagy elmaradása a tavi táplálékkészlet kimerülését okozza (*Oláh, 1999*). Ez a halastavakhoz kötődő összes élőlény egyedszám csökkenését magával hozza. A tógazdálkodás megfelelő intenzitása tehát alapvető fontosságú a halastavak természeti értékeinek fenntartásában. Szintén sajátos jellemzője a halastavaknak az éves lecsapolások, feltöltések rendje. A halászatok időbeli eltéréseinek köszönhetően a különböző állapotok (száraz, tocsogós, nyílt vizes) viszonylag kis területen azonos időben, ráadásul hosszabb ideig fennállnak, így rendkívül gazdag élőhelykomplex alakul ki (*Kovács, 1984*). Kutatási eredmények alapján a tó mérete szignifikáns összefüggést mutat annak természeti érték fenntartó szerepével (*Végyvári, 2002; Stafford et al., 2007*). A tógazdálkodás megfelelő intenzitása is igen jelentős momentum a biológiai sokféleség fenntartásában.

A halastavak Magyarországon természetvédelmi szempontból kiemelkedő jelentőségűek a kiszáradó tájban kialakított, igen jelentős kiterjedésű vizes élőhelyekként (ÁNÉR A3; ÁNÉR B1, ÁNÉR O2). Ezen túlmenően természetvédelmi szempontból országos és európai jelentőségű élővilágot tartanak fenn (*Kerepeczki és mtsai, 2010*). Legnagyobb, európai jelentőségű a vízhez kötődő madárpopulációk állományainak költő-, pihenő-, és nem utolsósorban táplálkozó helyeinek fenntartásában van. A

madárvilág mellett ki kell emelni a halastavak jelentőségét a hazai vidraállomány fenntartásában (Gera, 2004). A halastavak vidraállománya európai szinten kiemelkedő. A halastavak természeti értékei közül meg kell említeni továbbá a kétéltű- és hüllő fajokat, amelyek közül a hazai fajok nagyobb hányada igen nagy egyedszámban él a halastavakban, vagy a halastavak által ökológiai szempontból meghatározott élőhelyeken. Szintén említésre méltóak a védett, vagy veszélyeztetett halfajok, valamint a vízhez kötődő gerinctelen állatfajok, ezek közül is elsősorban a szitakötők.

A halastavak természeti értékeit vizsgálva megállapítható tehát, hogy azok a gazdálkodás elsődleges terméke, a hal mellett speciális, természetvédelmi szempontból gyakran jelentős értékű élőlényközösséget tartanak fenn. A halastavakhoz kötődő élővilág hosszútávú fenntartásához a számukra szükséges, megfelelő minőségi- és mennyiségi paraméterekkel jellemezhető vízre van szükség. Az ökológiai vízigény a természetes, természetközeli és a természetvédelmi célokat is szolgáló mesterséges vízterek fizikai – beleértve a vizek mennyiségi viszonyait is – kémiai, valamint biológiai paraméterekkel jellemezhető állapota, amely az adott víztest természetes adottságaihoz alkalmazkodott élőlényegyüttes szerkezeti és működési sajátosságait fenntartható módon biztosítani képes. Ezek alapján az ökológiai víz az ökológiai vízigényt kielégítő vízmennyiség, míg az ökológiai vízhasználat az ökológiai vízigény biztosítása, ideértve a befogadást, a víz visszatartást és a kibocsátást.

Vízgazdálkodás

Ahogy a XIX. századi vízrendezéseket a társadalmi igények tették szükségsszerűvé, úgy napjainkban szintén a megváltozott gazdasági és természeti környezet teszi aktuálissá a Kárpát-medence folyóvölgyei hasznosításának és működtetésének újraértékelését. A megváltozott gazdasági-társadalmi környezetben, illetve a természet és társadalom viszonyának megváltozásával a folyók nem tekinthetők továbbra is az árvíz levezetésére szolgáló vízi létesítménynek, illetve a hullámtér üzemi területnek. A folyó-völgyek olyan egységes ökológiai rendszerek, amelyek eltérő habitat-típusokban, illetve tájsorozatokban realizálódnak. Az ökológiai hálózatban egyaránt betöltenek forrás, menedék és folyosó szerepet. A folyó-völgyeknek az ökológiai hálózatban betöltött szerepéhez a hullámtéri területeken kívül igen fontos a mentett oldal víztereinek bekapcsolása és fenntartása. Ebbe a körbe tartoznak a korábban, többnyire mezőgazdasági termelésre alkalmatlan területeken kialakított halastavak is, melyek mára összességükben meghatározó kiterjedésű és jelentőségű vizes élőhely rendszert alkotnak.

A korábbi vízgazdálkodási rendszer ökológiai és ökonómiai értelemben vett fenntarthatatlansága, a vízhasználatok – ideértve a mezőgazdasági vízhasználatot is – igényrendszerében bekövetkezett jelentős mennyiségi és minőségi változások szükségessé teszik a vízgazdálkodás ökológiai és geomorfológiai alapokon nyugvó integrált szemléletmódját, felismerve azt is, hogy az egyes vízgyűjtő területek jelentik a megfelelő gazdálkodási egységet. Ez a szemlélet tükröződik az 1980-as World Conservation Strategy irányelveitől a 1992. évi Riói Konferencia integrált vízgazdálkodás jelentőségét kiemelő összefoglalóján át a 2000-ben létrehozott és 2003-ban hazánkban is hatályba lépett Víz Keretirányelv szemléletéig.

A vízrendezések következményeként jelentősen lecsökkent Magyarországon a vizes élőhelyek kiterjedése. A mélyebb fekvésű, többnyire mezőgazdasági hasznosí-

tásra nem, vagy csak korlátozottan alkalmas területeken kialakított halastavak vízgazdálkodásban betöltött, illetve potenciális szerepe többértű, amelyek alapja a vizek befogadása-megtartása-kibocsátása hármas mellett a halastavi technológia eredményeként előálló jellemző vízminőség.

A klímaváltozási jelentések alapján a Kárpát-medencében várhatóan csökkenni fog az éves csapadék mennyisége, ráadásul a csapadék hazai évszakos eloszlása is kedvezőtlen az aszályos állapot kialakulás szempontjából. Emellett megállapítható az is, hogy a jelenlegi vízgazdálkodási gyakorlat szerint a túlnyomó többségükben külföldön eredő, és hazánkon csak átfolyó vízfolyások gyors levezetése történik. Emiatt a vízmérleg a felszíni vizek tekintetében kedvezőtlen.

A halastavak Magyarországon jelentős, összesen mintegy 25 000 ha kiterjedésű szemisztatikus vizes élőhelyet alkotnak. A halastavakba vezetett felszíni víz mennyisége évente 300-350 millió m³ körül van. A bevezetett felszíni víz a halastavakban visszatartásra kerül, ami javítja felszíni vizeink vízmérlegét.

A halastavaknak szerepe van, illetve lehetne a belvizek és árvizek befogadásában is, ezzel hozzájárulva a térség belvíz/árvíz problémáinak költséghatékony megoldásához. Megfelelően összehangolt vízkormányzási stratégia mellett a jelenlegi állapothoz viszonyítva jelentősebb belvíz befogadására is lehetőség volna a belvizes időszakban.

A halastavak által visszatartott víz mintegy 30-35%-a, azaz 90-120 millió m³ víz elpárolog, aminek kifejezetten kedvező mezoklimatikus hatása van.

A halászatok során, amelyeknek legfőbb időszaka a kisvizes állapottal jellemezhető őszi, a halastavakba vezetett, illetve ott visszatartott víz visszakerül a felszíni vízfolyásokba. A kibocsátás sajátossága tehát, hogy az fokozatos és periodikus.

Társadalmi jelentőség

A halastavak léte mára egyre nagyobb társadalmi értékkel is bír. A vizes élőhelyek jelentette természeti környezet, illetve az erre az adottságra az elmúlt években felfűzött horgászati és ökoturisztikai attrakciók a hazai turizmuson belül folyamatosan növekvő részt kapnak. A megfelelő technológiával működtetett halastavak jelentősek az egészséges környezetre vágyó emberek rekreációs célterületeiként. A kisebb halastavak horgászati hasznosítása emellett jelentősen hozzájárul a természetes vizek horgászati terhelésének csökkentéséhez is.

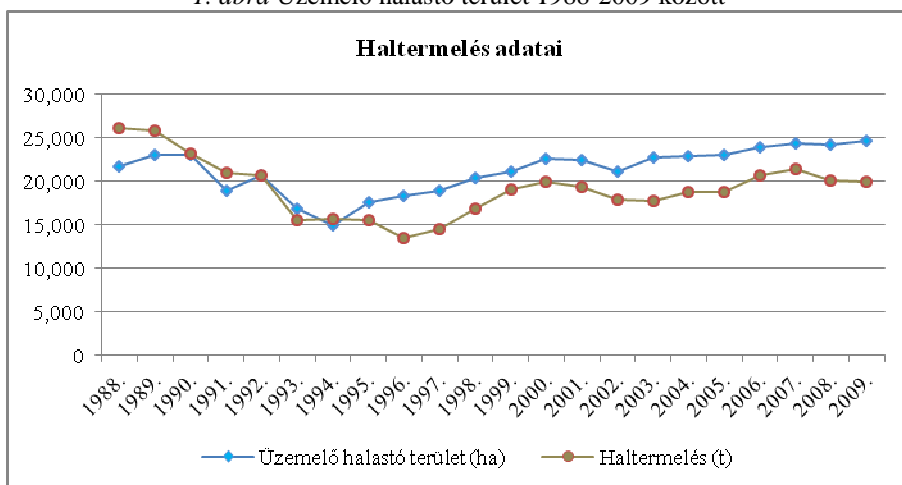
A társadalmi szerep kapcsán nem hagyható figyelmen kívül az a tény sem, hogy a tógazdasági vállalkozások jelentősnek tekinthető munkaadókként jelennek meg a többnyire magas munkanélküliségi rátával jellemezhető hátrányos helyzetű vidéki területeken. Tevékenységük eredményeként közvetlenül és közvetve hozzájárulnak a vidéki települések gazdasági fennmaradásához.

A tógazdasági haltermelés statisztikai mutatói

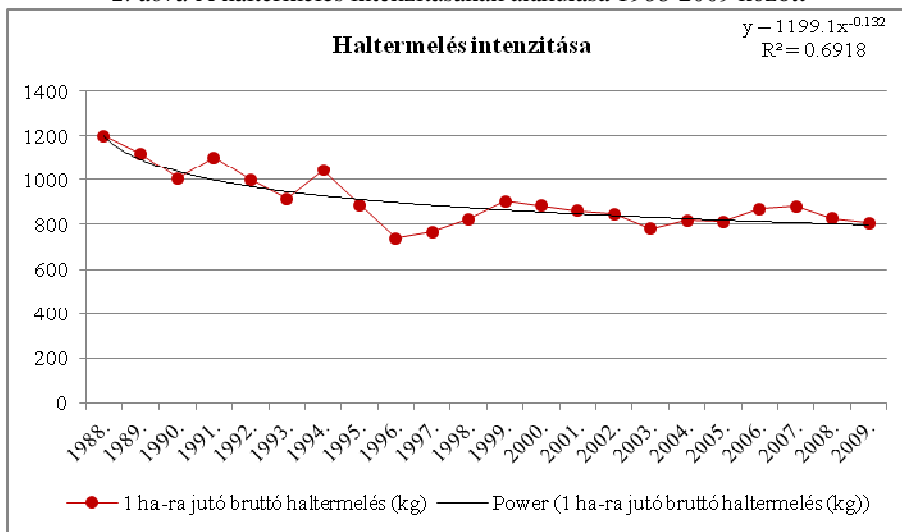
A KSH adata szerint 2009-ben az üzemelő halastavak területe megközelítette a 25 000 ha-t. A rendszerváltozást megelőző években a működő halastó terület cca. 23 000 ha volt, ami a rendszerváltozást követően jelentősen csökkent (*3. táblázat*). Az üzemelő terület kiterjedése mélypontját a 90-es évek közepén érte el. 1994-ben mindössze 15 015 hektáron folyt termelés (*Kovács, 1999*). Ettől az időponttól kez-

dődően folyamatos növekedés tapasztalható és napjainkra kismértékben ugyan, de meghaladja a kilencvenes évek előtti méretet. A művelt halastó területével együtt csökkent a termelés volumene is, 1996-ban mindössze 13 518 tonna volt a halastavak éves termelése (1. táblázat). Összehasonlítva ezt az értéket az 1989-es adattal (25 893 t), a visszaesés 50%-os volt (1. ábra).

1. ábra Üzemelő halastó terület 1988-2009 között



2. ábra A haltermelés intenzitásának alakulása 1988-2009 között



Fontos tendenciát mutat a haltermelés intenzitása. Míg ugyanis a halastó terület mára meghaladja a rendszerváltozás előtti kiterjedést, a haltermelés volumene nem nőtt ugyanebben a mértékben. Ez egyértelműen a termelés extenzívebb irányba történő mozdulását mutatja (2. ábra).

1. táblázat A tógazdaságokban összesen, valamint az egységnyi területen termelt halmennyiség 1988-2009

Év	Megtermelt összes halmennyiség* (tonna)	1 ha-on megtermelt halmennyiség (kg/ha)
1988.	26 140	1200
1989.	25 813	1120
1990.	23 233	1007
1991.	20 933	1103
1992.	20758	1000
1993.	15 518	916
1994.	15 650	1042
1995.	15 552	886
1996.	13 518	739
1997.	14 510	766
1998.	16 816	824
1999.	19 123	903
2000.	19 904	883
2001.	19 315	860
2002.	17 831	845
2003.	17 745	780
2004.	18 725	819
2005.	18 716	811
2006.	20 762	870
2007.	21 384	880
2008.	20 071	828
2009.	19 926	807

*Forrás: FM adattár in Kovács, 1999; HALTERMOSZ

A hazai tógazdasági haltermelés gazdasági jelentősége, pusztán az elérhető árbevétel szempontjából – amely éves szinten kb. 12 Mrd Ft – nem tekinthető jelentősnek. Az európai országok tógazdasági haltermelésével összevetve viszont az állapítható meg, hogy a hazai termelés abszolút értékben a negyedik, egy főre vetítve ugyanakkor az európai országok közül Csehország mögött a második helyen áll. Mindez jól jelzi a hazai tógazdaságok uniós jelentőségét is (2. táblázat).

A halastavak üzemeltetéséhez szükséges víz mennyisége természetesen együtt mozog az üzemelő halastó terület kiterjedésével. Ennek megfelelően a rendszerváltás előtti és a jelenlegi vízfelhasználás mértéke között jelentős különbség nem mutatkozik (3. táblázat). Fontos ugyanakkor kiemelni, hogy a hazai mezőgazdasági vízhasználatban, amelyhez az uniós terminológia ellenére a mai napig – logikusan – hozzáértendő a halastavi vízhasználat, jelentős átrendeződés történt. Míg 1990-ben a mezőgazdasági vízhasználat mennyisége 806,5 millió m³ és ebből az öntözés aránya 58% (470 millió m³) volt, addig 2009-ben a mezőgazdasági vízhasználatra értékesített víz mennyisége 466,2 millió m³, melynek már csak mindössze 34,6%-át (161,1 millió m³) fordították öntözésre, míg 65,4%-a halastavi felhasználásra került. Vagyis a mezőgazdasági vízhasználaton belül jelentősen megnőtt a halastavi vízfelhasználás

részesedése A felszíni vízkészlet-gazdálkodásban a halastavi vízfelhasználás arányait tekintve meghatározóvá, egyben annak legfőbb költségviselőjévé vált.

2. táblázat Az európai országok haltermelése, valamint az egy főre jutó termelés volumene

Ország	Étkezési halmennyiség (tonna) 2008	Egy főre jutó tógazdasági haltermelés (kg/fő) ^{**}
Cseh Köztársaság (CZ)	18 026	1,75
Magyarország (HU)	10 991	1,09
Litvánia (LT)	2 627	0,77
Horvátország	2 228	0,50
Lengyelország (PL)	18 300	0,48
Románia (RO)	5 278	0,24
Németország (DE)	16 044	0,19
Bulgária (BG)	1 152	0,15
Franciaország (FR)	4 500	0,07
Ausztria (AT)	395	0,05
Belgium (BE)	400	0,04
Olaszország (IT)	222	0,00

*Forrás: HALTERMOSZ, 2010

**Forrás: Eurostat

A halastavi vízhasználat volumenének megőrzése, valamint a mezőgazdasági vízhasználaton belüli részesedésének jelentős növekedése mellett tanulságos a vízhasználat kisebb léptékű vizsgálata (3. táblázat).

3. táblázat A halastavak területe és vízfelhasználása Magyarországon (2000-2009)

Év	Üzemelő tóterület (ha)*	Összes felhasznált vízmennyiség** (millió m ³)**	1 ha-ra jutó vízfelhasználás (ezer m ³)
2000	22 547	351,3	15,6
2001	22 463	335,3	14,9
2002	21 090	315,6	15,0
2003	22 750	314,0	13,8
2004	22 850	272,0	11,9
2005	23 078	302,3	13,1
2006	23 877	244,7	10,2
2007	24 302	265,7	10,9
2008	24 248	297,8	12,3
2009	24 701	305,1	12,4

*Forrás: AKI, 2010

**Forrás: KSH, 2010

A tógazdasági haltermelés rendszerváltás utáni extenzívebbé válását részben piaci, részben költség átrendeződés, részben természetvédelmi szempontok okozták. A tógazdaságban megtermelt halfajok, ezen belül különös tekintettel a ponty „korlátlan” értékesítésének lehetősége megszűnt. A halértékesítésben ettől az időszaktól kezdődően egyre nagyobb súllyal bíró multinacionális cégek kereskedelmi politikájának következményeként jelentősen nőtt Magyarország importja, többek között

emiatt a hazai tógazdasági haltermelés árbevétele szempontjából meghatározó ponty értékesítési árának növekedési üteme elmaradt a költségek, ezen belül kiemelten a vízdíjak költségnövekedésének ütemétől. Ugyanis ez utóbbi a szolgáltatás gyakorlata szerint jellemzően az építőipari árindex mértékével automatikusan növekedett évről évre.

Ennek eredményeként az egységnyi tóterületen felhasznált víz mennyisége még 2000 után is fokozatos csökkenést mutat, ami közvetett módon, de egyértelműen a vízdíjak jelentőségének növekedését jelzi a tógazdálkodás költség szerkezetében. A halastavi vízfelhasználás csökkenése elsősorban a víztakarékosabb üzemeltetéssel hozható összefüggésbe, de felveti az illegális vízhasználat kérdését is.

A halastavi technológiában, miközben annak alapvető elemei az elmúlt 20 év alatt lényegében nem változtak, összességében az extenzívebb gazdálkodási irányba történt elmozdulás. Ennek a gazdasági okok mellett természetvédelmi összefüggései is vannak. A természetvédelmi oltalom alatt álló halastavak területe 2009-es adatok alapján 12 157 ha, míg a NATURA 2000 hatálya alá tartozó területek kiterjedése 16 299 ha (KvVM, 2010). A védett területek aránya az üzemelő halastó területekhez viszonyítva 49%, azaz a teljes üzemelő halastó terület fele országos jelentőségű védett természeti terület. A NATURA 2000 területek aránya ennél is magasabb, a teljes működő halastó terület 66%-t teszik ki. Ezek az értékek a legmagasabbak a mezőgazdasági művelés alá tartozó területek összehasonlításában, a számok önmagukban is jól érzékeltetik a halastavak természetvédelmi jelentőségét.

A halastavi vízgazdálkodás jellemző adatai és értékelésük

A hazai tógazdaságok vízgazdálkodásával kapcsolatos ismeretek összegyűjtése érdekében – mivel ezekre vonatkozóan statisztikai adatgyűjtés nincs – kérdőívet állítottunk össze. A kérdőíves felmérésben egymásra épülő kérdések segítségével kerestük a választ a halastavak vízgazdálkodási jellemzőiről. A két alap kérdéskör közül az első a tógazdaság típusára, a vízkivétel módjára, a tavak méretére, míg a második a vízszolgáltató szervezeti típusára, a szolgáltatás módjára és a vízszolgáltatás adataira, kiemelten a szolgáltatási árra vonatkozott. A kérdőívet a két érdekvédelmi szervezet (MASZ, MAHAL) tagjai részére küldtük el.

A kérdőívre beérkezett válaszok összesen 10 080 ha bruttó halastó területre vonatkoznak, ami a működő halastó terület 41%-t teszi ki. Ez alapján megállapítható, hogy az adott válaszok megfelelően reprezentálják a tógazdaságok vízgazdálkodási mutatóit (4. táblázat).

A tótípusok vizsgálata alapján a működő halastavak közül a körtöltéses tavak aránya meghatározó (93%). A működő tóterület legnagyobb része (77%) gravitációs töltésű. Az elektromos szivattyúval töltött tavak részaránya a teljes tóterülethez viszonyítva 23%. Dízel szivattyút a beérkezett adatlapok tanúsága szerint provizórikusan, kiegészítő jelleggel használnak elsősorban a gravitációs tavak töltése során (bizonyos időszakokban, illetve a halastó bizonyos vízszintje felett vagy alatt). Meghatároztuk a víztöltés típusok arányát a vízhasználat alapján is. Eszerint a gravitációsan töltött tavak aránya a vízhasználat alapján magasabb értéket (75%) mutat, ami azt jelzi, hogy kismértékben ugyan, de a gravitációsan töltött tavak vízhasználata magasabb.

4. táblázat A halastavak vízgazdálkodási jellemzői a kérdőíves felmérés alapján

Jellemzők	Értékek
Körtöltéses tavak kiterjedése az összes típus arányában (%):	92,6
Gravitációs tavak kiterjedése a körtöltéses tavak arányában (%):	77
Elektromos szivattyús töltésű tavak kiterjedése a körtöltéses tavak arányában (%):	23
Hossztöltéses tavak kiterjedése az összes típus arányában (%):	1,7
Gravitációs tavak kiterjedése a hosszöltéses tavak arányában (%):	100
Völgyszárógátas tavak kiterjedése az összes típus arányában (%):	5,7
Gravitációs tavak kiterjedése a völgyszárógátas tavak arányában (%):	74
Elektromos szivattyús töltésű tavak kiterjedése a völgyszárógátas tavak arányában (%):	26
Gravitációs töltésű tavak aránya az összes tóterülethez viszonyítva (%):	77,4
Elektromos szivattyús töltésű tavak aránya az összes tóterülethez viszonyítva (%):	22,6
Összes vízhasználat az adatlapok alapján (m ³):	136 208 000
Az országos vízhasználat becslése a terület aránya alapján (m ³):	332 214 634
1 ha-ra jutó vízhasználat (m ³):	13 513
Vízhasználat 03.01 - 05.31 között (m ³):	42 498 526
Vízhasználat 06.01 - 08.31 között (m ³):	26 822 312
Vízhasználat 09.01 - 11.30 között (m ³):	31 642 108
Téli vízhasználat (12.01 - 02.28 között) (m ³):	35 245 054
Vízhasználat aránya az összes használat arányában 03.01 - 05.31 között (%):	31
Vízhasználat aránya az összes használat arányában 06.01 - 08.31 között (%):	20
Vízhasználat aránya az összes használat arányában 09.01 - 11.30 között (%):	23
Vízhasználat aránya az összes használat arányában (12.01 - 02.28 között) (%):	26
A téli víz használat számított mennyisége országos szinten (m ³):	85 963 546
Gravitációs vízhasználat aránya az összes vízhasználatához viszonyítva (%):	75
Elektromos szivattyú vízhasználat aránya az összes vízhasználatához viszonyítva (%):	25
KÖVIZIG által ellátott terület aránya az összes tóterülethez viszonyítva (%):	74,9
Társulat által ellátott terület aránya az összes tóterülethez viszonyítva (%):	10,5
Regionális vízmű által ellátott terület aránya az összes tóterülethez viszonyítva (%):	14,6
KÖVIZIG által szolgáltatott víz aránya az összes vízhasználatához viszonyítva (%):	75,4
Társulat által szolgáltatott víz aránya az összes vízhasználatához viszonyítva (%):	6,2
Reg. vízmű által szolgáltatott víz aránya az összes vízhasználatához viszonyítva (%):	18,4
KÖVIZIG által szolgáltatott víz minimális nettó egységára (Ft/m ³):	0,00
KÖVIZIG által szolgáltatott víz maximális nettó egységára (Ft/m ³):	7,00
KÖVIZIG által szolgáltatott víz átlagos nettó egységára (Ft/m ³):	2,61
Társulat által szolgáltatott víz minimális nettó egységára (Ft/m ³):	1,24
Társulat által szolgáltatott víz maximális nettó egységára (Ft/m ³):	2,64
Társulat által szolgáltatott víz átlagos nettó egységára (Ft/m ³):	1,37
Regionális vízmű által szolgáltatott víz nettó minimális egységára (Ft/m ³):	1,65
Regionális vízmű által szolgáltatott víz nettó maximális egységára (Ft/m ³):	1,65
Regionális vízmű által szolgáltatott víz nettó átlagos egységára (Ft/m ³):	1,65
Összes szolgáltató által szolgáltatott víz átlagos nettó egységára (Ft/m ³):	2,13
A tógazdaságok által országos szinten fizetett vízdíj számított értéke (Ft):	709 511 709

A beérkezett adatok alapján az éves vízfelhasználás értéke 136 208 000 m³. Ezt az értéket a teljes hazai működő tóterülethez viszonyítva az országos halastavi vízhasználat 332 000 000 m³, ami a KSH adataival jó egyezést mutat. Az 1 hektárra jutó éves vízfogyasztás értéke 13 513 m³.

A kérdőív alapján információt gyűjtöttünk a vízhasználat szezonális változásaira is. Ez alapján a vízhasználat az év folyamán viszonylag kiegyenlítettnek nevezhető, legmagasabb az aránya (31%) március 1. és május 31. közötti időszakban, míg legalacsonyabb értéket június 1. és augusztus 31. között mutatja (20%). A téli vízhasználat (december 1 – február 28.) mennyisége a kérdőív alapján 35 245 000 m³, ami országos szinten kb.. 86 000 000 m³ téli vízhasználatot jelent.

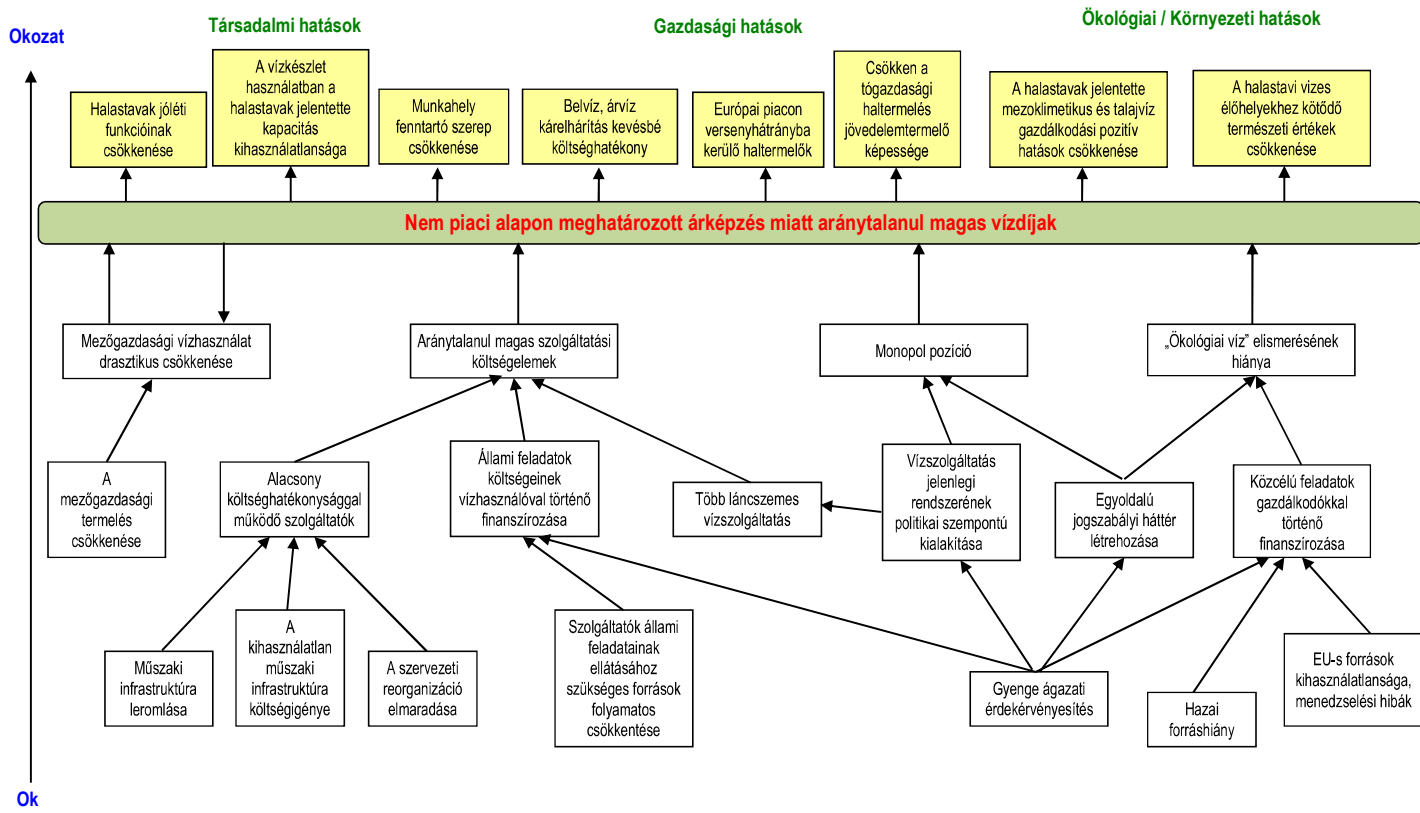
A kérdőív alapján vizsgáltuk az egyes szolgáltató típusok által lefedett terület arányait, illetve a szolgáltatott víz mennyiségének arányait. Mivel a kérdőívben a regionális vízmű jelentősen túlreprezentált volt (az országban csak egy ilyen van, tehát az 100% értékben jelent meg), mind a területi, mind a szolgáltatott víz mennyisége alapján korrekcióval számítottuk a részesedések értékeit. Ez alapján a legmagasabb mind a tóterület (74,9%), mind a szolgáltatott víz mennyisége (75,4%) alapján a KÖVIZIG-ek aránya. A regionális vízmű aránya a tóterület szempontjából 14,6%, míg a szolgáltatott víz mennyiségét tekintve 18,4%. Szolgáltatást legkisebb részarányban a társulatok végeznek (10,5%; 6,2%).

A beérkezett kérdőívek alapján a szolgáltatók árképzése a szolgáltatott víz mennyisége alapján történik. A szolgáltatott víz egységárát jelentős ingadozás jellemzi. A minimális és maximális ár között legnagyobb különbséget a KÖVIZIG-ek által szolgáltatott víz esetében találunk. Nettó egységáraik szélső értékei 0,00 és 7,00 Ft/m³ között változnak. Ugyancsak itt a legmagasabb az átlagár is (2,63 Ft/m³). A társulatok átlagos nettó szolgáltatási díja 1,37 Ft/m³, ennél a regionális vízmű díja csak kismértékben magasabb (1,65 Ft/m³). Az összes szolgáltatót figyelembe véve a vízszolgáltatás átlagos nettó egységára 2,13 Ft/m³.

A szolgáltatási díj értékét vizsgáltuk abból a szempontból is, hogy van-e összefüggés a gravitációs, illetve szivattyús vízszolgáltatás egységáraiban. Ezzel kapcsolatban az a megállapítás tehető, hogy a KÖVIZIG-ek legmagasabb árai a gravitációs szolgáltatás során érvényesülnek (7,00 Ft/m³). Ugyanakkor az átlagár a szivattyús szolgáltatás során magasabb (3,11 Ft/m³). A társulati vízszolgáltatás során a gravitációs és szivattyús töltés árai konzekvensek. Nem található tehát szoros összefüggés a szolgáltatott víz ára és a szolgáltatásra fordított ráfordítások között.

A halastavi vízhasználat problémái

A halastavi vízhasználat – a fentebb írtak alapján – többretű problémával terhelt, melyet összefoglalva az alábbi problémafán mutatunk be.



A rendszerváltás előtt kialakított vízgazdálkodási rendszerre épülő mai vízszolgáltatás intézménye sem működését és szabályozását, sem pedig szervezetét tekintve nem képes a megváltozott ökológiai-gazdasági-társadalmi követelményeket kielégíteni. A vízgazdálkodás alapvető szemléletmódját mind a mai napig az a jórészt a XIX. század második felében kialakult szemlélet uralja, hogy a felszíni víz egy olyan problémahalmaz, ami az emberi társadalom számára alapvetően káros állapotot hoz létre és gazdaságilag előnytelen folyamatokat generál, az mind a lakott, mind a mezőgazdasági területektől távol tartandó és az ország területéről a lehető leghatékonyabban elvezetendő. Ezzel szemben világjelenség a fokozódó édesvíz hiány, így az országban visszatartott víz és az azzal való gazdálkodás felértékelődött. Mindezek alapján megállapítható, hogy a vízgazdálkodás jelenlegi hazai rendszere alkalmatlan e szempont kezelésére, sőt a szükséges megoldási folyamatokat akadályozza.

A mezőgazdasági vízhasználat, ezen belül a halastavi vízfelhasználás volume-ne a rendszerváltás előtti években érte el csúcsát. A közel egy évszázad alatt, egy meghatározott szemlélet alapján történő folyamatos fejlődés/fejlesztés eredményeként alakult ki a nyolcvanas évek végére jellemző vízszolgáltatási kapacitás, amelybe a vízszolgáltatás infrastruktúrája mellett mindenképpen beleértendő a vízszolgáltatás rendszerének teljes szervezeti és működési struktúrája is. A rendszerváltást követően a mezőgazdaság részben gazdasági racionalitás mentén kényszerű, részben elhamarkodott döntések következményeként értékelhető alapvető szerkezeti változása a mezőgazdasági vízhasználat nagyarányú csökkenésével járt. A szükségletek drasztikus csökkenése és a fenti fejezetben rögzített minőségi átalakulása megkívánta volna a vízgazdálkodás struktúrájának a megváltozott körülményekhez történő illesztését. Ezzel kapcsolatban kimondható, hogy ez mind a mai napig nem történt meg. A változtatás szükségességének alapvető okai és lehetőségei sohasem kerültek teljes körűen feltárássra, a vízügyi ágazat ellentétes érdekek között örülde nem tudott a megváltozott gazdasági-társadalmi-ökológiai kihívásokra megfelelő választ adni, így a koncepcionális váltás elmaradt.

A vízgazdálkodási adatok elemzése élesen világít rá a rendszerváltást követő depresszív, azaz fenntarthatatlan vízszolgáltatási rendszerre, amely azt egyszerű gazdasági eseményként kezelve, a vízszolgáltatás közvetlen költségein túl a rendszer teljes fenntartási költségét is a hasznosítóval próbálja finanszíroztatni. Ez teljesen rendjén való egy tisztán piaci mechanizmusok által befolyásolt profitorientált vállalkozás esetében, de nem elfogadható olyan állami, „fél-állami” szervezetek esetében, amelyek közfeladatokat is ellátnak és rendszeres működési támogatásban részesülnek az állam részéről, nem beszélve arról a helyzetről, amikor költségvetési gazdálkodású szervezet a vízszolgáltató. A 90-es évek gazdasági paradigmaváltása eredményeként gazdasági célú hasznosításra hivatkozva az állam jórészt kivonult a vízgazdálkodási rendszer infrastruktúra fenntartásának finanszírozásából, áttéve annak terhet a vízhasználókra. Ez azt eredményezte, hogy a vízszolgáltató társaságok az egyébként állami feladatként értelmezhető tevékenységei finanszírozását is – kényszerpályájára kerülve – a külső bevételek drasztikus emelésével próbálja megoldani. Ez a bevételi kényszer gyakran okoz irracionális gazdasági szituációkat. Jó példa erre a belvíz bevezetés problémaköre, melynek során belvizes időszakokban a felesleges vízmennyiség térítésmentes halastavi bevezetésére sok esetben még akkor sincs mód, ha ez a kárelhárítás

költségét jelentősen csökkenthetné. Nem elemezve azt, hogy a melioráció finanszírozásának átstrukturálása milyen mértékben játszott közre a növénytermesztési ágazat hanyatlásában, átalakulásában, annyi megállapítható, hogy a terhek növelése a mezőgazdasági vízhasználat jelentős csökkenését eredményezték, az infrastruktúra fenntartásának változatlan szükséglete mellett. Ennek egyenes következménye lett, hogy a halászati ágazat, amely – bár az egységnyi területen felhasznált víz bizonyos mértékű csökkenése itt is megfigyelhető – működésének környezeti alapfeltétele a víz, napjainkra a felszíni vízszolgáltató rendszer meghatározó pénzügyi fenntartójává vált. A költségmegosztás logikájából fakadóan a vízszolgáltatás költségei ugyanakkor mára az ágazat eredményességét veszélyeztetik, ezzel pedig a teljes vízszolgáltatási rendszert is az ellehetetlenülés szélére sodorták. Ez a rendszer egyértelműen ördögi körként működik, a csökkenő szolgáltatói bevételek növekvő szolgáltatói díjakat generálnak, amelyek további felhasználói csökkenést eredményeznek!

A fenti bekezdésben megfogalmazottak működési konzekvenciáját jelenti, hogy mind a mai napig hiányzik a vízgazdálkodási rendszer működtetése során a gazdasági igényeket kielégítő szolgáltatási, valamint az egyéb, ökológiai-társadalmi igényeket kielégítő állami feladatként értelmezhető tevékenységek racionális és gazdasági szempontból is kezelhető, fenntartható meghatározása/szétválasztása. Szervezeti oldalról pedig a következő megállapítások tehetők. A rendszerváltás előtti kapacitásra és finanszírozási struktúrára felépült vízügyi szervezet alapvetően nem változott az elmúlt húsz évben. Ez a vízgazdálkodásban ma mind a finanszírozás, mind a hatékony működés szempontjából kedvezőtlen tény. Ugyanakkor a halastavi vízszolgáltatásban résztvevők, ideértve a szolgáltatók eltérő tulajdonosi szerkezetétől az irányítás, ellenőrzés rendszerét ma meglehetősen vegyes képet mutat. A szolgáltatók között jelen vannak a vízügyi igazgatóságok, a regionális vízművek, a vízgazdálkodási társulatok, illetve egyéb magán vízszolgáltatók. A tulajdonos és felügyeleti szervek között egyaránt megtalálható a korábbi Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium utódjaként működő VM Környezetügyért felelős államtitkársága, a VM Agrárgazdaságért felelős államtitkársága, a Magyar Nemzeti Vagyonkezelő Zrt. A 160/1995 (XII. 26) kormányrendelet alapján létrehozott vízgazdálkodási társulatok megalakulása a vízgazdálkodás irányításának a mezőgazdasági szolgáltatások vízügyi ágazatról történő leválasztását célozta. Ez ugyanakkor a vízgazdálkodás egységes irányításának lehetőségét szüntette meg, míg a mezőgazdasági vízhasználat csökkenése a társulatokat fokozatosan egyre nehezebb gazdasági helyzetbe hozta. Az eltérő tulajdonosi szerkezetből, eltérő gazdasági, jogi, szervezeti felépítésből adódóan a szolgáltatók tevékenysége, gazdasági elvárásai nincsenek és nem is lehetnek összhangban, jelentős eltéréseket mutatnak. Ebből a szervezeti, strukturális különbségekből fakadó problémákat tovább fokozza az a tény, hogy a szolgáltatást sok esetben a fent írt szervezetek egymással összekapcsolódva végzik, a víz több láncszemen keresztül jut a halastavi felhasználóhoz. Mindez jelentős ár-érték aránytalanságot okoz.

Ehhez kapcsolódik, hogy a vízszolgáltatás alapvetően nem piaci alapon, hanem hallgatólagos érdekközösségek mentén történik, ahol a szolgáltatók érdekérvényesítő képessége a monopól pozícióból fakadóan összehasonlíthatatlanul nagyobb, mint a gazdálkodóké. Ezt bizonyítják a diktátumszerű vízszolgáltatási szerződések, ahol a szolgáltató gyakorlatilag tetszőleges árszintet határozhat meg,

így akár egyazon vízkivételi helyen – piaci szempontból nem magyarázható – több mint tízszeres árkülönbségek is előfordulhatnak.

Az alapvető problémát a gyakorlatban tovább erősíti, hogy a vízdíj nem a szolgáltatott víz, hanem magának a szolgáltatásnak a díja. Azonban a szolgáltatás sokszor a halgazdálkodó saját műtárgyain keresztül történik, ami ilyen esetben megkérdőjelezi a szolgáltatás tényét is. Erre való hivatkozással a vízdíj nem tartalmaz vízminőségi, és sokszor mennyiségi garanciákat sem. Ez bizonyos esetekben gazdasági kárt okoz a gazdálkodó számára.

A 2.2. fejezetben írtak alapján megállapítható az is, hogy a halastavi vízgazdálkodást nem lehet egyszerű technikai – vízszolgáltatás-vízvezetés – illetve gazdasági eseményként kezelni, mivel a gazdálkodó olyan mértékű természetvédelmi, vízgazdálkodási, és társadalmi értéket teremt, ami jelentősen meghaladja a haltermelés gazdasági értékét. Súlyos problémaként jelentkezik, hogy ezen érték-halmaz előállítás költsége, illetve a természeti értékek fenntartása, valamint a vízgazdálkodási teljesítmények kapcsán jelentkező korlátozások ódiuma – amelyet összességében az ökológiai vízhasználat fogalmával lehet legjobban lefedni – kizárólag a gazdálkodót terheli, az értékekből pedig alapvetően nem ő, hanem a társadalom más szereplői részesülnek, miközben az ökológiai vízhasználat költségei nem kerülnek megtérítésre.

A halastavi vízhasználat problémáira adható megoldási javaslatok irányvonala

A problémák feltárása a fenti fejezetekben kifejtettek szerint egyúttal magukban hordozzák a fenntartható halastavi vízhasználat megoldási lehetőségeit is. Alapvetésként szükséges leszögezni, hogy az államnak mindenkori feladata a szolgáltatók és felhasználók gazdasági magatartásának szabályozásán keresztül a mezőgazdasági vízhasználat fenntarthatóságának biztosítása, amelyet a következő tények támasztanak alá: (1) a piaci kudarc feloldása, (2) a vidéki térségekben a társadalom egésze számára járulékos előnyöket biztosító halastavi vízhasználat ösztönzése, (3) a pozitív externális hatások elismerése, (4) a hazai termelők versenyképességének növelése, (5) a felhasználói oldalon a versenysemlegesség biztosítása.

A halastavi vízgazdálkodás problémahalmazának megoldási irányait az alábbiakban lehet meghatározni:

1. Felül kell vizsgálni a hazai vízszolgáltatás rendszerét, szervezeti struktúráját, a vízszolgáltatók működési hatékonyságát.
2. A vizsgálatok eredménye alapján a vízszolgáltatás intézményi rendszerének reorganizációját el kell végezni, kiemelt figyelemmel az egységes irányításra, valamint a több láncszemes szolgáltatás kiszűrésére.
3. Ezekkel együtt tisztázni szükséges a vízszolgáltatási rendszer állami feladatait, ezt szigorúan el kell választani a piaci tevékenységtől, ez alapján pedig meg kell határozni a vízszolgáltató szervezetek szolgáltatással kapcsolatos költségeit. Ugyanakkor a gazdálkodók oldaláról meg kell határozni az „ökológiai vízhasználat” mértékét, annak támogatási rendszerét ki kell dolgozni,

illetve be kell vezetni. Szintén célszerű megvizsgálni és a szükségletek és lehetőségek mértékéig kihasználni a halastavak belvízi, illetve árvízi védekezés során jelentkező kapacitásait.

4. A fenti fejezetekben írt tények és problémák alapján javasolható egységes, évente megállapítandó, a vízszolgáltatás közvetlen költségein alapuló hatósági jellegű vízárr bevezetése. Ennek hiányában ezen a területen az előzőekben említett problémák miatt tipikusan megjelenik a közgazdaságtanból ismert „piaci kudarc”. Ezt leginkább a kettős finanszírozás megléte, a közfeladatok ellátási kényszere és a sok esetben fel nem oldható monopolizált helyzet indokolja a környezeti költségek figyelembe vételi kötelezettségén túlmenően.
5. A szervezeti, működési és gazdasági racionalizálás mellett mindenképp fontosnak látszik a halastavi gazdálkodás környezetvédelmi, vízgazdálkodási, természetvédelmi jogi szabályozásának felülvizsgálata, valamint ennek eredménye alapján új, egységes szempontú jogszabály-rendszer létrehozása.

Irodalom

- Agrár Kutató Intézet (2010): Statisztikai jelentések. Jelentés a halászatról 2000-2010. www.aki.gov.hu
- Arlinghaus, R., Cooke, S. J. (2005): Global impact of recreational fisheries. *Science*, 307: 1561-1562.
- Cooke, J. S., Cowx, I. G. (2006): Contrasting recreational and commercial fishing: searching for common issues to promote unified conservation of fisheries resources and aquatic environments. *Biological conservation*, 128: 93-108.
- FAO (1997a): Inland fisheries. FAO Technical guidelines for responsible fisheries. 6.
- FAO (1997b): Aquaculture development. FAO Technical guidelines for responsible fisheries 5.
- Gera, P. (2004): Vidrakönyv. Az Alapítvány a vidrákért szervezet által 1995-2004 között koordinált vidravédelmi programok összefoglaló, részletes jelentése. Budapest.
- (Halasi)-Kovács, B. (1999): A halastavak privatizációjának hatásai a természetvédelemre, valamint a fenntartható gazdálkodás tapasztalatai halastavakon. „Tógazdaságok szerepe a faj- és élőhelyvédelemben” Konferencia Gut Sunder, Németország. Kézirat.
- HALTERMOSZ (2001): Jelentés a Szövetség és TermékTanács, valamint tagjaik működésének 2000. évi eredményeiről. HALTERMOSZ. Budapest.
- HALTERMOSZ (2002): Jelentés a Szövetség, valamint tagjaik működésének 2001. évi eredményeiről. HALTERMOSZ. Budapest.
- HALTERMOSZ (2003): Jelentés a Szövetség, valamint tagjaik működésének 2002. évi eredményeiről. HALTERMOSZ. Budapest.
- HALTERMOSZ (2004): Jelentés a Szövetség, valamint tagjaik működésének 2003. évi eredményeiről. HALTERMOSZ. Budapest.
- HALTERMOSZ (2005): Jelentés a Szövetség, valamint tagjaik működésének 2004. évi eredményeiről. HALTERMOSZ. Budapest.

- HALTERMOSZ (2006): Jelentés a Szövetség, valamint tagjaik működésének 2005. évi eredményeiről. HALTERMOSZ. Budapest.
- HALTERMOSZ (2007): Jelentés a Szövetség, valamint tagjaik működésének 2006. évi eredményeiről. HALTERMOSZ. Budapest.
- HALTERMOSZ (2008): Jelentés a Szövetség, valamint tagjaik működésének 2007. évi eredményeiről. HALTERMOSZ. Budapest.
- HALTERMOSZ (2009): Jelentés a Szövetség, valamint tagjaik működésének 2008. évi eredményeiről. HALTERMOSZ. Budapest.
- HALTERMOSZ (2010): Jelentés a Szövetség, valamint tagjaik működésének 2009. évi eredményeiről. HALTERMOSZ. Budapest.
- Kerepeczki, É., Gyalog, G., Halasi-Kovács B., Gál D., Pekár F. (2010): Extenzív halastavak ökológiai értékei és funkciói.
- Kovács, G. (1984): A hortobágyi halastavak madárvilága 10 év megfigyelései alapján. Aquila, XCI. évf. vol.91.
- Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium (2010): A természetvédelmi oltalom alatt álló, valamint a NATURA 2000 jogszabály hatálya alá tartozó halastó művelési ágú területek kimutatása. KvVM adatbázis.
- Központi statisztikai Hivatal (2010): KSH mezőgazdasági zsebkönyv. Budapest.
- Stafford, J. D. Horath, M. M., Yetter, A. P., Hine, C. S., S. P. Havera (2007): Wetland use by Mallards During Spring and Fall in the Illinois and Central Mississippi River Valleys. Waterbirds 30 (3): 394-402.
- Végvári, Zs., Tar, J. (2002): Roost site selection of the Common Crane *Grus grus* in the Hortobágy National Park, Hungary between 1995-2000. Ornis Fennica 79:101-110.

Termelői infláció a halászatban

Ifj. Horváth Zoltán¹ és Horváth Zoltán²

¹Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar

²H&H Carpio Halászati Kft., Szentlőrinc

Kivonat

A Halászati Termék Tanács felszámolásával sajnos megszűnt az ágazat eredményességével kapcsolatos adatgyűjtés. Bár ágazati adatok nem állnak rendelkezésre, a termelők saját bőrtükön érzékelhetik, hogy az elmúlt években jelentősen romlott az ágazat jövedelemtermelő képessége. A közvetett számítások sem igazán adnak jó közelítést az eredményromlásról, mivel sem a mezőgazdasági árindex, sem a ráfordítások indexe nem fedik le a halászat speciális költség szerkezetét és piaci mechanizmusait.

A termék tanács 10 éves idősorait alapul véve, és a KSH adataira támaszkodva megkíséreltük a haltermelési ráfordítások indexét, valamint az étkezési ponty termelői árának alakulását figyelembe véve a halászat termelői árindexet kiszámítani.

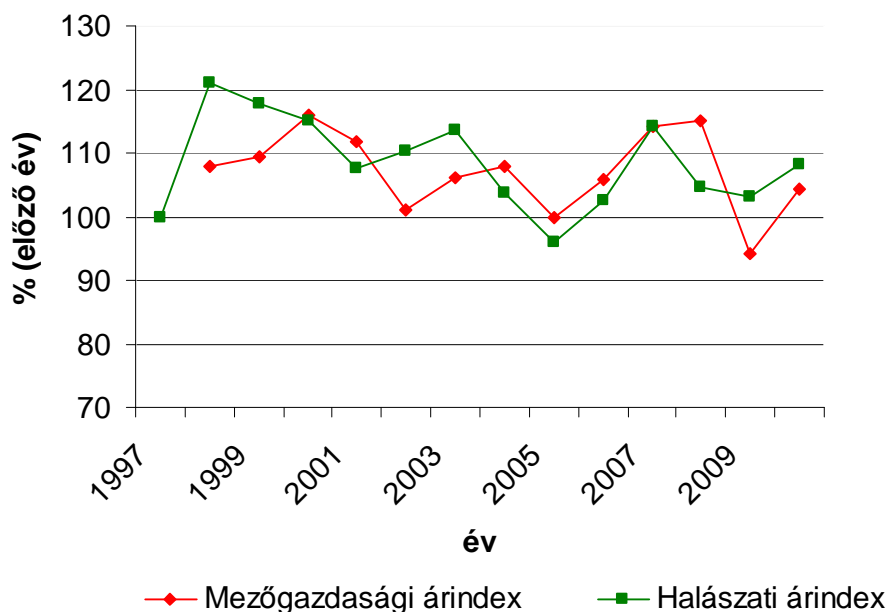
A rendszerváltozás utáni időszak legeredményesebb évét, az 1997-es évet bázisul véve 2010-re az étkezési pontyra vonatkoztatott termelői árindex 131,21 %, míg a ráfordítások indexe 300,28 %-on kumulálódott. Az agrárrolló halmozott értékeként 2010-re 2,99-et kaptunk.

Kulcsszavak: infláció, haltermelés, jövedelemtermelő képesség

Bevezetés

Alapvetően a haltermelés, mint tevékenység az önmagában rejlő szépségeken túl egy gazdasági tevékenység, amit azért végeznek a gazdák, hogy pénzkereseti forráshoz jussanak. Az elmúlt évtizedben egyre kisebb nyereség rátával dolgoznak a termelők, mint ahogy más ágazatok is. Az agrárrolló egyre tágabbra nyílik. Sajnos mióta a Halászati Termék Tanácsot felszámolták, megszűnt az ágazat eredményességével kapcsolatos információgyűjtés, értékelés. Ennek hiányában nincsenek számszerű adataink arról, hogy mekkora is pontosan ez az eredménycsökkenés. A közvetett számítások sem igazán adnak jó közelítést az eredményromlásról, mivel sem a mezőgazdasági árindex, sem a mezőgazdasági ráfordítások indexe nem fedik le a halászat speciális költség szerkezetét és piaci mechanizmusait. Ezt láthatjuk az első ábrán, amin feltüntettük a mezőgazdasági árindexet, illetve az általunk számolt halászati árindexet. Látható, hogy a kettő nem igazán fedik egymást.

A Halászati Termékτανács adataiból kiindulva, illetve a Központi Statisztikai Hivatal adatsorai közt fellelhető adatokra támaszkodva megkíséreltük rekonstruálni az elmúlt 10 év gazdasági eseményeit az ágazatban, és számokban kifejezni az ágazatban kialakult gazdasági helyzetet. Célkitűzésünk az volt, hogy kiszámoljuk a halászati termelői árindexet, illetve a halászati ráfordítások árindexét. Ezen felül a már régebbi elemzéseinkből származó adatokat kiegészítettük a KSH adataival, melyek segítségével szeretnénk felhívni a figyelmet az ágazatban előforduló néhány érdekes anomáliára.



Forrás: (KSH, 2011; Saját forrás)

1. ábra A mezőgazdasági és halászati árindex összevetése 1997-2011

Anyag és módszer

Számításainkhoz bázisévnek az 1997-es évet választottuk, mivel ez volt a rendszerváltás után az ágazat legkiemelkedőbb éve. Az 1. táblázatban láthatjuk a termékτανács adataiból összeállított évenkénti költségszerkezetet, mely az ágazatot jellemezte 1994 és 2002 között. Látható, hogy a haltermelésben a tenyészanyag-, a munkabér- és a takarmányköltség a legnagyobb költségtenyező. A táblázat alsó sorában látható a több éves átlag alapján kialakított „termelői kosár”, amit az árindex számításához szükséges súlyozásként alkalmaztunk.

1. táblázat: Évenkénti költségszerkezetek %-os alakulása költségnemenként

Év	Tenyészanyag	Munkabér +kth	Takarmány	Trágya	Egyéb a.	Energia	Vízdi+ Vkh.	Amortizáció	Egyéb ktg.	Segédizemi	Gazd. Ált. Ktg.	Termelési önkgt
1994	32.6	11.6	13.1	0.3	14.7	1.8	6.1	1.7	2.8	4.7	10.5	100
1995	23.3	15.7	19.9	1.5	3.6	4.7	5.0	1.9	3.2	3.9	17.3	100
1996	32.5	11.7	22.2	7.9	5.0	4.6	2.6	1.6	5.1	3.4	10.5	100
1997	28.6	13.6	20.2	2.2	3.9	4.3	3.6	1.4	5.8	4.1	12.2	100
1998	35.2	12.2	10.1	0.7	3.8	4.2	5	2.3	8.8	5.3	12.6	100
1999	28.6	13.6	13.5	0.5	12.7	5.2	2.8	3.3	8.1	2.3	9.5	100
2000	30.1	14.7	16.0	0.7	3.7	5.9	4.9	2.3	8.4	2.9	10.4	100
2001	37.9	13.8	15.4	0.5	4.1	5.5	3.0	3.5	9.0	2.4	5.0	100
2002	31.9	14.8	14.3	0.9	3.4	5.6	3.5	4.1	11.8	3.4	6.8	100
<i>átlag</i>	<i>31.2</i>	<i>13.5</i>	<i>16.1</i>	<i>1.7</i>	<i>6.1</i>	<i>4.6</i>	<i>4.0</i>	<i>2.5</i>	<i>6.9</i>	<i>3.6</i>	<i>10.5</i>	<i>100</i>

Forrás: (Haltermosz, 1994-2002)

A 2. táblázatban láthatjuk az általunk számolt költségtényezők árindeixeit az előző év százalékában. Ezen adatok főként a KSH adatait tükrözik. Ezen táblázat alapján a megfelelő súlyozást használva kialakítottuk az ágazat költségeinek kumulált árindeixét. A táblázatban nem a KSH-tól származó adat a következő néhány kivétel:

- Mivel az ágazatban nincs egységes árképzés vagy adatgyűjtés tenyészanyag költségre vonatkozóan, továbbá tisztában vagyunk azzal, hogy ezek árának értékét a keresleti és kínálati viszonyok nagyban befolyásolják, kénytelenek voltunk elfogadni azt a tételt, hogy az egynyaras hal ára a piaci hal 1,3 szorososa, a kétnyaras hal a piaci hal 1,2 szerese, és így a mindenkori piaci hal 1,25 szeresével kalkuláltunk. Bár tisztában vagyunk vele, hogy ezt az arányt a kereslet-kínálati viszonyok legtöbbször módosítják.

- A vízdíj, melyre vonatkozóan nagyon kevés az egységes információ. Szinte minden esetben eltérő ennek a költségtényezőnek az értéke, hiszen gazdaságonként, illetve vízügyi hatóságoként más és más a kiszabott vízdíj mértéke. Éppen ezért három gazdaságtól bekért adatot átlagoltuk, és ezekkel számoltunk.

- Az egyéb költségek esetében pedig elfogadtuk az átlagos mezőgazdasági infláció alakulását, mivel nem igazán volt elképzelésünk, hogy ezt a költségnemet hogyan képezzük.

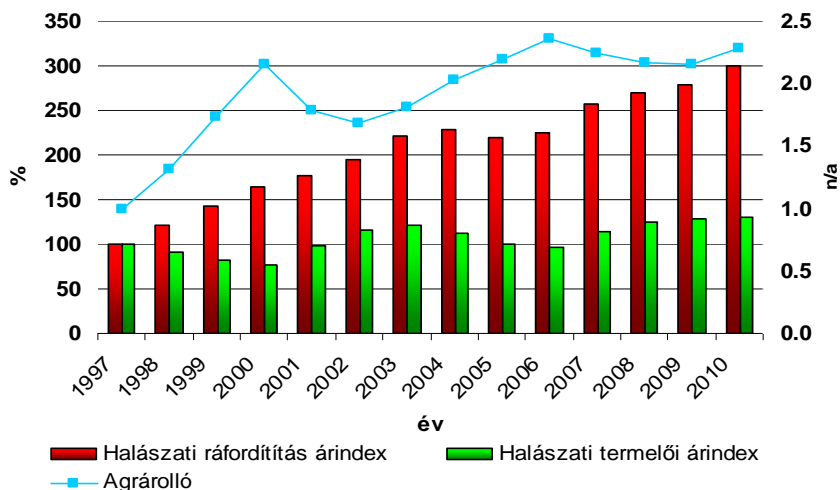
2. táblázat: A költségtényezők árindexei az előző év százalékában kifejezve

Súly:	31.19	13.51	16.06	1.68	6.09	4.63	4.00	2.45	6.90	3.61	10.52
Ktsz. nem	Teny. anyag	M.Bér +kth	Takarm.	Trágya	Egyéb a.	Energia	Vízdíj+ vkhj	Amort.	Egyéb	Segéd-üzem	Gazd. Ált.
Év:	ráta	ráta	ráta	ráta	ráta	ráta	ráta	ráta	ráta	ráta	ráta
2000	96.4	107.0	168.8	132.0	108.4	115.8	100.0	116.0	109.7	108.3	109.7
2001	120.3	114.9	89.8	97.1	104.8	101.4	80.69	108.7	104.4	109.2	104.4
2002	125.8	120.1	87.6	96.3	105.4	98.8	101.8	106.6	105.6	104.3	105.6
2003	113.4	105.8	138.1	106.5	105.8	106.0	100.2	106.2	107.8	104.2	107.8
2004	97.4	110.4	103.4	103.3	105.3	109.1	107.0	106.0	106.5	104.9	106.5
2005	89.9	109.5	69.4	116.5	106.4	110.5	114.5	104.5	105.0	103.7	105.0
2006	85.4	101.4	125.8	109.4	107.8	106.7	101.3	106.6	108.3	104.0	108.3
2007	102.6	105.2	162.7	143.2	105.7	103.9	97.86	104.5	106.0	105.1	106
2008	107.7	105.9	90.5	88.7	109.3	115.6	115.1	104.8	104.9	104.1	104.9
2009	119.1	105.9	74.4	67.6	108.1	94.8	95.62	102.9	105.0	104.6	105
2010	104.0	100.6	117.2	89.1	104.5	115.0	162.3	103.0	103.4	102.8	103.4

Forrás: (KSH, 2011)

Eredmények és értékelésük

A 2. ábrán láthatjuk a kapott eredményeket. Láthatjuk, hogy az alapul vett 1997-es évhez képest 2010-ben a termelői árindexünk 131 % volt, a halászati ráfordítási árindexünk pedig 300 % volt. Sajnos egyértelmű, hogy a termelői árszínvonal nem követi a ráfordítások árszínvonalát, ami érezhetően nyomokat hagy az ágazatban. Az agrárrolló értéke a haltermelésre vonatkozóan a számításaink alapján 2,29 volt 2010-ben az 1997-es évhez képest. Egyértelműen megállapítható, hogy egyre inkább kinyílik az agrárrolló!

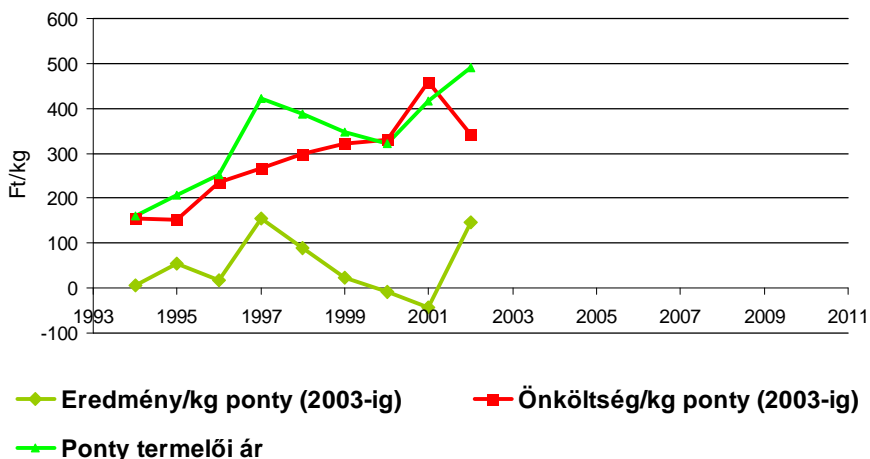


(Forrás: Saját számítás)

2. ábra Árindexek – Agrárrolló ('97-év a 100 %)

A továbbiakban feltüntetett diagramokon az ágazatra jellemző néhány anomáliát mutatnánk be, amiket szintén a terméktanács adataiból, illetve újabb KSH adatokból minimális transzformációval alakítottunk ki.

A 3. ábrán a még csak a termék tanács adatait ábrázoló diagramot láthatjuk, melyben a termelői ár az önköltség, és az eredmény van feltüntetve a pontyra, mint főtermékre vonatkoztatva. Látható, hogy az 1997-es eredményes éven felbuzdulva sokan vettek igénybe támogatást halastavak építésére, újjáépítésére, és így a sok új piaci szereplő a 2001-es évre veszteségesé tette a termelést a piac telítődése miatt.

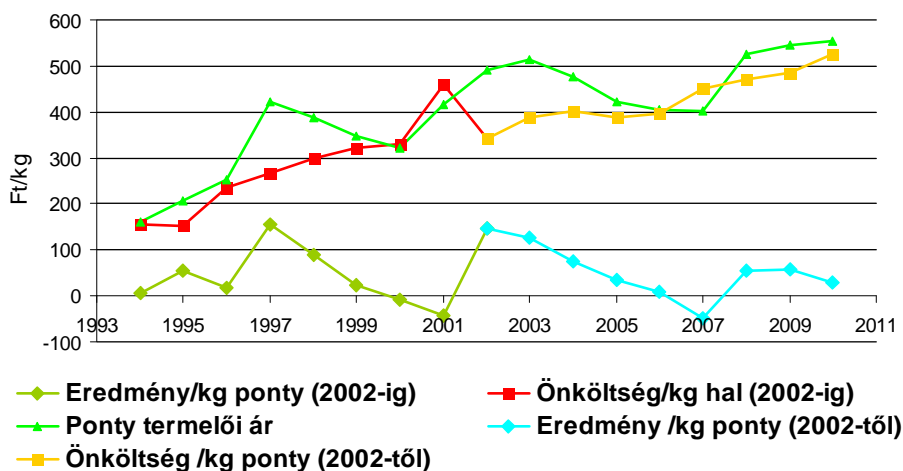


Forrás: (Haltermosz, 1994-2002)

3. ábra Termelői ár, önköltség, és a kettő különbségéből kapott eredmény pontyra vetítve (1994-2002)

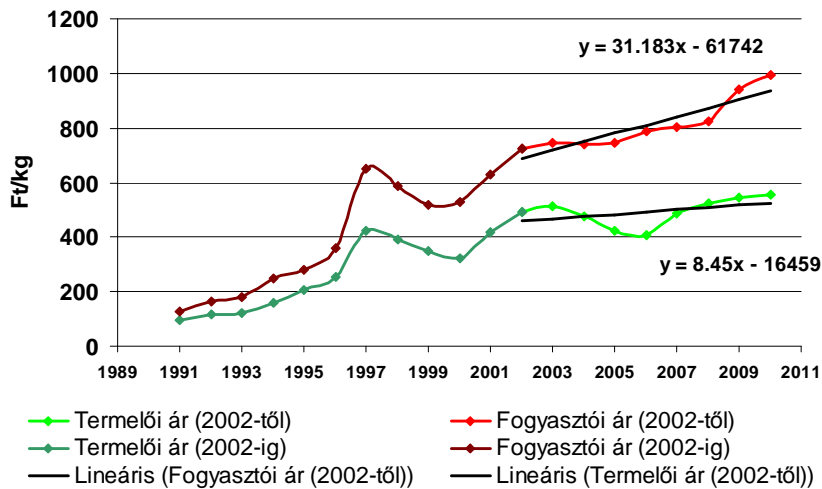
Ha a 3. ábrán található Terméktanács adatokat kiegészítjük a Központi Statisztikai Hivatal adataival, egy újabb, hasonló tendencia ismétlődik meg 2002-2007 között, mint ahogy 1997-2011 között (4. ábra). A 2002-es 2003-as konszolidáció után ismét elkezdett csökkenni az ágazat eredményessége. Ennek hatása 2004-ben volt érezhető, mikor beléptünk az Európai Unióba. Mi úgy gondoljuk, hogy ez az Agrárkörnyezet Gazdálkodási támogatásnak tudható be. Vélhetően a termelők lemondtak a jövedelmükről, hiszen a terület alapú támogatást így is úgy is megkapták.

A következőekben a fogyasztói és a termelői ár kapcsolatát mutatjuk be néhány ábrán keresztül. A kérdéskör felvetődése onnan ered, hogy alapvetően a termelők szeretik a kereskedőket felelőssé tenni a termelői ár és a kereskedői ár közötti egyre nagyobb árrés miatt. Ha az 5. ábrán látható alapadatainkra 2002-től nézve egy lineáris összefüggést húzunk az adatsorra, megfigyelhetjük, hogy a fogyasztói ár egyre jobban eltávolodik a termelői ártól. Az érdekessége az adatsornak, amit nagyon sokszor elfelejtünk, hogy a termelői ár nettó ár, míg a fogyasztói ár bruttó ár, és hogy ezen időszak alatt háromszor változott az ÁFA kulcs. 2003-ban és azelőtt 12 %-os, 2004-ben és 2005-ben 15 %-os, 2006-2008 között 20 %-os, míg 2009-ben és 2010-ben 25 %-os volt az alkalmazott ÁFA kulcs.



Forrás: (KSH, 2011; Haltermosz, 1994-2002)

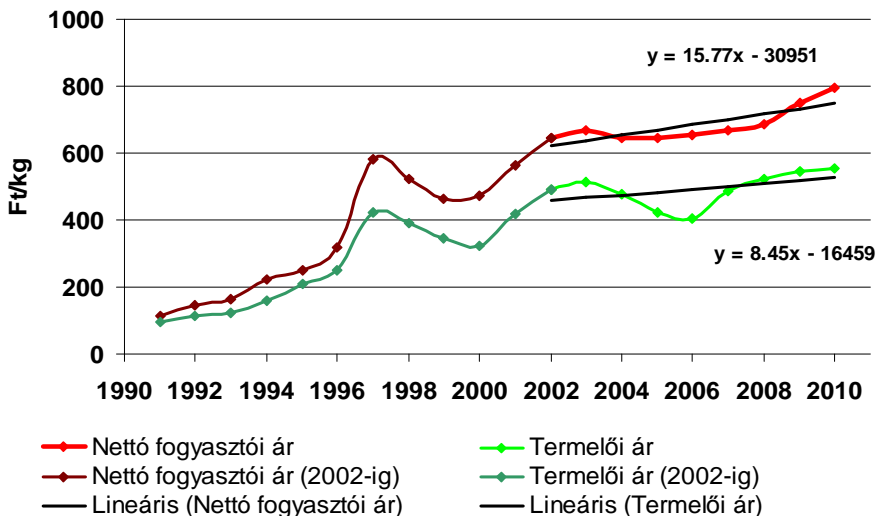
4. ábra Termelői ár, önköltség, és a kettő különbségéből kapott eredmény pontyra vetítve (1994-2010)



Forrás: (KSH, 2011; Haltermosz, 1994-2002)

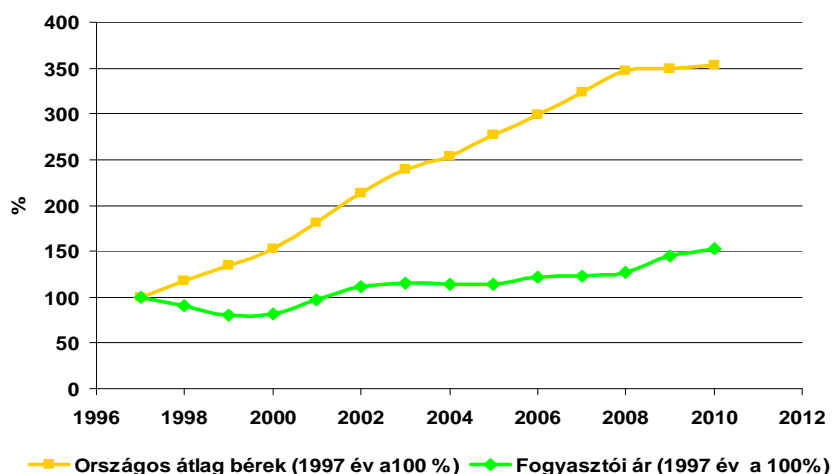
5. ábra A fogyasztói és termelői ár kapcsolata I.
(pontyra, mint főtermékre vetítve)

A 6. ábrán adatsorunkat korrigáltuk a különböző ÁFA kulcsokkal. Láthatjuk, hogy így is távolodik egymástól a két érték, de jóval kisebb mértékben. Ez azt jelenti, hogy a kereskedők folyamatosan próbálják megtartani a 25 százalék körüli árrésüket, és a további kereskedői árnövekedést az ÁFA növelése okozza. A 25 százalékos árrés európai összehasonlításban elég csekély, tehát jövedelmezőségünk romlásáért nem a kereskedőket kellene felelőssé tennünk.



Forrás: (KSH, 2011; Haltermosz, 1994-2002)

6. ábra A fogyasztói és termelői ár kapcsolata I.
(pontyra, mint főtermékre vetítve)



Forrás: (KSH, 2011)

7. ábra: Átlagbérek, ponty fogyasztói ár (pontyra, mint főtermékre vetítve)

A termelők olykor azt is véleményezik, hogy jövedelmünk romlását az okozza, hogy az embereknek elfogyott a pénzük. Ha a 7. ábrán megnézzük az országos átlagbérek növekedésének alakulását százalékosan az 1997-es évhez viszonyítva, és mellé tesszük a fogyasztói árak ugyanúgy számolt százalékos adatait, láthatjuk, hogy arányaiban a hal fogyasztói árak nem követték a magyarországi bérek növekedését, hiszen az 1997-es év béreihez képest 2010-ben a bérek 350 százalékosak voltak, míg a fogyasztói árak 150 százalékosak. Tehát sokkal rosszabb jövedelem viszonyok között megfizették a mainál nem sokkal alacsonyabb halárakat.

Következtetések és javaslatok

Összegezve elmondható, ha számításaink nem is pontosak, de sikerült kiszámolnunk az ágazat árindexeit. Az ágazatban érezhető nyereségromlást sikerült számokban is kimutatnunk.

Nem volna rossz, ha valamilyen szervezet átvinné a terméktanács munkáját, hogy legalább a múlt eseményiből tudjunk tanulni, hiszen az infláció vizsgálata nem elsősorban múltbeli tendenciák feltárására irányul, hanem előre jelző szerepe kell, hogy legyen, ami segíti a termelőket az éves árképzésben.

Valamiért 1997-ben rosszabb gazdasági környezetben jobb eredményt sikerült elérnie a gazdaságoknak, mint azóta bármelyik évben. Lehet, hogy nemcsak az ágazat gazdasági környezete nehezíti a megélhetést, hanem a termelők maguk is. Elvégzett munkánk azt vetíti előre, hogy ha nem sikerül valamilyen irányban elmozdulnia az ágazatnak, akkor komoly bajoknak nézünk elébe.

Irodalomjegyzék

Központi Statisztikai Hivatal (2011) – Adattáblák (<http://www.ksh.hu/stadat>)

Haltermelők Országos Szövetsége – Halászati Termékτανács (1994-2002) –
Jelentés a Szövetség és Termékτανács valamint tagjaink működésének
éves eredményeiről, Kiadó: Haltermelők Országos Szövetsége

Inflation in the Hungarian aquaculture

Zoltán Horváth Jr. and Zoltán Horváth

Abstract

After the elimination of the Hungarian Fisheries Marketing Board the collection and analysis of the economic data about the efficiency of the aquaculture sector ceased. Although industrial data is not available, producers can recognize, from their own experience, over recent years, that the capacity for earning has reduced during this time. Indirect calculations did not give a good estimation of the fall in incomes, because the agricultural price index, and the index of costs doesn't cover the specific cost structure and market mechanisms of the aquaculture industry.

Based on a 10-year time frame of the Marketing Board's data, and supplemented with the data from the CSO we attempted to calculate the fish production's index of costs and the producer price index, which is based on the producer price trends of the common carp.

The base year of our calculation was 1997, because that was the most successful year since the end of the socialist regime (1989), and the year which we were interested in was the year 2010. The results show the following: carp producer price index was 131.21%, while the index of cost accumulated at 300.28%. For the cumulative value of agricultural scissors in 2010, we got 2.99.

Keywords: inflation, fish production, earning capacity.

A geotermikus energia haltermelési célú hasznosítási lehetőségeinek feltárása az Észak-Alföldi Régióban

Fehér Milán, Stündl László, Bársony Péter és Szücs István

*Debreceni Egyetem, Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma,
Debrecen*

Kivonat

Magyarország a geotermikus energia, illetve annak elsődleges hordozója, a termálvíz tekintetében kiemelt adottságokkal rendelkezik. A geotermikus grádiens értéke hazánkban igen magas, a világ átlagának mintegy 1,5-2-szerese. Magyarországon belül a legnagyobb hőmérsékleti grádiens az Alföldön mérhető, melynek következtében az Észak-Alföldi Régióban közel 200 termálkút, a hazai kutak mintegy 10%-a található. Ebben a térségben helyezkedik el a minősített, meleg gyógyvízzel rendelkező települések negyede is.

A hazai hévízhasznosítás műszaki színvonala, az adottságok ellenére, jelenleg igen alacsony, melynek növeléséhez elengedhetetlen a termálvíz kaszkád-rendszerű hasznosításának fejlesztése, vagyis a többlépcsős energiakinyerés és a hasznosítási módok megfelelő kombinálása. Ebbe a technológiai sorba illeszthető be a termálvíz haltermelési célú hasznosítása is, amely lehetőséget teremt olyan jelentős exportpotenciállal rendelkező, melegvízi halfajok intenzív termelésére, mint a hibrid csíkos sügér, a tilápia, a barramundi, vagy a vörös árnyékhal.

Tapasztalatok alapján, egységnyi termálvíz felhasználásával, ilyen értékes fajok előállításával lehet az egyéb célú felhasználást messze meghaladó legnagyobb gazdasági eredményt elérni, mindezt a legkevesebb víz felhasználásával, vagyis a környezetre gyakorolt hatás minimalizálásával.

2010-ben, egy két éves kutatómunka első szakaszában, 20 termálkútból vetünk mintát az Észak-Alföldi Régió területéről. Mivel a termálvíz minősége főként a víztartóra jellemző víztestek, illetve a kút mélységének függvénye, a mintavételi helyek megválasztásánál elsődleges szempont volt, hogy a régióra jellemző valamennyi víztestből és talp-mélységből kerüljön elemzésre elegendő számú vízminta. Ennek következtében eredményeink komplex áttekintést adnak a régió haltermelési célú termálvíz potenciáljáról.

A mintákat első lépésben részletes kémiai analízisnek vetettük alá, amely során megvizsgáltuk a termálvíz közvetlen haltermelési célú hasznosíthatósága szempontjából legfontosabb vízminőségi paramétereket. Ezt követően került sor azokra a biológiai tesztekre, melyek alapján megállapítható az egyes termálvizek planktonikus szervezetekre, illetve halakra gyakorolt hatása. Az eredményeket összefoglalva kijelenthető, hogy a vizsgált, egyben a régió termálkútjainak jelentős része akár a közvetlen haltermelésre is alkalmas.

Bevezetés

Magyarország a geotermikus energia, illetve annak elsődleges hordozója, a termálvíz tekintetében kiemelt adottságokkal rendelkezik. A geotermikus grádiens értéke hazánkban igen magas, a világ átlagának mintegy 1,5-2-szerese.

Magyarországon a termálvízzé minősítés alsó hőmérsékleti határa 30°C, ennek a kritériumnak a 2000. január 1.-i állapot szerint 1288 kút vize felel meg. A nyilvántartott termál-kutak vízhozama megközelítőleg 500 millió m³, míg a ténylegesen kitermelt termálvíz becsült mennyisége 200 millió m³. A nyilvántartott kutak csaknem fele 40°C alatti víz kitermelésére ad lehetőséget, míg a 90°C feletti vízhőmérsékletet adó kutak aránya viszonylag alacsony (Landyné, 2002).

Magyarországon belül az egyik legnagyobb hőmérsékleti grádiens az Alföldön mérhető. A VITUKI adatbázisa szerint az Észak Alföldi Régióban 332 db termálkutat tartanak nyilván, amelyek 91 település közigazgatási határain belül helyezkednek el. Ezek közül Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében 31 db (15 érintett település), Hajdú-Bihar megyében 104 db (29 érintett település), Jász-Nagykun-Szolnok megyében 197 db (47 érintett település) kút található. A régióban nyilvántartott termál-kutak közül 154 működőképes, míg a fennmaradó kutak műszaki állapota jelenleg nem teszi lehetővé a folyamatos vízkivételt.

A hazai hévízhasznosítás műszaki színvonala ugyanakkor jelenleg igen alacsony, melynek növeléséhez elengedhetetlen a termálvíz kaszkád-rendszerű hasznosításának fejlesztése, vagyis a többlépcsős energiakinyerés és a hasznosítási módok megfelelő kombinálása. A geotermikus energia legelterjedtebb felhasználási területe a termálvíz hőtartalmát és gyógyhatását hasznosító fürdőüzem és balneológia (Kozák-Mikó). A hazai termálvíz kutak megközelítőleg 20%-át, elsősorban a 40-50 °C-os kifolyóvíz-hőmérsékletű kutak vizét hasznosítják erre a célra (Gáspár, 2009). Ezen kívül jellemző még a termálvíz kommunális hasznosítása, amely során a termális vizet hőcserélő segítségével hűtik megfelelő hőmérsékletűre és a felszabadított hőmennyiséget használják fel.

Az akvakultúra világszerte a termálvizek hasznosításának egyik fontos területe, rendszerint a kaszkád rendszerű, többlépcsős energiakinyerés víz-visszasajtolás előtti utolsó eleme. Az 2005-ös WORLD GEOTHERMAL CONGRESS szerint, az elektromos áram termeléstől eltekintve, a geotermikus energia felhasználás 4,2%-a a haltermelő rendszerek fűtése során hasznosul. Az intenzív, zárt haltermelő rendszerek temperálása mellett a geotermikus energia felhasználásának másik módja a földmedrű halastavak vizének időszakos, téli fűtése (Gelegenis et al., 2006).

A geotermikus energiával fűtött rendszerekben hazánkban is igen versenyképesen folytatható haltermelés. Egész éven át állíthatók elő olyan, szinte korlátlan piaci lehetőségekkel bíró, melegvízi halfajok, mint a nílusi tilápia (*Oreochromis niloticus*) és a barramundi (*Lates calcalifer*). A nílusi tilápia a világ legfontosabb melegvízi halfajainak egyike (FAO), hőmérsékleti toleranciájának felső határa 40°C (Azaza, 2004). Ez a tulajdonsága, illetve a víz minőségi paramétereivel szembeni tág tűrőképessége alkalmassá teszi a halfajt a termálvizek haltermelési célú hasznosítására (Azaza et al., 2008).

A szintén melegvízi (Katersky-Carter, 2005; 2007) barramundi termelése sós, félsós és édesvízben egyaránt lehetséges. A halfaj só-toleranciájára jellemző, hogy az édesvizet, illetve az akár 55‰ –es sótartalmú vizet egyaránt képes elvi-

selni (Matthew, 2009). Mindemellett alkalmas a felszín alatti, magas sótartalmú-, illetve termálvizek haltermelési célú hasznosítására is (Volvich-Appelbaum, 2001). A magas sótartalmú felszín alatti vizek haltermelési célú felhasználását kizárólag az említett vizek alacsony kálium-koncentrációja korlátozhatja (Partridge et al. 2008).

Tapasztalatok alapján egységnyi termálvíz felhasználásával ilyen értékes fajok előállításával lehet az egyéb célú felhasználást, például az energiatermelést messze meghaladó legnagyobb gazdasági eredményt elérni, melyhez ráadásul a legkevesebb vizet kell felhasználni. Ezáltal a környezetre gyakorolt hatás is minimalizálható.

Kutatómunkánk során 20 termálkútból vettünk mintát az Észak-Alföldi Régió területéről, bevonva valamennyi jellemző víztestet és talp-mélységet. A mintákat a haltermelés szempontjából lényeges, legtöbb vízminőségi paraméterre kiterjedő kémiai analízisnek, majd biológiai teszteknek vetettük alá. Mindezek következtében eredményeink komplex áttekintést adnak a régió haltermelési célú termálvíz potenciáljáról.

Anyag és módszer

A mintavételi helyek kijelölése

A termálvizek minőségi paramétereit elsősorban a kutak mélysége, illetve a víztartóra jellemző víztestek adottságai határozzák meg, így a mintavételi helyek kijelölése során az elsődleges szempont az volt, hogy a régióra jellemző valamennyi víztestből és talp-mélységből származó minta kerüljön részletes kémiai elemzésre. Az azonos víztesthez kapcsolódó kutak esetében a talp-mélységeket osztályközökbe rendeztük, hogy a különböző mélységekből származó termálvizek minőségéről pontos adatokat nyerhessünk az objektív összehasonlíthatóság érdekében.

További szempont volt, hogy az Észak-Alföldi Régió mindhárom megyéjéből, illetve valamennyi térségből kerüljön analízisre elegendő számú termálvíz-minta, komplex áttekintést adva a régió haltermelési célú termálvíz potenciáljáról. Az analízisre szánt minták közé olyan termálkutak vizét is beválogattuk, amelyeket korábban, vagy jelenleg is használnak közvetlen haltermelési célra, ezáltal kémiai összetételük pontos meghatározását követően referenciaként is szolgálhatnak a további vizsgálatok során.

A felsorolt szempontok alapján a különböző termál-kutakból vett 20 minta jól reprezentálja az Észak-Alföldi Régió termálvíz-készletének vízminőségét, hiszen a térség valamennyi víztestéből (HU_pt2.4., HU_pt2.3., HU_pt2.2.), illetve minden előforduló mélységből (>1000 m, 100-800 m, 800-600 m, 600-400 m, <400 m) legalább egy vízminta analízisre került. A vízmintát adó termál-kutak legfontosabb adatait az *I. táblázat* tartalmazza.

A mintavételek

A vizsgálatra jelölt termál-kutakból egyenként 1,5 liter vízmintát vettünk, amelyet légmentesen lezártunk. A minták tárolása műanyag palackokban, 4°C-on történt. Az analitikai vizsgálatok minden esetben a mintavételt követő napon

kerültek elvégzésre. A laboratóriumi munka folyamatosságának fenntartása érdekében az összesen 20 kútból származó vízmintát 4 ütemben vettük meg és dolgoztuk fel. A termálvizek részletes analitikai vizsgálatát a *Halászati és Öntözési Kutatóintézet Környezetanalitikai Vizsgáló Laboratóriuma* végezte el.

A vizsgált vízminőségi paraméterek

A termálvíz-minták vizsgálatra jelölt minőségi paramétereit az *II. táblázat* tartalmazza:

II. táblázat: A vizsgált vízminőségi paraméterek

Vezetőképesség (20°)	(MSZ EN 27888:1998)
pH (laboratóriumi)	(ISO 10523:2003)
KOI _k	(ISO 15705:2002)
p-lúgosság	(MSZ ISO 9963-1:1998)
m-lúgosság	(MSZ ISO 9963-1:1998)
Ammónium-nitrogén	(MSZ EN ISO 11732:2005)
Nitrit-nitrogén	(MSZ EN ISO 13395:1999)
Nitrát-nitrogén	(MSZ EN ISO 13395:1999)
Összes nitrogén	(DIN EN ISO 11905-1:1998)
Ortofoszfát-foszfor	(MSZ EN ISO 15681-1:2005)
Összes foszfor	(DIN EN 1189:1996)
Összes fenol	
Klorid-ion	
Szulfát-ion	
Elemanalízis:	Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Pb

Biológiai tesztek:

Toxikus hatás vizsgálata fotoszintetizáló szervezetekkel (Chlorococcum sp.):

A vizsgálatokat a *Debreceni Egyetem TEK-TTK Hidrobiológiai Tanszék* munkatársai végezték.

A biológiai tesztrendszerek segítségével a szennyezőanyagok komponenseinek összehatását, az élőre gyakorolt tényleges hatásokat lehet feltárni. Ilyen elterjedt biológiai tesztrendszer az alga teszt, amely elsősorban a felszíni és felszín alatti vizek vizsgálatára, valamint más toxikológiai tesztek kiegészítésére használható (Felföldy, 1987).

A minták vizsgálata hígítás nélkül történt. A teszt során 200 ml vízmintát 50 ml egy hetes *Chlorococcum* tenyészzel inokuláltuk. A tenyészeteket 24 °C-on, állandó fényintenzitáson, steril levegővel való buborékoltatással neveltük 300 ml-es Erlenmeyer lombikokban, 250 ml végtérfogatban. A kontroll esetében az alga-tenyészetet a tenyészet fenntartására használt *Jaworski* médiumba oltottuk be. A tenyészetek növekedését a 800 nm-en mért optikai denzitás (OD₈₀₀) és a klorofill-a tartalom mérésével követtük nyomon. Az optikai denzitás vizsgálatához napon-ta 1 ml mintát vettünk. A klorofill-a tartalom meghatározásához 3 ml mintát centrifugáltunk (Type-320a mikrocentrifuga, 10000 rpm, 4 perc), majd a felüliszó eltávolítása után, metanolos extrakciót követően a mintákat fotometráltuk

(Spektroquant® Pharo 300 spektrofotométer), a klorofill-a tartalmat a mért értékek alapján számítottuk (Felföldy 1987).

Toxikus hatás vizsgálata állati szervezetekkel

Az egyes minták akut jellegű mérgezőképességét, rövidlejáratú víz-toxicológiai tesztekkel határoztuk meg. A gerinctelen élőlényekre kifejtett hatás mértéke *Daphnia* teszttel, míg a gerinces szervezeteket érintő toxikus hatás guppi teszttel állapítható meg (Felföldy 1987).

A gerinctelen állatokra kifejtett hatás vizsgálata

Daphnia teszttel (a teszt során alkalmazott szervezet a *Daphnia magna*). Az expozíció ideje: 72 óra.

A mintákat eredeti állapotban (hígítás nélkül) alkalmaztuk. A teszteléshez 200 ml-es üvegedényeket használtunk, 25 db azonos méretű és mozgásképességű *Daphnia* egyedeket helyeztünk 150 ml mintába. A kontroll esetében az állatokat a fenntartásukra használt akvárium vizébe helyeztük.

A tesztek kétszeres ismétlésben zajlottak, a kiértékelésnél a párhuzamos minták átlagát vettük figyelembe. Az egyes vízminták mérgezőképességére az expozíciós idő letelte után, a mintába helyezett vízből állapotából, a mozgásképtelenné vált egyedek számából következtettünk.

A gerinces állatokra kifejtett hatás vizsgálata: statikus halteszttel (a teszt során alkalmazott szervezet a guppi, *Poecillia reticulata*). Az expozíció ideje: 72 óra.

A mintákat eredeti állapotban (hígítás nélkül) alkalmaztuk. A teszteléshez 1000 ml-es műanyag főzőpoharakat használtunk, 5 db azonos méretű és mozgásképességű guppi egyedeket helyeztünk 1000 ml mintába. A kontroll esetében az állatokat a fenntartásukra használt akvárium vizébe helyeztük. A tesztek kétszeres ismétlésben zajlottak, a kiértékelésnél a párhuzamos minták átlagát vettük figyelembe. Az egyes vízminták mérgezőképességére az expozíciós idő letelte után, a mintába helyezett halak állapotából, ill. az elpusztult egyedek számából következtettünk.

Eredmények

A részletes kémiai analízis eredményei

A minták sótartalmával, illetve ionösszetételével kapcsolatos adatokat a *III. táblázatban* összesítettük. A vizsgált termálvizek többsége nátrium-hidrogénkarbonátos típusú, míg a Földesről származó minta, amely vezetőképességét és ionkoncentrációját tekintve is kiemelkedik, típusát tekintve inkább a nátrium-kloridos típusba sorolható. A vezetőképesség szempontjából a termálvizek a 0-20 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ tartományban 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ -es lépésközzel több, 3-4 kutat tartalmazó csoportba sorolhatók. Ezek a csoportok mintegy folyamatos átmenetet képeznek a különböző halfajok sótartalom igényét, illetve sótűrő képességét illetően. Az édesvízi halfajok sótűrő képessége kb. a 7000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ vezetőképességet adó határnál húzható meg, így a kapott eredmények alapján a Debrecen Acsádi 1., Kaba és Földes termálvizek édesvízi haltermelésre túlságosan sósnak bizonyultak.

A nyolc fő ion koncentrációja és a termálvizek vezetőképesség értéke között jelentős korrelációt a nátrium- és kisebb mértékben a kloridion esetében találhatunk, a többi kation és anion esetében a kapcsolat nem egyértelmű. A termálvizek alkáli földfémion-tartalma (kalcium, magnézium), keménysége relatíve alacsony a nátriumionhoz viszonyítva, így a hidrogénkarbonátból származó jelentős pufferkapacitás ellenére a pH-érték stabilitása, 8,3 pH-érték körüli limitáltsága a lúgosító hatásokkal szemben nem biztosított.

A termálvizek szervesanyag- (KOI_k), ammónium- és fenoltartalmával összefüggő adatok a *IV. táblázatban* szerepelnek. A szervesanyag-tartalom oxigénháztartásra kifejtett hatása alapján a KOI_k értékének túrhetőségi határát termálvizeknél kb. 30-40 mg/L koncentrációnál húzhatjuk meg. Ez alapján a sorrendben utolsó négy-öt kút szervesanyag-tartalma mondható kritikusnak, Jászkisér a határon és Nádudvar, Hajdúszoboszló, Kaba, Püspökladány a határon túl.

A szervesanyag- tartalmon belül az összes fenolkoncentrációt illetően, jelentősebb élettani hatás és kezdődő ízromlás a 0,4-0,5 mg/L koncentrációnál kezdődik. Az összes fenoltartalom szintén négy termálvízkút (Jászkisér, Nádudvar, Kaba, Püspökladány) esetén mondható aggályosnak.

I. táblázat: A vízminőség adó termálkutak legfontosabb adatai

Víztest/Mélység:		Település	VIZIG	Megye	Elhelyezkedés	Építés éve	Mélység	Vízhozam (L/M)	Vízhőm.	Hasznosítás
HU_pt2.4.										
>1000 m	1.	Debrecen	TITUKÖVIZIG	H-B	Fürdő I	1932	1611,90	1000	62	Balneológia
	2.	Földes	TITUKÖVIZIG	H-B	Rákóczi MgTsz. 2	1967	1344,00	750	66	Balneológia
	3.	Debrecen	TITUKÖVIZIG	H-B	Nagyerdő Strand VII	1963	1196,30	950	64	Balneológia
	4.	Mátészalka	FETIKÖVIZIG	Sz-Sz-B	Strand	1960	1009,00	1200	58	Balneológia
	5.	Nyírbátor	FETIKÖVIZIG	Sz-Sz-B	Strand	1971	1000,00	1150	52	Balneológia
	6.	Püspökladány	TITUKÖVIZIG	H-B	Strand II	1973	1086,00	2000	47	Balneológia
	7.	Hajdúszoboszló	TITUKÖVIZIG	H-B	Gyógyfürdő XIII	1994	1009,90	900	65	Balneológia
800-1000 m	8.	Baktalórántháza	FETIKÖVIZIG	Sz-Sz-B	Strand	1971	862,20	400	45	Balneológia
	9.	Hajdúböszörmény	TITUKÖVIZIG	H-B	Strand III	1971	998,10	636,00	48	Balneológia
600-800 m	10.	Kaba	TITUKÖVIZIG	H-B	Strand 2	1983	707,00	820	48	Balneológia
	11.	Nádudvar	TITUKÖVIZIG	H-B	Strand I/a	1977	700,00	1450	39	Balneológia
400-600 m	12.	Balmazújváros	TITUKÖVIZIG	H-B	Strand	1972	427,00	360	38	Balneológia
	13.	Szentpéterszeg	TITUKÖVIZIG	H-B	vízmű	1963	412,00	450	30	Nincs hasznosítva
<400 m	14.	Hortobágy	TITUKÖVIZIG	H-B	Hortobágy-Máta	1991	306,80	1520	30	Balneológia
HU_pt2.3.										
<900	15.	Komádi	TITUKÖVIZIG	H-B	Kendergyár	1963	983,40	600	50	Mezőgazdasági
	16.	Újiráz	TITUKÖVIZIG	H-B	vízmű	1967	545,00	1000	36	Ivóvíz
HU_pt2.2.										
900>	17.	Jászkisér	KÖTIKÖVIZIG	J-N-SZ	Strand	1972	1222,50	1872	69	Többletcsős
	18.	Polgár	TITUKÖVIZIG	H-B	Strand	1973	960,00	1620	42	Balneológia
	19.	Tiszafüred	TITUKÖVIZIG	J-N-SZ	Strand 1	1959	946,80	900	48	Balneológia
	20.	Tiszacsege	TITUKÖVIZIG	H-B	TUKA Kendergyár	1963	993,10	685	51	Mezőgazdasági

III. táblázat: A termálvizek vezetőképessége és fő ionösszetétele
(Dr. Janurik Endre táblázata nyomán)

Minta jele	Vezetőképesség (20 °C)	m-Lúgosság	Klorid	Szulfát	Nátrium	Kálium	Kalcium	Magnézium
-	µS/cm	mval/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Tuka	826	9,9	30,5	8,08	154	2,22	21,5	3,7
Baktalórántháza	873	8,7	67,6	8,85	192	1,42	2,74	0,1
Szentpéterszeg	932	12,2	8,47	16,2	185	1,43	17,0	4,0
Tiszafüred	958	12,0	15,6	21,9	208	2,56	9,44	1,6
Mátészalka	1 045	11,9	50,8	9,96	242	2,67	5,25	0,6
Újiráz	1 048	12,5	6,64	56,3	224	2,29	8,11	1,7
Komádi	1 064	13,9	3,85	11,5	242	1,81	3,26	0,6
Jászkisér	1 287	16,6	10,2	19,7	276	4,99	6,08	1,4
Nyírbátor	2 050	15,1	316	10,8	440	3,66	6,63	1,4
Polgár	2 120	28,9	17,0	35,5	518	3,74	7,84	3,5
Hortobágy	2 810	29,6	245	23,2	644	4,44	2,19	0,5
Nádudvar	3 120	25,4	458	33,2	678	3,43	5,65	2,6
Püspökladány	3 590	17,3	824	32,1	689	5,79	29,5	9,8
Balmazújváros	3 780	26,6	661	25,7	825	5,96	6,02	1,8
Debrecen Nagyerdő 7. kút	3 990	50,1	610	22,7	874	6,75	6,73	3,1
Hajdúszoboszló	4 620	47,2	799	23,9	1 000	9,67	5,18	2,2
Hajdúböszörmény	4 890	26,9	1 080	21,8	942	8,56	10,6	4,0
Debrecen Acsádi 1.	6 870	32,7	1 730	22,9	1 460	14,8	12,1	5,0
Kaba	7 840	12,4	2 560	17,4	1 520	10,5	39,0	14,8
Földes	19 890	5,8	7 770	9,54	3 930	45,6	237	60

A mérgező ammónia/ammónium, illetve szabad ammónia koncentráció szempontjából a határ kb. 5 mg/L ammónium-nitrogén értéknél húzható meg. A közvetlen, haltermelési célú hasznosítás szempontjából a földesi, a kabai, a Debrecen Acsádi 1. és a püspökladányi termálvíz alkalmatlan, felhasználásuk csak közvetve, hőcserélőn keresztül ajánlható.

Alsó méréshatár feletti mérhető nitrit-nitrogén tartalom a földesi és jászkiséri termálvízben van, azonban még ezen értékek sem okoznak számottevő problémát. Valamennyi termálvíz nitrát-nitrogén és összes foszfortartalma megfelelő.

A termálvizek fémion, nehézfém összetételével kapcsolatban elmondható, hogy a fémionok közül a vas, mangán és lítium mg/L, a többi µg/L nagyságrendű, higanytartalom egyetlen termálvízben sem mérhető, a kadmium- és króm koncentráció az összes termálvízben 1 µg/L alatt van. A vastartalom a hortobágyi mintában a legnagyobb, vastalanítási kezelést, technológiát igénylő mértékben,

míg Szentpéterszeg esetében a vastalanítási kezelés szükségessége csak valószínűsíthető. A vas-mangán együttes kezelést tekintve a legnagyobb vaskoncentrációk mellett kisebb mangántartalmakkal, illetve a földesi minta nagyobb mangántartalma kisebb vastartalommal párosul.

A réz esetében három, Jászkisér, Hajdúböszörmény és Debrecen Nagyerdő 7. kút, az ólom esetében egy termásvíz, a balmazújvárosi tűnik ki nagyobb koncentrációval. A fémek, nehézfémek között korreláció nem található.

IV. táblázat: A termásvizek szervesanyag-, ammónium- és fenoltartalma
(Dr. Janurik Endre táblázata nyomán)

Minta jele	KOIk (eredeti)	Ammónium-nitrogén	Nitrit-nitrogén	Nitrácion	Összes nitrogén	Összes foszfor	Összes fenol
-	mg/L	Mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Újiráz	<2	0,387	<0,020	<0,443	0,871	0,166	0,051
Baktalórántháza	6	0,346	<0,020	<0,443	0,625	0,054	0,075
Komádi	6	0,995	<0,020	<0,443	1,52	0,147	0,098
Mátészalka	9	0,588	<0,020	<0,443	0,904	0,037	0,120
Nyírbátor	13	1,57	<0,020	<0,443	1,99	0,054	0,111
Tuka	15	1,84	<0,020	<0,443	2,22	0,211	0,150
Szentpéterszeg	20	1,85	<0,020	<0,443	2,45	0,170	0,423
Debrecen Nagyerdő 7. kút	25	5,17	<0,020	<0,443	6,04	0,120	0,212
Tiszafüred	26	3,64	<0,020	<0,443	3,88	0,099	0,338
Balmazújváros	31	4,32	<0,020	<0,443	5,01	0,086	0,272
Hajdúböszörmény	32	5,46	<0,020	<0,443	6,14	0,092	0,230
Hortobágy	32	4,49	<0,020	<0,443	4,69	0,115	0,473
Debrecen Acsádi 1.	33	12,2	<0,020	<0,443	12,5	0,083	0,259
Polgár	35	5,34	<0,020	<0,443	5,54	0,169	0,365
Földes	37	34,6	0,029	<0,443	42,6	0,038	0,209
Jászkisér	42	4,92	0,190	<0,443	5,79	0,061	0,760
Nádudvar	45	5,70	<0,020	<0,443	6,79	0,154	0,583
Hajdúszoboszló	47	6,93	<0,020	1,49	8,42	0,084	0,363
Kaba	60	13,1	<0,020	<0,443	13,9	0,147	0,420
Püspökladány	68	10,6	<0,020	<0,443	11,3	0,153	0,642

Biológiai tesztek eredményei:

Baktalórántháza, Balmazújváros, Hajdúböszörmény, Mátészalka, Nyírbátor termál-kutak

Algateszt

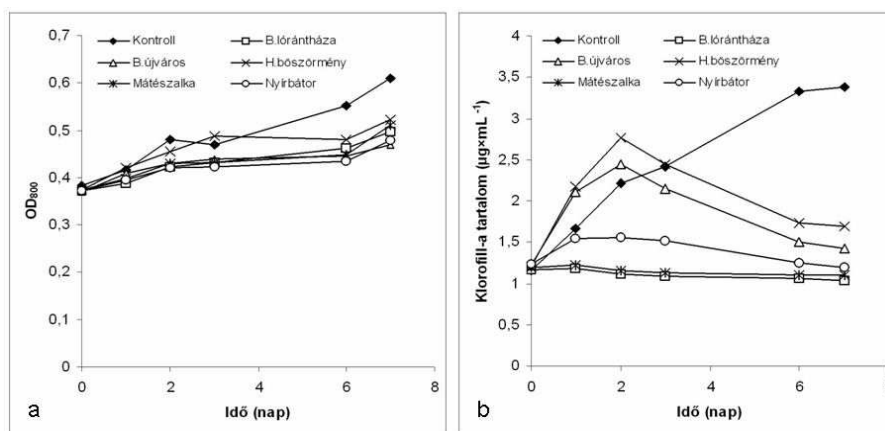
A vizsgálat során a tenyészetek növekedése valamennyi termálvíz esetében alulmaradt a kontrollhoz képest (1. ábra). A minták gátolták a tenyészetek növekedését, kifejezetten gátló hatással voltak a klorofill-a szintézisre. Az OD_{800} értékek alapján feltételezhető, hogy nem kifejezetten toxikus hatásra, hanem a minták növekedésgátlása elsősorban valamely tápanyag hiányára vezethető vissza.

Daphnia-teszt

A Daphnia teszt során a balmazújvárosi, hajdúböszörményi és mátészalkai mintákban volt megfigyelhető az állatok mozgásképtelenné válása. Az állatok aktivitásában már 24 óra elteltével negatív változás következett be mindhárom minta esetében, a 72 óra expozíciós idő eltelte után a balmazújvárosi mintában az állatok 33%-a, a hajdúböszörményi mintában 28%-a, a mátészalkai mintában 11%-a veszítette el mozgásképeségét. A baktalórántházai és nyírbátori minták nem voltak hatással az állatok aktivitására.

Guppi teszt

A guppi kevésbé mutatkoztak érzékenynek a mintákra, mint az a Daphniák esetében megfigyelhető volt: csupán a mátészalkai mintában tapasztaltunk 10%-os pusztulást. Az állatok pusztulása az expozíciós idő 60. órája után következett be.



1. ábra: A tenyészetek növekedése az optikai denzitás (OD_{800}) (a) és a klorofill-a (b) tartalom alapján

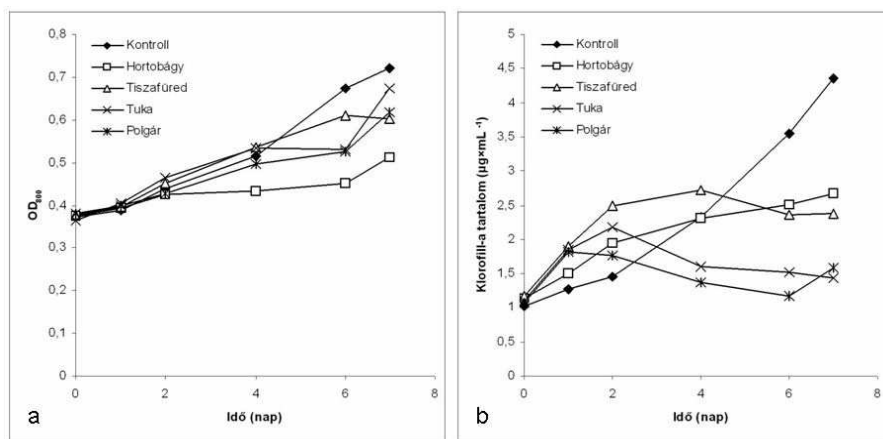
(Dr. Bácsi István és Antal László ábrája nyomán)

Hortobágy, Tiszafüred, Tiszacsege (Tuka), Polgár termálkutat

Algateszt

A teszt során a tenyészetek növekedése az expozíció első négy napján a kontroll tenyészetéhez hasonlóan alakult, sőt klorofill-a tartalom tekintetében felül is

múlták azt (2. ábra). Sejtszám tekintetében a hortobágyi, míg klorofill-a tartalom szempontjából a tiszacsegei (Tuka) és a polgári minták okozták a legnagyobb mértékű növekedésgátlást. A tenyésztés 7. napjára a tenyészetek növekedése gátlást szenvedett a termálvíz minták mindegyikében, 7-30%-os gátlás figyelhető meg az OD₈₀₀ értékek (sejtszám) alapján; 40-70%-os gátlás látható a klorofill-a tartalom alapján.



2. ábra: A tenyészetek növekedése az optikai densitás (OD₈₀₀) (a) és a klorofill-a (b) tartalom alapján

(Dr. Bácsi István és Antal László ábrája nyomán)

Daphnia-teszt

A *Daphnia* teszt során a hortobágyi, tiszafüredi és tiszacsegei (Tuka) mintákban tapasztaltuk az állatok mozgásképtelenné válását. A hortobágyi minta esetében az állatok aktivitásában már 12 óra elteltével negatív változás következett be, 36 óra elteltével rohamosan csökkent az élő egyedek aránya. A 72 óra expozíciós idő eltelté után a hortobágyi mintában az állatok 90%-a, a tiszafüredi mintában 27%-a, a tiszacsegei (Tuka) mintában 9%-a veszítette el mozgásképeségét. A polgári minta nem volt hatással az állatok aktivitására.

Guppi teszt

A guppi kevésbé mutatkoztak érzékenyek a mintákra, mint a *Daphniák*. A tiszacsegei (Tuka) mintában 12 óra elteltével elpusztult az egyedek 10%-a, további pusztulást ebben az esetben nem tapasztaltunk, azonban a hortobágyi mintában 40%-os pusztulást figyeltünk meg. Az állatok pusztulása az expozíciós idő 36. órája után gyors egymásutánban következett be. A guppi nem mutattak érzékenységet a *Daphniák* körében 27%-os pusztulást okozó tiszafüredi mintára.

Földes, Kaba, Nádudvar, Püspökladány termál-kutak

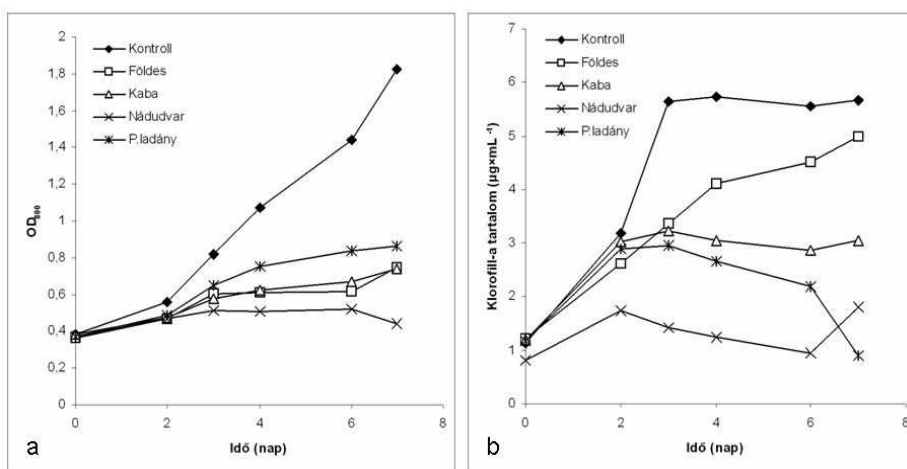
Algateszt

A teszt során a tenyészetek növekedése valamennyi mintában alulmaradt a kontroll tenyészetéhez képest (3. ábra). A növekedés gátlása már a 2. naptól megfigyelhető, elsősorban az OD₈₀₀ értékek (sejtszám) alapján, a földesi minta kisebb

mértékben gátolta a klorofill-a szintézist, azonban a többi mintában a klorofill-a tartalom is csökkenő tendenciát mutatott. A tenyésztés 7. napjára a tenyészetek növekedése gátlást szenvedett a termásvíz minták mindegyikében, a gátlás mértéke erőteljesebb az OD₈₀₀ értékek (sejtszám) alapján; a földesi minta kivételével több, mint 50%-os gátlás látható a klorofill-a tartalom alapján is. Az OD₈₀₀ értékek alapján, illetve a 2. nap után csökkenő tendenciát mutató klorofill-a tartalom alapján feltételezhető a kifejezetten toxikus hatás.

Daphnia-teszt

A *Daphnia* teszt során a földesi és kabai mintákban következett be a vízbolhák pusztulása. A 72 óra expozíciós idő eltelte után a kabai mintában az állatok 30%-a veszítette el mozgásképeségét. A nádudvari és püspökladányi minták nem voltak hatással az állatok aktivitására.



3. ábra: A tenyészetek növekedése az optikai denzitás (OD₈₀₀) (a) és a klorofill-a (b) tartalom alapján
(Dr. Bácsi István és Antal László ábrája nyomán)

Guppi teszt

A guppik kevésbé mutatkoztak érzékenyek a földesi mintára, mint a *Daphniák*, bár már a 12. órában elpusztult az első egyed, az expozíciós idő végére az egyedek 60%-a életben maradt. A nádudvari és püspökladányi minták esetében azonban a guppik érzékenyebbnak bizonyultak - a nádudvari és püspökladányi mintában 12 óra elteltével elpusztult az egyedek 10%-a -, az expozíciós idő végére mindkét mintában 20%-os pusztulást figyeltünk meg. A guppik kevésbé voltak érzékenyek a *Daphniák* körében 27%-os pusztulást okozó kabai mintára, de az állatok 10%-a ebben a mintában is elpusztult 36 órán belül.

Debrecen - Acsád 1. kút (Debr.1), Debrecen - Nagyerdő 7. kút (Debr.7), Hajdúszoboszló, Jászkisér, Komádi, Szentpéterszeg, Újiráz

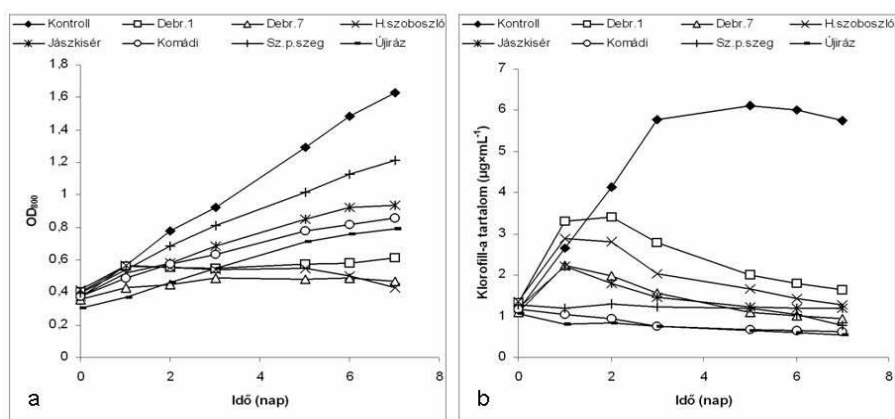
Algateszt

A teszt során a tenyészetek növekedése valamennyi mintában alulmaradt a kontroll tenyészetéhez képest mind az OD₈₀₀, mind pedig a klorofill-a tartalom alapján

(4. ábra). Az OD₈₀₀ értékek alapján a debreceni és hajdúszoboszlói minták esetén gyanítható toxikus hatás. A klorofill-a tartalom alapján a komádi, szentpéterszegi és újrázi mintákban figyelhető meg a klorofill-a szintézis azonnali gátlása, a többi mintában 1-2 napi növekedést követően a klorofill-a tartalom csökkenő tendenciát mutatott, ami elsősorban tápanyaghiányra utalhat. A tenyésztés 7. napjára a tenyészetek növekedése gátlást szenvedett a termálvíz minták mind-egyikében, különösen a klorofill-a tartalom alapján.

Daphnia-teszt

A *Daphnia* teszt során a debreceni és hajdúszoboszlói mintákban következett be a vízbőlhák pusztulása. A 72 óra expozíciós idő eltelte után a Debrecen (Acsádi) 1. mintában az összes állat elveszítette mozgásképeségét, a Debrecen (Nagyerdő) 7. és a hajdúszoboszlói mintában az egyedek 18, ill. 12%-a maradt életben, az aktivitás gátlása már 24 óra elteltével elkezdődött ezekben a mintákban is. A többi minta nem volt hatással az állatok aktivitására.



4. ábra: A tenyészetek növekedése az optikai denzitás (OD₈₀₀) (a) és a klorofill-a (b) tartalom alapján
(Dr. Bácsi István és Antal László ábrája nyomán)

Guppi teszt

A guppi ugyanazon minták esetében mutattak érzékenységet, mint a *Daphniák*. Leginkább szembetűnő különbség, hogy a Debrecen (Acsádi) 1. mintában csak 10%-os pusztulás következett be, míg a *Daphniák* esetében az összes egyed elpusztult 72 óra alatt. A Debrecen (Nagyerdő) 7., ill. a hajdúszoboszlói mintákban 40-40%-os pusztulást detektáltunk. A komádi minta esetében azonban a guppi kis-mértékben érzékenyebbek bizonyultak - 24 óra elteltével elpusztult az egyedek 10%-a -, az expozíciós idő végére azonban nem tapasztaltunk további pusztulást.

Következtetések

A toxikológiai tesztek eredményeinek ismeretében megállapítható, hogy a vizsgált termál-kutak vize nem kedvez az algák elszaporodásának, illetve hogy a

fitoplanktonra gyakorolt gátló hatás elsősorban nem a toxicitáson keresztül érvényesül, hanem valamely tápanyag hiányából fakad. Ez alól kivételt képeznek a kabai, földesi, nádudvari, püspökladányi, debreceni és hajdúszoboszlói minták, amelyek esetében toxikus hatás állapítható meg.

Az állati szervezetekkel, vagyis *Daphnia magnával* és guppival végzett biológiai tesztek eredményei alapján kijelenthető, hogy a Baktalórántháza, Balmazújváros, Hajdúböszörmény, Mátészalka, Nyírbátor, Tiszafüred, Tiszacsege (Tuka), Polgár, Jászkisér, Komádi, Szentpéterszeg és Újiráz termálvíz minták esetében nem mutatkozott toxicitás. Az alkalmazott teszttállatok azonban érzékenyen reagáltak a kabai, a püspökladányi, a nádudvari és a debreceni 1-es (Acsádi) mintákra, amelyekben változó mértékben elhullást tapasztaltunk.

A biológiai vízminősítés mindhárom tesztrendszerének eredményei alapján kijelenthető, hogy az élő szervezetekre gyakorolt erős toxikus hatás következtében a hortobágyi, földesi, debreceni 7-es (Nagyerdő) és a hajdúszoboszlói termálvizek a közvetlen haltermelésre alkalmatlanok, felhasználásuk csak közvetve, hőcserélőn keresztül javasolható.

A toxikológiai tesztek és a vizsgált termálvizek minőségi analízisét összevetve megállapítható, hogy földesi, a kabai és a Debrecen Acsádi 1-es minták esetében az élő szervezetekre gyakorolt kedvezőtlen hatás elsősorban a magas sótartalom következménye.

A jelentős Na-ion koncentráció ellenére azonban, megfelelő K-kiegészítés mellett, ezen termálvizek akár közvetlenül is alkalmasak lehetnek olyan tág sótűrőssel rendelkező halfajok termelésére, mint a barramundi (Partridge et al. 2008). A földesi termálvíz hasznosítását ugyanakkor nemcsak a só-, hanem a magas ammónium-, illetve mangántartalom is korlátozhatja. A jelentékeny ammónium-nitrogén és szervesanyag koncentráció a kabai és a Debrecen Acsádi 1-es minták esetében is aggályos lehet.

A hortobágyi termálvíz élő szervezetekre gyakorolt toxikus hatása a kémiai analízis eredményei alapján elsősorban a minta kiemelkedően magas vastartalmával áll összefüggésben. A hajdúszoboszlói és a debreceni 7-es (Nagyerdő) termálvíz a közvetlen haltermelési hasznosításra szintén alkalmatlannak bizonyult, ami feltehetően a jelentékeny szervesanyag, illetve réz-koncentráció következménye.

Az eredmények és a mintát adó kutak adatainak összevetése alapján jól látható a haltermelés szempontjából lényeges vízminőségi paraméterek, illetve a vízadó víztestek és talpmélységek közötti kapcsolat. Kijelenthető, hogy az Észak Alföldi Régió HU_pt2.2. és HU_pt2.3. jelű víztestekhez kapcsolódó termálkútjai alkalmasak lehetnek a közvetlen hasznosításra. A legtöbb kutat adó, HU_pt2.4. jelű víztest termálvizeinek minősége azonban jelentős szórást mutat a talpmélység függvényében. A közvetlen haltermelési célú hasznosításra alkalmatlannak bizonyultak a 400 m fölötti (Hortobágy-Máta), a 600 és 800 m közötti (Kaba, Nádudvar) és az 1000 m alatti (Debrecen 1-es és 7-es, Földes, Püspökladány és Hajdúszoboszló) talpmélységgel rendelkező termál-kutak.

A kapott eredmények alapján kijelenthető, hogy a baktalórántházi, a balmazújvárosi, a hajdúböszörményi, a mátészalkai, a nyírbátori, a tiszafüredi, a tiszacsegei (Tuka), a polgári, a jászkiséri, a komádi, a szentpéterszegi és az újirázi termálvíz minták esetében sem a biológiai, sem a kémiai vizsgálatok nem mutat-

tak ki jelentős minőségi problémát, így azok akár közvetlen haltermelésre is alkalmasak lehetnek.

Köszönetnyilvánítás

Kutatómunkánkat a *Baross Gábor Program 2009* által támogatásban részesült, *GEOHAL_09* azonosító jelű projekt keretében végeztük. A közleményben szereplő értékelésekért és táblázatokért köszönet illeti Dr. Janurik Endrét (HAKI), illetve Dr. Nagy Sándor Alexet, Dr. Bácsi Istvánt és Antal Lászlót (DE TEK-TTK Hidrobiológiai Tanszék).

Irodalomjegyzék

- Azaza, M., S., 2004. Tolerance à la température et à la salinité chez le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus* L., 1758) en élevage dans les eaux géothermales du sud tunisien. Master Thesis, FST, 110pp.
- Azaza, M., S., Dhraief, M., N., Kraiem, M., M., 2008. Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. *Journal of Thermal Biology*, Volume 33, Issue 2, pp. 98-105.
- Felföldy, L. 1987. A biológiai vízminősítés. *Vízügyi Hidrobiológia* 16.VGI., 258p.
- Gelegenis, J., Dalabakis, P., Ilias, A., 2006. Heating of a fish wintering pond using low-temperature geothermal fluids, Porto Lagos, Greece. *Geothermics*, Volume 35, Issue 1, pp. 87-103.
- Gáspár, E., 2009. Magyarország geotermikus adottságai-termálkarszt gyógyvizek Magyarországon. A Miskolci Egyetem Közleménye, A sorozat, Bányászat, 77. kötet, pp. 181-187.
- Katersky, R. S., Carter, C. G., 2005. Growth efficiency of juvenile barramundi, *Lates calcarifer*, at high temperatures. *Aquaculture* 250, pp. 775-780.
- Katersky, R. S., Carter, C. G., 2007. A preliminary study on growth and protein synthesis of juvenile barramundi, *Lates calcarifer* at different temperatures. *Aquaculture* 267, pp. 157-164.
- Kozák, M., Mikó, L. Geotermikus potenciál hasznosításának lehetőségei Kelet-Magyarországon. MSZET kiadványai No 2.
- Landy Kornélné, 2002. A geotermális energiahasznosítás Magyarországon. Szakdolgozat.
- Matthew, G., 2009. Taxonomy, identification and biology of Seabass (*Lates calcarifer*). http://eprints.cmfri.org.in/6062/1/7._Gra.pdf
- Partridge, G. J., Lymbery, A. J., Bourke, D. K., 2008. Larval rearing of barramundi (*Lates calcarifer*) in saline groundwater. *Aquaculture* 278, pp. 171-174.
- Volvich, L., Appelbaum, S., 2001. Length to weight relationship of Sea Bass *Lates calcarifer* (BLOCH) reared in a closed recirculating system. *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgah* 53 (3-4) pp. 158-163.

Fenntarthatósági kérdések az intenzív akvakultúrában

Gyalog Gergő, Gál Dénes és Váradi László

Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas

Kivonat

Gyakran hangoztatott tény, hogy az akvakultúra a legdinamikusabban növekvő hústermelő szektor a világon az elmúlt 40 évet tekintve, évi 8.2 százalékos termelésbővüléssel. Az elmúlt 10 évben ezt a növekedést az intenzív technológiák térnyerése jellemezte, nemcsak a fejlett országokban, hanem a nagy haltermelő ázsiai fejlődő országokban is. Ma már a világ akvakultúra termelésének 60 százalékát adó kínai haltermelés jelentős része is magas intenzitású tavi kultúra. A hallisztet tartalmazó táppal történő etetés, a monokultúra, a monoszex állományok előtérbe kerülése, a tavi levegőztetés alkalmazása mind egy olyan agrotechnikai fejlődés elemei, amelyek lehetővé tették a tradicionális (integrált, polikultúras) extenzív/fél-intenzív tavi akvakultúra háttérbe szorítását és magas hozamok elérését.

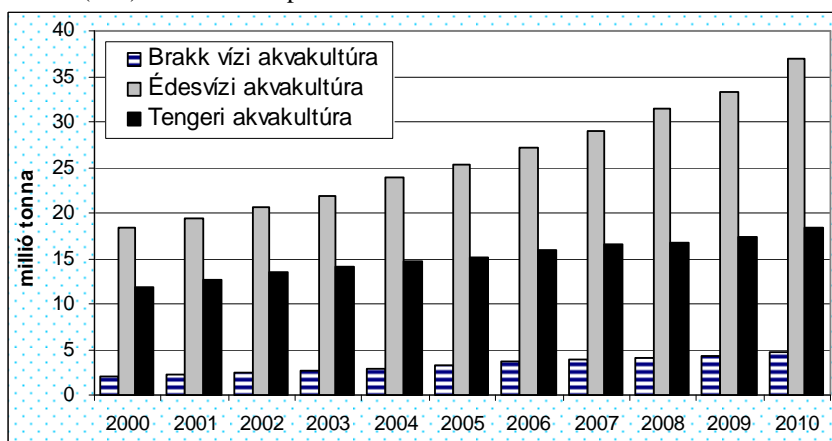
A halak és egyéb vízi állatok termelése robbanásszerű növekedésének fenntarthatósága elé azonban komolyan gátat vet az erőforrások szűkössége, amely az ökológiai aggályok mellett a fenntarthatóság gazdasági és társadalmi aspektusait is befolyásolja különböző piaci vagy szabályozási folyamatokon keresztül. Ezen folyamatok eredményeként az akvakultúra növekedése évről évre lassuló tendenciát mutat nemzetközi statisztikák szerint.

Az akvakultúra az elmúlt 10 évben 80 százalékkal nőtt volumenében, azonban az intenzív technológiák térnyerésével a haltakarmányok iránti igény ennél jóval nagyobb mértékben emelkedett. A magas fehérjetartalmú tápot igénylő fajok közül például a rákfélék termelése ez idő alatt 270 százalékkal, a harcsa-termelés pedig 420 százalékkal nőtt. Ezzel szemben szintén ez idő alatt a halliszt és halolaj alapjául szolgáló, nem étkezési célú halfogas a világon körülbelül 10 százalékkal csökkent. A kereslet-kínálati viszonyok átrendeződésével a takarmányárakban jelentős emelkedés ment végbe (elsősorban a halliszt árak exponenciális növekedése miatt). Ez ugyan magasabb fajlagos termelési önköltségeket eredményez intenzív rendszerekben a kiegészítő takarmányozáson alapuló rendszerekhez viszonyítva, ám a két-háromszor magasabb hozamok még alacsonyabb fajlagos profit mellett is magasabb hektáronkénti jövedelmet biztosítanak a termelőknek. Míg relatív túlkapcsolásnál a költség-arányos árbevétel szempontja lehet döntő a technológia megválasztásánál (vagyis 1 kg halhúsra jutó profit), addig napjaink erőforrás-szűkössége mellett (pl. egy főre jutó termőföld alacsony szintje Ázsiában) egyre inkább a hektáronkénti profit tűnik meghatározónak.

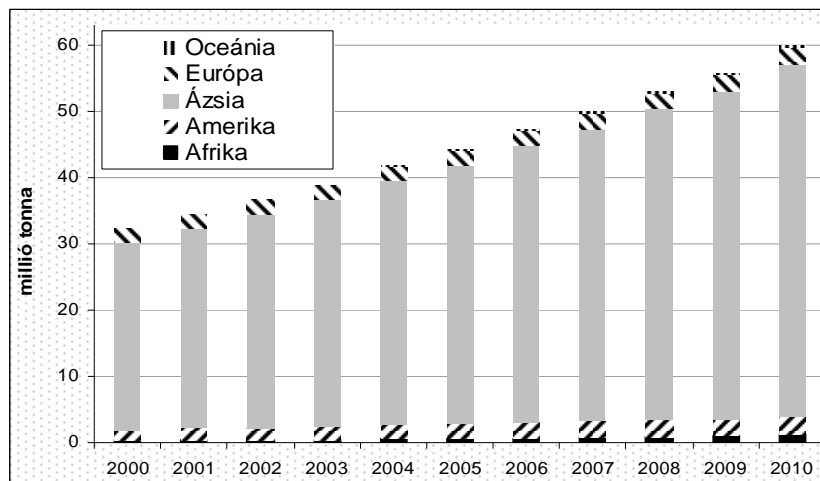
A táppal etetés ökológiai értékelése is nézőpont kérdése. Ha egy hektárnyi rendszerre vetítjük, vitathatatlan, hogy az intenzív takarmányozás magasabb állomány-sűrűség mellett magasabb tápanyagterhelést jelent a környezetre. Ugyanakkor, ha a hal iránti rohamosan növekvő keresletet (növekvő népesség, illetve jövedelem) vesszük alapul, akkor 1 kg előállított haltermékre vetítve a táppal bevitt tápanyagok (N,P) hatékonyabban hasznosulnak, mint a trágyaként, állati vagy növényi melléktermékeként, házilag gyártott takarmányként, gabonaként bevitt tápanyagok esetében.

A Kék forradalomról számokban

A világ akvakultúrák termelése (vízinövények nélkül) az elmúlt 30 év alatt (1980-2010) alatt évi 5 millió tonnáról 60 millió tonnára (évi 8,9%-al) nőtt, míg ugyanezen idő alatt a világ hústermelése 137 millió tonnáról 293 millió tonnára (évi 2,6%-al) gyarapodott (FAO 2012; FAOSTAT 2012). A halak és egyéb vízi állatok termelésének robbanásszerű fejlődéséből a 70-es, 80-as években még kivették a részüket az európai országok is (elsősorban a tengeri ketreces technológia fejlesztése révén), az elmúlt 10-15 évben azonban elsősorban az ázsiai, kisebb mértékben az afrikai és a latin-amerikai édesvízi akvakultúra adta a termelés növekedésének döntő hányadát. Az 1. ábra és 2. ábra adatai mutatják, hogy nem a lazac ketreces termelése a haltermelés növekedésének motorja, hanem az édesvízi (tavi) termelés elképesztő ütemű növekedése.



3. ábra A világ akvakultúra termelése vízi környezet szerint (Forrás: FAO 2012)



4. ábra A világ akvakultúra termelése földrészek szerint (Forrás: FAO 2012)

A Kék forradalom technológiai oldala: magasabb intenzitás

Az édesvízi haltermelés növekedésének legfőbb hajtóereje az elmúlt évtizedekben a tavi termelés intenzifikációja volt. Már az USA-ban a pettyesharcsa (csatornaharcsa) tavi tenyésztésének intenzitása is 50-70%-al nőtt (5-6 tonna/hektárra) a 80-as, 90-es évek folyamán az intenzív technológiai elemek átvételének köszönhetően (Engle et al. 1996), a világ akvakultúra termelésére azonban igazán meghatározó technológiai forradalom az elmúlt 10-20 évben Ázsia, Afrika és Latin-Amerika egyes országainak tavi akvakultúrájában játszódott le.

Ma már az ázsiai tavi haltermelésről egyre kevésbé állítható az, hogy döntően fél-intenzív (hagyományos polikultúras/integrált) technológiák alkalmazásán alapszik. Weimin et al. (2007) azt mutatta ki, hogy a kínai haltermelés 40-45%-a már 2004 körül is iparilag gyártott (megkülönböztetendő a házilag gyártott tápoktól) pellet takarmányozásán alapult, és gyanítható hogy ez a részarány azóta jelentősen nőtt.

Az ázsiai akvakultúra fejlesztése során végbemenő technológia váltásnak néhány jellegzetes eleme a következő (Edwards 2011):

- Az ázsiai régióra korábban jellemző, a természetes tápanyag-körfogást kiaknázó, integrált farmok (sertés-hal, kacsa-hal, rizs-hal, stb.) jelentősége – a privatizációs folyamat eredményeként is – visszaszorul, helyettük szakosodott növénytermesztő, állattenyésztő és haltermelő farmok kerülnek túlsúlyba.
- A pontyfélék, a harcsafélék, a tilápiafélék és az édesvízi rákok teljes értékű iparilag gyártott táppal etetése egyre jobban dominál a farmról, vagy farm közeli forrásból származó tápanyagra (trágyázás, állati vagy növényi melléktermékek, házilag gyártott takarmányok) alapozott technológiákkal szemben.
- A táppal etetés, a genetikai és egyéb faj specifikus tudományos eredményeknek köszönhetően a monokultúras termelésben egyre több farmer lát jövőt. Az ázsiai haltermelésre korábban oly jellemző polikultúrát egyre inkább felváltja az exportképes fajok, elsősorban a két vezető export cikk (a tilápia és a pangasius) valamint a rákok monokultúras termelése. A mindenevő pontyfélék (ponty, kárász) esetében is magasabb hozamot biztosít a teljes értékű táppal történő takarmányozás (30-40 tonna/hektár/év levegőztetett tavakban), mint a természetes táplálékkészlet hasznosítása során egymást kiegészítő halak együtt nevelése (12-15 tonna/hektár/év). Egyes fajok tenyésztésénél (pl. tilápia, afrikai harcsa) a technológia fontos eleme a monoszex (vagy ivar nélküli) állományok kialakítása, amely szintén nagyobb hozamokat tesz lehetővé.

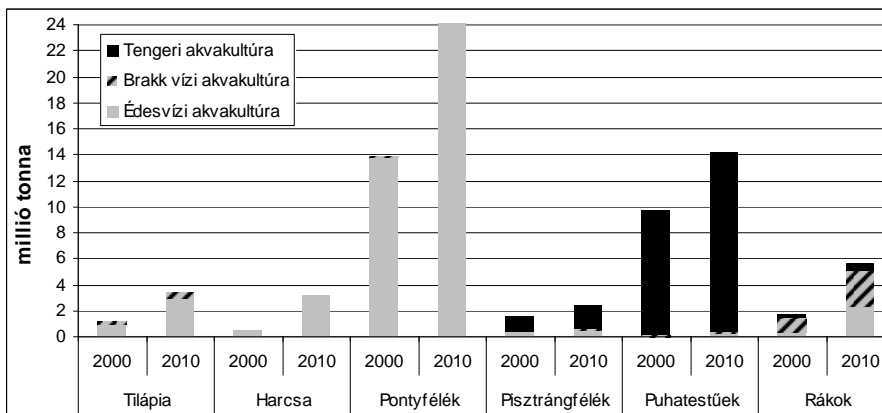
Ezen technológiai váltások a termelési statisztikákban is tükröződnek, lásd a teljes értékű tápok alkalmazásának alapuló, monokultúrában nevelt, elsősorban a ragadozó és mindenevő fajok termelésének gyorsabb növekedését. A 3. ábrán látható, hogy táplálkozási lánc magasabb szintjein élő fajok édesvízi termelése nőtt a legnagyobb arányban az elmúlt 10 évben: a rákok édesvízi (döntően tavi) termelése nyolcszorosára, a harcsa¹ termelése hatszorosára, a tilápia termelése

¹ Összefoglaló névként használjuk a harcsaalakúak rendjébe (Siluriformes) tartozó fajokra. Az akvakultúrában ebből a rendből a következő fajok és fajhibridek töltenek be fontos szerepet: pangázid fajok (Pangasiidae), zacskósharcsafélék (Clariidae, ebben a családban nagy a fajhibridek szerepe is), iktalurid fajok (Ictaluridae), szilurid fajok (Siluridae) és bagrid fajok (Bagridae).

háromszorosára nőtt. Ezzel szemben a táplálkozási lánc legalacsonyabb szintjén élő puhatestűek (kagylók) termelése ez idő alatt mindössze 45 százalékkal nőtt, míg a ragadozó, de döntően tengerben tenyésztett pisztrángfélék (elsősorban lazac) termelése pedig 56 százalékkal. (A pontyfélék esetében is a magasabb trofítási szinten élő, teljes értékű táppal etethető fajok, pl. a széleskárász és a fekete amur aránya nőtt a növényevő fajokhoz viszonyítva.)

2. táblázat Az akvakultúra fajszerkezetének változása a világon
(Forrás: FAO 2012)

	Termelés (millió tonna)		Változás
	2000	2010	
Pontyfélék (család)	13.9	24.0	64%
Puhatestűek	9.3	13.5	45%
Rákok	1.4	5.3	238%
Tilápia (Bölcsőszájúak családja)	1.2	3.5	194%
Harcsa (Harcsaalakúak rendje)	0.5	3.2	505%
Lazac, pisztráng (Pisztrángfélék családja)	1.5	2.4	56%
Akvakultúra összes	30.6	55.0	80%



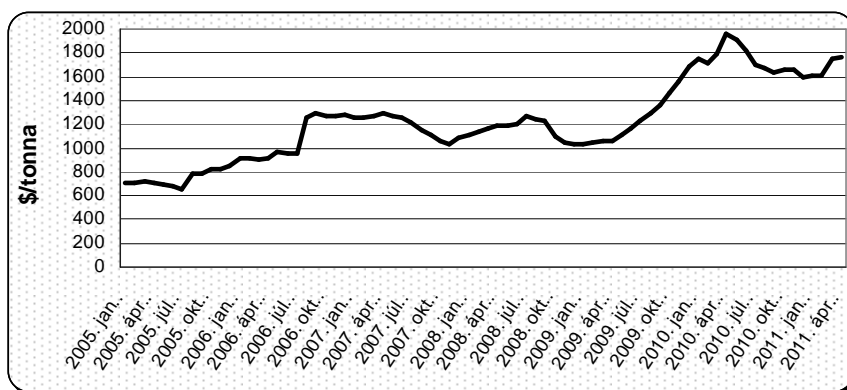
5. ábra Az akvakultúra fajszerkezetének változása a világon vízi környezet szerint (Forrás: FAO 2012)

A magas intenzitású termelés ökológiai fenntarthatósági kérdései

Természetesen az akvakultúra intenzitásának növelésével a bevitt inputok mennyisége is jelentősen növekedett, amelyek közül környezeti szempontból a legnagyobb jelentősége a takarmányak és az engergiának van. Korábbi tanulmányok kimutatták, hogy tavi (vagy zárt tavi ketreces) rendszerek esetén a magasabb intenzitás és a megnövekedett takarmánybevitel miatt abszolút értékben nagyobb a tápanyagkibocsátás (pl. egy hektárra vetítve), azonban 1 kg megter-

melt halhúsra vetítve magasabb arányban hasznosulnak a tápanyagok és alacsonyabb a környezetterhelés – ez természetesen csak a magas intenzitású (12-15 tonna/hektár/év kibocsátású) ázsiai tavi haltermelésre igaz, a hazai, extenzív, illetve gabona takarmányozáson alapuló fél-intenzív technológiák esetében, mind fajlagos, mind az abszolút környezeti terhelés alacsony. Ez elősorban annak köszönhető, hogy a teljes értékű takarmányok összetétele jobban alkalmazkodik a faji igényekhez. A lokális beszerezhető termékeken és melléktermékeken, házilag gyártott takarmányokon alapuló takarmányozás ugyan a kis szállítási távolság és rövid értéklánc (alacsony feldolgozottság) miatt mindenképpen a környezeti fenntarthatóság irányába hat, de általában alacsonyabb hatékonysággal épül be a biomasszába az így bevitt tápanyag.

A pelletált tápokkal kapcsolatban viszont gyakran merül fel ökológiai aggályként a halliszt és halolaj szükségének kérdése. Az elmúlt 20 évben a világ takarmányhal fogása 25-30 millió tonna körül ingadozott, némileg csökkenő tendenciát mutatva (ez a mennyiség évi 5-6 millió tonna halliszt előállítását teszi lehetővé), ami nem sokkal haladja meg pusztán az akvakultúra szektor jelenlegi igényét. A ragadozókra alapozott nyugat-európai és dél-amerikai kétérces akvakultúra (lazac, pisztráng, mediterrán fajok) igénye mellett a mindenevő fajok (harcsa, tilápia, ponty, kárász, rákok) termelésének rohamos növekedése és az intenzív monokultúra elterjedése Ázsiában egyre több hallisztet (a házilag gyártott takarmányok esetén egyre több takarmányhalat) igényel, így az akvakultúrának a pár évvel ezelőtti 56 százalékos részesedése (WB 2007) a halliszt világgpiacán gyaníthatóan már alaposan megnőtt az egyéb állattenyésztési ágazatok rovására². Ez a feszültség, amely a halliszt piacán a kínálati merevség és a keresleti függvény eltolódása között keletkezett az utóbbi években az árban is éreztette hatását (4. ábra).



6. ábra 65%-os fehérjetartalmú perui származású halliszt ára a chicagói árutőzsdén
(Forrás: IMF)

² A halolaj felhasználás 81 százalékát már a 2000-es évek közepén is az akvakultúra adta. Az akvakultúrában a halolajat elsősorban a lazac és pisztráng tenyésztés használja fel, ezért a mindenevő fajok termelésének robbanásszerű növekedése nem érinti annyira a halolaj piacát

A jövőben ez az áremelkedés a környezeti fenntarthatóság irányába ösztönözheti az akvakultúrát, részben a takarmányozási rendszer hatékonyságának növelésén keresztül, részben az állati fehérjék növényi fehérjékkel (szója, repce, len-, kókus-, napraforgó olajok) történő helyettesítésére irányuló K+F eredmények gyakorlati hasznosulásával.

Az intenzív akvakultúra gazdasági fenntarthatósága

Gazdaságossági szempontból első gondolatra megkérdőjelezhető a természetes táplálékra, trágyázásra, integrált farmok melléktermékeire, helyben elérhető gabonára építő tradicionális extenzív/fél-intenzív tavi technológiák felváltása teljes értékű táp etetésén alapuló intenzív technológiákkal egy olyan időszakban, amikor a halliszt és egyéb tápösszetevők piacát jelentős áremelkedés jellemzi.

A táppal etetés gazdasági fenntarthatóságának kulcsa a többszörösen megnövekedett hozamoknál keresendő. Egyrészt a 2-3-szoros hozamok az állandó költségek (pl. tőkejavak működési költségei: tóbérlet/amortizáció) és a termelési szintre rugalmatlanul reagáló költségek (pl. vízdíj, munkabér, medziment) szétosztásán keresztül csökkentő hatással vannak az átlagköltségre. Nyilvánvalóan azon országokban, ahol az urbanizációs nyomás, szennyezés, növekvő népesség miatt az elsődleges termelési erőforrásokhoz (föld, víz) való hozzájutás egyre nehezebb, ennek az 1 kg megtermelt halra jutó állandó (fix) költséget lefaragó hatásnak fokozott szerepe van. Másik oldalról a gyártott tápok ugyan olyan technológiák esetén, ahol az állandó költségek aránya a változó költségekhez képest alacsony, növelik az átlagköltséget és ezzel csökkentik a profitabilitást, azonban a megnövekedett hozamok miatt alacsonyabb 1 kg termelt halra jutó profit mellett is magasabb fajlagos területre (1 hektárra) jutó profitot eredményezhetnek.

Az ázsiai akvakultúrában a táppal etetés gazdasági hátterét bemutató FAO-kiadvány (Hasan 2007) jól illusztrálja a fenti folyamatot a kínai és a bangladesi gazdaságok felmérése alapján. A bangladesi esettanulmányban jól látszik, hogy pangasius tavi termelése esetén bár a teljes értékű pellettel való etetés jelentősen emeli az önköltséget (0,37 \$/kg) a tradicionális, trágyázáson és kiegészítő növényi fehérje takarmányozáson alapuló technológiához képest (0,29 \$/kg), még így 20%-al magasabb önköltség mellett is az intenzív technológia a háromszoros bruttó hozamoknak köszönhetően (táppal etetéssel: 13,9 tonna/ha; tradicionális technológia mellett: 3,4 tonna/hektár) magasabb 1 hektárra jutó profitot (3364 \$/hektár/év) kínál, mint a tradicionális fél-intenzív kultúra (1099 \$/hektár/év). A tanulmány kínai pontytermelésre irányuló elemzése is azt mutatja, hogy bár a táppal történő etetés csökkenti a profitrátát (2 százalékponttal), de a háromszoros hozamok és árbevétel miatt majd háromszoros a különbség az egy hektárra jutó profit szintek között az intenzív és a tradicionális fél-intenzív technológiák között.

A gazdasági tényezőknél érdemes megemlíteni, hogy a K+F+I háttérén túl az intenzifikációs folyamat agrár-finanszírozási kérdés is, miután a magas takarmányozási és ivadék-költségek jelentős forgóeszközhitel szükségletet vonnak maguk után. Hasan (2007) alapján gyanítható, hogy a tradicionális technológiát alkalma-

zó ázsiai farmerek jelentős része pusztán forgóeszköz (táp, ivadék) finanszírozási okok miatt nem dönt az intenzívebb technológiák mellett.

A Kék forradalom társadalmi fenntarthatósága

Ha a fennebb bemutatott növekedés szociális oldalát nézzük, akkor azt érdemes megvizsgálni, hogy miként részesedett a társadalom a *Kék forradalom* hasznából. A társadalmon belül különbséget lehet tenni az akvakultúrában közvetlenül érintettek: a tulajdonosok és alkalmazottak, illetve azokat között, akik csak a fogyasztáson vagy az esetleges megnövekedett környezeti terhelésen át, közvetve részesülnek ezekből az előnyökből/károkból. Itt most csak a tulajdonosi-foglalkoztatotti kérdésre térünk ki.

Bár az Ázsiában lejátszódó növekedés elsősorban a területegységre vetített termelés-intenzitás növekedéséből származott, a távol-keleti akvakultúra továbbra is erősen élőmunka-intenzívnek tekinthető az európai akvakultúrához képest, hiszen míg ott az évtized közepén körülbelül 3-4 tonna/ember-év volt az élőmunka termelékenysége, addig Európában ez a szám elérte 20-21 tonna/ember-év-et (Valderrama et al. 2010). Megemlítendő, hogy az erősen automatizált és technológiailag igen fejlett észak-európai ketreces rendszerekben az egységnyi munkaerőre eső évi termelés az európai átlagnál is tízszer magasabb, eléri a 200 tonna/év-et. Ezek a számok arra engednek következtetni, hogy míg az akvakultúra termelésének óriási növekedéséből Ázsiában nagy réteg vette ki a hasznát, addig az európai ketreces rendszerek estében jóval szűkebb az a kör, amelyik az akvakultúra szektor gazdasági hasznában közvetlenül is érdekelt. Norvégiában például (amely Európa haltermelésének 40 százalékát adja, a világon a 8. legnagyobb, és egyben legnagyobb nem ázsiai haltermelő ország), tíz év alatt (2000-2010) az akvakultúra termelés 104 százalékkal, 0,49 millió tonnáról 1 millió tonnára nőtt, a foglalkoztatottak létszáma mindössze alig 30 százalékkal nőtt ez idő alatt, és most is mindössze 5200 dolgoznak ebben az ágazatban, ami a norvég GDP 0,4 százalékát adja. Az európai és dél-amerikai ketreces lazac és pisztráng termelés, továbbá a mediterrán ketreces termelés is erősen koncentráldott néhány részvénytársaságra (így a tulajdonosi réteg szükségszerűen elválik a vidéktől), de a nyugat-európai szárazföldi (land-based) tok, pisztráng, angolna és rombuszhal termelést is nagyobb cégek uralják kevés munkavállalóval, jelentős élőmunka-hatékonyság mellett. Ázsiában a tavi kultúrára alapozott szektor továbbra is 1-2 hektár alatti családi gazdaságokból áll, a *Kék forradalom* itt erőteljes gazdasági fellendülést tudott hozni egyes régiók szintjén is, amelyből a társadalom jelentős része profitál (pl. a Mekong-deltában).

Irodalomjegyzék

Edwards P. 2011. Aquaculture for enhancing nutritional and economic improvement in Asia. Compendium of Asian-Pacific Aquaculture 2011, Annual Conference of the WAS-APC, 17-20 January, 2011, Kochi, India pp. 1-11.

- Engle C. R., Kouka P.-J. 1996. Effects of inflation on the cost of producing catfish. Report submitted to The Catfish Bargaining Association. University of Arkansas at Pine Bluff
- FAOSTAT 2011. FAOSTAT-LIFESTOCK Primary Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (<http://faostat.fao.org/site/569/default.aspx#ancor>)
- FAO. 2011. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Fishery information, Data and Statistics Unit. FishStat Plus. Universal software for fishery statistics time series. Rome (<http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en>)
- Hasan, M.R. (ed.) 2007. Economics of aquaculture feeding practices in selected Asian countries. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 505. Rome, FAO. 205p.
- WB 2007. Changing the face of the waters: the promise and challenge of sustainable aquaculture. Washington DC, The World Bank. 188. pp.
- Weimin M. and Mengqing L. 2007. Analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development in China. In. Hasan, M.R., Hecht, T., De Silva, S.S. & Tacon, A.G.J. (eds.) *Study and analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development*. FAO Fisheries Technical Paper No. 497. Rome, FAO. pp. 141-190.
- Valderrama, D., Hishamunda, N. and Zhou, X. 2010. Estimating employment in world aquaculture. FAO Aquaculture Newsletter No. 45., August 2010, pp. 24-25.