

HALÁSZAT – TUDOMÁNY

7. évfolyam | 1. szám | 2021

Alapítva: 2015



› A haltápokban alkalmazott
ízfokozó anyagok, szerepük a ta-
karmányhasznosítás javításában

3. oldal

› A Hortobágyi Öregtavak hal-
gazdálkodásának elemzése és
természetvédelmi szerepének
vizsgálata az elmúlt 10 évben

12. oldal

› PhD értekezések összefoglalói

23. oldal

HALÁSZAT – TUDOMÁNY

7. évfolyam | 1. szám | 2021

Az Agrárminisztérium tudományos folyóirata

A HALÁSZAT-TUDOMÁNY
elektronikus lap szerkesztőbizottsága

Főszerkesztő:
Dr. Váradi László

Tudományos főszerkesztő-helyettes
Dr. Urbányi Béla

Főszerkesztő-helyettes
Udvari Zsolt

Szerkesztő:
Bozánne Dr. Békefi Emese

A szerkesztőbizottság tagjai:

Dr. Bercsényi Miklós

† Dr. Bíró Péter

Dr. Farkas Anna

Dr. Hancz Csaba

Dr. Harka Ákos

Hoitsy György

Dr. Jenei Zsigmond

Dr. Molnár Kálmán

Dr. Németh István

Dr. Orbán László

Patakiné Dr. Várkonyi Eszter

Dr. Székely Csaba

Dr. Szűcs István

A folyóirat megjelenését támogatja:
Magyar Akvakultúra és Halászati
Szakmaközi Szervezet

Kiadja:

Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft.
1223 Budapest, Park u. 2.
www.hermanottointezet.hu

Felelős kiadó:
Bozay Péter

HALÁSZAT-TUDOMÁNY
Megjelenik félévenként

Szerkesztőség:

Magyar Agrár- és Élettudományi Egye-
tem

Akvakultúra és Környezetbiztonsági
Intézet

Halászati Kutatóközpont (HAKI)

5540 Szarvas Anna-liget utca 35.

Telefon: 06 66 515 300

E-mail: bozanne.bekefi.emese@uni-
mate.hu

HU ISSN 0133-1922

Index: 125 372

Címlapkép: A Hortobágyi Öregtavak
tündérfátyol borítása
Fotó: Nagy Lajos Roland

Tisztelt Olvasó!

A Halászat-Tudomány elektronikus szaklap 2021. évi első számában két nagyobb közleményt olvashatnak. Lapunk hagyományait követve közreadjuk egy angol nyelven megjelent közlemény újraserkesztett és kiegészített változatát, amelyben Prof. Hancz Csaba részletes áttekintést ad a haltápokban alkalmazott ízfokozó anyagok szerepéről, illetve a takarmányhasznosítás javításának lehetőségéről. A közlemény értékes információit egyaránt alkalmazhatják kutatók és gyakorlati szakemberek. A másik átfogó jellegű közlemény, amelynek szerzői Nagy Lajos a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság munkatársa, illetve a MATE Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézete kutatója Dr. Szabó Tamás és Prof. Urbányi Béla, a Hortobágyi Öregtavak töegység közel 10 éves termelési adatait elemzi. A természetvédelmi érdekeknek alárendelt alföldi halastórendszer működésének tapasztalatai jól hasznosíthatók a hazai tógazdálkodás jövőbeni stratégiáinak kidolgozása során is.

Lapunk e számában is örömmel tesszük közzé három új PhD dolgozat össze-foglalóját. Palotás Péter dolgozata (MATE doktori iskola) a halászati termékek eltarthatósága kíméletes feldolgozástechnológiával történő növelésével foglalkozik. A dolgozat sajtóságos értéke, hogy egy gyakorlati szakember próbál tudományos alapokon álló válaszokat adni a gyakorlati munka során felmerülő kérdésekre. Nyeste Krisztián PhD dolgozatában (Debreceni Egyetem DI) a domolykónak, mint bioindikátornak a szerepét vizsgálja. Munkájával erősíti a halgazdálkodás sokszor hangoztatott sokszínűségét is. Bozánne Békefi Emese (Debreceni Egyetem DI) a multifunkcionális tógazdálkodás lehetőségeit vizsgálja PhD munkájában. Megállapításai, illetve az eredmények hasznosítása hozzájárulhat nem csak a hazai tógazdálkodás fejlődéséhez, hanem a halfogyasztás és az akvakultúra társadalmi elfogadottságának növeléséhez is.

Dr. Váradi László
főszerkesztő

TARTALOM CONTENT

Hancz Csaba

A haltápokban alkalmazott ízfokozó anyagok, szerepük a takarmányhasznosítás javításában: Irodalmi kitérintő*

Feeding stimulants in fish feeds and their role in increasing of feed efficiency:

A Review.....3

Nagy Lajos, Szabó Tamás, Urbányi Béla

A Hortobágyi öregtavak halgazdálkodásának elemzése és természetvédelmi szerepének vizsgálata az elmúlt 10 évben

Analysis of fish management in the „Hortobágyi Öregtavak” pond unit and investigation of its role of nature conservation in the past 10 years.....12

Doktori Értekezések

PhD DISSERTATIONS

Palotás Péter

Halászati termékek eltarthatóságának növelése komplex, kíméletes

feldolgozástechnológiával23

Nyeste Krisztián

A domolykó (*Squalius cephalus*) bioindikátor-szerepe a vízfolyások fémszennyezett-ségének kimutatásában

Chub (Squalius cephalus) as bioindicator of trace element pollution of watercourses...27

Bozánne Békefi Emese

A multifunkcionális tógazdálkodás lehetőségei a halfogyasztás és az akvakultúra társadalmi elfogadottságának növelése érdekében

Possibilities of multifunctional pond fish farming to increase fish consumption and social acceptance of aquaculture..... 30

A haltápokban alkalmazott ízfokozó anyagok, szerepük a takarmányhasznosítás javításában: Irodalmi kitekintő*

Hancz Csaba

Szent István Egyetem Kaposvári Campus, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40. e-mail: hancz.csaba@szie.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A takarmány értékesülésének hatékonysága a halhústermelésben is kulcskérdés, amiben a veszteségek csökkentésének meghatározó szerepe van. A veszteségeket egyrészt a halak anyagcseretermékei jelentik, másrészt az el nem fogyasztott takarmány. Ezek nem csak a termelés gazdaságosságára, de a vízminőségre is jelentős hatással vannak. A takarmányfelvétel stimulálása a vízi környezetben kiemelt jelentőségű, amelynek eredményes végrehajtásához először is a tenyésztett halfajok táplálkozásmódjának beható ismerete szükséges. Hatékony attraktáns és ízfokozó takarmányadalék anyagok alkalmazása pedig csak úgy lehetséges, ha a halak kemorecepciójáról is kellő ismerettel rendelkezünk. Jelen irodalmi összefoglaló célja e területek eredményeinek rövid összefoglalása, valamint a legfontosabb ízfokozó anyagok bemutatása.

Kulcsszavak: hal, takarmányértékesítés, takarmányfelvétel, attraktánsok, ízfokozók

Feeding stimulants in fish feeds and their role in increasing of feed efficiency: A Review Summary

Feed efficiency is a key element of fish culture in which minimizing losses during feed intake plays an important role. Decreasing these losses is important both from the economic point of view and also from an environmental standpoint. Feeding stimulants are often used additives in complete feeds. Better knowledge of the food sensing of cultured species is essential in the development of adequate feeding stimulants. The present review aims to overview the nutrient sensing of fish and the wide variety of feeding attractants and stimulants.

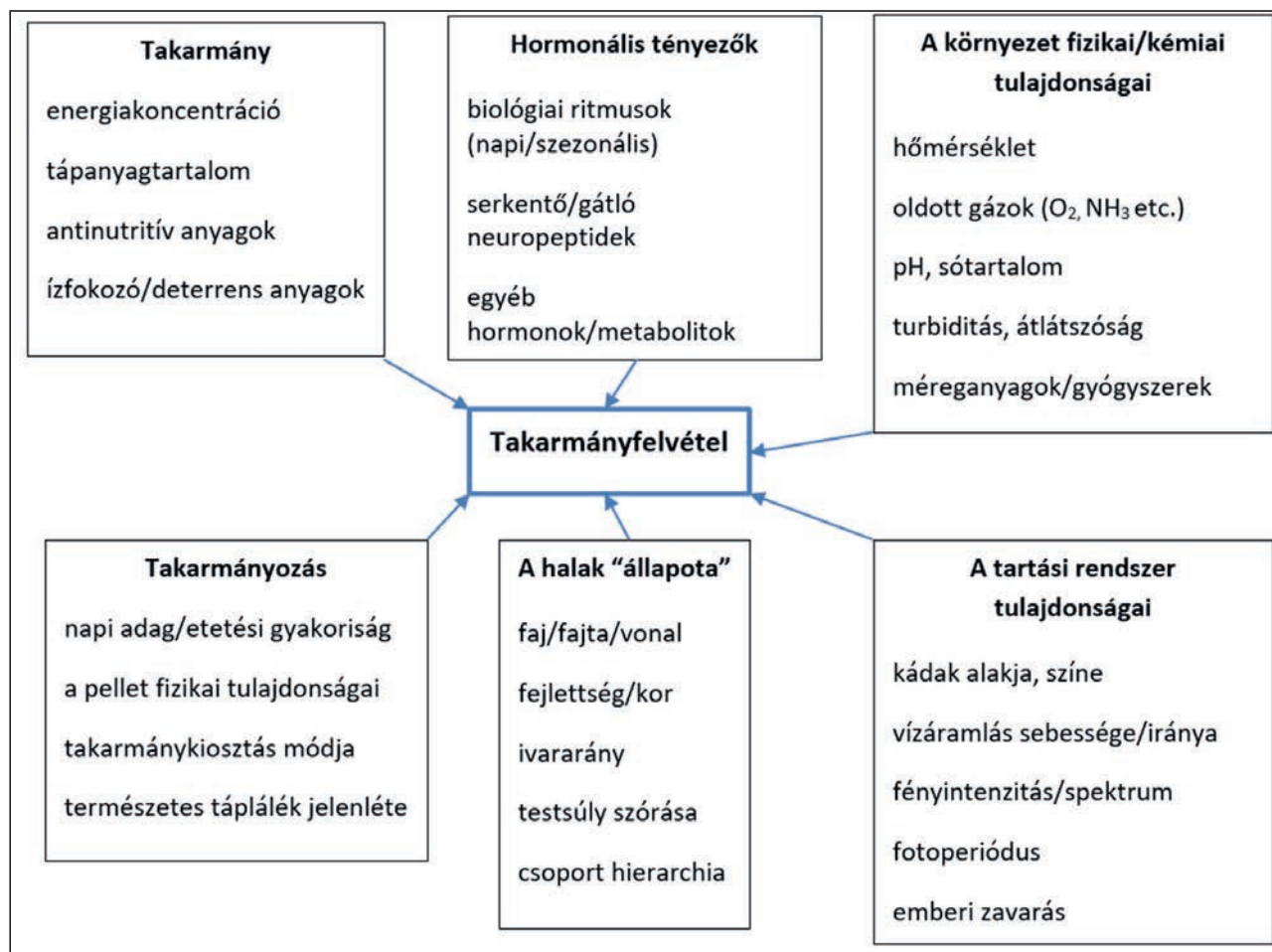
Keywords: fish, feeding, feed efficiency, food sensing, attractants, stimulants

Bevezetés

Mivel a takarmány és a takarmányozás a haltermelés minden technológiai változatában meghatározó költségtényező, a takarmányhasznosítás kérdésével megszámlálhatatlan mennyiségű publikáció foglalkozik. A takarmányhasznosítás javítása több, egymást természetesen nem kizáró módszerrel is elérhető. A teljes értékű, komplett tápok – amelyek ma már minden gazdaságilag fontos halfaj minden korosztálya számára rendelkezésre állnak – kifejlesztésében meghatározó szerepük volt a táplá-

lóanyag igény meghatározására irányuló kutatásoknak (Webster és Lim, 2002) éppúgy, mint a halak anyagcseréjének részleteit tisztázóknak (Braaten, 1979; Smith, 1980; Kaushik és de Olivia-Teles, 1985; Tytler és Calow, 1985; Kaushik, 1986; Johnston és Dunn, 1987; Jobling, 1998; Clarke és Johnston, 1999; Bureau és mtsai., 2002; Dietz és mtsai., 2013; Stadlander és mtsai., 2013). A haltakarmányozással foglalkozó vagy azt legalábbis érintő irodalom legnagyobb részében csak a legegyszerűbben mérhető adatokból, a takarmányfogyasztásból és a súlygyarapodásból számítható mutatók, a takarmányegyüttható (TE, angolul: feed conversion ratio, FCR) vagy annak reciproka, a takarmányhatékonyság (angolul: feed efficiency ratio, FER) szerepelnek. Bár a kisebb TE egyértelműen a takarmány tápanyagainak jobb emészthetőségét jelzi, a látszólagos emészthetőség (apparent digestibility coefficient, ADC) meghatározása is egyre gyakrabban alkalmazott módszer (Grisdale-Helland és mtsai., 2013; Heinitz és mtsai., 2015). Bár a komplett, ipari tápok kémiai összetétele (de persze nem az összetevők pontos aránya) szerepel a leírásukban, csakúgy, mint a metabolizálható energia (ME) értéke, utóbbi az összetételből számított érték, a mérés ismert technikai nehézségei miatt. Az ADC kísérletes meghatározása azért terjed, mert önmagában is informatív mutató, de a ME becslésére is alkalmasabb (Lovell, 1989). A takarmányösszetevők minősége és arányuk optimális beállítása kétségtelenül meghatározó adott faj adott korosztályának élettani igényének kielégítése szempontjából. A tápanyaghatékonyság növelése érdekében viszont a minőségi és a mennyiségi igényeket párhuzamosan kell kielégíteni.

A haltápok az ipari termelés kezdetei óta tartalmaznak úgynevezett takarmánykiegészítőket a teljesítmény, az immunrendszer és az egészségi állapot javítása céljából. Tacon (1987) ezeket az anyagokat funkciójuk alapján az alábbiak szerint csoportosítja: 1) a takarmány minőségét védők (antioxidánsok és penészesedést gátló anyagok), 2) a táp összetevőinek homogenizálását és a pelletálást elősegítő anyagok (emulgeáló, stabilizáló és ragasztó anyagok), 3) növekedést fokozó anyagok (antibiotikumok, és hormonok), 4) a takarmányfogyasztást gyorsító és a végtermék fogyasztói elfogadottságát növelő anyagok (étvágyfokozók és színezékek), és 5) esszenciális tápanyagok tisztított vagy szintetikus formában (vitaminok, ásványi anyagok, aminosavak, koleszterol és foszfolipidek). Ezt a csoportosítást némi joggal érheti kritika logikai felépítése miatt és a 3) pontja alapján akár elavultnak is minősíthet-



1. ábra A halak táplálkozására ható tényezők (Lall és Tibbetts, 2009 után, módosítva)

nénk, alapjában véve azért ma is elfogadható még. A takarmányösszetevők választéka viszont kétségtelenül megváltozott az elmúlt évtizedekben, ahogy a hosszútávú nyereségesség, valamint a környezeti, ökonómiai és szociális szempontok egyre fontosabbá váltak. A természetes eredetű kiegészítők például hatékonynak bizonyultak a gyógyszerek és antibiotikumok kiváltásában, de a filé minőségének javításában is (Gonçalves és Santos, 2017). A pre- and probiotikumok használata csakúgy egyre általánosabb, mint az enzimadalekóké (Hardy, 2000; Cerezuola és mtsai., 2011; Kazerani és Shahsavani, 2011; Ganguly és mtsai., 2013; Carnevali és mtsai., 2017; Liu és mtsai., 2017). A növényi hatóanyagok használata szintén terjed (Chakraborty és Hancz, 2011; Chakraborty és mtsai., 2013). Encarnação (2016) a takarmánykiegészítőknek egy újabb rendszerezését ajánlja, ami magában foglalja a funkcionális táplálékkiegészítők kategóriáját is. A magyar takarmányozástani tankönyvek (Bokori és mtsai., 2011; Dublecz, 2011) is részletesen tárgyalják a takarmánykiegészítők témakörét, ezekben azonban halakra vonatkozó utalást legfőleg kivételes esetben találunk.

A jelen cikk célja rövid áttekintést nyújtani a halak táplálkozással, táplálékfelvétellel kapcsolatos érzékeléséről, valamint

a takarmánykiegészítők egy ritkábban tárgyalt csoportjáról, az attraktáns és az étvágyfokozó anyagokról.

A halak táplálékfelvétele és azt befolyásoló tényezők.

A halak élettani igényeit kielégítő, ökonómiai szempontból is optimalizált tápok fejlesztése továbbra is az ágazat elsődleges célja, de az elsősorban technológiafüggő veszteségek csökkentése szintén fontos a takarmányozás hatékonyságának növelése érdekében. Tágabb értelemben a veszteség kategóriába tartozik a takarmány meg nem emésztett része és az összes metabolikus veszteség, de nem szabad megfeledkezni arról az egyszerű tényről, hogy a felajánlott takarmány egy részét a halak el sem fogyasztják. Ennek aránya tág határok közt változhat, de Craig (2009) szerint átlagosan 10 % körüli érték, amit konkrét mérések is alátámasztanak (Park és mtsai., 2019). A pelletált haltáppal szemben elsődleges elvárás, hogy a vízbe kerülve addig ne essenek szét, amíg a halak el nem fogyasztják. A kötő, ragasztó anyagok használata, bár általánosan elterjedt gyakorlat, nem oldja meg teljesen ezt a problémát (Tacon, 1987). Az életkornak és méretnek megfelelő, a telepítési sűrűségtől,

víz hőmérséklettől is függő napi adag és etetési gyakoriság táblázatokba foglalva a legfontosabb, ipari mennyiségben, intenzív rendszerekben termelt fajok számára rendelkezésre áll (Craig, 2009). Ezek kidolgozása, fejlesztése többoldali problémamegoldást feltételez. A problémák a felvett takarmány mennyiségének pontos meghatározásával kezdődnek, melynek fontosságát jelzi, hogy *Houlihan és mtsai.*, (2001) egy 415 oldalas könyvet szentelnek a témának, tárgyalva annak minden aspektusát, a táp összetételétől a takarmányozási technológia technikai részleteiig. Ezeket még vázlatosan sincs mód itt bemutatni, de az 1. ábra remélhetően ad némi képet e kérdés bonyolult voltáról.

Az elfogyasztott táp mennyiségének meghatározásának nehézségeivel sokan foglalkoztak, többek között *Lovell* (1991), *Jobling* (1998) és *Sayer* (1998) is. A táp ízletessége természetesen alapvetően fontos az akvakultúra minden ágában, ugyanakkor *Glencross és mtsai.* (2007) kiemelik, hogy az ADC meghatározását célzó vizsgálatokban a halaknak lehetőséget kell adni a táplálék visszautasítására. Ez a szempont különösen fontos amikor a hallisztet kiváltó növényi és állati eredetű fehérjeforrások maximalizálása általános gyakorlattá válik, hiszen ezek némelyikével lehetnek ízletességi problémák.

A halak kemorecepciójának neurohormonális szabályozása jól kutatott területnek számít

(*Vahl*, 1979; *Hara*, 1992; *Hara*, 1994; *Michel*, 2006; *Volkoff*, 2016; *Conde-Sieira és Soengas*, 2017; *Delgado és mtsai.*, 2017; *Morais*, 2017; *Rønnestadt és mtsai.*, 2017), szemben az alacsonyabb rendű állatfajokéval (*Lindstedt*, 1971). A gyakorlatban a kemorecepció mindkét formája, a táplálék észlelése és a táplálékfelvétel stimulálása egyaránt fontos. Az attraktánsok az előbbi gyorsításával csökkentik a veszteségeket, míg a stimulánsok az egységnyi idő alatt felvett takarmány mennyiségét növelik. A táplálékfelvétel során, melynek fázisait a 2. ábrán szemléltetjük, többféle inger észlelése zajlik, de a tapasztalatok szerint ezek közül az ízlelésnek fontosabb a szerepe, mint a szaglásnak (*Morais*, 2017). A halak e kétfajta érzékelési mód alapján a táplálkozási viselkedés változatos formáit fejlesztették ki, amelyekkel meg tudnak különböztetni hasonló típusú táplálékokat (*Jones*, 1992; *Valentinčič*, 2005). Mindkettőben a metabolikus termékek csaknem azonos csoportját észlelik a halak, de közülük az aminosavak szerepe a legfontosabb. A szaglás jóval többféle kémiai inger fel-

dolgozását szolgálja, amelyek a szaporodásban, a vándorlásban vagy a csoporton belüli kommunikációban is alapvető fontossággal bírnak, míg az ízlelés kizárólagosan a táplálék lokalizálásával és felvételével van kapcsolatban (*Derby és Sorensen*, 2008).

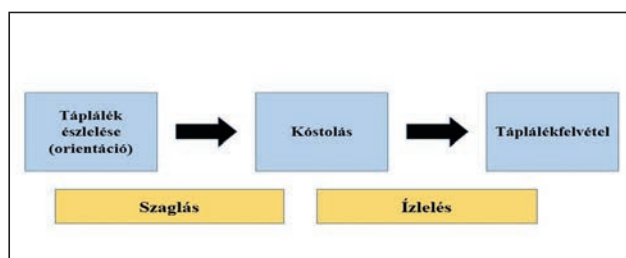
Az attraktánsok tudományos kutatásáról viszonylag kevés cikk szól, nyilván az alkalmazandó kísérleti technika nehézségei miatt. Említést érdemel *Kasumyan és Tinkova* (2013) munkája, akik három halfajjal vizsgálták különböző vízi szervezetek kedveltségét, míg *Olsén és Lundh* (2016) ezüstkárasszal tesztelték a kagylóhús, a koi táp és egy ponty csalianyag hatását a táplálékfelvételre. Ugyanakkor néhány kiváló etológiai munka is született intenzíven nevelt halfajok esetében. A legszélesebb körben alkalmazott étvágyfokozókat, a betaint és a taurint több kísérletben is tesztelték (*Carlberg és mtsai.*, 2015; *Lim és mtsai.*, 2016 (a, b). *Miyasaki és Harada* (2002) négy hal- és egy puhatestű fajjal vizsgálta a cukrok és a nukleinsavszerű vegyületek stimuláló hatását, míg *Alves és mtsai.* (2020) a folyékony fehérjehidrolizátum étvágyfokozó hatását értékelték a nilusi tilápia esetében.

Az attraktáns anyagok használata természetesen alapvető fontossággal bír a horgászatban, melynek kiszolgálásáról komoly nyereséggel működő iparág gondoskodik világszerte, egyebek mellett hatalmas választékát nyújtva a csaliknak és az aromaanyagoknak. A Cathedral Baits nevű cég (<https://www.cathedralbaits.co.uk>) például több mint hatvan különböző, növényi és állati eredetű aromaanyagot kínál a pontyhorgászoknak. Amint a későbbiekben bemutatásra kerül, a tudományos igényrel vizsgált aromaanyagok száma ennél jóval kisebb.

Attraktáns és étvágyfokozó anyagok

A halfajok táplálkozási viselkedésének ismerete termelési potenciáljuk optimális kihasználásának egyik alapfeltétele. Az etetett tápnak meg kell felelnie az etetett korosztály igényeinek pelletméret, szín, állag (keménység) szempontjából éppúgy, mint íz- és illatanyagait illetően. A táp ezen tulajdonságainak relatív fontossága attól függ elsősorban, hogy az adott faj alapvetően vizuális vagy inkább kémiai ingerek alapján keresi és veszi fel a táplálékát (*Tacon*, 1987). A tápfelvétel minél kevesebb veszteséggel történő kivitelezése ugyan minden technológiai változtatásban fontos, de a táp megfelelő ízletességének adalékanyagokkal való biztosítása kiemelten fontos a növényi fehérjeforrásra alapozott és a gyógytápok esetében (*Toften és Jobling*, 1997). A takarmány ízesítése fontos még az élő eleségről tápra történő átszoktatás időszakában is, csakúgy, mint lazacfélénél az édesvízből tengeri vízbe való áthelyezéskor, a bekövetkező étvágycsökkenés minimalizálása céljából (*Clarke és mtsai.*, 1994; *Toften és mtsai.*, 2003).

A potenciális és a már rutinszerűen alkalmazott attraktánsok és étvágyfokozók azonban nem sorolhatók



2. ábra A táplálkozási viselkedés fő lépései (*Lindstedt*, 1971 után, módosítva)

egyértelműen egyik vagy másik fenti csoportba, mert szerepük a táplálékfelvétel különböző fázisaiban fajonként különböző. A továbbiakban ezen anyagok osztályozása a *Tacon (1987)* által alkalmazott módszerrel történik, megjegyezve, hogy a legtöbb, e témában megjelent publikáció olyan kísérletekről számol be, ahol természetes és mesterséges eredetű étvágyfokozókat egyaránt tesztelték. /A *Tacon, (1987)* által feldolgozott irodalmat itt nem tárgyaljuk/.

Természetes eredetű étvágyfokozók

Ebbe a kategóriába *Tacon (1987)* az alábbi rák- és haltáp összetevőket sorolja: tengeri halakból származó halliszt és halolaj, halfeldolgozási melléktermékek (az angol szövegben: fish solubles), halfehérje és szójafehérje hidrolizátum, tintahal liszt, kagylóhús, soksertéjű és kevésertéjű férgek, rákliszt és -hulladék.

Amint azt már említettük, a halliszt kiváltása a haltápokban más fehérjeforrásokkal olyan trend, ami már régóta tart és még hosszú ideig tartani is fog. Az ezzel járó kisebb tápfelvétel és súlygyarapodás olyan probléma, amelynek megoldásában az adalékként használt ízanyagok hatékony segítséget nyújthatnak. Évtizedekkel korábban szakmai közhelynek számított, hogy a halliszt tartalmaz egy ismeretlen növekedési faktort, ami a halak esetében éppúgy működik, mint a baromfinál (*Andrews és Page, 1974; Bjørnstad és mtsai., 1974; Opstvedt és Gjefsen, 1975*). Azóta ennek a titokzatos ágensnek jó pár elemére fény derült. *Takakuwa és mtsai. (2019)* úgy találták, hogy a makréla izom kivonatának étvágyfokozó hatása elsősorban annak inozinsav (inozin-monofoszfát) tartalmának köszönhető, míg az adozin mono-, di- és trifoszfát (AMP, ADP, ATP) jóval kevésbé hatott a tápfelvételre. *Senzui és mtsai. (2019)* mRNS expressziót vizsgálva megállapították, hogy a halliszt és a hal melléktermék illat és ízanyagai ugyanazon az agyi neuropeptid y – orexigén hormon úton hatnak, mint ahogy az a magasabbrendű gerincesekben is működik. A halhúsból és halfeldolgozó melléktermékekből készült anyagok egyébként gyakorta használt takarmányadalékok, amint azt az alábbi példák is igazolják. Pisztrángsüggérrel vizsgálva a halszilázs és a 12% tőkehalmáj olaj, valamint 87% kukoricaolajat tartalmazó Fisharon™ étvágyfokozó hat szintjét keverve a növényi fehérje alapú tápokhoz azt találták, hogy a szintek között nem volt különbség (*Oliveira és Cyrino, 2004*). *Hirt-Chabbert és mtsai. (2011)* sem találtak különbséget az élesztő és a tengeri termék eredetű étvágyfokozó adalékok között fiatal angolnákkal vizsgálva.

A gerinctelenekből készült adalékok felhasználása sem újkeletű, de máig fejlődő gyakorlat. *Kader és mtsai. (2010)* munkája arra a gyakran alkalmazott vizsgálatípusra példa, ahol a különböző, természetes és mesterséges eredetű adalékokat (itt a hal mellékterméket, a krill és a tintahal lisztet, valamint kristályos aminosavak

keverékét) együtt értékelik. Itt egyébként szintén nem találtak különbséget az a tesztelt ízfokozók között, amiket olyan tápokhoz kevertek, amiben a halliszt 60%-át szójafehérjével váltották ki. Hasonló metodikát követtek *Chatzifotis és mtsai. (2009)*, akik szintén tengeri keszeggel folytattak vizsgálatot, amelyben halliszt alapú tápához kevertek protorsant - (Sopropeche®), hidrolizált halfehérjét, krill és a tintahal lisztet, valamint betaine + inosine-5'-monofoszfát keverékét) a halliszt kiváltására. (A protorsan egy bakteriumfehérje koncentrátum, ami az L-glutaminsav gyártás során keletkező melléktermék). Ebben a kísérletben egyébként csak a záró testsúly és az SGR értékeiben találtak szignifikáns különbséget, míg a takarmányhasznosítás kezelésátlagai között nem volt különbség. *Kim and Cho (2019)* vizsgálatában 55% szardella-liszt alapú tápban 5%-nyi fehérjét váltottak ki különböző egyéb hallisztekkal, valamint rák és tintahal liszttel, és szintén nem találtak jelentős különbségeket a legfontosabb termelési paraméterek értékeiben, beleértve a fehérjehatékonyt is. A tintahal kivonat lazacfélék és ezüstkárász esetében is hatékony ízfokozónak bizonyult (*Toften és mtsai., 2003; Xue és mtsai., 2004*). Az *Arctica islandica* tengeri kagyló feldolgozási melléktermékét betainnal összehasonlítva halliszt és szójafehérje alapú tápokba keverve azt találták, hogy a betain egyáltalán nem javította a takarmányfelvételt, a kagyló melléktermék viszont a szója alapú táp etetésekor hatékonyt bizonyult (*Barry és mtsai., 2016*).

Tisztított/feldolgozott és szintetikus anyagok

Ezeknek az anyagoknak a használata komoly szerepet játszott a vízi (és szárazföldi) állatok szaglásának és ízlelésének alapvető mechanizmusait feltáró kutatásokban, amelyekről jelentős számú tanulmány számol be, és amelyekről *Morais (2017)* ad kiváló összefoglalást. Bár a növényevő és ragadozó halfajok számára eltérő étvágyfokozókat alkalmaznak, a táplálék észlelésében mindkét csoportnál az aminosavak szerepe a meghatározó (*Adams és Johnsen, 1986*). *Carr és mtsai., (1996)* 10 tengeri hal és 20 puhatestű faj szövetkivonatainak elemzése alapján megállapították, hogy ezek két fő alkotója glicin (Gly) és az alanin (Ala), azok az aminosavak, amelyeknek tápfelvételt stimuláló hatását 35 halfaj esetében igazolták. A puhatestűekben és a rákfélékben egyébként nagy töménységben fordul elő az öt leggyakrabban idézett, ragadozó fajok számára attraktáns ill. stimuláns vegyület (Gly, Ala, Pro, Arg, és betaine). Fiatal európai angolnákkal vizsgálva *Mackie és Mitchell (1983)* azt találták, hogy az L-aminosavak fokozták a tápfelvételt, míg sem a D-aminosavaknak, sem az egyéb, nem aminosav anyagoknak nem volt ilyen hatásuk. *Takeda és mtsai., al. (1984)* japán angolnán a potenciális étvágyfokozók nagy csoportját (*Perinereis brevicirrus* tengeri féregfaj, aminosavak, nukleotidok, taurin, betain,

maltóz stb.) tesztelték. Eredményeik szerint a halak a szintetikus aminosav kiegészítést preferálták a legnagyobb mértékben, ezt követte az „egyéb anyagok” csoportja, míg a nukleotidok, beleértve az AMP-t is vagy hatástalanoknak vagy kifejezetten repellens hatásúnak bizonyultak. Hasonló módszertannal vizsgálták a *Tapes japonicus* kagyló kivonatát a *Takifugu rubripes* halfajjal (*Takaoka és mtsai.*, 1995). Ebben a vizsgálatban is hatékonyabbnak találták az aminosav frakciót mint a nukleotidokat és egyéb más anyagokat. Ugyanakkor a legjobb stimuláló hatása a négy aminosav (L-szerin, L-aszparaginsav, glicin, and L-alanin) + betain keveréknek volt. *Chen és mtsai.* (2016) az argininszintek hatását vizsgálták a növekedésre, a szérum paraméterekre és az ammónia-stressz hatására a *Pelteobagrus fulvidraco* harcsafajjal. Eredményeik alapján a 2,8%-os szint az optimális a stressz leküzdésében, de a 3,2%-os szint már növekedési depressziót okoz. Az L-arginin egyébként általánosan alkalmazott ízesítő adalék a gazdasági állatok takarmányozásában (*EFSA*, 2018). A szabad aminosavakon kívül még néhány egyéb anyagot is attraktívnek találtak a halak számára, mint például a kvaterner aminosavakat (betain, glicin-betain, trimetilglicin). A betain alkalmazásának hosszú múltja és gazdag irodalma van. *Mackie és Mitchell* (1982) úgy találták, hogy a közönséges nyelvhal számára csak a betain és a dimetiletin bizonyult hatékony étvágyfokozónak. A fiatal pisztrángok teljesítményét és testösszetételét is javította az 1%-os betain kiegészítés, amikor azt olyan táphoz keverték, amiben a halliszt 25%-át helyettesítették szójaliszttal (*Yeşilayer és Kaymak*, 2020). A fenti két publikáció egyben azt is jelzi, hogy a „betain korszak” a múlt század nyolcvas éveiben kezdődött és napjainkban is tart. Ugyanakkor ezt az időszakot joggal nevezhetnénk a FinnStim™ (97% betain + 3% fehérje hidrolizátum) korszakának is, hiszen e termék népszerűségét mi sem bizonyítja jobban, mint hogy kulcsszóként alkalmazva a Google Scholarban több mint 150 találatot eredményez, de ezt a töménytelen irodalmat nyilván nem lehet célunk itt áttekinteni.

Az újabb kutatások viszont már a FinnStim™ alternatíváinak kereséséről is szólnak. *Zou és mtsai.* (2017) négy étvágyfokozót (0,4 g kg⁻¹ dimethyl-β-propiethetin (DMPT), 0,6 g kg⁻¹ dimethylthetin (DMT), 1,8 g kg⁻¹ triptofán (Trp) and 6 g kg⁻¹ betain (Bet) tesztelték fiatal GIFT tilapiával etetve növényi fehérje alapú tápokot. Véggkövetkeztetésként megállapították, hogy a Trp és a DMT kiegészítés hatékony étvágyfokozóként és teljesítményjavítóként működött, ami orexigén hatásukkal lehet összefüggésben. Bár a betain hatékonyan bizonyult, különösen a nyelvhalfélék esetében, viszonylagos drágasága miatt már korábban is felmerült helyettesítése, amit *Reig és mtsai.* (2003) etológiai metodikájú kísérletben egy olcsóbb kagylókivonatban vélték megtalálni.

A fentiekben tárgyaltakról és a legfontosabbnak tartott tanulmányok rövid bemutatásával az 1. táblázatban igyekeztünk összefoglaló képet adni.

Következtetések

A takarmányozás hatékonyságának növelése minden hústermelő ágazatban, így az akvakultúra területén is örökzöld téma, hiszen a termelés gazdaságosságának egyik meghatározó tényezője. A veszteségek csökkentésében az attraktáns és ízfokozó takarmánykiegészítő anyagoknak jelentős szerepük van.

A halak táplálkozási szokásainak és kemorecepciójának jobb megismerése az attraktívabb és ízletesebb tápok kifejlesztésének előfeltétele. Az ilyen tápokkal érhető el a veszteségek – beleértve a közvetlen takarmány pazarlást is – csökkentése.

A hatékonyabb takarmányfelhasználás nem csak ökonomiai szempontból fontos, hanem a vízminőség javításában is meghatározó szerepe van, ami nem csak a halnevelő rendszer üzemeltetése, de tágabb, környezetvédelmi szempontból is értékelendő.

A hagyományosnak tekinthető természetes, állati eredetű ízfokozó adalékok (hal melléktermékek, tintahal lisztek, kagylókivonatok és rákfélékből származó anyagok) alkalmazása a mai napig jól és gazdaságosan szolgálja a fenti célokat.

A természetes ízfokozó termékek hatóanyagainak széleskörű, intenzív kutatása tette lehetővé a ma már általánosan alkalmazott tisztított kivonatok és szintetikus előállított vegyületek, elsősorban bizonyos aminosavak használatát. A kristályos aminosavaknak nem csak a táp biológiai értékének növelésében, de attraktáns hatásuk révén is fontos szerepük van.

A betain szerepe – függetlenül attól, hogy FinnStim készítmény hosszú korszaka lecsengett – máig meghatározó, és nem csak a tápgyártásban, de a virágzó horgászcsali, etetőanyag „iparágban” is.

Köszönetnyilvánítás

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

*Jelen cikk a „Feed efficiency, nutrient sensing and feeding stimulation in aquaculture: a review. ACTA AGRARIA KAPOSVÁRIENSIS 24:(1), (2020)” doi: 10.31914/aak.2375 anyagának újraserkesztett, kiegészített változata.

Irodalom

Adams, M. A. and Johnsen, P. B. (1986). A Solid Matrix Bioassay for Determining Chemical Feeding Stimulants. *The Progressive Fish-Culturist*, 48(2), 147–149. doi:10.1577/1548-8640(1986)48<147:asmbfd>2.0.co;2

- Alves, D. R. S., Oliveira, S. R., Luczinski, T. G., Boscolo, W. R., Bittencourt, F., Signor, A., and Detsch, D. T. (2020). Attractability and palatability of liquid protein hydrolysates for Nile tilapia juveniles. *Aquaculture Research*, doi:10.1111/are.14514
- Andrews, J. W. and Page, J. W. (1974) Growth Factors in the Fish Meal Component of Catfish Diets. *The Journal of Nutrition*, 104(8)1091-1096. doi:10.1093/jn/104.8.1091
- Barry, K. J., McClure, R. L. and Trushenski, J. T. (2016). Sea Clam-Derived Feeding Stimulants Enhance Acceptability and Intake of Reduced Fish Meal, Soy-Based Sunshine Bass Feeds. *North American Journal of Aquaculture*, 79(1), 115–122. doi:10.1080/15222055.2016.1243600
- Bjørnstad, J., Opstvedt, J. and Lunde, G. (1974). Unidentified growth factors in fish meal: Experiments with organic arsenic compounds in broiler diets. *British Poultry Science*, 15(5), 481–487. doi:10.1080/00071667408416136
- Bokori, J., Gundel, J., Herold, I., Kakuk, T., Kovács, G., Mézes, M., Schmidt, J., Szigeti, G., Vincze, L. (2011) A takarmányozás alapjai. *Mezőgazda Kiadó*. https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_A_takarmanyozas_alapjai/ch06s08.html
- Braaten, B.R. (1979) Bioenergetics – a review on methodology. *Finfish Nutrition and Fishfeed Technology*, Ed. Halver and Tiews, Berlin. Vol II. pp. 461-504.
- Bureau, D.P., Kaushik, S.J. and Cho, C.Y. (2002) Bioenergetics. In: *Fish Nutrition 3rd ed.* ed by J.E. Halver and R.W. Hardy. Academic Press San Diego. USA. pp. 1-59.
- Carlberg, H., Cheng, K., Lundh, T. and Brännäs, E. (2015). Using self-selection to evaluate the acceptance of a new diet formulation by farmed fish. *Applied Animal Behaviour Science*, 171, 226–232. doi:10.1016/j.applanim.2015.08.016
- Carnevali, O., Maradonna, F. and Gioacchini, G. (2017) Integrated control of fish metabolism, wellbeing and reproduction: The role of probiotic. *Aquaculture* 472. 144-155. doi:10.1016/j.aquaculture.2016.03.037
- Cathedralbaits.com http://www.cathedralbaits.com/index.php?route=product/category&path=33_60
- Cerezuela, R., Meseguer, J. and Angeles E. (2011) Current knowledge in synbiotic use for fish aquaculture. A Review. *Aquaculture Research and Development*. <http://dx.doi.org/10.4172/2155-9546.S1-008>
- Chakraborty, S.B. and Hancz, C. (2011) Application of phytochemicals as immunostimulant, antipathogenic and antistress agents in finfish culture. *Reviews in Aquaculture* 3. 103–119. doi:10.1111/j.1753-5131.2011.01048.x
- Chakraborty, S.B., Horn, P. and Hancz, C. (2013) Application of phytochemicals as growth-promoters and endocrine modulators in fish culture *Reviews in Aquaculture* 5. 1–19. doi:10.1111/raq.12021
- Chatzifotis, S., Arias, M.V., Papadakis, I.E. and Divanach, P. (2009) Evaluation of feed stimulants in diets for sea bream (*Sparus aurata*). *Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*.61(4), 315-321.
- Chen, Q., Zhao, H., Huang, Y., Cao, J., Wang, G., Sun, Y. and Li, Y. (2016). Effects of dietary arginine levels on growth performance, body composition, serum biochemical indices and resistance ability against ammonia-nitrogen stress in juvenile yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). *Animal Nutrition*, 2(3), 204–210. doi:10.1016/j.aninu.2016.07.001
- Clarke, W. C., Virtanen, E., Blackburn, J. and Higgs, D. A. (1994). Effects of a dietary betaine/amino acid additive on growth and seawater adaptation in yearling chinook salmon. *Aquaculture*, 121(1-3), 137–145. doi:10.1016/0044-8486(94)90015-9
- Conde-Sieira M. and Soengas J.L. (2017). Nutrient Sensing Systems in Fish: Impact on Food Intake Regulation and Energy Homeostasis. *Front. Neurosci.* 10:603. doi: 10.3389/fnins.2016.00603
- Craig, S. (2009). *Understanding Fish Nutrition, Feeds and Feeding*. Virginia Cooperative Extension, Publication 420-256. www.ext.vt.edu
- Delgado M.J., Cerdá-Reverter J.M. and Soengas J.L. (2017). Hypothalamic Integration of Metabolic, Endocrine, and Circadian Signals in Fish: Involvement in the Control of Food Intake. *Front. Neurosci.* 11, 354. doi: 10.3389/fnins.2017.00354
- Derby, C. D. and Sorensen, P. W. (2008). Neural Processing, Perception, and Behavioral Responses to Natural Chemical Stimuli by Fish and Crustaceans. *Journal of Chemical Ecology*, 34(7), 898–914. doi:10.1007/s10886-008-9489-0
- Dietz, C., Stiller, K.T., Griese, M., Schilz and C., Susenbeth, A. (2013) Influence of salinity on energy metabolism in juvenile turbot, *Psetta maxima* (L.). *Aquaculture Nutrition*, 19(1). 135-150. doi:10.1111/anu.12034
- Dublecz, K. (2011) *Takarmányozástan*. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem. https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_13_Takarmanyozastan/ch08.html
- EFSA (2018) Opinion on the safety and efficacy of L-arginine produced by fermentation with *Escherichia coli* NITE BP-02186 for all animal species. *EFSA Journal* 2018;16(5):5276, 21 pp. doi:10.2903/j.efsa.2018.5276
- Encarnação, P. (2016). Functional feed additives in aquaculture feeds. In *Aquafeed Formulation*. Biomin Singapore Pte Ltd, Singapore pp. 217-237.
- Ganguly, S., Dora, K., Sarkar, S., and Chowdhury, S. (2013) Supplementation of prebiotics in fish feed: a review.

- Reviews in Fish Biology and Fisheries, 23(2).195-199. doi:10.1007/s11160-012-9291-5
- Glencross, B.D., Booth, M. and Allan G.L. (2007) A feed is only as good as its ingredients - a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. *Aquaculture Nutrition*, 13 (1). 17–34. doi:10.1111/j.1365-2095.2007.00450.x
- Gonçalves, R. and Santos, G. (2017). Feed Additives for Profitable, Sustainable Aquaculture. *Biomin®* <https://www.researchgate.net/publication/320716162>
- Grisdale-Helland, B., Takle, H. and Helland, S. J. (2013). Aerobic exercise increases the utilization efficiency of energy and protein for growth in Atlantic salmon post-smolts. *Aquaculture*, 406-407, 43–51. doi:10.1016/j.aquaculture.2013.05.002
- Hara, T. J. (1994). The diversity of chemical stimulation in fish olfaction and gustation. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 4(1), 1–35. doi:10.1007/bf00043259
- Hara, T.J. (1992) (ed.) *Fish Chemoreception*. Springer Science. doi:10.1007/978-94-011-2332-7
- Hardy, R.W. (2000) New developments in aquatic feed ingredients, and potential of enzyme supplements. In: Cruz-Suarez et al (eds.) *Avances en Nutrición Acuicola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuicola* 19-22 Noviembre 2000. Mérida Yucatán Mexico. 216-226.
- Heinitz, M. C., Lemme, A. and Schulz, C. (2015). Measurement of digestibility in agastric fish based on stripping method - apparent nutrient, energy and amino acid digestibilities of common feed ingredients for carp diets (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture Nutrition*, 22(5), 1065–1078. doi:10.1111/anu.12324
- Hirt-Chabbert, J. A., Skalli, A., Young, O. A. and Gisbert, E. (2011). Effects of feeding stimulants on the feed consumption, growth and survival at glass eel and elver stages in the European eel (*Anguilla anguilla*). *Aquaculture Nutrition*, 18(2), 152–166. doi:10.1111/j.1365-2095.2011.00883.x
- Houlihan, D., Bouiard, T. and Jobling, M., eds. *Food Intake in Fish*. (2001). Iowa State University Press. Blackwell Science Ltd. 418 pp.
- Jobling, M. (1998). Feeding and nutrition in intensive fish farming. in *Biology of farmed fish*. Black and Pickering (eds.) Sheffield Academic Press. 1998. ISBN 1-85075-877-8
- Johnston, I.A. and Dunn, J. (1987) Temperature acclimation and metabolism in ectotherms with particular reference to teleost fish. *Symp Soc Exp Biol.*, 41. 67-93.
- Jones, K. A. (1992). Food search behaviour in fish and the use of chemical lures in commercial and sports fishing. *Fish Chemoreception*, 288–320. doi:10.1007/978-94-011-2332-7_14
- Kader, M. A., Koshio, S., Ishikawa, M., Yokoyama, S. and Bulbul, M. (2010). Supplemental effects of some crude ingredients in improving nutritive values of low fishmeal diets for red sea bream, *Pagrus major*. *Aquaculture*, 308(3-4), 136–144. doi:10.1016/j.aquaculture.2010.07.037
- Kasumyan, A. O. and Tinkova, T. V. (2013). Taste attractiveness of different hydrobionts for roach *Rutilus rutilus*, bitterling *Rhodeus sericeus amarus*, and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *T.V. J. Ichthyol.* 53(7), 499-508. doi:10.1134/s0032945213040024
- Kaushik, S. J. (1986). Environmental effects on feed utilization. *Fish Physiology and Biochemistry*, 2(1-4), 131–140. doi: 10.1007/bf02264081
- Kaushik, S. J. and de Oliva Teles, A. (1985). Effect of digestible energy on nitrogen and energy balance in rainbow trout. *Aquaculture*, 50(1-2), 89–101. doi:10.1016/0044-8486(85)90155-3
- Kazerani, H.R. and Shahsavani, D. (2011) The effect of supplementation of feed with exogenous enzymes on the growth of common carp. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 12. 127-132.
- Kim, H. S. and Cho, S.H. (2019). Dietary inclusion effect of feed ingredients showing high feeding attractiveness to rockfish (*Sebastes schlegelii* Hilgendorf 1880) on the growth performance, feed utilization, condition factor and whole body composition of fish (II). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*. doi:10.1016/j.cbpa.2019.01.011
- Lall, S. P. and Tibbetts, S. M. (2009). Nutrition, Feeding, and Behavior of Fish. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 12(2), 361–372. doi:10.1016/j.cvex.2009.01.005
- Lim, L.-S., Chor, W.-K., Tuzan, A.D., Shapawi, R. and Kawamura, G. (2016a). Betaine is a feed enhancer for juvenile grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*) as determined behaviourally. *Journal of Applied Animal Research*, 44(1) 415-418, doi: 10.1080/09712119.2015.1091329
- Lim, L.-S., Lai, S.-K. J., Yong, A. S.-K., Shapawi, R. and Kawamura, G. (2016b). Evaluation on the potential of betaine, taurine, nucleotide and nucleoside as feeding stimulant for juvenile marble goby *marmoratus* through behavioural assays. *International Aquatic Research*, 8(2), 161–167. doi:10.1007/s40071-016-0131-4
- Lindstedt, K.J. (1971). Chemical control of feeding behavior. *Comp. Biochem. Physiol.*, . 39A: 553-581.
- Liu, L.W., Liang, X.-F., Li, J., Yuan, X.C., Fang, J.G. (2017) Effects of supplemental phytic acid on the apparent digestibility and utilization of dietary amino acids and minerals in juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*). *Aquaculture Nutrition*. 24 (2) doi:10.1111/anu.12614
- Lovell R. T. (1989) *Nutrition and feeding of fish*. Van Nostrand Reinhold; New York. p. 260.
- Lovell, R.T. (1991). *Nutrition of aquaculture species*. *J. Anim. Sci.* 69, 4193-4200.

- Mackie, A.M. and Mitchell, A. I. (1983). Studies on the chemical nature of feeding stimulants for the juvenile European eel, *Anguilla anguilla* (L.). *Fish Biology*, 22(4). doi: 10.1111/j.1095-8649.1983.tb04764.x
- Mackie, A.M. and Mitchell, A.I. (1982). Further studies on the chemical control of feeding behaviour in the Dover Sole, *Solea solea*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 73(1), 89–93. doi:10.1016/0300-9629(82)90097-4
- Michel, W. C. (2006). Chemoreception. in *The Physiology of Fishes*. ed. by David H. Evans, James B. Claiborne, Suzanne Currie, 3rd ed., CRC Press Taylor & Francis pp. 471 – 497.
- Miyasaki T. and Harada, K. (2002). Feeding attractants and stimulants for aquatic animals. *Fisheries Science*, 68(sup2), 1406–1409. doi:10.2331/fishsci.68.sup2_1406
- Morais S. (2017). The Physiology of Taste in Fish: Potential Implications for Feeding Stimulation and Gut Chemical Sensing. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 25(2), 133-149, doi: 10.1080/23308249.2016.1249279
- Oliveira, A. M. B. de M. S. de and Cyrino, J. E. P. (2004). Attractants in plant protein-based diets for the carnivorous largemouth bass *Micropterus salmoides*. *Scientia Agricola*, 61(3), 326–331. doi:10.1590/s0103-90162004000300015
- Olsén, K. H. and Lundh, T. (2016). Feeding stimulants in an omnivorous species, crucian carp *Carassius carassius* (Linnaeus 1758). *Aquaculture Reports*, 4, 66–73. doi:10.1016/j.aqrep.2016.06.005
- Opstvedt, J. and Gjefsen, T. (1975). Unidentified Growth Factors in Fish Meal: Effects of Low Levels of Fish Meal in Diets for Breeder Broiler Hens. *Poultry Science*, 54(6), 2054–2065. doi:10.3382/ps.0542054
- Park, Y., Alayafi, A., Bennett, J. L., Malloy, D., Smith, P. M., Ross, N. W., Gagnon, G. A. and Donaldson, A. A. (2019). Modeling the fate of dietary 17 β -estradiol and its metabolites in an American eel (*Anguilla rostrata*) recirculating aquaculture system. *Aquacultural Engineering*, 86, 101995. doi:10.1016/j.aquaeng.2019.101995
- Reig, L., Ginovart, M. and Flos, R. (2003). Modification of the feeding behaviour of sole (*Solea solea*) through the addition of a commercial flavour as an alternative to betaine. *Aquatic Living Resources*, 16(4), 370–379. doi:10.1016/s0990-7440(03)00062-7
- Rønnestadt, I., Gomes A.S., Murashita K., Angotzi R., Jönsson E. and Volkoff H. (2017). Appetite-Controlling Endocrine Systems in Teleosts. *Front. Endocrinol.* 8:73. doi: 10.3389/fendo.2017.00073
- Sayer, M.D.J. (1998). Manipulating fish behavior. in *Biology of farmed fish*. Black and Pickering (eds.) Sheffield Academic Press. 1998. ISBN 1-85075-877-8
- Senzui, A., Masumoto, T. and Fukada, H. (2019). Neuropeptide Y expression in response to sensory organ-detected fish meal soluble components and orally fed fish meal-based diet in yellowtail *Seriola quinqueradiata*. *Aquaculture*, 734512. doi:10.1016/j.aquaculture.2019.734512
- Slaski, R. J. and Franklin, P. T. (2011). A review of the status of the use and potential to use micro and macroalgae as commercially viable raw material sources for aquaculture diets. Report commissioned by SARF, 94pp. [tp://www.sarf.org.uk](http://www.sarf.org.uk)
- Smith, L.S. (1980) Digestion in teleost fish. *Aquaculture development and coordination programme. Fish feed technology*. FAO <http://www.fao.org/3/a-x5738e/x5738e02.htm>
- Stadtlander, T., Khalil, W.K., Levavi-Sivan, B., Kerem, Z., Dweik, H., Qutob, M., Abu-Lafi, S., Focken, U. and Becker, Z. (2013). Effects of saponin fractions from fenugreek and the soap bark tree in the diet on performance of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*. *Planta Med.* 79. SL-64. doi:10.1055/s-0033-1351889
- Tacon, A.G.J., (1987). The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp -A training manual. FAO, Brasilia, Brazil. <http://www.fao.org/3/ab468e/AB468E06.htm>
- Takakuwa, F., Masumoto, T, Toshiro and Haruhisa, F. (2019). Identification of feeding stimulants for greater amberjack *Seriola dumerili* in muscle tissue of jack mackerel *Trachurus japonicus*. *Fisheries Science* 85(2) doi: 10.1007/s12562-018-01285-w
- Takaoka, O., Takii, K., Nakamura, M., Kumai, H. and Takeda, M. (1995) Identification of Feeding Stimulants for Tiger Puffer. *Fisheries Science* 61(5), 833-836. doi:10.2331/fishsci.61.833
- Takeda, M., Takii, K. and Matsui, K. (1984). Identification of feeding stimulants for juvenile eel. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 50(4), 645–651. doi:10.2331/suisan.50.645
- Toften, H. and Jobling, M. (1997). Feed intake and growth of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fed diets supplemented with oxytetracycline and squid extract. *Aquaculture-Nutrition*. 3: 3, 145-151. doi: 10.1046/j.1365-2095.1997.00081.x
- Toften, H., Arnesen, A. M. and Jobling, M. (2003). Feed intake, growth and ionoregulation in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts in relation to dietary addition of a feeding stimulant and time of seawater transfer. *Aquaculture*, 217(1-4), 647–662. doi:10.1016/s0044-8486(02)00404-0
- Vahl, O. (1979). An hypothesis on the control of food intake in fish. *Aquaculture*, 17(3), 221–229. doi:10.1016/0044-8486(79)90125-x
- Valentičić, T. (2005). Taste and olfactory stimuli and behavior in fishes, , in G. von der Emde, J. Mogdans, and B. G. Kapoor (eds.). *Senses of Fish*. Narosa, New Delhi pp. 65–85.
- Volkoff H. (2016). The Neuroendocrine Regulation of Food Intake in Fish: A Review of Current Knowledge. *Front. Neurosci.*10:540. doi: 10.3389/fnins.2016.00540

- Webster, C.D. and Lim, C. (eds.) (2002): Nutrition and fish health. Food Products Press. New York-London-Oxford p. 365.
- Xue, M., Xie, S. and Cui, Y. (2004). Effect of a feeding stimulant on feeding adaptation of gibel carp *Carassius auratus gibelio* (Bloch), fed diets with replacement of fish meal by meat and bone meal. *Aquaculture Research*, 35(5), 473–482. doi:10.1111/j.1365-2109.2004.01041.x
- Zou, Q., Huang, Y., Cao, J., Zhao, H., Wang, G., Li, Y. and Pan, Q. (2017). Effects of four feeding stimulants in high plant-based diets on feed intake, growth performance, serum biochemical parameters, digestive enzyme activities and appetite-related genes expression of juvenile GIFT tilapia (*Oreochromis* sp.). *Aquaculture Nutrition*, 23(5), 1076–1085. doi:10.1111/anu.12475

Ízfokozó anyag (ÍA)	Halfaj	Eredmények	Forrás
Természetes eredetű ÍA			
Halizom kivonat	<i>Seriola dumerili</i>	A hatékonyság főleg az inosin monofoszfát tartalomtól függ.	Takakuwa et al. (2019)
Halliszt oldható frakciója	<i>Seriola quinqueradiata</i>	A halliszt hatóanyagai az orexigén hormon kifejeződésére hatnak.	Senzui et al. (2020)
Élesztő- és tengeri eredetű ÍA	<i>Anguilla anguilla</i>	Mindkét ÍA fokozza a halak teljesítményét.	Hirt-Chabbert et al. (2011)
Hal melléktermék, krill-liszt, tintahal liszt, kristályos aminosavak	<i>Pagrus major</i>	Valamennyi alkalmazott ÍA hatékony a táplálékfelvétel és a teljesítmény szempontjából.	Kader et al. (2010)
Hidrolizált halfehérje, krill-liszt, tintahal liszt, betaine + inosine-5'-monofoszfát, protorsan	<i>Sparus aurata</i>	A protorsan hatékonyabban növeli a végsúlyt és az SGR-t, mint a többi ÍA.	Chatzifotis et al. (2009)
Tintahal kivonat	<i>Salmo salar</i> L. <i>Carassius auratus gibelio</i> Bloch	5 g/kg arányban növeli a teljesítményt a "parr-smolt" átalakulás során.	Toften et al. (2003) Xue et al. (2004)
Tisztított és szintetikus ÍA			
Aminosavak	<i>Tilapia zillii</i> , <i>Anguilla anguilla</i> , <i>Anguilla japonica</i> , <i>Takifugu rubripes</i>	Növekvő tápfelvétel és teljesítmény.	Adams and Johnsen (1986), Mackie and Mitchell (1983), Takeda et al. (1984), Takeda et al. (1994), Nunes et al. (2014)
Betain	<i>Solea solea</i> , <i>Oncorhynchus mykiss</i> , (<i>Oreochromis</i> sp.)	Növekvő tápfelvétel, javuló növekedés és takarmányhasznosítás.	Mackie and Mitchell (1982), Yeşilayer and Kaymak (2020), Zou et al. (2017)
FinnStim	(<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>)	1%-os adag fokozza a növekedést és csökkenti a vérplazma Na-koncentrációját.	Clark et al. (1994)
Kagyló kivonat	<i>Solea solea</i>	0,5%-os adag javítja a takarmány felvételét és hasznosulását.	Reig et al. (2003)

A Hortobágyi Öregtavak halgazdálkodásának elemzése és természetvédelmi szerepének vizsgálata az elmúlt 10 évben

Nagy Lajos¹, Szabó Tamás², Urbányi Béla²

¹Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet

Összefoglalás

A jelen közlemény a hortobágyi Öregtavak tóegység elmúlt, közel 10 év termelési adatainak elemzésével a természetvédelmi érdekeknek alárendelt alföldi halastó rendszer működésébe nyерhetünk betekintést.

A tótörzskönyvben rögzített adatokat megvizsgálva megállapítható a vizsgált időszakban jellemző bruttó hozam 394,5 kg/ha, míg a nettó hozamok átlaga 210 kg/ha. Az átlaghoz közeli érték mellett sok szélsőérték is található, amelyet számos tényező befolyásolt. Egyik ilyen tényező a kihelyezett tenyészhalak mérete, amelyből levezethető volt, hogy az optimális kihelyezési méret tartomány mellett jelentősen csökkenthető a tóegységben jellemző magas kallódási arány. Az adatok elemzése során kiderült, hogy a legkedvezőbb technológia a nagy méretű 0,9-1 kg testtömegű tenyészhalak kihelyezése. Az Öregtavakon azért célravezető az átlagosnál nagyobb méretű halakkal történő népesítés, mivel a védettségi státuszából fakadóan a területen a madarak riasztása nem lehetséges. A halfogyasztó madarak táplálék igényét a tavakba kihelyezett anyahalak szaporodásából, vadívásából származó halakkal lehet kielégíteni.

A vizsgált időszakban az aktuális halgazdálkodó részéről több alkalommal merült fel problémaként a nagy méretű tavak optimális népesítéséhez szükséges tenyészhal mennyiségek beszerzése. Ez erőteljesen megmutatkozott az elért eredményekben.

Az adatok vizsgálatát követően egy olyan halgazdálkodási gyakorlat kidolgozására tehetünk javaslatot, amely megteremti a természetvédelmi célkitűzések hosszú távú fenntartását, valamint lehetővé teszi a halgazdálkodás jövedelmező működését.

ANALYSIS OF FISH MANAGEMENT IN THE „HORTOBÁGYI ÖREGTAVAK” POND UNIT AND INVESTIGATION OF ITS ROLE OF NATURE CONSERVATION IN THE PAST 10 YEARS

Lajos Nagy¹, Tamás Szabó², Béla Urbányi²

¹Hortobágy National Park Directorate

²Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Szent István Campus, Institute of Aquaculture and Environmental Safety

Summary

The present publication provides an insight into the operation of a fishpond system, which is subordinated to nature conservation interests, by analysing the production data of the „Hortobágyi Öregtavak” pond unit for the past 10 years.

Examining the data recorded in the ponds' logbook, it can be established that the typical gross yield in the examined period is 394.5 kg/ha, while the average net yield is 210 kg / ha. In addition to the value close to the mean, there are many extreme values that were influenced by a number of factors. One such factor is the size of the farmed fish, from which it could be deduced that, by choosing the optimal stocking size, the high losses in the pond unit can be significantly reduced. The analysis of the data revealed that the most favourable technology is stocking of relatively large fish weighing 0.9-1.0 kg. In the „Hortobágyi Öregtavak” pond unit, it is reasonable to stock with fish of relatively larger size because, due to its conservation status, it is not possible to alert birds in the area. The needs of fish-eating birds can be met by the offspring from the reproduction of brood fish stocked in the ponds.

During the period under review, the acquisition of the amount of fish required for the stocking of the large ponds was a problem on several occasions. This was strongly reflected in the results achieved. After examining the data, we can offer a pond management practice that enables the long-term maintenance of nature conservation as well as farms to operate profitably.

Bevezetés

A tógazdasági haltermelés hazánkban mesterségesen épített tavakban folyik. A termelés legnagyobb része ponty központú. A gazdálkodás elsősorban a természetben lezajló anyagforgalmon alapul és különböző technológiai beavatkozásokkal növelhetőek a hozamok.

A hazai tógazdálkodás során kialakult halastavi ökoszisztéma - mely eredendően mesterséges rendszer - fenntartása csak okszerű tógazdálkodással lehetséges. Megállapítható, hogy a halastavakon folytatott „jó gyakorlatnak” megfelelő halgazdálkodás fenntartása mind ökológiai, mind természetvédelmi szempontból kiemelkedő fontosságú. A gazdálkodás felhagyása, de már az optimális intenzitási szint bizonyos fokú csökkenése is a vízi, illetve vizes élettérhez kötődő élővilág biodiverzitásának csökkenését okozza (Szabó et al. 2010).

Abban az esetben, ha a tógazdaságok haltermelése jelentős mértékben visszaesik, akkor az eltartható, védendő növény- és állatfajok száma és állománya, vagyis a biodiverzitás is ennek megfelelően csökken. A tógazdaságok, mint vizes élőhelyek területén fellelhető gazdag növény-, emlős-, hüllő-, kétlábú- és madárfauna, valamint a vonuló madárfajok sokasága egyedülálló természeti értéket jelent Magyarországnak és Európának, és ennek a változatos élővilágnak a fenntartása ösztönös társadalmi érdek (Szabó et al. 2010). A tógazdálkodási tevékenység a gazdasági jelentőségen túl többértékű funkciót tölt be. A megfelelően alkalmazott erőforrások, halgazdálkodási technológiák alkalmazása kiemelt jelentőséggel bír természetvédelmi, vízgazdálkodási és társadalmi szempontból egyaránt.

A halastavi ökoszisztéma jellemzője a mesterségesen magasan tartott trofitási szint oly módon, hogy a bevitt tápanyag jelentős része a céltermékként előállított halal a rendszerből kivételre kerül. Emiatt ez a rendszer a természetes vizes rendszerekhez viszonyítva viszonylag stabil állapotban van. Fontos sajátossága 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 (*Phragmites australis*), gyékényes (*Typha latifolia*)), és/vagy bokorfűzes 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 tápanyagbevitel csökkenése, vagy elmaradása a tavi táplálékkészlet kimerülését okozza (Halasi-Kovács et al. 2012).

Azt, hogy egyes halastavak milyen mértékben végeznek ökoszisztéma szolgáltatást, részben a rendeletek (pl. Natura 2000; Ramsari Egyezmény) által meghatározott kényszer, részben egyes támogatások (pl. agrár-környezetgazdálkodási támogatás) általi ösztönzés befolyásolja. Megállapítható ugyanakkor, hogy a halastavi haltermelés és a természetvédelem közötti kapcsolat feszültségekkel terhelt. Ez elsősorban abból adódik, hogy nem kellőképpen elismert a tógazdálkodás pozitív szerepe a természetvédelemben (Szabó et al. 2010).

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).

A Hortobágyi Nemzeti Park 1973-es megalakulása óta az Öregtavak a park védett törzs területét képezi, nemzetközi jelentőségű vizes élőhely, fontos madárelőhely, Natura 2000-es terület. A terület védettségéből fakadóan a madarak riasztása és zavarásának bármilyen formája tilos. Ebből fakadóan a madárkár fogalma a területen nem értelmezhető, a halastavi gazdálkodást kell ezzel a körülménnyel összehangolni.

A tógazdasági halgazdálkodás és ennek a madárpopulációnak a megóvása, viszont konfliktusokkal terhelt. Az ország egyes területein a madárkár okozta hozamkiesés elérheti a 20-30 %-ot, mely érték már magát a gazdaságosságot fenyegeti. A legtöbb kárt okozó madárfajok a kormorán (*Phalacrocorax carbo*), a kis kárókatona (*Microcarbo pygmeus*), a szürke gém (*Ardea cinerea*) és a nagy kócsag (*Ardea alba*). Ezek közül is a termelőknél a tenyészidőszak alatt a legtöbb kárt a kormorán okozza (elsősorban a fiatal halkorosztályok és a nemes halak között) (Szabó et al. 2010).

Az itt költő madarakon kívül az őszi, tavaszi vonulási időszakban jelentősen megnövekszik a tavakon táplálkozó és pihenő madarak létszáma.

A madárvilág mellett ki kell emelni a halastavak jelentőségét a hazai vidraállomány (*Lutra lutra*) fenntartásában. A halastavak vidraállománya európai szinten is jelentős (Gera 2004).

A halastavak kiemelt jelentőségű természeti értékei közé tartoznak a kétlábú és hüllő fajok, amelyek a madarak mellett szintén nagy egyedszámmal élnek a halastavakon. A védett és veszélyeztetett halfajok, a védett növények és a gerinctelen állatfajok szempontjából is kiemelt jelentőséggel bírnak a halastavak.

Anyag és Módszer

Vizsgálatunkat a 2011-2015-ig terjedő időszakra vonatkozóan a Hortobágyi Halgazdaság Zrt., a 2015-2019-ig terjedő időszakra pedig a jelenlegi halgazdálkodó Hor-

tobágyi Nemzeti Park Igazgatóság tótörzskönyvi adataira alapozva végeztük. Így az Öregtavak termelési eredményei a 2011-es évtől 2019-ig álltak rendelkezésünkre.

A Hortobágyi Öregtavak 8 termelő tóegységből áll (megnevezésük: I-II., III-IV., V., VI., VII., VIII., XI., XIV. tó). A tavak halászata kétéves ciklusonként történik. A vizsgált, közel tíz éves időszakban tavanként két-három lehalászás és ugyanennyi kihelyezés történt.

A termelési eredmények elemzésénél szükséges figyelembe vennünk, hogy a Hortobágyi Nemzeti Park 1973-as megalakulása óta az Öregtavak tóegység a nemzeti park védett területét képezi, így az ezen a területen folytatott halgazdálkodási tevékenység során a természetvédelmi érdekek magas prioritást jelentenek.

A tóegység teljes területén tilos a madarak riasztása, ebből fakadóan meglehetősen nagymértékű lehet a kallódás. Mivel ebben a tóegységben a halfogyasztó madarak zavartalan táplálkozó és pihenő helyet találnak, így feltételezhető, hogy a tóegység közelében elhelyezkedő többi tóegység mentesül a nagyobb mértékű madárkártól.

A vizsgált időszakban a termelés tisztán a természetes hozamokra volt alapozva. Nem történt tápanyag utánpótlás és kiegészítő takarmányozás sem.

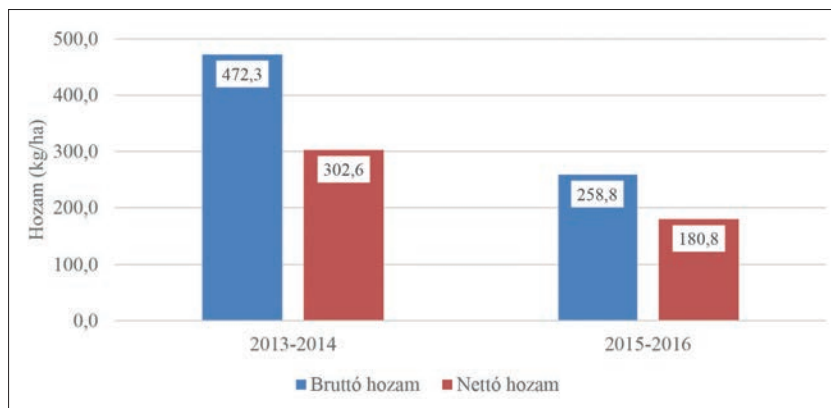
I-II. tó

Működés szempontjából egy tónak tekinthető, mert a tavak közötti közgát

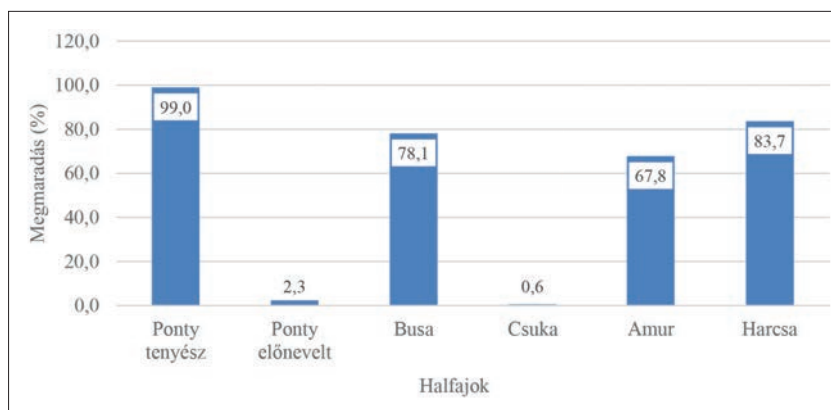


1. sz. kép Az I-II. tó tündérfátyol borítása (Készítette: Nagy Lajos Roland)

megsemmisült. A tó területe 225 ha nyílt víz terület lenne, de a vizsgált időszakban a tóban megjelent a tündérfátyol (*Nymphaoides peltata*) védett hínár, amely a tó felszínének 85 %-át borítja, ahogy ez a 1. sz. képen is látható. A tó nádasában vegyes gémtelep található. A hínár felszínén gyakran fattyúszerkő (*Chlidonias hybridus*) telep alakul ki, fészkelés végéig a tó csapolása nem lehetséges.



1. sz. ábra Az I-II. tó bruttó és nettó hozama



2. sz. ábra Megmaradás aránya az I-II. tavon a 2013-2014 időszakban

A vizsgált időszakban két alkalommal került sor a tó halászatára, az egyes időszakok hozamainak alakulását az 1. sz. ábra szemlélteti. A hozamokban látható eltérés egyrészt a hektáronkénti népesítésből fakad. 2013-ban a 170 kg/ha hal került kihelyezésre, míg ez a szám 2015-ben csupán 78 kg/ha volt.

A 2013 tavaszán a tó népesítése vegyes korosztályú halakkal történt. A kihelyezés 57 %-a két nyaras, átlagosan 1 kg átlag tömegű tenyész ponty volt, aminek a következő év őszen történt lehalásztása során tapasztalt megmaradása 99 % volt. Az egyes halfajok megmaradási százalékát mutatja a 2. sz. ábra.

A ponty népesítés másik korosztálya 600 000 db előnevelt halból állt, amelynek csupán a 2,3 %-a került visszahalásztásra a második év után. A kihelyezésre került előnevelt csuka (*Esox lucius*) esetében is hasonló megmaradás volt tapasztalható, annak ellenére, hogy a tó tündérfátyol borítottsága ebben az időszakban is már

70 %-os volt, ami kiváló búvó és táplálkozó helyet biztosított a csukák számára. A kétnyaras 1,1 kg átlag tömegű busa (*Hypophthalmichthys molitrix*) és az 1,4 kg átlag tömegű harcsa (*Silurus glanis*) megmaradása szakirodalmaknak megfelelő mértékű volt, míg a kihelyezéskor 0,5 kg-os amurok (*Ctenopharyngodon idella*) kallódása magasnak mondható.

III-IV. tó

A tó jelenleg lehalászó hellyel, halárokkal és halággal nem rendelkezik. A tó a kisvasút nyomvonala és a tápcsatorna miatt elzárt. A két tó itt is egységként működik, mert közgátjuk évtizedekkel korábban megsemmisült. Megközelítéséhez és lehalászásához egy teherhordó híd kialakítására lenne szükség. A tó területe 160 ha. Jelenleg nem halászható, de vízszint csökkentést követően a hal egy részét meg lehet fogni. A tó felújításra szorul, így ennek következtében a tavon csak korlátozott mértékű halgazdálkodás folyik, átlagosan 10 évente történik meg a részbeni halászata.

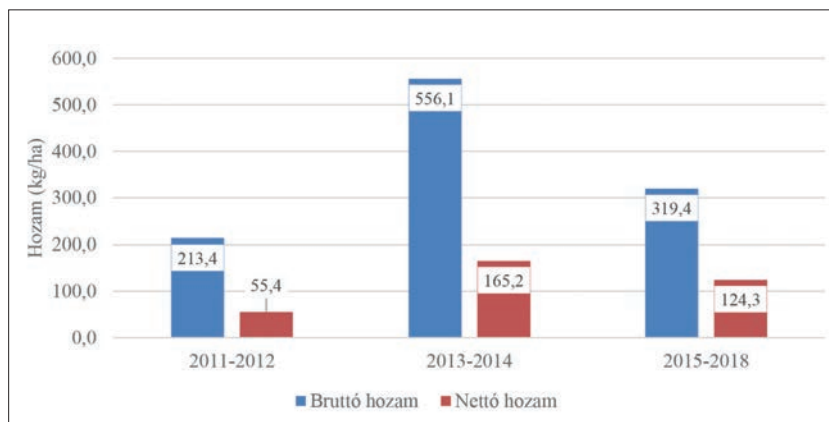
A tó nádasában található Magyarország legnagyobb kanalasgém telepe. A gémelek fészkelésének biztosítása miatt minden év február elejére a tavat üzemi vízszintre kell tölteni.

A vizsgált időszakban egy alkalommal történt halászat a tavon, a vízszint csökkentéssel, amely nem tette lehetővé a tó teljes halállományának lehalászását, így megfelelő adatok nem állnak rendelkezésre a tó termelési eredményeire vonatkozóan.

V. tó

A tó területe 70 ha vízfelszínre csökkent az utóbbi 15 évben.

Mint az 3. sz. ábrán látható, elég vegyes hozamokat produkált a tó. A népesítések mértéke ennek a tónak az



3. sz. ábra Az V. tó bruttó és nettó hozama

esetében is nagy mértékben különbözött az egyes években. Míg 2011-ben és 2015-ben csak 158 kg/ha és 124 kg/ha volt, addig 2013-ban 390 kg/ha volt a népesítés mértéke.

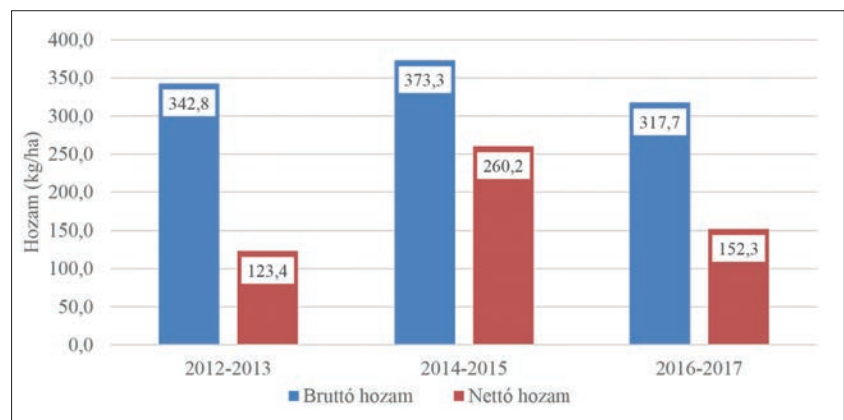
Mivel 2011-ben pontyból 1,5 kg átlag tömegű halak kerültek kihelyezésre, így azok már leívtak a tóban, és a következő év őszén a lehalászásakor nagy mennyiségű tenyész ponty is volt a hálóban. Az árasztó vízzel, az ezüstkárással (*Carassius auratus gibelio*) erősen fertőzött tápcsatorna rendszerből számos egyed bejutott a tóba. Az inváziós halfajokkal együtt ragadozó ivadékok is bekerültek, így lehalászásakor közel 10 mázsa, elsősorban piaci méretű csukát sikerült lehalászni.

A tó a 2019. évtől halgazdálkodásra nem alkalmas, mivel a Grazing Life projekt keretében töltései, lecsapoló műtárgyai megszüntetésre kerültek. Jelenleg vizes élőhelyként funkcionál.

VI. tó

A VI. tó területe 115 ha. A tóban található tündérfátyol. Amennyiben fattyúszerkő telep alakul ki rajta, úgy fészkelés végéig csapolása nem lehetséges.

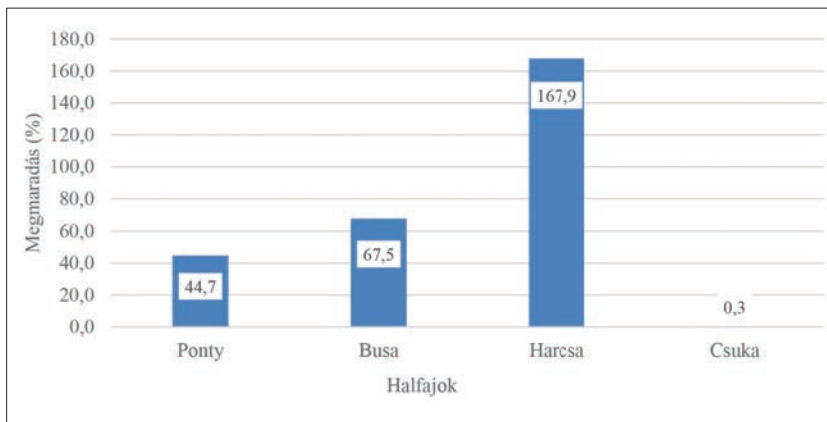
A 4. sz. ábra a VI. tó bruttó és nettó hozamait helyezi egymás mellé. Látható, hogy a tó bruttó hozamai kiegyen-



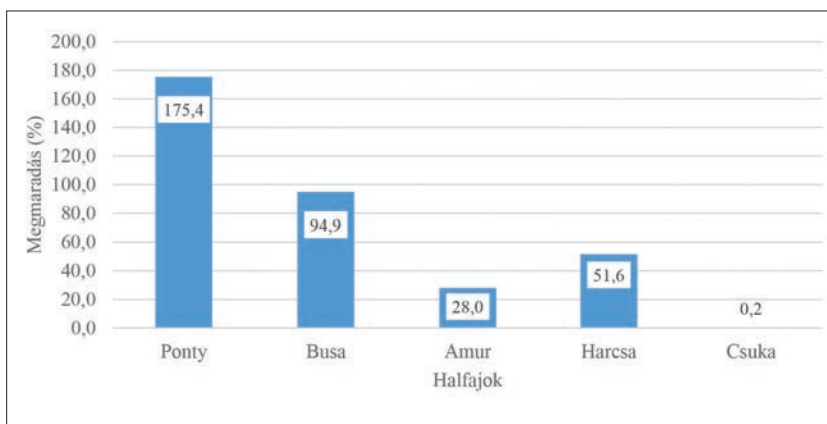
4. sz. ábra A VI. tó bruttó és nettó hozamai

lítettek és a 345 kg/ha átlagot produkálta mind a három termelési időszakban. A nettó hozamokból jóval nagyobb változékonyságokat láthatunk, amelyek magyarázatra szorulnak.

A 5. sz. ábra szerint a 2013-ban kihelyezett és 2014-ben lehalászott halak megmaradása a következők szerint alakult: ponty 44,7 %, busa 67,5 %. A tó nem lett teljes mértékben lehalászva, amit jól mutat a nettó hozam és a megmaradási százalék is. Harcsából viszont a 167,9 %-os megmaradás a



5. sz. ábra Megmaradás % a VI. tóban a 2012-2013-as időszakban



6. sz. ábra A VI. tó megmaradási %-a 2014-2015-ös időszakban

vadívásokból és az árasztó vízzel a tóba bejutott harcsa ivadékokból származhat. A csuka ivadéknál látható, szinte százszázalékosnak mondható kallódás, amelyből egyéb kallódási tényezőkre is lehet következtetni, mert a tó 2015. évben történt lehalászásakor sem került elő a kihelyezett mennyiség.

A következő 6. sz. ábrán megfigyelhető, hogy az előző halászat alkalmával a tóban hagyott pontyokat sikerült megfogni és a megmaradási százalékot 75 %-kal emelték a maximális szint felé. A busánál is látható az átlagos nagyobb mértékű megmaradás. Míg az amurnál a 2014 év tavaszán kihelyezett 0,5 kg egyedi tömegű halak megmaradása rendkívül alacsonynak mondható.

A 2016-2017. évben, szintén egy alacsony nettó hozam realizálódott. Ez az alacsony hozam szint a 2016 tavaszán bekövetkezett, a ponty állományt sújtó tömegesnek mondható pusztulás következménye. A lehalászásakor tapasztalt megmaradás 35 % volt, míg

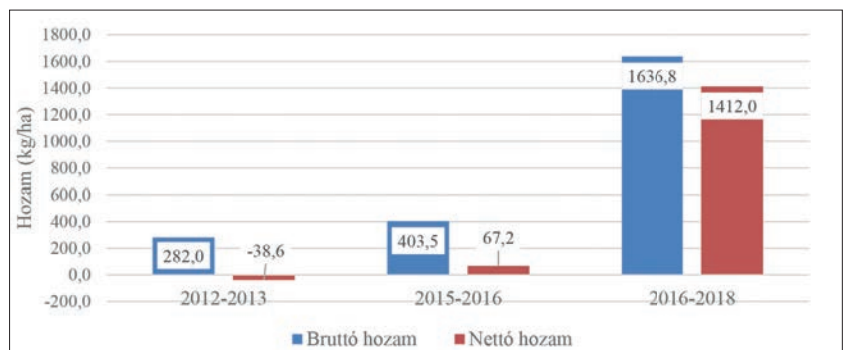
az egyéb fajok esetében átlagos mértékű volt a megmaradás. A VI. tóban több évben is tapasztaltuk ezt a tavaszi pusztulást, amelyet a tavat borító tündérfátyol számlájára írunk. Sajnos teljeskörű vizsgálatok nem történtek, de valószínűsíthetően a tótalajban felhalmozódó nagy mennyiségű szerves anyagokból keletkező, a halak számára mérgező gázok okozhatják a visszatérő gondot.

VII. tó

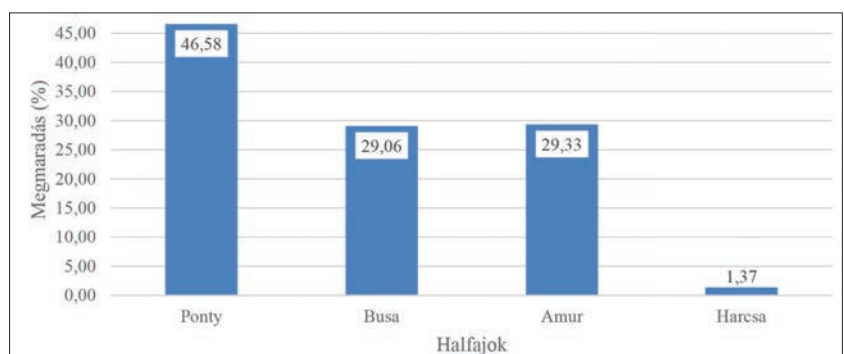
A VII. tó területe 105 ha. A 7. sz. ábrán a VII. tó esetében rendkívül szélsőséges értékeket találunk. A magyarázatot szintén a kallódások megvizsgálásával találjuk meg. A 2013. évi lehalászás során tapasztalt nagy mértékű kallódás oka a 2012. augusztusában hirtelen bekövetkezett vízvirágzás során kialakult oxigén hiányos állapot.

A 8. sz. ábrán láthatóak az alacsony megmaradások az egyes halfajoknál.

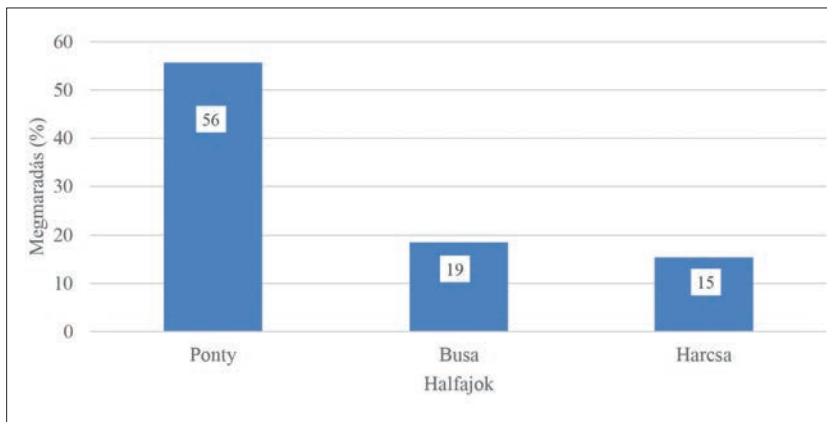
A 2016. évi halászat alkalmával szintén az előzőhöz hasonló alacsony megmaradásokat tapasztaltunk a 9. sz. ábra szerint, amelyet a nettó ho-



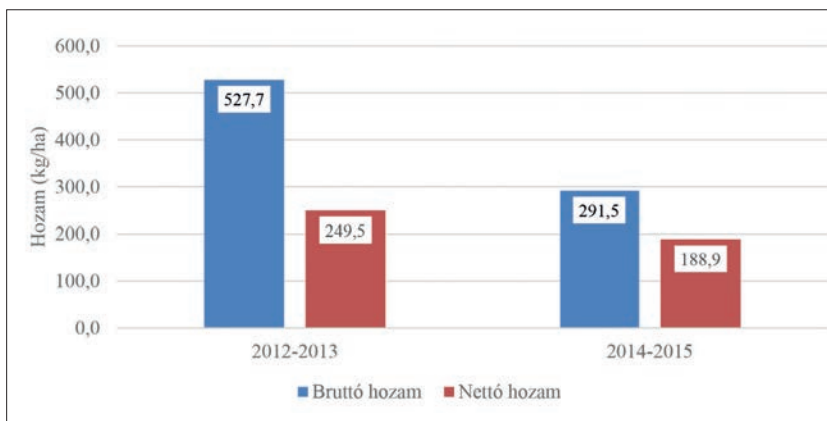
7. sz. ábra VII. tó bruttó és nettó hozamai



8. sz. ábra Megmaradás % a 2012-2013 időszakban a VII. tóban



9. sz. ábra Megmaradás % a 2015-2016-os időszakban a VII. tavon



10. sz. ábra A VIII. tó bruttó és nettó hozamai

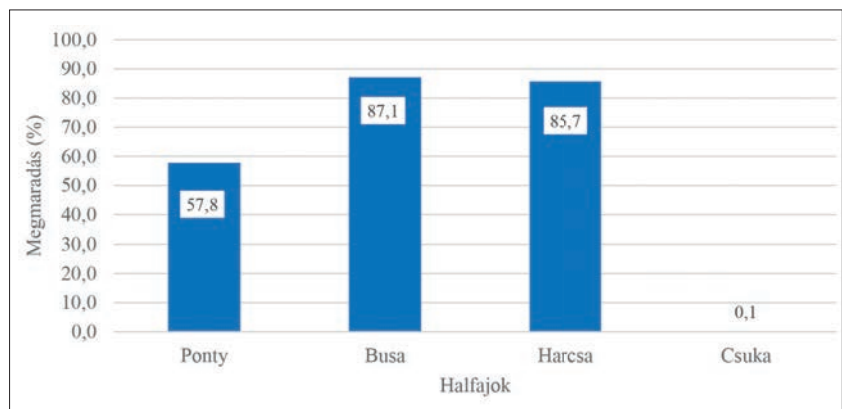
zam diagram is mutat. Mivel ebben az időszakban halpusztulást nem tapasztaltunk a tavon, így a magyarázat a népesítésre kihelyezett halak minőségében és méretében kell keresni. A Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság 2014. szeptemberében vette át a tóegység kezelését. A kihelyezésre szolgáló tenyészhalakat csak közbeszerzési eljárás lefolytatásán keresztül vásárolhatta meg. 2015. évben a nyertes pályázónak a halai ponty esetében átlagosan 0,6 kg-os voltak, ami azt jelentette, hogy a tételekben sok 0,5 kg testtömegű hal is volt. A tavak népesítésére leszállított busa szintén a közbeszerzési eljárásban kiírt mérettartomány alsó szintjébe esett. Ezen felül több szállítmánynál az elhúzódó lehalászás és válogatás következtében a halak nem megfelelő állapotban kerültek a tóba. Ezt támasztja alá a XI. tóban tapasztalt megmaradási mutató is, amely szintén ezekből a tételekből származó tenyészhalakkal lett kihelyezve.

A 2016-2018. évi időszakban a tóegységben mutatózó termelési eredményekhez képest kiugróan magas hozamok is részben a közbeszerzési eljárásán keresztül

történő tenyészhal beszerzés kedvezőtlenségeiből vezethetőek le. Mivel a tavak népesítéséhez a minimálisan szükséges tenyészhal mennyiségekkel a pályázók nem rendelkeztek, továbbá a VIII. tó már fel volt töltve és tisztán csak busával már ki volt helyezve, így a VII. és a VIII. tó a közös halágyon keresztül össze lett nyitva. Ennek következtében a tavakban a halak eloszlását nem lehetett követni, és tervezni a lehalászáskor várható mennyiségeket. Ez adatelemzéssel és számítási eljárásokkal sem kimutatható, mert a VIII. tó halászata eddig sajnálatosan még nem történt meg.

VIII. tó

A VIII. tó területe 105 ha. A 10. sz. ábrán szintén elég eltérő hozam szinteket látunk a két vizsgált időszakban. 2012-ben a ponty kihelyezésben 0,28 kg átlagtömegű két nyaras pontyok is szerepeltek a 0,8 kg átlagtömegű halak mellett. Hektáronként 278,2 kg hal került kihelyezésre. A következő évben elvégzett halászat során a ponty esetében 57 %-os megmaradás volt meg-



11. sz. ábra Megmaradás % a 2012-2013. időszakban a VIII. tavon

figyelhető. A busa és harcsa esetében, melyek 1 kg átlag tömeggel kerültek kihelyezésre, a kallódás mértéke 12-14 %-os volt.

A kihelyezett csuka ivadék esetében ebben a tóban is a kallódás szinte száz százalékos volt, ahogy ezt a 11. sz. ábra is mutatja.

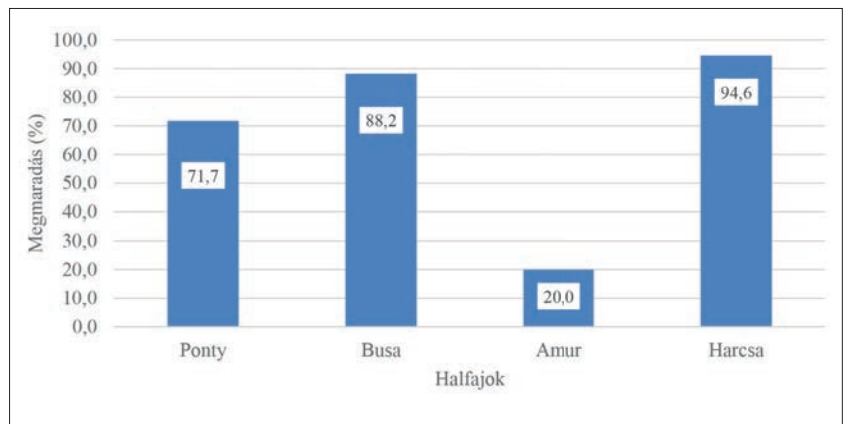
A 2014-2015-ös időszakban a kihelyezett pontyok csupán 24 %-át fogták vissza. Feltételezhetően szintén a tenyészhalak mértéből fakad ez az alacsony érték, mivel a kihelyezett pontyok mérete 0,45 kg volt. A kihelyezés

mértéke 102 kg/ha volt. A busa és a harcsa megmaradása ebben az esetben is az átlagot tükrözi a 92 %-kal és 75 %-kal.

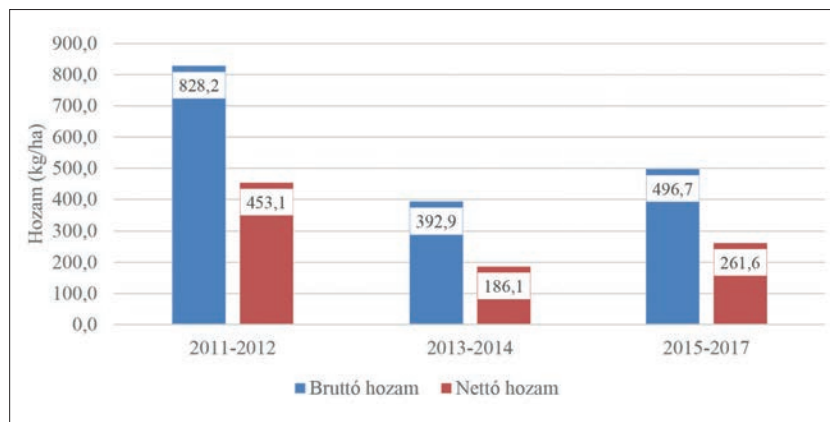
XI. tó

A XI. tó területe 135 ha. A 12. sz. ábrán látható, hogy az 2011-2012-es időintervallumban igen kedvező hozamokat értek el, ez még eredményesebb lehetett volna, ha a harcsa megmaradása is a többi halfajhoz hasonlóan alakul.

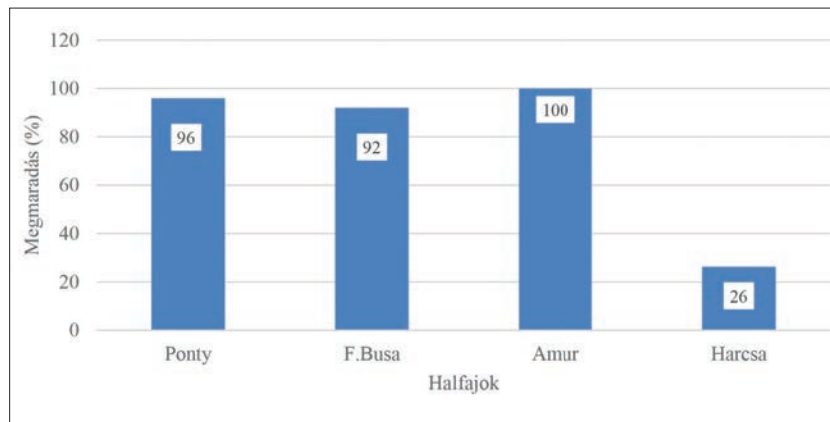
A 2011-2012-es időszakban a harcsa



14. sz. ábra Megmaradás % az 2013-2014 időszakban a XI. tavon



12. sz. ábra A XI. tó bruttó és nettó hozamai



13. sz. ábra Megmaradás % a 2011-2012-es időszakban a XI. tavon

kihelyezési mérete 0,7 kg átlag tömeggel történt, míg a többi halfaj egyedei 0,9-1 kg átlagos testtömeggel. Valószínűleg ez a 20 dkg méretbeli különbség jelentette a megmaradás alacsony mértékét, amelyet a 13. sz. ábra mutat. A ponty, az amur és a busa esetében a megmaradási százalék mértéke megfelelőnek mondható.

A 2014. évben történt lehalászás során is hasonlóan

jó megmaradási eredmények voltak jellemzőek. Kivételt képezett ez alól az amur, amelyet 0,5 kg egyedi átlag tömeggel helyeztek a tóba (14. sz. ábra).

A 2015. évben a XI. tóba is a közbeszerzési eljárás útján beszerzett, nem megfelelő méretű és egészségi állapotú halak kerültek népesítésre. Ebben a tóban is szinte számszerűen megegyezett a megmaradás mértéke az előző tavakon bemutatottakkal, pl. ponty esetében 50 % volt, míg busa esetében az átlagosnak mondható mértékű volt.

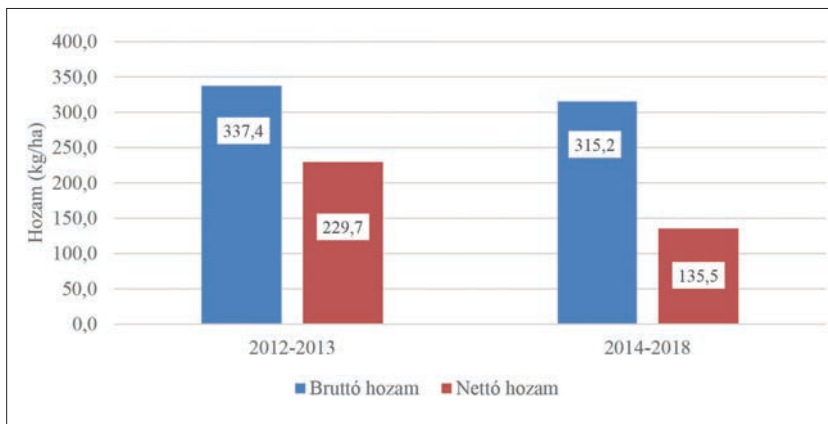
XIV. tó (Kondás tó)

A Kondás tó vízfelszíne 270 ha. A tó nádasában az elmúlt években gémtelep alakult ki. Szeptember közepére a daru megfelelő éjszakai helyeinek kialakítása céljából sekély vizes állapotot kell elérni. Az alacsony vízállás biztosítása fontos feltétele annak, hogy a mederben fel tudjanak nőni a pionír iszapnövények, amelyek a kis lilik számára nyújtanak táplálékot. A Kondás tóban termelt hal mennyiségét úgy kell meghatározni, hogy a fent leírt, prioritást élvező természetvédelmi célok megvalósíthatóak legyenek.

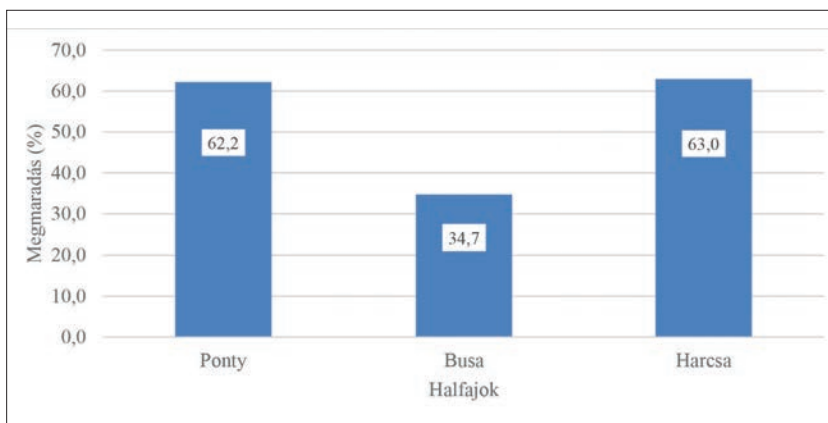
A 15. sz. ábrán látható bruttó értékek megközelítőleg megegyeznek, de a 2018 évben a nettó hozam elmarad az elvárható szinttől.

A 16. sz. ábrán megvizsgálva a megmaradási mutatókat látható, hogy a busa megmaradása igen alacsony volt.

Megvizsgálva a busa kihelyezési méretét, ebben az esetben is megállapítható, hogy a busák mérete 0,5 kg volt, míg a pontyok és a harcsák mérete 0,9-1 kg volt.



15. sz. ábra XIV. tó bruttó és nettó hozamai



16. sz. ábra Megmaradás % a 2014-2018 időszakban a XIV. tavon

Termelési eredmények összehasonlítása

A 17. sz. ábrán a busa és ponty bruttó és nettó hozamok 10 vizsgált évre számolt átlagainak összehasonlítását láthatjuk tavanként. Szembetűnő, hogy több tó (VI., VIII., XI., XIV.) esetében a busa hozamok jóval felülmúlják a ponty hozamokat. Ezen tavak esetében a népesítéseket megvizsgálva láthatóvá válik, hogy a hektáronként kihelyezett busa mennyisége magasabb a ponty népesítés mértékénél.

A VI. tó esetében 2014-ben 39 kg ponty és 55 kg tenyész busa került hektáronként kihelyezésre. Ugyanebben az évben a VIII. tavon pontyból 22 kg/ha, míg busából 77 kg/ha mértékű volt a kihelyezés. A XI. tó esetében a nagy méretű, átlagosan 0,9 kg-os tenyészhalakból a 2011. évben 167 kg ponty és 133 kg busa, míg 2015-ben 230 kg ponty és 235 kg busa került kihelyezésre. A busa és a ponty népesítés mértéke mindkét évben közel azonosnak mondható. Az irodalmi adatokat figyelembe véve ennek az optimális mértéke ponty esetében 70-80 %, míg busa

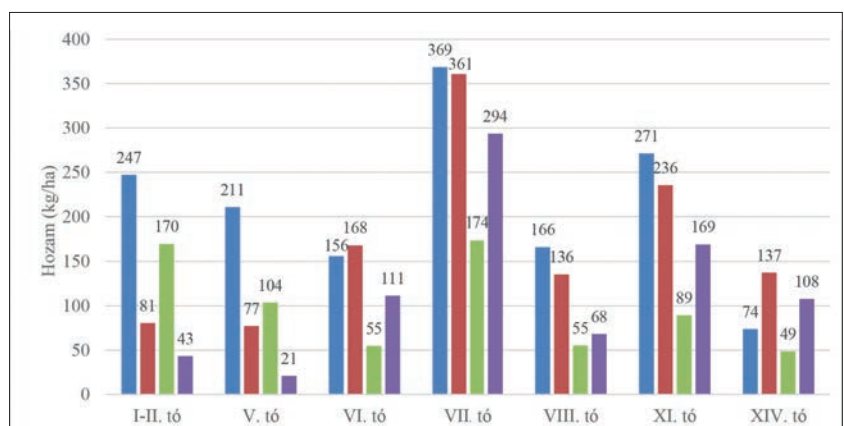
esetében 20-25 % a népesítési szerkezetben. A legszembetűnőbb az eltérés a XIV. tó esetében. Itt 2014. tavaszán egy hektárra 8,3 kg ponty és 119 kg busa került kihelyezésre. A fent leírt busa túlsúlyos kihelyezések egyértelműen megjelennek a hozamokban.

A VII. tó esetében a korábban az egyes tavak termelési eredményeinél leírt körülmény teszi az értékeket kiugróvá, azáltal, hogy a VII. és a VIII. tó halállománya a közös halágyon keresztül összeengedésre került.

A vizsgált időszakban a kihelyezések mértéke nagyon eltérő szintű volt a tóegységen belül, valamint az egyes tavakon is az egyes években. Az tóegységben polikultúras népesítési szerkezetben a népesítés mértéke hektárra vetítve 210 kg volt. A legalacsonyabb kihelyezési szint 78 kg/ha, míg a legnagyobb mértékű 391 kg/ha volt.

A hozam szintek ennek megfelelően nagyon differenciáltak voltak. Az átlagos bruttó hozam a vizsgált tavaknál 395 kg/ha volt. A nettó hozamok átlaga, amelyek csak tisztán a természetes hozamokat mutatják, 210 kg/ha volt.

A kétnyaras pontyok a vizsgált időszakban átlagosan 1 kg egyedi mérettel



17. sz. ábra Ponty és busa bruttó és nettó hozamok 10 évre számolt átlagainak összehasonlítása tavanként

kerültek kihelyezésre és a két év utáni halászat alkalmával 3,3 kg egyedi mérettel kerültek lehalászásra. A busa esetében 0,9 kg kihelyezési tömeg és lehalászáskor 3,8 kg-os átlag volt jellemző a vizsgált időszakban.

A termelési időszak két éve alatt a pontyok átlagosan a kihelyezési egyedi tömegük 2,7-szeresével gyarapodtak. Ez az érték busa esetében 4,2-szeres volt. A növekedés nagyobb üteme, megközelítőleg kétharmada az első ter-

melési évre esik. Ennek magyarázata az lehet, hogy a tápanyag utánpótlás nélküli tavakban a minimális plankton állományt a fitoplankton fogyasztó busa állomány már a kora tavaszi időszakban elfogyasztja, így nem marad meg a lehetősége a zooplankton állomány felépülésének. Ez a felvetés csak megfigyeléseken alapszik, sajnos nem állnak rendelkezésre plankton vizsgálati eredmények a tőegységre vonatkozóan.

Következtetések

Az Öregtavak tőegységben a legfontosabb feladat a madárvilág sokféleségének és egyedszámának megőrzése, ill. lehetőség szerint növelése. Az extenzív halgazdálkodás egyik célja, hogy kiváló táplálkozó helyet biztosítson a halfogyasztó madárállomány számára, ami által a környező tőegységek „madárkárát” csökkenteni lehet. A halgazdálkodás optimális szinttől alacsonyabb szinten történő működtetése a vízi élettér beszűkülését, vízi élettérhez kötődő fajok biodiverzitásának csökkenését eredményezi. A természetvédelmi célok és feladatok mellett azonban gazdasági szempontokat is figyelembe kell venni a halastavi gazdálkodás során.

A megmaradási mutatók vizsgálata kiválóan rávilágított arra, hogy ebben a tőegységben milyen jelentőséggel bír a tavak megfelelő mérettartományú halakkal történő kihelyezése ahhoz, hogy az elvárt termelési eredményeket biztosítani lehessen. A környező halastavakhoz képest is kimagaslóan nagy számban fészkelő, táplálkozó és halfogyasztó madárfajok miatt körültekintően kell eljárni a népesítés tervezése során. Elmondható, hogy a népesítésre kihelyezett, ivadék vagy egy nyaras korosztályú halak esetében a kallódás mértéke minden esetben 80 % alatti volt. A 0,4-0,5 kg-os méretű halakat tekintve esetenként már 40 %-os megmaradást is lehetett tapasztalni egyes években. A 0,6-0,8 kg-os egyedi testtömegű halak megmaradása 65 %-os, míg 0,9-1 kg mérettartomány esetén a kallódás mértéke 5 %, vagy alatti értékeket mutatott. Természetesen a kallódások teljes egészében nem csak a madarak táplálkozásából eredeztethető. Az alacsony szintű megmaradás eredhet a haváriaszerűen előforduló vízvirágzás következtében kialakuló oxigén hiányból is. Ez volt tapasztalható 2012-ben a VII. és a VI. tavon. A nagymennyiségű hínár vegetáció a tó aljzaton felhalmozódó nagymennyiségű szerves anyag anaerob körülmények között végbemenő bomlásából keletkező mérgező gázok miatt is bekövetkezhet pusztulás.

Javaslatok

A hortobágyi Öregtavakon a létrehozásuk óta eltelt időben a halgazdálkodási tevékenységgel párhuzamosan olyan ökológiai rendszerek alakultak ki, melyek fenntartása, megőrzése természetvédelmi szempontból is kiemelt jelentőségű. Az Öregtavakon folyó halgazdálkodás a fenn-

tarthatóság alapfeltétele. A halgazdálkodás szintjének megtartása, egyes tavakon növelése, és a haltenyésztési technológiák alkalmazása elengedhetetlen a természetvédelmi célok megvalósulása érdekében.

A halastavak különleges természetvédelmi értéket képviselnek hazánkban. A védett vízi és vizes élőhelyek esetében a halgazdálkodási tevékenységnek az élőhely összes védett populációjának (vizinövények, gerinctelenek, halak, kételtűek, hüllők, madarak, emlősök) életlehetőségeit kell megalapoznia, illetve ezekkel összhangban kell lennie. A természetvédelmi oltalom alatt álló halastavakat, mint vízi élőhelyeket, a természetvédelemnek hosszú távon fenn kell tartania. A halastavakon, szemben az intenzív termelési rendszerekkel, az extenzív vagy félintenzív halgazdálkodást érdemes választani. A halastavak kezelésének megtervezésekor a technikai szempontok mellett a meder és a környező területek ökológiai adottságait is figyelembe kell venni.

A vizsgált időszak eredményeinek ismeretében célszerű egy olyan halgazdálkodási gyakorlat kidolgozása, amely megteremti a természetvédelmi célkitűzések hosszú távú fenntartását, valamint lehetővé teszi halgazdálkodás jövővelmező működését.

A tavakat termelési intenzitás szerint két részre érdemes osztani. Az osztályozás alapjaként az egyes tavak termelési eredményei szolgálnak, valamint a termelést befolyásoló tényezők, úgymint a tavak műszaki állapota, halágyak, lehalászó helyek megléte, tavak feltölthetősége, csapolhatósága. Kiemelten fontos az egyes tavakra vonatkozó természetvédelmi előírások összegegyeztetése a halgazdálkodási tevékenységgel.

Az I-II., III-IV., VI. és XIV. tavak extenzív, állapot fenntartó halgazdálkodása javasolt, míg a VII., VIII., és XI. tavakon félintenzív haltermelés is folytatható.

Népesítés

Mindkét csoportba sorolt tóra érvényes szabály, hogy a termelés biztonsága érdekében a tavakba 0,9-1 kg egyedi átlagtömegű halak kihelyezése a megfelelő.

A Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság természetvédelmi szempontok miatt csak az őshonos halfajok telepítését engedélyezi a tőegységben. Ez az előírás kizárja a kínai növényevőket, úgymint a busát, amely a tavi egyensúly fenntartásához szükséges lenne, valamint az amurt, amely a tavakban jelenlévő makrovegetáció visszaszorításában, szinten tartásában játszhatna fontos szerepet.

Az amurral történő biológiai növénymentesítésnek ez a módja környezetbarát, és viszonylag olcsó, mellest még közvetlen hasznot is hajthat, hiszen a zsákcucában felhalmozott, stagnáló biológiai energiát tereli vissza a nyíltvízi anyagforgalomba. Ilyen esetekben a tenyésztés célja nem a nagy hozamok elérése, hanem az évek alatt túlszorodott növényállományok energiájának, tápanyagainak visszafordítása az anyagforgalomba, a nyíltvízi régió visszaállításával (Horváth et al. 2011).

A tőegységre jellemző az erős ezüstkárász fertőzött-

ség, amely jelentős része a tőegység kifejezetten hosszú tápcsatorna rendszeréből kerül a tavakba feltöltéskor. Az inváziós gyomhalak visszaszorítására mindenképpen szükséges a ragadozó halak kihelyezése a pontyok mellé. A harcsának, mint a pontyos tavakban uralkodó alacsony oxigén szinteket jól tűrő és nagy mennyiségű táplálékot fogyasztó ragadozónak, minden tóban fontos jelen lennie.

A harcsa hőmérséklet és oxigénigénye a pontyéhoz hasonló, ezért a pontyos gazdaságok egyik legértékesebb ragadozó hala. Jól szállítható és nem érzékeny a tógazdasági műveletekre (válogatás, szákolás, szállítás) (Urbányi és Horváth 2004).

A csukát a benövényszerű, jelentős hínár vegetációval rendelkező tavakba érdemes telepíteni, ezek egybeesnek az extenzív halgazdálkodásra javasolt tavakkal. A süllőt elsősorban a félintenzív kezelésű tavakba második ragadozó halfajként lehetséges telepíteni. Itt állnak rendelkezésre olyan lehalászható helyek, ahol a halászat során a süllőt a hálóból gyorsan le lehet válogatni, ugyancsak ezen tavakban biztosítható leginkább a halászat során a frissítő víz.

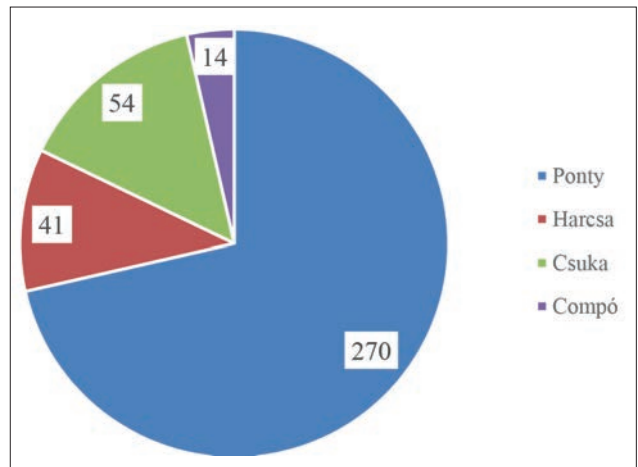
A tó lehalászási körülményei megszabják a kihelyezhető ragadozó hal fajtát. Jól lehalászható, friss vízzel bőségesen ellátható halágyú tavakba süllőt helyezhetünk (Antalfi 1971).

Természetvédelmi szempontból jelentőséggel bír a compó (*Tinca tinca*) megőrzése és szaporítása, ezért kihelyezése szükséges. Compó esetében 0,2 kg kihelyezési egyedi mérettel számoltunk. A compó megmaradása a tervezett ragadozó halállomány mellett bizonytalan, de természetvédelmi kezelőként kihagyhatatlan elemének kell lennie a népesítésnek. Esetlegesen a jövőben az ezüstkárász kizárása mellett a széles kárász (*Carassius carassius*) játszhat még szerepet a tőegységben mellékhalaként.

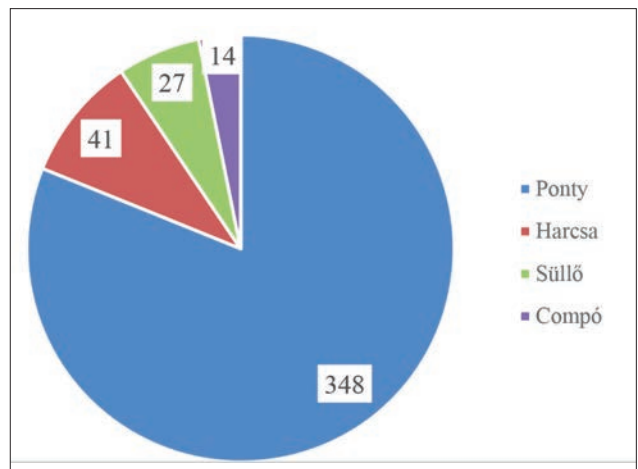
A halfogyasztó madarak táplálék igényének kielégítése fontos szempont a tőegységben, ezért a félintenzív kezelésű tavakba a kihelyezendő tenyészhalak mellé anya pontyok is kerüljenek kihelyezésre. A halak ivásából felnövekvő halmennyiség képezné azt a táplálék-bázist a madarak számára, amellyel csökkenthető lenne a környező tőegységek madárkárának mértéke.

A nagyméretű halastavak népesítésére szolgáló tenyészhalak beszerzésének biztosítása érdekében célravezető a környéken lévő tenyészhalak termelésével foglalkozó halgazdálkodókkal hosszú távú, minimálisan 5 év időtartamra termeltetési szerződést kötni. Az előre megkötött szerződésekkel biztosítható és előre tervezhető lenne a tavak jó minőségű, elegendő mennyiségű tenyészhallal történő kihelyezése.

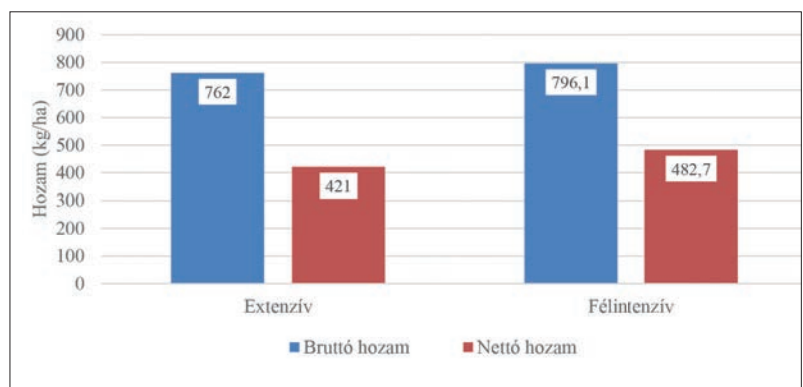
Az extenzív kezelésű tavakban a 18. sz. ábrán bemutatott népesítés mértékét és halfajonkénti megoszlását javasoljuk alkalmazni.



18. sz. ábra Népesítés megoszlása (db/ha) az extenzívén kezelt tavak esetében



19. sz. ábra Népesítés megoszlása (db/ha) a félintenzívén kezelt tavak esetében



20. sz. ábra Extenzívén és félintenzívén kezelt tavak várható hozamai

A félintenzívén kezelt három tó esetében a 19. sz. ábra mutatja be a hektáronként kihelyezendő darabszámot.

Az ábrákon látható darabszámok már a tőegységben átlagosan mérhető 35 %-os kallódás mértékével megnövelt népesítési darabszámokat mutatják. Ilyen mértékű ponty kihelyezés mellett várhatóan a tavak állapota, a

makrovegetáció térhódítása szinten tartható vagy esetlegesen csökkenthető is lesz. Véleményünk szerint a ponty bioturbációjával, a tótalaj mozgatásával kompenzálni tudja az amur hiányát.

A fent leírt népesítési szerkezettel és népesítési darabszámokkal számolva a következő (20. sz. ábra) hozam szinteket tartjuk elérhetőnek.

Trágyázás

A félintenzíven kezelt tavak esetében megvalósítható a tavak trágyázása az Igazgatóság tulajdonában lévő szarvasmarha és racka juh telepeken keletkező félérett szerves trágyával. Egy kora tavaszi előkészítő trágyázást alkalmazva, majd az év során fenntartó trágya adagokat is a tóba juttatva, történhet a tápanyag utánpótlás. Éves szinten a három nagy méretű tó esetén hektáronként 3500 kg trágya mennyiséggel lehet kalkulálni. A trágyázás termelést fokozó hatásával is számolva a 20. sz. ábrán látható hozamokkal lehet tervezni a félintenzíven kezelt tavak esetén. Ezek a szintek kiegészítő takarmányozás alkalmazásával még tovább növelhetőek. A takarmányozás kivitelezésének legnagyobb akadálya a munkaerő-hiány. A trágyázás esetén fontos a trágyázás hozam fokozó hatásának nyomon követése, plankton vizsgálatokkal, valamint rendszeresen végzett próbahalászatokkal.

Tóboronálás

Tavaszi időszakban a tündérfátyollal borított tavak (I-II. és a VI.) kondicionálása, és a makrovegetáció viszszaerősítése érdekében a tavak boronálása indokolt. A boronálás időben történő elvégzésével, a víz zavarosításával és ezáltal átlátszóságának mérséklésével csökkenthető a tófelület hínárvegetáció borítottsága. A tótalajban felhalmozódó szerves üledék a tótalaj mozgatásával és aerob körülmények biztosításával érhető el, hogy a feltáródó szerves anyag ismét egysejtű algák által kerüljön felhasználásra, amelyek majd értékes táplálékként szolgálhatnak a halak számára.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet nyilvánítani a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóságnak, amiért biztosították az adatok elérését a termelési eredmények elemzéséhez.

Szeretnék köszönetet mondani a Hortobágyi Halgazdaság Zrt. dolgozóinak, mert adataikkal hozzájárultak a vizsgálataim elvégzéséhez.

Irodalomjegyzék

- Antalfi A., Tölg I. (1971): Halgazdálkodási ABC. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 216 p.
- Gera P. (2004): Vidrakönyv. Az Alapítvány a vidrákért szervezet által 1995-2004 között koordinált vidravédelmi programok összefoglaló, részletes jelentése. Budapest
- Halasi-Kovács B., Puskás N., Szűcs I., (2012): A magyarországi halastavi vízgazdálkodás jellemzői, komplex természeti-gazdasági-társadalmi jelentősége, valamint a fenntartható gazdálkodást veszélyeztető problémák értékelése. http://hakinapok.haki.hu/tartalom/HF34/HF_34_78_95_Halasi.pdf
- Horváth L., Béres B., Urbányi B. (2011): Ökológiai szemléletű tógazdálkodás. Szent István Egyetem, Környezet-és Tájgazdálkodási Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő, 167 p.
- Kovács G. (1984): A hortobágyi halastavak madárvilága 10 év megfigyelései alapján. Aquila, XCI. évf. vol.91.
- Szabó T. Horváth L., Urbányi B. (2010): Természetvédelem és halgazdálkodás <http://halt.mkk.szie.hu/UserFiles/File/tananyagok/H-TV-jegyzet.pdf>
- Urbányi B., Horváth L. (2004): A halgazdálkodás alapjai, Egyetemi jegyzet, Szent István Egyetem, Környezet-és Tájgazdálkodási Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő, 63 p.

DOKTORI ÉRTEKEZÉSEK

A dolgozat címe: Halászati termékek eltarthatóságának növelése komplex, kíméletes feldolgozástechnológiával

Szerző neve: Palotás Péter

A témavezető/k neve: Dr. Friedrich László Ferenc

A védés helye, ideje és Doktori Iskola neve: Szent István Egyetem, online, 2020. november 24., Élelmiszertudományi Doktori Iskola

A dolgozat on-line elérhetősége: <https://szie.hu/node/976>

Összefoglalás

Kutatásom során arra kerestem a választ, hogy az iparban kevésbé elterjedt, viszonylag újabb technológiák alkalmazásával jelentősen javítható-e a haltermékek frissessége, érzékszervi és mikrobiológiai minősége. A kutatás kiterjedt az élő hal szállításától és vágásától a halból előállított késztermék kezeléséig.

Az első kísérlet során az élő hal lehalászásának, szállításának és pihentetésének hatását vizsgáltam a halhús minőségi mutatóira nézve. E célból az Akasztói Halgazdaság (Akasztó) és a Fishmarket Kft. (Budaörs) között végeztem lehalászástól feldolgozásig terjedő szállítási kísérletet, amelynek egyes műveleti fázisaiban végzett halvágást követően vizsgáltuk a halhús objektív színét CIELab színíngertérben, a végső pH- és glikogéntartalom, a keménység (F, N) és a víztartó képesség (VTK, mm²/g) alakulását. A szállítás okozta stressz vizsgálatának céljából mérés tárgyát képezte még a halhús és halmáj glikogén-, kortizol-, és kortizontartalma is. A vágás előtti pihentetés hatására a halak húsa világosabb és vörösebb, vagyis élénkebb megjelenésű lett, mint a pihentetés nélkül vágott egyedeké. A mérési eredmények alapján a halak vágás előtti, stresszcökkentés céljából végzett pihentetése nagyobb szerepűnek bizonyult a halhús színezetében, mint a szállítás időtartama. A halhúsban mért végső pH-értékek negatív korrelációt mutattak a halhúsban mért glikogén mennyiségével. A szállítás időtartamait tekintve jelentős különbség volt a halhúsok állományában. A hosszú ideig tartó szállítás okozta stresszhatásnak kitett halak húsa kétszer olyan keménynek bizonyult, mint a rövid ideig szállított egyedek húsa. A legnagyobb mennyiségű glikogént a lehalászást követően a helyszínen lévő halfeldolgozó üzemben vágott halhúsban mértem (2,6 mg/kg). A stresszhormonnak is nevezett kortizol mennyiségében a hosszú távú szállítás esetén volt látható kiugróan magas érték (124,7 µg/kg), ami a szállítás során elszenvedett stressz hatásával hozható összefüggésbe. A halmájban mért glikogén mennyisége 0,1-0,3 mg/kg értéket mutatott, ami arra utal, hogy a halhúsban jelentősebb glikogén raktározódik, mint a halmájban, és



Palotás Péter

stressz hatására elsődlegesen a halhúsban lévő glikogén kerül felhasználásra.

A második kísérlet során arra kerestem a választ, hogy az olyan kíméletes vágástechnológiák alkalmazása során, ahol a kábítás elektromos sokkolással vagy a japán ikejime módszerrel történik, hogyan változik a halhús frissessége, valamint hatással vannak-e a fontosabb minőségi paraméterekre. Továbbá megvizsgáltam, hogy a jelenleg az iparban alkalmazott léghűtéses technológiával szemben a frissen vágott haltestek jeges vízzel való gyors hűtése milyen hatással van a halhús frissességére. Ehhez a színezet és pH-érték alakulását, gélelektroforézis segítségével a szarkoplazma változásait, valamint az ATP-bomlás degradációs termékeinek mennyiségbeli változását követtem nyomon.

A színezetvizsgálat eredményei szerint az L* világossági szintényező értékei magasabbak voltak az ikejime kábítás esetén, vagyis a halhús színezete világosabbnak mutatkozott. Ez kifejezetten kedvező lehet, mivel a halfilékre általánosságban is jellemző a világos szín, amely a fogyasztóban a friss termék látszatát kelti. Az a* szintényező értékei hasonlóan magasabbak voltak az ikejime kábítás esetében, vagyis a halhús színpontja a színtérben jobban beleesett a vörös tartományba. A b* szintényező esetében nem lehetett ilyen egyértelmű változásokat megfigyelni.

A pH-érték vizsgálata során az ikejime kábítás esetében

magasabbak voltak az értékek, különösen az első fél, egy órában, ez kedvező lehet a frissesség szempontjából. A tárolás során azonban az értékek kiegyenlítődték, illetve azonos módon változtak, jelentős különbségeket nem lehetett észrevenni. A szín- és pH-értékek esetében azonban megemlítendő, hogy az egyes halegyedek között igen nagy eltérések adódhatnak, így a vizsgálatok többször ismételt elvégzésével, valamint az eredmények validálásával lehet csak egyértelműen biztos következtetéseket levonni.

A szarkoplazma oldható fehérjei a sejt fehérjéinek nagy hányadát képezik. A szarkoplazmafehérjék nagy része enzim, amelyek energiatermelő folyamatokat katalizálnak. A szarkoplazmafehérjék legjelentősebb fehérjei a mioglobin és a hemoglobin, ezek adják a húsok színét, így élelmiszeripari szempontból kiemelten fontosak. A két minta között jelentős különbséget nem tapasztaltunk a vizsgált szarkoplazma-fehérjékben gélelektroforézis segítségével.

Az ikejime vágástechnológia alkalmazása ponty esetében előnnyel jár, mégpedig a húsalkotó fehérjék autolitikus degradációja lassabban zajlik le, ezáltal a hús frissességét mérő K index értéke is alacsonyabb lett, mint az elektromosan kábított ponty esetében, valamint a hús IMP-tartalma is végig magasabb volt a tárolás során. A fentiek alapján javaslom az ikejime kábítás alkalmazását a vágástechnológia során a minőségileg kedvezőbb halhús előállítás érdekében.

Az elektrolizált aktív vízzel végzett kísérletek célja egy, a halfeldolgozásban ultrafriss termékek gyártására alkalmas, új, kémia nélküli feldolgozási technológia kidolgozásának megalapozása volt. Az elvégzett vizsgálatokkal arra kerestem a választ, hogy a halfeldolgozás technológiájában kritikus problémát jelentő mikrobás szennyezettség csökkenthető-e szignifikáns mértékben az élelmiszeriparban még egyébként kevés területen alkalmazott elektrolizált aktív vizes kezeléssel. Alapvető fontosságú kérdés volt annak bizonyítása, hogy a halászati termékeken jellemzően megjelenő mikrobák szaporodására gátló hatással van a kezelés. A vizsgálat mikrobiológiai eredményei igazolták, hogy az elektrolizált aktív víz hatékonyan csökkenti a halhús felületén a mikrobaszámot, és hatékonyan alkalmazható az olyan humán patogénekkal szemben is, mint a *Salmonella typhimurium* és a *Listeria monocytogenes*, továbbá bebizonyosodott, hogy a klórkoncentráció és behatási idő tényezők közül szignifikáns hatással a koncentráció van a kezelés eredményére. Post-hoc teszttel elemezve az adatokat a hígítási sorból és kezelési idő kísérleti mátrixából a 120 ppm klórkoncentrációjú aktív víz bizonyult a leghatékonyabbnak.

A technológia gyakorlati használhatóságát tárolási próbával ellenőriztem. A vizsgálat célja az volt, hogy a kezelés azonnali csíraszámcsökkentő hatása az ultrafriss halhús tárolása alatt is kifejti-e gátló hatását. Vizsgáltam továbbá két különböző gyártótól származó aktív víz generátorából származó szer hatékonyságát is. Kijelenthetem, hogy az elektrolizált oxidáló vizes kezelés gátló hatással



Munka közben

van a halhús felületén jelen lévő mikrobák szaporodására. A tárolási próba alatt lgN 0,6–1,04 volt a különbség a kontrollhoz képest a szerrel kezelt termék javára. A szer hatékonyságát csak az egyik gyártó készülékéből származó víz esetében tudtam szignifikánsan igazolni. Ez arra utalhat, hogy az előre gyártott elektrolizált aktív víz idővel veszít a hatékonyságából. A vizsgálathoz használt kevert aktív víz Németországból, a gyártást követően 48 órával került felhasználásra, és a szállítási körülményei is bizonytalanok. Az elektrolizált aktív víz hatékony alkalmazása érdekében célszerű azt helyben legyártani. Bár bebizonyosodott, hogy az elektrolizált aktív víz szignifikánsan növeli a pontyhús eltarthatóságát, a kezelés csak egy nagyságrendnyi csökkenést okozott a hal összcsíraszámában.

A következő kísérlet célja, hogy a pontyfilé eltarthatósági idejét kombinált kezelésekkal próbáljuk megnövelni elektrolizált aktív víz és lizozim enzim, valamint tejsav alkalmazásával. Pontyból származó friss bőrös filétet 100 ppm kloridion koncentrációjú anionos és kationos

elektrolizált aktív víz 60:40 % arányú keverékével és 0,5% koncentrációjú lizozim enzim, valamint 2%-os tejsavoldattal, illetve anionos elektrolizált aktív vízzel és 0,5%-os lizozim enzim, valamint 2%-os tejsavoldattal kezeltem. A mintákat a tárolási próba alatt kémiai (TBA, klorát), mikrobiológiai (összes mikrobaszám) és organoleptikus vizsgálatoknak vetettük alá, hogy megvizsgáljuk az új kombinált eljárás eltarthatóságára és húsminőségre gyakorolt hatását 2 °C hőmérsékleten való tárolás mellett. A mikrobiológiai vizsgálatok alapján egyértelműen kijelenthetem, hogy a kombinált felületkezelés hatására a bőrső halfilé eltarthatóságát sikerült 4 napról 10 napra növelni a kontrollmintákhoz képest. Az érzékszervi próbák alapján a 100 ppm kloridion koncentrációjú anionos és kationos víz 60:40% arányú keverékével végzett kezelés nem okoz szignifikáns változást a halhús minőségi paramétereiben, szemben a 100 ppm kloridion koncentrációjú savas vizes kezeléssel. Ez utóbbi esetben a maradék klorát szintje a megengedett határérték felett észlelhető a kezelt termékben.

A következő kísérlet során arra kerestem a választ, hogy a savas elektrolizált aktív vizes kezelés után alkalmazott tiszta vizes mosás csökkentheti-e a maradék klorát és perklorát mennyiségét, illetve a tejsav vagy a lizozim enzim kompenzálja-e a mosásból fakadó veszteséget a kezelés hatékonyságában. A kontrollcsoporthoz a kezeletlen szeleteket PP fóliákba vákuumcsomagoltam. A második csoportot csapvízzel mostam. A harmadik csoportot 100 mg/kg klórion koncentrációjú savas (pH = 2,5) elektrolizált aktív vízzel kezeltem, amit REDO Pure 250 aktív vízgenerátorral állítottam elő. A halfiléket öt percre 25 liter aktív vízbe helyeztem, és percenként kevertem. A negyedik csoportot az elektrolizált savas aktív vizes kezelés után csapvízzel lemostam. Az ötödik csoportot savas elektrolizált vízbe helyeztem, majd felületüket 0,5% lizozim enzimmal permeteztem. A hatodik csoportot savas elektrolizált vízbe helyeztem, csapvízzel mostam, majd lizozim enzimes oldattal kezeltem. A hetedik csoportot a savas elektrolizált aktív vizes kezelés után 2%-os tejsavoldattal permeteztem. A nyolcadik csoportot savas elektrolizált vízbe helyeztem, csapvízzel mostam, majd tejsavas oldattal kezeltem. Mind a savas elektrolizált aktív víz, mind a kombinált kezelés hatékonyan növelte a minták tárolási idejét, 2,4-3,1 log TKE/g különbséget okozva a kontrollhoz képest a 7 napos tárolás végére. A mért maradékklorát-tartalom meghaladta a törvényes küszöböt, de a minták mosása az EFSA által élelmiszerek esetében javasolt (EFSA,2015) elméleti küszöbérték alatt maradt értékeket eredményezett. Az alkalmazott tartósítási módszerek nem voltak káros hatással a minták érzékszervi tulajdonságaira. A kombinált kezelés alkalmazása hatékonyan kompenzálta a mosás okozta hatékonyságcsökkenést.

Az elektrolizált aktív vizes kezeléshez hasonlóan a nagy hidrosztatikai nyomáskezelés is egy újabb, még kevésbé

elterjedt kezelési mód. Ebben a kísérletsorozatban ennek a kezelésnek a halhústra gyakorolt hatását vizsgáltuk. Ennek során annak a megfelelő nyomáskezelési időértéknek a megválasztását kerestük, amely érzékszervi és szerkezetbeli változásokat nem okoz a halfiléken, azok megőrzik természetes frissességüket, ugyanakkor lehetséges a minőségmegőrzési idő megnövelése. A kísérletek elvégzése során folyamatosan vizsgáltuk a nyomáskezelte halfilék legfőbb minőségi paramétereit: a pH-értéket, színezetet, a léveszteséget, a sülési veszteséget, az összcsiraszám-változást és a fehérje-szerkezetbeli átalakulásokat.

Az első kísérletsorozat eredményei alapján a 400 és 600 MPa nyomásértékeken végzett kezelésekre már jelentősen megváltoztatják a halfilék minőségét, azok elveszítik eredeti frissességüket és vizuális élvezeti értékük is nagymértékben csökken. Emellett jelentős léveszteséget is szenvednek a kezelésekre és a sütés során. Azonban ettől alacsonyabb nyomáskezelések alkalmazásával elérhetjük a kívánt eredményt. Az elektrolizált aktív vízzel történő kombinált kezelés mikrobaszámra gyakorolt azonnali hatásának vizsgálatából kiderült, hogy a nyomás növelésével a kezelés mikrobapusztító hatása is szignifikánsan nő, továbbá a kezelés elektrolizált aktív vízzel történő kombinálása tovább növeli a kezelés hatását.

A második kísérletsorozatban, ahol a korábban megállapított lehetséges nyomástartományt vizsgáltam részletesebben, azt tapasztaltuk, hogy 250 MPa-ig a halfilék külső megjelenése és fehérjeszerkezete nem változik jelentősen, de mikrobiológiai szempontból érdemesebb minél magasabb nyomásértéket alkalmazni, mivel annál hatékonyabb a mikrobapusztító hatás.

A harmadik kísérletsorozatban épp ezért beiktattam még egy rövidebb nyomáskezelési idejű sorozatot is (2 perc), hogy megvizsgáljam, elérhető-e a kívánt mikrobiológiai stabilitás a frissesség megtartásával. A vizsgálati eredmények szerint a nyomáskezelések során az alkalmazott nyomásértékek sokkal inkább befolyásoló szereppel bírnak a halfilékben bekövetkező változásokra, mint a nyomáskezelések időtartama. A halfilék külső megjelenése egészen 250 MPa-ig csak minimálisan változott. Kijelenthető, hogy ezeknek a paramétereknek az alkalmazásával az egyes minőségi paraméterekben még nem történtek számottevő változások, azonban a mikrobiológiai stabilitást jelentősen növelni tudtam.

A negyedik kísérletsorozatban mindezek alapján a 250 MPa nyomáson végzett 5 perces tartó kezelést választottam a tárolási próba elvégzéséhez. A tárolást csomagolás nélkül 5 napig, vákuumcsomagolt halfilék esetében 10 napig végeztem. A csomagolás nélküli halak esetében igazán jelentős változások nem történtek a minőségi paraméterekben, a léveszteség azonban még itt is magas volt. A 10 napos vákuumcsomagolt tárolás során a léveszteség mértéke csökkent, illetve a minőségi paraméterek szintén a halfilék friss jellegét sugallták.

A mikrobiológiai vizsgálat eredményei alátámasztják

a szakirodalomban leírtakat, ennek megfelelően a HHP-eljárás 2 nagyságrenddel lecsökkentette a kiindulási állapothoz képest az aerob összes csíraszámot. Megfigyelhető, hogy a csomagolás nélküli tárolásnál 5 napig kis mértékben emelkedik a kezelés hatására a csíraszám, de nem haladja meg még az egy nagyságrendet sem. A mikrobaszám vákuumcsomagolt halfilék esetében azonban 10 nap alatt szinte nem emelkedett. Így megállapítható, hogy az eljárás eredményeként meghosszabbíthatóvá válik az eltarthatósági idő mind csomagolás nélkül tárolt, mind vákuumcsomagolt halak esetében. Az előző kísérletsorozat során kiderült, hogy a HHP-kezelés nem alkalmas ultrafriss halászati termékek kezelésére az organoleptikus tulajdonságok megváltoztatása nélkül.

Ennek a kísérletsorozatnak a célja, hogy megvizsgáljuk a HHP-kezelés hatását késztermék eltarthatóságának meghosszabbítására. A kísérletet füstölt pontyfilén végeztem. A nagy hidrosztatikus nyomáskezelés hatását megvizsgálva elmondható, hogy közvetlenül a kezelésekre hatására nem következtek be lényegi változások a füstölt pontyfilé minőségi tényezőiben. A pH-értékek esetében a 600 MPa-os nyomáskezelés emelte csak meg kis mértékben a halfilé pH-értékét. Emellett viszont a tárolás során a kontroll minták pH-értéke a 7. napot követően jelentősen lecsökkent, míg a nyomáskezelte minták (450 MPa, 600 MPa), a kiindulási érték magasságában fluktuáltak. Statisztikai elemzés is alátámasztja, hogy a nyomáskezelés szignifikánsan segítette megőrizni a minták kiindulási pH-értékét a kontroll mintákkal szemben.

A színezetet megvizsgálva elmondható, hogy a nyomáskezelés hatására nem történtek változások egyik színtényező (L^* , a^* , b^*) esetében sem. Az nyomáskezelés hatását közvetlenül a kezeléseket követően vizsgálva az érzékszervi eredmények szerint a 450 MPa-os nyomáskezelte minták esetében nagy változásokat nem állapítottak meg a bírálók, mindössze a 450 MPa-os nyomáskezelte minták illatintenzitása csökkent kis mértékben, illetve a hal állományát értékelték puhábbnak. A 600 MPa nyomással kezelt minták esetében nem találtak eltéréseket. A tárolás során a 21. napi tesztek elvégezve megállapítható, hogy a nyomáskezelte hűtve tárolt mintákat a kontroll mintákhoz hasonlítva a lényeges tulajdonságok között nem voltak felfedezhetőek nagyobb eltérések. A két tulajdonság, amely kismértékű eltérést mutat, sajnos a 7. napot követően már nem volt megfelelően értékelhető, mivel biztonsági okokból eltekintettem a kontroll minták kóstolásától. A 26. napi értékelések során azonban már a nyomáskezelte minták sem kerültek kóstolásra, mivel a



Péter családjával

bírálók megítélése szerint romlottságra utaló tulajdonságokat mutattak. Összességében azonban a 21. napig a nyomáskezelte minták nagymértékben megfeleltek az érzékszervi elvárásoknak. A mikrobiológiai vizsgálatok azt mutatták, hogy a 450 MPa-os nyomáskezelés egy, míg a 600 MPa-os nyomáskezelés két nagyságrenddel volt képes csökkenteni a minták kiindulási összcsíraszámát. A tárolás során a 10 °C-on tárolt kontroll minták már a 7. napon megközelítették az $N = 107$ TKE/g összcsíraszámot, ezek a minták az érzékszervi vizsgálat során savanyú illatúak, romlottak voltak. A tárolás során a leggyorsabb összcsíraszám-növekedést a kontrollminták mutatták, majd a 450 MPa-os és utána a 600 MPa-os nyomásminták eredményei következtek. Tehát a nyo-

máskezelés nemcsak a kezdeti csíraszámot csökkentette, hanem a fogyaszthatósági időt is növelte. A két eltérő tárolási hőmérséklet hatása is megmutatkozik az eredményeken. Az 5 °C-on történő tárolás eredményei rendre alulmaradtak a 10 °C-on tárolt minták eredményeihez képest. A 600 MPa nyomással kezelt mintáknál a 14. napot követően már körülbelül egy, míg a kontroll- és 450 MPa nyomással kezelt minták esetében körülbelül két nagyságrenddel. Tehát a biztonságos füstölt pontyfilé előállítás során a fogyaszthatósági idő növelése, illetve a valós körülmények közötti tárolási hőmérséklet ingadozásának figyelembevételével a füstölt pontyfilé gyártó által meghatározott fogyaszthatósági idő biztonságos megőrzése érdekében a 600 MPa nyomású nagy hidrosztatikus kezelés alkalmazása javasolt. Összességében megállapítható, hogy a nagy hidrosztatikus nyomáskezelés nem befolyásolta a füstölt pontyfilé fizikai és érzékszervi jellemzőit. A mikrobiológiai állapotban azonban jelentős kedvező hatást okozott.

Szakmai életrajz

Palotás Péter 1989-ben szakácsként végzett az Ecseri úti Vendéglátóipari Iskolában, gyakorlati képzésének idejét Gullner Gyula keze alatt töltötte a Duna Intercontinental szállodában. De különös vonzalma a vízi élőlények iránt már ekkor is megmutatkozott, ez tette lehetővé, hogy elnyerje a '92-ben nyitott Ristorante Scampi konyhafőnöki pozícióját, mely az egyik első tengeri halakra specializálódott étterem volt hazánkban. 1997-óta tevékenykedik a halászati ágazat halfeldolgozási és kereskedelmi területén. A Scandinavia House Kft.-nél értékesítési vezetőként eltöltött 2 év alatt sikerült felépítenie a friss tengeri halászati termékek magyarországi piacát. Később a PLP Seafood

Kft. termelési igazgatójaként új termékkategóriát teremtő termékek kifejlesztését és piaci bevezetését bonyolította le, melyek sikerességét a nemzetközi szakmai visszhang és a belföldi értékesítési eredmények igazolták vissza. A The Fishmarket Kft. ügyvezetőjeként 3 éve dolgozik a halászati termékek feldolgozás technológiájának megújításán. A nagyközönség által „Budaörsi Halpiacként” elhíresült létesítmény töretlenül piacvezető hazánkban a friss halászati termékek feldolgozásában és nagykereskedelmében. Termékfejlesztési projektjei közül a SELFISH© márkanéven forgalmazott süthető tasakos pisztráng, a 2012-es párizsi élelmiszer világkiállításon az év innovatív terméke díjat nyerte el, SILAL d'Or Global Award 2012.

Jelenleg a cégvezetés, kutatás és oktatás köti le idejének nagy részét, azért a vendéglátós gyökereket sem tagadta meg, halfeldolgozók mellett 7 éve nyitották meg a halkedvelők számára kultikus zárandokhelynek számító „Dokk” büfét, majd nem sokkal később az Andrássy úton a „The Bigfish Seafood” bisztrót, és az elmúlt évben Budapest belvárosában található „Traktor” éttermet.

Korábbi tanulmányai és végzettsége: 2012-2014: Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszermérnök MSc.; 2012-2014. Szent István Egyetem MKK, Halgazdálkodási Szakmérnök; 2011-2014. Szent István Egyetem MKK, Mezőgazdasági Mérnök BSc.

A dolgozat címe: A domolykó (*Squalius cephalus*) bioindikátor-szerepe a vízfolyások fémszennyezettségének kimutatásában

Szerző neve: Nyeste Krisztián

A témavezető neve: Dr. Antal László

A védés helye, ideje és Doktori Iskola neve: Debreceni Egyetem, online, 2020. december 18., Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola

A dolgozat on-line elérhetősége: <https://dea.lib.unideb.hu/dea/handle/2437/296812>

Összefoglalás

A PhD munkám során a célkitűzésem a következők voltak:

(i) *A domolykó nehézfém bioakkumulációs képességének elemzése a Tisza vízgyűjtő területén.* E témakörön belül a következő kérdésekre kerestem választ: (a) milyen a Tisza és hat fő mellékfolyása (Szamos, Bodrog, Sajó, Zagyva, Körös, Maros) nehézfém-szennyezettségének mértéke az Európa-szerte széles körben használt bioindikátor-szervezet, a domolykó szöveteiben kimutatott elemtartalmak szerint, (b) mely vízfolyás hogyan járul hozzá a betorkollást követően a Tisza fémszennyezettségéhez a domolykó nehézfém-tartalom-mintázata alapján, (c) a Tisza vízgyűjtő területén élő domolykó húsának (izom) fogyasztása jár-e bármilyen egészségügyi kockázattal.

(ii) *A domolykó eltérő korú és táplálkozású csoportjai különböző szöveteiben kimutatható fémmakkumuláció értékelése.* Megválaszolendő kérdéseim: (a) hogyan alakul az egyazon víztérből származó, de eltérő korú és táplálkozású domolykók egyes szöveteinek akkumulált fémtartalom-mintázata, (b) a faj melyik csoportja bizonyulhat a legjobb bioindikátornak a környezet fémtartalmának kimutatásában.



Nyeste Krisztián

A domolykó bioakkumulációs vizsgálata a Tisza vízgyűjtő területén

Magyarországon a vizeink fémszennyezettségére irányuló vizsgálatok a XX. század során többnyire mindössze a víz- és az üledék elemtartalmának meghatározására korlátozódtak. Nagy áttörést jelentett a Tisza 2000-ben történt cianidmérgezése és nehézfém-szennyezése, mely az ökológiai katasztrófa következtében egy szemléletváltást vont maga után a hazai környezettoxikológiai vizsgálatok tekintetében. Ezt követően indultak el hazánkban a biológiai indikátor-szervezet-alapú fémtoxikológiai vizsgálatok. A nemzetközi szakirodalmi álláspontok alapján erre a célra a halak az egyik legmegfelelőbb csoport, elsősorban a táplálkozási hálózatban betöltött széleskörű szerepük, hosszú

életmenetük, valamint a vízhez való szoros kötődésük miatt. Az eddigi vízgyűjtőszintű vizsgálatok általában több faj bevonásával történtek. Ma már tudjuk, hogy a különböző fajok fémmakkumulációja között akár ugyanazon helyszínen is óriási különbségek lehetnek, így az ilyen nagyléptékű vizsgálatoknál törekedni kell ugyanazon halfaj egyazon korcsoportjainak vizsgálatára.

Jelen vizsgálatunkban 2017 során a Tisza vízgyűjtőjének 30 mintavételi helyszínéről gyűjtöttünk be 10–10 domolykóegyedet. Mintákat vettünk a jelentősebb

mellékfolyók határ menti, valamint torkolatközeli szakaszairól, továbbá a Tisza hazai legfelső pontjáról, illetve a mellékfolyók torkolata alatti és feletti Tisza-szakaszokról. A halak izom-, kopoltyú- és májmintáinak elemértalmát ICP-OES készülék segítségével határoztuk meg.

Eredményeink alapján megállapítható, hogy a mellékvízfolyások mindegyike valamely módon hatással bír a befogadó Tisza fémszennyezettségi állapotára. Ezek tekintetében kiemelkedő a Szamos, a Bodrog, a Sajó és a Maros. Ezeket a folyókat az eredményeink alapján mai napig érik olyan mértékű antropogén szennyezések, melyek a befogadó Tisza fémszennyezettségi állapotát súlyosbítják. Ezzel szemben a Körösök vízgyűjtője összességében kevésbé terhelt fémekkel, mint a Körös torkolata feletti Tisza-szakasz, ezért hígító hatásával csökkenti a befogadó fémszennyezettségi állapotát, ugyanis a torkolat alatti szakaszokon általában alacsonyabb fémmennyiségeket határoztunk meg a halakból, mint felette. Kivételt jelentett ez alól a Fehér-Körös és némely fém esetén a Berettyó, de összességében az egyesült Hármas-Körös kevésbé terheltnek mondható. A Zagyva egy-két fémtől eltekintve nincs jelentős hatással a Tisza vízminőségére, egyrészt alapvetően is kevésbé jellemzik szennyezések, másrészt a mérete és a vízhozama elmarad az említett mellékfolyókéétól. További érdekesség volt a (főleg a tiszalöki duzzasztómű miatt) viszonylag lassan folyó Bodrog, valamint a többszörösen duzzasztott Körösök vízrendszere, ahol a fémek nagy része a lassú áramlási sebességgel jellemezhető részekben kiülepszik, így az alsóbb szakaszokon a halakban mért fémmennyiség jelentősen lecsökkent.

Összességében áttekintve a Tisza vízgyűjtőjét az alábbi fémszennyezések érik az egyes vízfolyásokon keresztül, melyek egyrészt geológiai háttérből, másrészt antropogén tevékenységekből származnak. Felső-Tisza: Al, Ba; Szamos: Pb, Sr, Mn; Bodrog: Al, Fe; Hernád: Al, Ba, Cr, Cd, Co, Mn, Ni, Pb; Sajó felső: Al, Mn; Bódva: Mn; Zagyva: Cd, Co, Cr; Fehér-Körös: Al, Ba, Cd, Co, Sr; Fekete-Körös: Mn; Maros: Cd, Co, Fe, Li.

A Tisza vízgyűjtőjén élő domolykó biztonságos emberi fogyasztóságának megállapítása céljából a mért koncentrációkat összevetettük a FAO (1983) és az EU (2008) határértékeivel. Ennek eredményeként megállapíthattuk, hogy a domolykó húsának fogyasztása a legtöbb vízfolyáson nem jelent egészségügyi kockázatot. Mindössze néhány helyszínen tapasztaltunk az izom kapcsán határérték-túllépéseket, mint például a Tisza Sajó-torkolat alatti és feletti szakaszán, a Hernádon, a Sajó alsó és felső



Mentorával, Dr. Harka Ákossal

szakaszán, valamint a Bódván. A vizsgált halak azonban messze a domolykó méretkorlátozása alatt voltak, így elképzelhető, hogy a kifogható méretű halak esetén ott sem lenne probléma, azonban ez további vizsgálatokat igényel. Ugyanakkor ezeken a helyeken mind a vízi táplálékhálózat, mind az orvhorgászok számára veszélyes lehet a kisebb méretű domolykók fogyasztása. A kopoltyú és a máj azonban szinte minden mintavételi helyen problémás volt, ami jelzi, hogy ezek a vizek – ha nem is erősen – folyamatos antropogén szennyezéseknek vannak kitéve. Ezek alapján a Tisza vízgyűjtőjén élő domolykó belső szerveinek rendszeres és nagymértékű fogyasztását nem javasoljuk.

A domolykó eltérő korú és táplálkozású csoportjai különböző szövetek fémakkumulációs vizsgálata

Korábban a vízi ökológiai rendszerek élőlények fémakkumulációjáról úgy tudtuk, hogy azok a táplálkozási hálózat felső szintjein felfelé haladva folyamatosan magnifikálódnak. A világszerte végzett fémtoxikológiai vizsgálatok azonban gyakorta ellent mondtak ennek, nem beszélve egy adott halfaj eltérő korú és táplálkozású csoportjairól. A domolykó Európa-szerte széles körben elterjedt indikátorfaj a vízfolyások fémszennyezettségének meghatározásában. Azonban a legtöbb vizsgálatban felnőtt halakat, sőt olykor többféle korcsoport egyedeit használták, holott azok akkumulált fém tartalom-mintázata, így azok bioindikátor képessége jelentősen eltérhet egymástól. Ezért jelen munkánk során a domolykó három, eltérő korú és táplálkozású csoportjának a bioakkumulációját vizsgáltuk meg a Szamosban.

Vizsgálatunk bebizonyította, hogy jelentős különbségek vannak a domolykó táplálkozási csoportjainak fémakkumulációs mintázata között. A különbségek hátterében számos fiziológiai sajátosság, továbbá a korcsoportok különböző táplálkozása állhat.



Munka közben a Zemplénben

Hipotézisünkkel ellentétben, a legnagyobb fémkoncentrációkat az ivadékok esetén tapasztaltuk. Ennek számos magyarázata lehet, pl. az ivadékok sajátos táplálkozása, a nagyobb relatív metabolikus ráta, továbbá a nem megfelelően kifejlődött méregtelenítő rendszer. Ebből adódóan az egészségügyi határértékeket az ivadékokban mért mennyiségek számos esetben átlépték. Vizsgálatunk arra is rámutatott, hogy az ivadékok nehézfém tartalmának mintázata kiváló indikátorként szolgálhat az adott vízfolyások aktuális szennyezése tekintetében, ugyanis az összes környezeti faktor (köztük a fémszennyezések is), melyek hatással vannak az adott évben a halakra, mintegy integrálódik a fiatalok szervezetében. Az ivadékkorú domolykók fémtartalom-mintázatának vizsgálata során olyan friss szennyezéseket detektáltunk, melyeket az OKIR vízkémiai adatai alátámasztottak.

Habár az idősebb domolykók húsában mért fémmennyiségek nem haladták meg az előírt egészségügyi határértékeket, a belső szervek (pl. kopoltyú és máj) azonban igen. Ebből adódóan a szamosi domolykó belsősegeinek fogyasztását nem javasoljuk.

A domolykó általánosan elterjedt faj a viszonylag gyorsan folyó középhegységi, dombvidéki és síkvidéki kisvízfolyásban és folyóban, továbbá fontos szerepet tölt be a vizek táplálékhálózatában és a horgászatában egyaránt, illetve széles körben elterjedt Európában. Mindezekre tekintettel, valamint eredményeink alapján úgy véljük, hogy a domolykóivadékok egy széles körben elterjedt és effektív bioindikátorként használhatók a vízi ökoszisztémák aktuális fémszennyezésének vizsgálatában. Jóllehet, mindezek bizonyítására más élőhelyeken is további vizsgálatok szükségesek.

Szakmai életrajz

Nyeste Krisztián 1993. február 5-én született Debrecenben. Két gyermekes családban nőtt fel a „Tisza-tó fővárosában”, Tiszafüreden. A természettudományok

iránti érdeklődése már középiskolai tanulmányai alatt megmutatkozott. 16 éves korában „szárnyai alá vette” a tiszafüredi halkutató Dr. Haruka Ákos, és irányítása alatt korán megismerkedett a terepi munka, az előadás- és a publikációkészítés rejtelmeivel. 2011-ben felvételt nyert a Debreceni Egyetem biológia BSc szakára, melyet kitüntetéses minősítésű alapoklevéllel abszolvált. Már első egyetemi évében bekapcsolódott a Debreceni Egyetem Hidrobiológiai Tanszékének hidrobiológiai és hal-tani kutatásaiba Dr. Antal László témavezetése alatt. Ezt követően tanulmányait a Debreceni Egyetem

hidrobiológus MSc. szakán folytatta, ahol egyetemi diplomáját kitüntetéses minősítéssel 2016-ben szerezte meg, és a Debreceni Egyetem Kiváló Hallgatója díját vette át. A jelölt ugyanebben az évben nyert felvételt a Debreceni Egyetem Juhász-Nagy Pál Doktori Iskolájába. Témaválasztásában a hidrobiológia és a kémia iránti érdeklődése egyaránt alapvető szerepet játszott. Doktori munkásságának célja a domolykó (*Squalius cephalus*) bioindikátor-szerepének elemzése volt a vízfolyások fémszennyezettségének kimutatásában. Egyetemi éve alatt nemcsak a tanulmányi kötelezettségeinek igyekezett maximálisan eleget tenni, hanem kutatói és oktatói feladatokban is nagy szerepet vállalt. Tanulmányai alatt számos díjban és kitüntetésben részesült, többek között három-három alkalommal nyert el köztársasági ösztöndíjat, Új Nemzeti Kiválóság Program (ÚNKP) ösztöndíjat, kétszer a tihanyi Hidrobiológus Napok, egyszer a sarvasi Halászati Tudományos Tanácskozás legjobb fiatal előadó díját, továbbá doktori munkájából készült elsőszerezős publikációját a Magyar Hidrológiai Társaság Vitális Sándor Szakirodalmi Nívódíjjal díjazta. Oktatási tevékenységei közé tartozott 5 BSc és 5 MSc diplomamunka, 2 OTDK (ebből 1 különdíj) és 1 OFKD (1. helyezés) témavezetése, valamint a Hidrobiológiai Tanszék magyar és angol nyelvű képzéséhez tartozó előadások és gyakorlatok tartása. 7 nemzetközi, 17 hazai tudományos publikáció, 23 tudományos rövidközlemény és 6 ismeretterjesztő írás első- vagy társszerzője. Számos nemzetközi és hazai konferencián mutatta be aktuális tudományos eredményeit előadás vagy poszter formájában, magyar és angol nyelven egyaránt. A fokozatszerzési eljárás minden részének eleget téve 2020. december 18-án summa cum laude minősítéssel védte meg disszertációját. 2020 szeptemberétől tudományos segédmunkatársként dolgozik a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Karának Hidrobiológiai Tanszékén.

DOKTORI ÉRTEKEZÉS

A dolgozat címe: A multifunkcionális tógazdálkodás lehetőségei a halfogyasztás és az akvakultúra társadalmi elfogadottságának növelése érdekében

Szerző neve: Bozánne Békefi Emese

A témavezetők neve: Dr. Oláh Judit, Dr. Váradi László

A védés helye, ideje és Doktori Iskola neve: Debreceni Egyetem, online, 2021. február 11., Ihrig Károly

Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola

A dolgozat on-line elérhetősége: <https://dea.lib.unideb.hu/dea/handle/2437/301682>

Összefoglalás

Dolgozatom tárgyát képező kutatási program keretében kiemelten elemeztem a multifunkcionális tógazdálkodás fejlesztését alapvetően meghatározó vállalkozási döntéseket, illetve vizsgáltam a multifunkcionális tógazdálkodásnak a halfogyasztásra gyakorolt hatását, továbbá az ilyen rendszerek fejlesztésének nemzetközi helyzetét, valamint a magyar tapasztalatok és eredmények hasznosításának lehetőségét.

A multifunkcionalitásban rejlő lehetőségek felismerése és kihasználása kulcsfontosságú az édesvízi tógazdálkodás értékeinek megőrzésében és fejlesztésében. Bár a multifunkcionális tógazdaságok működésével kapcsolatos magyarországi tapasztalatok jól mutatták, hogy a tevékenységek diverzifikálása ígéretes alternatíva a fenntartható tógazdálkodás fejlesztése során, megállapítható volt azonban, hogy a különböző funkciók sajátosságainak és alkalmazhatóságának, valamint optimális arányaiknak vizsgálata alapvető fontosságú annak érdekében, hogy kihasználhassuk az édesvízi tógazdaságok multifunkcionális használatában rejlő lehetőségeket. Ilyen célirányos vizsgálatokat korábban sem hazánkban, sem külföldön nem végeztek. A tógazdálkodók multifunkcionális gazdálkodással kapcsolatos értékítéletének elemzésére, valamint rangsorolására a hazai akvakultúra kutatásban először alkalmaztam az analitikus hierarchia eljárás (*Analytic hierarchy process - AHP*) módszerét. A vizsgálatom eredményei azt mutatták, hogy a halastavi gazdálkodók a termelési funkciót tartották legfontosabbnak, de tudatában vannak az ökoszisztéma szolgáltatások fontosságának és készek a környezeti funkciók erősítésére, ha az megfelelő elismerésben részesül. A társadalmi funkciók jelentőségét vizsgálva megállapítható, hogy a halfogyasztók kiemelten fontosnak tartották a vízi környezettel és a halakkal kapcsolatos ismeretterjesztést, amely specifikus jelentősége még a rekreáció és turizmus funkciót is megelőzte, ami jelzi a vállalkozóknak azt a felismerését, hogy a hal iránti érdeklődés felkeltése üzleti érdekeiket is szolgálja. A kutatási eredmények olyan empirikus bizonyítékokat szolgáltatnak, amelyek alkalmazhatók a fenn-



Emese munka közben

tartható multifunkcionális tógazdálkodás fejlesztéséhez szükséges szakpolitikák, fejlesztési stratégiák, K+F programok és jogi keretek kidolgozása során.

A multifunkcionális tógazdálkodás elemzésére irányuló kutatómunka keretében nyolc országra kiterjedő kérdőíves felmérést végeztem a multifunkcionális tógazdálkodással kapcsolatos alapvető információk beszerzésére és értékelésére, melyre első alkalommal került sor a világ tógazdálkodásában vezető szerepet játszó két régióban, Ázsiában és Kelet-Európában. A felmérés alapján megállapítottam, hogy azokban a kelet-európai és ázsiai országokban, ahol az akvakultúrában fontos szerepet játszik az édesvízi tógazdálkodás, a multifunkcionalitás szerepe növekedni fog. A hazaihoz hasonlóan a multifunkcionális tógazdálkodás fejlesztésének hajtóereje a régiókban is alapvetően a tevékenység diverzifikálásában rejlő stabilitás és profit növekedés, de fontos szempont a gazdálkodás és a természeti környezet összhangjának megerősítése is.

A multifunkcionális tógazdaságok jól szolgálják a halfogyasztás növelését, hiszen tevékenységükkel jobban megismertetik az emberekkel a halat, a halhús fogyasztás előnyeit, továbbá a vízi környezetet, amely hozzájárul a hal iránti érdeklődés felkeltéséhez, végső soron a halfogyasztás növeléséhez. Tekintettel a halfogyasztás növelésének fontosságára, a hazai halfogyasztási szokásokat vizsgáló felmérések, ágazati helyzetelemzések és stratégiai összefoglalók megállapításait tizenkét

évre visszatekintően szisztematikusan összevettem és metaadattábazisba rendeztem, melyre még nem került sor a hazai halgazdálkodási ágazatban és ami alkalmas vállalati és ágazati szintű eredmények értékelésére. Az adatbázis eredményeire alapozva elkészítettem a hazai halgazdálkodási ágazat SWOT-analízisét, amelyben a hazai halfogyasztást és a halfogyasztási szokásokat befolyásoló tényezőket elemeztem, különös tekintettel arra, hogy a fogyasztói igények az értéklánc mentén visszahatnak a termelésre. A SWOT-elemzés során a tényezők fontosságának, súlyának megítéléséhez értékeltem a vizsgálandó elem ágazati súlyát is. Az elemzés nem csak azt vizsgálta, hogyan lehet a hazai halfogyasztást növelni, hanem azt is, hogyan lehetne a mérsékelten növekvő és nagymértékben külső tényezők által befolyásolt halfogyasztás minél nagyobb hányadát hazai forrásokból kielégíteni. Ilyen irányú elemzést még nem végeztek hazánkban, amelynek eredményeképpen a tényezők és azok súlyozott rangsorának felállítására alapján, valamint a köztük levő kapcsolódásokat megvizsgálva, meg tudtam határozni olyan, az ágazat számára is fontos stratégiai célokat, melyek irányt mutatnak már konkrét stratégiák megvalósításához, illetve azok alapvető kiindulási pontjainak meghatározásához.

Szakmai életrajz

Bozánné Békefi Emese általános iskolai, illetve gimnáziumi tanulmányait szülővárosában, Békéscsabán végezte, melyeket követően 1995-ben felvételt nyert a Debreceni Agrártudományi Egyetemre, ahol 2000-ben végzett Vállalatgazdaságtani, valamint Kereskedelem és Marketing Szakirányon. 2000. szeptember 1-jétől a szarvasi Halászati és Öntözési Kutatóintézetben (HAKI) kezdte meg munkáját tudományos segédmunkatársként, ahol kutatási területe elsősorban a halfogyasztási szokások felméréséhez, a hazai tógazdaságok ökonómiai elemzéséhez és a multifunkcionális tógazdaságok vizsgálatához kapcsolódott. Kutatási munkájának eredményeit hazai és nemzetközi szinten is publikálta, 2003-tól tudományos munkatársként dolgozott a HAKI-ban.

Kislányának születését követően 2009-ben folytatta a munkáját a HAKI-ban, ahol a Szaktanácsadási és Innovációs Osztály vezetőjeként - nem tudományos munkakörben - de aktívan vett részt a kutatási eredmények gyakorlati alkalmazásának terjesztésében, elősegítésében. 2014. január 1-től az Agrárminisztérium háttérszervezeteként megalakuló Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ (NAIK) Halászati Kutatóintézetében (HAKI) ugyanezen területen dolgozott tovább. Ezen időszak alatt a kutatási tevékenységét ismét megkezdte és munkája fókuszába a multifunkcionális halgazdasá-



A családdal 2020-ban Hanna 8. osztályos ballagásán

gok gazdasági, környezeti és társadalmi funkciójának vizsgálata került hazai és nemzetközi szinten is. Ekkor fogalmazódott meg benne a doktori munkájának elkészítése a Debreceni Egyetem, Ihrig Károly Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskolában.

A halgazdálkodási ágazat közéletében 2010-től aktívan vesz részt, 2010-2017-ig a Magyar Akvakultúra Szövetség (MASZ) titkára, 2017-től a MA-HAL nemzetközi referense.

2020-tól a HUNATIP elnökhelyettese. 2012-től a HALÁSZAT tudományos szakmai folyóirat szerkesztője. 2017-től a HAKI igazgató-helyetteseként aktív szereplőjeként vesz részt az intézet operatív irányításában, (jelenleg: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet – MATE AKI, Halászati Kutató Központ – HAKI), de továbbra is aktív maradt a hazai és nemzetközi K+F+I projekteken is.

2017-ben az Agrárminiszter Miniszteri Elismerő Oklevéllel tüntette ki a halgazdálkodási kutatási eredmények gyakorlati alkalmazásában végzett munkájáért, a HALÁSZAT szakfolyóirat szerkesztéséért, közéleti tevékenységéért, kiváló munkájáért.

2018-ban a Szent István Egyetem, Címzetes egyetemi docens címet adományozott számára a Halgazdálkodási Tanszék oktatási, szakirányú továbbképzési, felnőtt és PhD képzés területén való külső óraadói munkájáért, Halászati ökonómia és marketing területén.

SAJTÓKÖZLEMÉNY

„IMMUNSTIMULÁLÓ HATÁSÚ ÉS EDDIG NEM ALKALMAZOTT MIKROALGA TÖRZSEKEN ALAPULÓ PREVENTÍV CÉLÚ TAKARMÁNY KIEGÉSZÍTŐK TERMELÉSE ÉS INTENZÍV HALGAZDASÁGOKBAN TÖRTÉNŐ HASZNOSÍTÁSA” projekt zárása

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem-Halászati Kutató Központjában az „Immunistimuláló hatású és eddig nem alkalmazott mikroalga törzseken alapuló preventív célú takarmány kiegészítők termelése és intenzív halgazdaságokban történő hasznosítása” című projekt megvalósítása a végső szakaszába lépett. A kutatás-fejlesztési projekt a „GINOP-2.3.2-15 - Stratégiai K+F műhelyek kiválósága” című pályázati kiíráson elnyert 742,05 millió forint vissza nem térítendő uniós támogatással, az Európai Regionális Fejlesztési Alapból valósult meg.

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a Széchenyi 2020 program keretében, egy 4 tagból álló konzorciumot hozott létre, a Szegedi Biológiai Kutatóközpont, a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. Biotechnológiai Divíziója, valamint a Miskolci Egyetem közreműködésével. A GINOP-2.3.2-15 - Stratégiai K+F műhelyek kiválósága című pályázati felhívásra sikeres pályázatot nyújtott be.

„Immunistimuláló hatású és eddig nem alkalmazott mikroalga törzseken alapuló preventív célú takarmány kiegészítők termelése és intenzív halgazdaságokban történő hasznosítása címmel.”

A konzorcium sikeresen hajtotta végre a projektben kitűzött feladatokat, melyek a következők voltak:

- immunstimuláló tulajdonsággal rendelkező édesvízi algatörzsek izolálása és tulajdonságainak meghatározása
- algatörzsek zárt rendszerű nagy volumenű termelése és termelés technológiájának kidolgozása
- alga adatbázis létrehozása
- alga alapú takarmány premix és takarmány készítése

A projekt azonosító száma: GINOP-2.3.2-15-2016-00058

A projekt megvalósítási ideje: 2017.07.01-2021.09.10.

Támogatás aránya:100%