

HALÁSZAT - TUDOMÁNY

9. évfolyam | 2. szám | 2023

Alapítva: 2015



➤ A fekete katonalégyliszt (*Hermetia illucens* L.) direkt etetés lehetősége a csuka (*Esox lucius*) ivadéknevelésben

➤ Lehetőségek és választások: a halfogyasztás adottságai Magyarországon

➤ Eltérő fény spektrumokkal történő megvilágítás hatása a harcsa (*Silurus glanis*) termelési és antioxidáns paramétereire intenzív (RAS) rendszerben

HALÁSZAT – TUDOMÁNY

9. évfolyam | 2. szám | 2023

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:
Dr. Bozáné Dr. Békefi Emese

A szerkesztőbizottság tagjai:

Dr. Bercsényi Miklós

Dr. Farkas Anna

Dr. Hancz Csaba

Dr. Harka Ákos

Hoitsy György

Dr. Jeney Zsigmond

Dr. Molnár Kálmán

Dr. Németh István

Dr. Orbán László

Patakiné Dr. Várkonyi Eszter

Dr. Székely Csaba

Dr. Szűcs István

A folyóirat megjelenését támogatja:
az Agrárminisztérium megbízásából a
Magyar Akvakultúra és Halászati Szak-
maközi
Szervezet

Kiadja:

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

A Halászat-tudomány című online
kiadvány ISSN azonosítója:

ISSN 3003-9797 (Online)

Címlapkép: Harcsanevelési kísérlet a
Debreceni Egyetem Állattenyésztési
Tanszékén.

Fotót készítette: Dr. Fehér Milán

Tisztelt Olvasó!

A Halászat-Tudomány szerkesztőségének kiemelt célja, hogy a megjelent közlemények érdekesek és hasznosak legyenek ne csak a kutatók, hanem a potenciális alkalmazók, így a vállalkozások számára is. A gyakorlat számára is figyelemre méltó kutatások eredményeit mutatja be A Halászat-Tudomány 2023. évi 2. száma is. A „Lehetőségek és választások: a halfogyasztás adottságai Magyarországon” című cikk azt elemzi, hogyan lehet a hazai halfogyasztást növelni a választék növelésével, illetve az online értékesítés adta új lehetőségek kihasználásával. A fenntartható takarmányozás egy nagy kihívás az akvakultúrában, így e témában nemzetközileg is sok tudományos közlemény jelenik meg. Jelen számunkban is két cikk foglalkozik haltakarmányozással. „A különböző hullámhosszúságú, azaz eltérő színű fény hatása a harcsa (*Silurus glanis*) termelési és antioxidáns paramétereire intenzív (RAS) rendszerben.” című cikk egyik őshonos halfajunknak a folyami harcsának recirkulációs rendszerben történő termelés technológiájának fejlesztésére irányuló kutatómunkát és annak eredményeit mutatja be. A takarmányozás fenntarthatóságának témakörén belül kiemelt fontosságú az alternatív fehérje források alkalmazása, így igen aktuális „A fekete katonalégyliszt (*Hermetia illucens L.*) direkt etetés lehetősége a csuka (*Esox lucius*) ivadéknevelésben” című közleményben ismertetett kutatómunka a rovarlisztben rejlő lehetőségek kihasználására irányulóan. Az akvakultúra fejlesztésben ígéretes intenzív rendszerekben (pl. RAS) komoly károkat okozhatnak az ektoparazita élősködők. „Az ektoparaziták diverzitásának felmérése különböző tenyésztési rendszerekben (halastavak és RAS) egy halgazdaságban” című angol nyelvű közleményben ismertetett eredmények segíthetik a parazitás fertőzöttségek előrejelzését és az optimális kezelési gyakorlatok meghatározását csökkentve ezzel a RAS-ban bekövetkező veszteségek kockázatát.

A 2023. év végén a Halászat-Tudomány folyóirat szerkesztőinek nevében sikerekben gazdag, boldog és békés új esztendőt kívánok a tisztelt Olvasónak.

Dr. Váradi László
főszerkesztő

TARTALOM CONTENT

Bokor Zoltán, Gyurcsák Márk Péter, Várkonyi Dávid, Bartucz Tamás, Molnár József, Urbányi Béla, Bernáth Gergely, Csorbai Balázs

A fekete katonalégyliszt (*Hermetia illucens L.*) direkt etetés lehetősége a csuka (*Esox lucius*) ivadéknevelésben..... 3

Fekete Rita, Bojtárné Lukácsik Mónika, Urbányi Béla

Lehetőségek és választások: a halfogyasztás adottságai Magyarországon..... 8

Kertész Attila, Csökmei Henrik, Molnár Péter, Bársony Péter, Fehér Milán

Eltérő fényspektrumokkal történő megvilágítás hatása a harcsa (*Silurus glanis*) termelési és antioxidáns paramétereire intenzív (RAS) rendszerben..... 17

Wan Muhammad Hazim Wan Sajiri, Csaba Székely, Boglárka Selleyi

Survey of ectoparasite diversity in different rearing systems (fish ponds and RAS) at a fish farm
Az ektoparaziták diverzitásának felmérése különböző tenyésztési rendszerekben (halastavak és RAS) egy halgazdaságban..... 22

A fekete katonalégyliszt (*Hermetia illucens* L.) direkt etetés lehetősége a csuka (*Esox lucius*) ivadéknevelésben

Bokor Zoltán¹, Gyurcsák Márk Péter¹, Várkonyi Dávid¹, Bartucz Tamás¹, Molnár József¹, Urbányi Béla¹, Bernáth Gergely¹, Csorbai Balázs¹

¹ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, AKI, Halgazdálkodási Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

Összefoglalás

A természetes vizekből származó halak közel egyötödéből halliszt készül, ami jelentős ökológiai problémát jelenthet (FAO 2022). Másrészt viszont a halliszt fontos alapanyaga a komplex haltakarmányoknak. Kiváltására több fehérjeforrás is felmerült. Ezek közül az egyik legperspektivikusabb a rovarokból származó liszt. A nyolc, az Európai Unióban takarmányként engedélyezett rovarfaj közül a fekete katonalégy (*Hermetia illucens*) az egyik legígéretesebb fehérjeforrás, mert kedvező összetétele mellett elmondható, hogy fenntartható forrásból származó táptalajon (például növényi hulladékon) is jól nevelhető. Kísérletünkben ennek a fajnak a lisztjét etettük táplálkozó csuka (*Esox lucius*) lárvákkal 21 napon keresztül. A három csoport (teljes értékű, halliszttartalmú takarmány, 100%-ban rovarliszt és a kettő (50-50%-os) keveréke) közül a keverék adta a legjobb eredményt a megmaradás, hossz-, és tömegnövekedés területén is. Az eredmények alapján elmondható, hogy a rovarliszt nem csak komplex takarmányok elemeként, de akár önmagában is részben kiválthatja a kereskedelemben kapható tápokot.

Possibility of direct feeding of the black soldier fly meal (*Hermetia illucens* L.) in pike (*Esox lucius*) fry rearing

Summary

Nearly the fifth of fish from natural waters are made into fishmeal, which can be a major ecological problem (FAO 2022). On the other hand, fishmeal is an important raw material for complex fish feed. Several protein sources have been identified as its substitutes. One of the most promising of these is the flour from insects. Of the eight insect species authorized as feed in the EU, the black soldier fly (*Hermetia illucens*) is one of the most promising protein sources because, in addition to its favourable composition, it can be grown well on feed from a sustainable source (e.g. plant waste). In our experiment, the meal of this species was fed to feeding pike (*Esox lucius*) larvae for 21 days. Of the three groups (complete feed based on fishmeal, 100% insect meal, and a 50-50% mixture

of the two meals), the mixture gave the best results in fish length and weight gain. The results show that insect meal can partially replace commercial feeds, not only as a component of complex feeds but also on its own.

Bevezetés

A fenntarthatóság kérdése évről évre az egyik legfontosabb probléma a világ akvakultúrájában. Mert bár az igény folyamatosan nő az egészséges haltermékek iránt, az intenzív haltermelés sok esetben nem fenntartható. Gondoljunk itt az esetleges környezetterhelést jelentő vegyszerekre, vagy a haltermelő rendszerek magas szervesanyag-tartalmú, de hasznosítatlan elfolyóvizére. Ilyen fenntarthatósági probléma az is, hogy az étkezési halak tenyésztéséhez sok esetben olyan takarmányokat használnak a haltermelők, melyek jelentős arányban tartalmaznak hallisztet. Ezzel az alapanyaggal az a probléma, hogy általában túlhasznosított halállományokból származnak (FAO 2018; FAO 2022). A halliszt kiváltására évek óta folynak kísérletek (Csengeri et al. 2011; Daniel 2018). A potenciális források közül kiemelkednek a rovarlisztek, mert beltartalmi értékük is megfelelő (Henry et al.; 2015 Alfiko et al. 2022) és megtermelhetőek, eddig ki nem használt táplálékbázisokon, melléktermékeken (Caruso et al. 2013), azaz fenntartható módon. Az előrehaladott kísérletek alapján az Európai Unió 8 rovarfaj felhasználását engedélyezte az állati takarmányozásban: a selyemhernyó (*Bombyx mori*), a házilégy (*Musca domestica*), a közönséges lisztbogár (*Tenebrio molitor*), a penészevő gabonabogár (*Alphitobius diaperinus*), a házi tücsök (*Acheta domesticus*), a sávós tücsök (*Gryllosid sigillatus*), a banántücsök (*Gryllus assimilis*), és a fekete katonalégy (*Hermetia illucens*) (Bizottság (EU) 2017/893 rendelete). Az akvakultúra ágazatban különösen az utóbbival igen sok kísérletet végeztek. Fekete katonalégygel etette neveltek már afrikai harcsát (*Clarias gariepinus*) (Adeoye et al. 2020), szívárványos pisztrángot (*Oncorhynchus mykiss*) (Hoc et al. 2021), sőt tambaquit is (*Colossoma macropomum*) (Ordoñez et al. 2022). Ezeket a kísérleteket jellemzően a rovarok liszt formájában történő felhasználásával végezték, melyet valamely komplex takarmány elemeként etettek (Alfiko et al. 2022). Lényegesen ritkáb-

bak az olyan vizsgálatok, melyek során a rovart egészben, vagy felaprítva, de közvetlenül etették. Ilyen volt a már korábban citált tambaquivál végzett kísérlet, de török kutatók pisztráng takarmányozásában is alkalmazták ezt a rovar fajt egészben, szárítva (Ozturk et al. 2022). A hallárvák rovarlisztekkel történő takarmányozása (akár keveréktakarmányok részeként, akár direkt etetve) szintén egy kevésbé kutatott téma. Míg az áruhal nevelésben számtalan cikk áll rendelkezésre, addig a lárvák estében lényegesen kevesebb, bár nem példa nélküli, hogy ilyen kísérleteket végeztek kutatók (Khosravi et al. 2018; Jeong et al. 2020). Hiányoznak azonban ezek a kutatások a csuka esetében, ahol a teljesértékű takarmányon, zárt rendszerben történő előnevelés sem elterjedt nevelési mód, hisz itt akár hazánkban, akár a világban elsősorban a tavi, természetes biocönózis biztosítja a csuka nevelés alapját (Horváth 2017, Szabó 2000). Másrészt viszont a tavi előnevelés bizonytalansága miatt egyre nagyobb az érdeklődés a zárt, átfolyó, vagy a recirkulációs rendszerekben történő nevelés iránt, mely kutatási eredmények alapján sikeresen meg is valósítható (Kucska et al. 2005; Kucska 2017). Ez a változás azt is előrevetíti, hogy nőni fog az igény a csuka lárváknak szánt takarmányok iránt is, ami viszont azt vonja maga után, hogy szükség van olyan kísérletekre, melyek megalapozzák egy fenntartható csuka takarmány receptúra kialakítását. Vizsgálatunkkal ezt a munkát kívántuk megkezdeni.

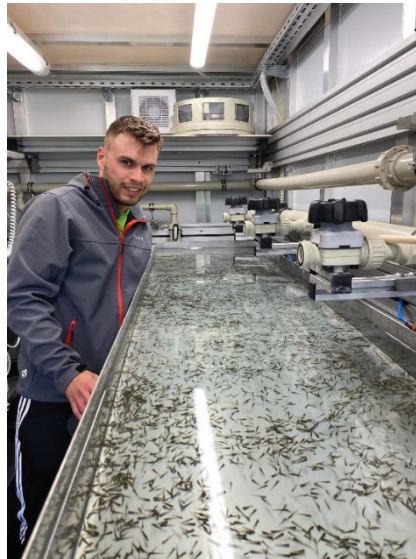
Anyag és módszer

A kísérletben felhasznált csukák a MOHOSZ Ráckevei Dunaági Horgász Szövetség, ráckevei keltetőházából érkeztek ikra formájában a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztosági Intézet, Halgazdálkodási Tanszékére. Az ikra inkubálása Zugerüvegben történt. A kelést követően a lárvákat áthelyeztük két óriás-Zugerbe, ahol függeszkedési szubsztrátként hálókát használtunk. Az elúszás után vályúban neveltük tovább az ivadékot és itt kezdődött meg a takarmányozásuk (1. kép). A kezdeti etetés dekapszulált artémiaival történt, naponta 4 alkalommal kézzel, illetve szalagos automata etető segítségével. A kifolyónál található szűrő szivacsot minden etetés előtt tisztítottuk, valamint naponta egyszer letakarítottuk az el nem fogyasztott táplálékot, majd leválogattuk az elpusztult egyedeket. A kísérlet 2022. április 25-én került beállításra ekkor a lárvák a keléstől számítva 18 naposak voltak. Előkészítet-

tünk 15 db 10 literes medencét, minden medencébe 300 db lárvát helyeztünk ki (30 db/l). A vizsgálatban 3 kezelt csoportot alakítottunk ki, csoportonként 5 medencét népesítettünk ismétlésenként. (2. kép).

A három csoportot az alábbiak szerint takarmányoztuk:

- a „tápos” jelű csoport kizárólag kifejezetten ivadéknak szánt teljesértékű haltakarmányt (Aller Infa Ex GR 0,4 mm) kapott (kontroll csoport)
- a „vegyes” jelű csoport fele részben 0,4 mm-es szemcse-



1. kép Csukalárva nevelése a kísérletet megelőzően (Fotó: bal: Molnár József, jobb: Láng Levente Zete)



2. kép Kísérlet beállítása, lárvák leszámolása és csoportok kialakítása (Fotó: Gyurcsák Márk Péter)

méretű, zsírtalanított fekete katonalégyből származó rovarlisztet (Agroloop Kft.), fele részben teljesértékű, kontroll takarmányt fogyasztott

- az „rovarliszt” jelű csoporttal teljes egészében rovarlisztet etettünk

A medencéket egy állandó vízminőséget biztosító recirkulációs rendszerbe csatoltuk. A rendszer részét képezte egy mechanikai és egy biológiai szűrő, UV fényvel működő fertőtlenítő berendezés, automata hőszabályozó, amelyeket automatizált PLC (Programmable logic controll - programozható logikai vezérlő) segítségével kontrollálhatunk. Az egyenletes oxigén ellátás érdekében minden medencében elhelyeztünk 1-1 kisméretű porlasztó követ is. A teljes rendszer napi 20%-át friss, klórtalanított csapvízzel cseréltük. A kísérlet során a víz hőmérséklet $16,5 \pm 2$ °C volt, míg az oldott oxigén koncentráció $8,5 \pm 0,5$ mg/l között változott.

A medencék népesítésével egyidőben 50 egyed 2-fenoxietanollal túllaltattunk (5 ml/l) és minden egyedről fényképet készítettünk. A testhossz ezekről a felvételekről milliméteres pontossággal ImageJ program segítségével megmértük. Ezentúl regisztráltuk az egyedek testtömegét is 0,01 g pontossággal (Mettler Toledo AB204-S típusú analitikai mérleg). Megmértük a nedves, illetve 60 °C-on történő, 24 órás szárítást követően a száraz testtömeget is. Ugyanezeket a méréseket elvégeztük medencénként 20-20 egyeddel a kísérlet zárásakor is.

Az etetési kísérlet 21 napon keresztül zajlott. Ez idő alatt naponta 2 óránként történt etetés kézzel, 8:00-20:00 között. Az etetési időszakban a medencék megvilágítása 12 órán keresztül folyamatos volt. A kísérlet kezdetén medencénként minden etetéskor $0,11 \pm 0,01$ gramm takarmányt etettünk.

Ezt a mennyiséget a kísérlet hetedik napjától a kísérlet végéig $0,16 \pm 0,02$ grammra növeltük. Az etetéssel egy időben 10 percre elzártuk a befolyó vizet, hogy a takarmányszemcsék minél lassabban kerüljenek a medence aljára. A medencéket és a szűrőszivacsot naponta egyszer tisztítottuk, ekkor került feljegyzésre az elhullott egyedek száma is.

A statisztikai elemzés során a normalitásvizsgálat Shapiro-Wilk teszttel történt. A kezelések hatásának vizsgálatára egyszempontos varianciaanalízist alkalmaztunk (ANOVA, szignifikancia szint: $p < 0,05$), míg a kezelési csoportok páronkénti összehasonlításához Tukey „post-hoc” tesztet használtunk ($p < 0,05$). A statisztikai elemzéshez SPSS 22.0 (IBM SPSS Statistics, Inc., Chicago, USA) szoftvert alkalmaztunk.

Eredmények

A lárvák hossza

Kísérletünk kezdetekor a lárvák átlagos hossza $13,19 \pm 1,21$ mm volt. A 21. napon elvégzett mérések eredményéből kiderült, hogy a kísérlet teljes ideje alatt legjobban a vegyes takarmányt fogyasztó halak nőttek, átlagosan 13,24 mm-t (a csoport átlagos testhossza $26,42 \pm 0,72$ mm volt). A tápon nevelt csoport átlagosan 10,76 mm-t (csoportátlag $23,95 \pm 1,58$ mm), míg a kizárólag rovarlisztet fogyasztó halak 8,06 mm-t nőttek (csoportátlag $21,25 \pm 0,91$ mm). A csoportok közti eltérés statisztikailag is igazolható volt.



3. kép Testtömeg mérés (Fotó: Láng Levente Zete)



($P < 0,001$), sőt az utóteszt azt is igazolta, hogy mindhárom csoport eltér egymástól.

A lárvák tömege

A kihelyezés előtti mérés során a halak átlagos, nedvestömege $11 \pm 1,9$ mg, száraztömege $1,4 \pm 0,3$ mg volt. A kísérlet zárásakor ismét elvégeztük testtömeg méréseket. Nedves testtömeg esetében a vegyes csoport átlagosan 109 mg-ot (csoportátlag: $120 \pm 35,6$ mg), a táppal etetett csoport átlagosan 68 mg-ot (csoportátlag: $79 \pm 25,3$ mg), míg a kizárólag rovarliszttel táplált csoport átlagosan 38 mg-ot növekedett (csoportátlag: $49 \pm 25,3$ mg). Mindhárom csoport értékei között statisztikailag igazolható, szignifikáns eltérést kaptunk ($P < 0,05$).

Száraz testtömeg esetében a kapott eredmények hasonló tendenciát mutattak: a vegyes csoport 80 mg-ot (csoportátlag: $81 \pm 5,1$ mg), a táppal etetett csoport 54 mg-ot (csoportátlag: $56 \pm 9,1$ mg), míg a kizárólag rovarliszttel táplált csoport csak 34 mg-ot növekedett (csoportátlag: $35 \pm 7,8$ mg). Ebben az esetben a vegyes csoport tért el szignifikánsan ($P < 0,05$) a rovarliszttel és a táppal etetett csoporttól, míg utóbbi kettő között nem volt statisztikai értelemezhető szignifikáns különbség ($P < 0,05$).

Megmaradás

A naponta rögzített elhullási adatok alapján elmondható, hogy a három takarmány közül ebben a tekintetben is a vegyes csoport bizonyult a legjobbnak. Ebben a csoportban átlagosan $63,6 \pm 21,24$ darab, a tápos csoportban átlagosan $49,8 \pm 25,84$ darab, a rovarlisztes csoportban pedig $31,2 \pm 15,99$ darab egyed maradt meg a kísérlet végére medencénként. Százalékban kifejezve ugyanezen értékek a következőképpen alakultak: vegyes takarmány esetében $21,2 \pm 7,08$ volt a megmaradás, a táppal etetett csoportban $16,6 \pm 8,61$, a rovarlisztes takarmány esetében pedig mindösszesen $10,4 \pm 5,33$ volt.

Következtetések

A kapott eredmények azt mutatták, hogy a fekete katonalégyből készült liszt sikeresen építhető be a csuka ivadék táplálékába. Azonban ez a megállapítás csak bizonyos megkötésekkel igaz. A takarmány felét kitevő zsírtalanított fekete katonalégy liszt nem, hogy rontotta, de javította mind a halak növekedési erélyét, mind a megmaradását.

1. táblázat A kísérlet legfontosabb eredményei (Táp: teljes értékű haltakarmány, kontroll Vegyes: 50:50 % zsírtalanított fekete katonalégy liszt és teljesértékű takarmány, Rovarliszt: zsírtalanított fekete katonalégy liszt). Az eredmények utáni indexben található betűk statisztikailag igazolható eltéréseket jelölnek.

	Táp	Vegyes	Rovarliszt
Teljes testhossz (mm)	$23,95 \pm 1,58^b$	$26,42 \pm 0,72^a$	$21,25 \pm 0,91^c$
Nedves testtömeg (mg)	$79 \pm 25,3^b$	$120 \pm 35,6^b$	$49 \pm 25,3^c$
Száraz testtömeg (mg)	$56 \pm 9,1^b$	$81 \pm 5,1^a$	$35 \pm 7,8^b$
Megmaradás (%)	$16,6 \pm 8,6^a$	$21,2 \pm 7,08^a$	$10,4 \pm 5,33^a$

Másrésről viszont megállapítottuk azt is, hogy a teljes egészében rovarlisztből álló takarmány lényegesen gyengébb megmaradást és növekedést eredményez, mint a kontroll teljesértékű takarmány. Ezek a tapasztalatok lényegében egybevágnak a korábbi irodalmi adatokkal. Ezek a vizsgálatok is megállapították, hogy a halliszt jelentős hányadban kiváltható a haltakarmányokban és különösen igaz ez a lazacféléknél: így az atlanti lazacnál (*Salmo salar*) egyes kutatók szerint több, mint 80 %-ban (Belghit et al. 2018), míg szívárványos pisztráng esetében közel 50 %-ban alkalmazták halliszt helyett (Stadtlander et al. 2017) úgy, hogy a termelési mutatók nem romlottak. Különösen az előbbi kísérlet érdekes, mert ebben a takarmány összetevői között (tehát nem a kiváltott halliszt arányában) a fekete katonalégy liszt részesedése elérte a 60 %-ot. Bár rendszertanilag a csuka távoli rokona a lazacféléknek, az elvégzett kísérletek alapján mégis hasonlóságot mutatnak a korai nevelési fázisban.

A kapott eredmények bár jó kiindulási alapot biztosítanak a fekete katonalégy liszt csuka ivadék takarmányba történő bekeveréséhez, de további vizsgálatokat kell folytatni annak eldöntésére, hogy mely beltartalmi paraméterek eredményezték a kontroll takarmánynál jobb eredményeket az átmeneti, vegyes csoportban. Ilyen hatás lehet az eltérő összetétel: akár a kitin tartalom, akár valamely egészségvédő faktor, vagy valamely tápanyag magasabb arányú jelenléte is. Illetve nem zárható ki, hogy a kísérleti takarmányok eltérő fizikai tulajdonsága jelentette azt az előnyt, mely a kapott eredményt hozta. Ilyen tulajdonság lehet a kisebb fajsúly, mely lassabb süllyedést és így hosszabb potenciális táplálkozási időt eredményezett.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk megköszönni az AQUAGEOCOMPONIA - Fenntartható, integrált, intenzív rovarfehérje, hal és zöldség termelési modell kidolgozása két üzemméretben (pályázati azonosító: EIP 1924257877) pályázatnak, hogy biztosította a kísérleteinkhez a rovarlisztet, illetve a Zárt akvakultúra rendszerek input és output paramétereinek környezeti és gazdasági szempontú fejlesztése (pályázati azonosító: 2018-1.3.1-VKE-2018-00012) pályázatnak, hogy a halnevelési infrastruktúra fejlesztésével lehetőséget biztosított a kísérlet megvalósításához.

Irodalomjegyzék

- Adeoye, A.A., Akegbejo-Samsons, Y., Fawole, F.J., Davies, S.J. (2020): Preliminary assessment of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larval meal in the diet of African catfish (*Clarias gariepinus*): Impact on growth, body index, and hematological parameters. *J World Aquacult Soc.*; 51: 1024– 1033
- Alfiko, Y., Xie, D., Astuti, R.T., Wong, J., Wang, L. (2022): Insects as a feed ingredient for fish culture: Status and trends, *Aquaculture and Fisheries*, Volume 7, Issue 2, pp. 166-178
- Belghit, I., Liland N.S., Waagbø, R., Biancarosa, I., Pelusio, N., Li, Y., Krogdahl, Å., Lock E.J. (2018): Potential of insect-based diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*), *Aquaculture*, Volume 491, pp 72-81
- Caruso, D., Devic, E., Subamia, I.W., Talamond, P., & Baras, E. (2013): Technical handbook of domestication and production of diptera Black Soldier Fly (BSF) *Hermetia illucens*, Stratiomyidae. Kampus IPB Taman Kencana Bogor. Percetakan IPB. pp. 1-10. ISBN: 978-979-493-610-8.
- Csengeri, I., Gál, D., Kosáros, T., Pekár, F., Bakos, J., Potra, F., Kovács, Gy., Feledi, T., Fazekas, J., Biró, J., Sandor, Zs., Jeney, Zs., Rónyai, A. (2011): A haltakarmányozás halliszt és halolaj nélkül. Állattenyésztés és Takarmányozás. 60. 277-290
- Daniel, N. (2018): A review on replacing fish meal in aqua feeds using plant protein sources *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 6 (2018), pp. 164-179
- FAO (2018): The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO pp. 1-180
- FAO (2022): The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en> p 78
- Henry, M., Gasco, L., Piccolo, G., Fountoulaki, E. (2015): Review on the use of insects in the diet of farmed fish: Past and future. *Animal Feed Science and Technology*. 203. 1-22. [10.1016/j.anifeedsci.2015.03.001](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.03.001).
- Hoc, B., Tomson, T., Malumba, P., Blecker, C., Jijakli, M.H., Purcaro, G., Francis, F. and Caparros Megido, R., (2021): Production of rainbowtrout (*Oncorhynchus mykiss*) using black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae-based formulations with differentiated fatty acid profiles. *Science of the Total Environment* 794: 148647. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148647>
- Szabó, T. (2000): A csuka tógazdasági tenyésztése és szaporítása in Horváth L. Haltenyésztés és halbiológia, Mezőgazda Kiadó Budapest pp. 310-319
- Horváth, L. (2016): Előnevelés és tavi tenyésztés in Szabó T.: A csuka biológiája és tenyésztése Gödöllő Szent István Egyetem pp 163-170
- Jeong, S.M., Khosravi, S., Mauliasari, I.R., Lee S.M. (2020): Dietary inclusion of mealworm (*Tenebrio molitor*) meal as an alternative protein source in practical diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry. *Fish Aquatic Sci* 23, 12
- Khosravi, S., Kim, E., Lee, Y.-S., Lee, S.-M. (2018): Dietary inclusion of mealworm (*Tenebrio molitor*) meal as an alternative protein source in practical diets for juvenile rockfish (*Sebastes schlegeli*). *Entomological Research*, 48: 214– 221. doi: 10.1111/1748-5967.12306
- Kucska, B. Müller, T, Sari, J. Bódis, M., Bercsényi, M. (2005): Successful growth of pike fingerlings (*Esox lucius* L.) on pellet at artificial condition. *Aquaculture*. 246. 227-230.
- Kucska, B. (2016): A csuka intenzív, táppal történő nevelése in Szabó T.: A csuka biológiája és tenyésztése Gödöllő Szent István Egyetem pp 171-180
- Ordoñez, B.M., Santana, T.M., Carneiro, D.P., dos Santos, D.K.M., Parra, G.A.P., Moreno, L.C.C., Teixeira Filho, N.P., Aguilar, F.A.A., Yamamoto, F.Y., Gonçalves, L.U. (2022): Whole Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens*) as Dietary Replacement of Extruded Feed for Tambaqui (*Colossoma macropomum*) Juveniles. *Aquac. J.*, 2, 246–256. <https://doi.org/10.3390/aquacj2040014>
- Ozturk, R.C., Yandi, I., Terzi, Y. & Altinok, I. (2022): Growth, health and fillet quality of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed directly with Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Prepupae. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(5).
- Stadlander, T., Stamer, A., Buser, A., Wohlfahrt, J., Leiber, F. and Sandrock, C. (2017): *Hermetia illucens* meal as fish meal replacement for rainbow trout on farm. *Journal of Insects as Food and Feed* 2017 3:3, 165-175

Lehetőségek és választások: a halfogyasztás adottságai Magyarországon

Fekete Rita¹, Bojtárné Lukácsik Mónika², Urbányi Béla³

¹ Szegedi Tudományegyetem, Mezőgazdasági Kar, 6800-Hódmezővásárhely, Andrassy út 15.

² Agrárközgazdasági Intézet, Halászeit Információs Csoport, 1093-Budapest, Zsil u. 3-5.

³ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE), Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, 2100-Gödöllő, Páter K. u. 1.

Összefoglalás

Tanulmányunk a halfogyasztás és a haltermék választási lehetőségek témakörét vizsgálja Magyarországon. Témánk a halfogyasztás feltételeinek és sajátosságainak elemzése két magyarországi élelmiszer áruházlánc online haltermék kínálatának vizsgálatával. Bár a hazai halfogyasztás a 2014-2020 közötti időszakban 20%-kal nőtt, még mindig jelentős az elmaradásunk az EU átlagától és a szomszédos országok fogyasztásától. Kutatásunkban azt vizsgáljuk, hogy az elektronikus kereskedelem révén elérhető haltermékválaszték támogatja-e a halfogyasztás növekedését.

Elemzésünkben rávilágítunk a korábbi vizsgálatokban már leírt és a jelenlegi elemzésben új adatokkal kibővített információk értelmezésére, a halfogyasztás komplex jelentőségére, beleértve a gazdasági, társadalmi és egyéni szempontokat is. Bemutatjuk a haltermékek elérhetőségének és a vásárlói szokásoknak a kulcsfontosságú tényezőit, és azt, hogy milyen tényezők befolyásolják az emberek döntéseit az étkezéssel kapcsolatban. Összehasonlításként vizsgáljuk két szomszédos, hasonlóan tengerparttal nem rendelkező, de jelentősen több halterméket fogyasztó országot (Ausztria, Szlovákia) online haltermék kínálatának diverzifikációját is. Kutatásunkban kitérünk arra is, hogy a környezet- és egészségtudatos vásárlónak mennyire van lehetősége az áruházláncok webshopjainak információi alapján megismerni a haltermékek származási és gyártási helyét, illetve, hogy tenyésztett vagy halászott állományból készült-e a termék, mivel ezek az információk mind befolyásolhatják a termék választást.

A tanulmány célja, hogy felhívja a figyelmet a jelenlegi korlátozott választékra, és inspirálja a szektorban érintetteket a halválaszték növelésére. A változatosabb, feldolgozott haltermékek elérhetősége hozzájárulhat a hazai halfogyasztás sokszínűségének növeléséhez és a fogyasztók elégedettségének fokozásához egyúttal csökkentve az ágazat környezeti terhelését és növelve a termelés eredményességét.

Opportunities and choices: fish consumption in Hungary

Summary

Our study examines fish consumption and fish product choices in Hungary, focusing on both health and socio-economic aspects. Our topic is to analyse the conditions and characteristics of fish consumption by examining the online fish product offerings of two Hungarian supermarket chains. Although domestic fish consumption increased by 20% between 2014 and 2020, it is still lagging significantly behind the EU average and neighbouring countries. In our research, we investigate whether the choice of fish products available through e-commerce supports the growth in fish consumption.

Our analysis highlights the complex importance of fish consumption, including economic, social and individual aspects. We describe the key factors influencing the availability of fish products and purchasing habits, and the factors that influence people's decisions to eat out. For comparison, we also examine the diversification of online fish product offerings in two neighbouring countries (Austria, Slovakia), which are similarly landlocked but consume significantly more fish products. Our research will also look at the extent to which environmentally and health-conscious consumers are able to find out about the origin and production of fish products, and whether the products are farmed or caught, based on information from the online shops of supermarket chains, as this information can influence their choice of product.

The aim of this paper is to draw attention to the current limited choice and to inspire businesses and market operators to increase the supply of different fish products. The availability of more varied processed fish products can contribute to increasing the diversity of domestic fish consumption and consumer satisfaction while reducing the environmental impact of the sector and improving the production efficiency.

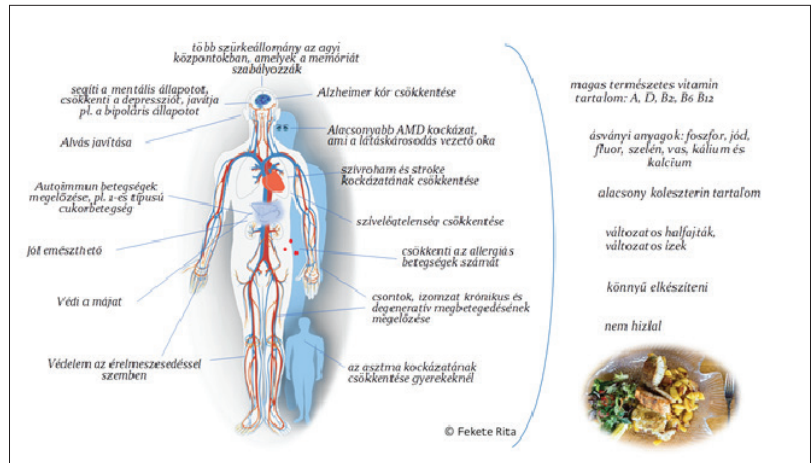
Bevezetés

Régóta köztudott, hogy a rendszeres halfogyasztás számos egészségügyi előnyvel jár. A kutatók állásfoglalása szerint hetente kétszeri (legalább 175 g) haltermék elfogyasztása számos egészségügyi faktor jelentős javulását eredményezheti (1. ábra), beleértve a szívinfarktus, a stroke és a szívelégtelenség kockázatát (Cardiovasc, 2021), illetve hozzájárul a szervezet megfelelő koleszterinszintjének kialakulásához (internet 1.). Ezáltal nőhet a lakosság átlagos élettartama és csökkennek az államok egészségügyi kiadásai, ami jelentős gazdasági érdek egy előregerdő társadalomban.

A hal, mint táplálékforrás szerepet kap az ENSZ táplálkozásról szóló 2021. évi jelentésében az alultápláltság és a túlsúly, mint egészségügyi kockázat leküzdésében is. Ismert az akvakultúra ágazat szerepe a fenntarthatóság megvalósításában is: a vízi (akvakultúrás) élelmiszerek rendkívül táplálóak és kisebb környezeti lábnyommal rendelkezhetnek, mint más állati eredetű élelmiszerek (Bürgés et al., 2020). Az akvakultúra ágazat, mint foglalkoztató fontos tényező lehet a vidék egyes régióinak népességmegtartó képességének növelésében, a fiatalok elvándorlásának megakadályozásában.

Mindezen tényezők alapján kijelenthető, hogy az akvakultúra ágazat gazdasági – társadalmi jelentősége vitathatatlan, jelentősen hozzájárul az emberi jóléthez és egyre fontosabb szerepet játszik a fenntartható fejlődési célok elérésére irányuló erőfeszítésekben is. A hazai halfogyasztás növekedése egyben lehetőséget adhat az itthoni halfeldolgozó ipar fejlődésnek, és egyben elősegíti az import termékekhez hasonló hazai feldolgozott haltermékek előállítását.

Kiemelt hírként szerepelt a hazai sajtóban (amit a hazai statisztikák is alátámasztanak), hogy több, mint 20%-kal nőtt a hazai halfogyasztás a 2014-2020-as időszak fogyasztásösztönző programja hatására (internet 2.). Ez százalékos nagyságban jelentős eredménynek tekinthető, de sajnos csak egy kis lépés (2. ábra) ahhoz, hogy elérjük akár az EU átlagát, akár a szomszédos országok által fogyasztott mennyiséget. 2019-ben osztrák szomszédaink egy főre jutó halfogyasztása 13.09 kg volt, Szlovákiában pedig ugyanez az érték 9,69 kg (internet 3.).

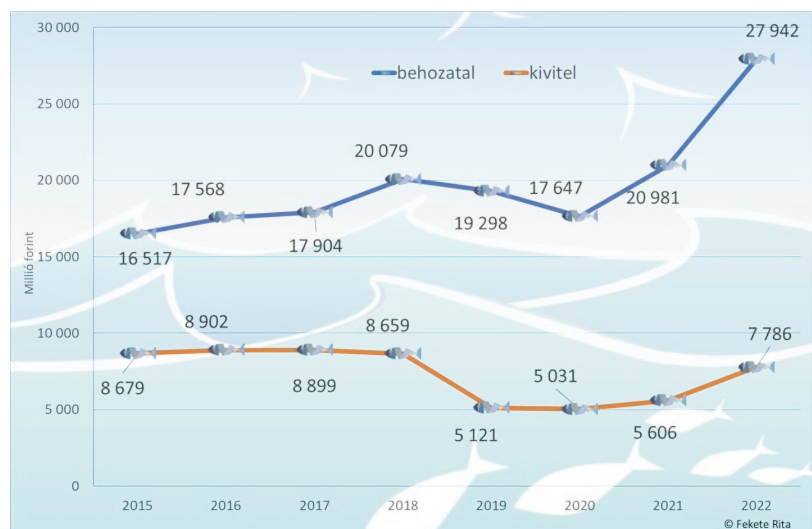


1. ábra Érvék a halfogyasztás mellett

Forrás: Fekete Rita saját készítés szakirodalmi adatok alapján



2. ábra A halfogyasztás alakulása Magyarországon 2013-2022, Forrás: AKI *A 2022. évi adat az AKI előzetes számítása szerinti kalkulált érték



3. ábra Hal, rák, puhatestű állat külkereskedelmi termékforgalom értéke 2014-2022

Forrás: Fekete Rita saját készítés, KSH (2023) adatok alapján

Az emelkedő halfogyasztás mögött növekvő export is kimutatható, bár a behozatal többszöröse a kivitelnek (3. ábra), ami nagyban hozzájárul a hazai halfogyasztás növekedéséhez.

A hazai halfogyasztás jellemzői

A hivatalos statisztikai adatok alapján (4. ábra) a halfogyasztás jelentős részét (több, mint 40%) a tartósított és konzervtermékek teszik ki.

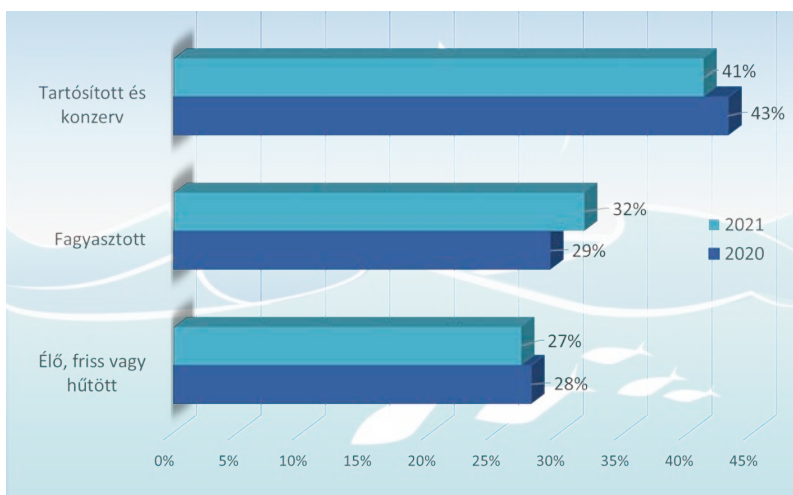
Egy 2020-ban lefolytatott halfogyasztási szokásokat vizsgáló online kutatás eredményei szerint a haltermékek közti választás fő szempontja a termék minősége, jelentősen maga után utasítva az eddig elsődleges preferenciaként kezelt beszerzési árat (5. ábra). Ennek további vizsgálata szükséges, mivel más felmérésekkel nem került alátámasztásra.

Árnyaltabb képet adott egy 2014-ben megvalósult kutatás, (Törőcsik, 2014) mely szerint a magyar lakosság halfogyasztásait befolyásoló tényezők: i) az ünnepek (hagyomány: húsvét, karácsony); ii) az életstílus, életmód; iii) a családi szokások; iv) a halhoz való hozzáférése, az anyagi háttér, a vonzalom a hal iránt (szereti vagy nem) és a fenntartások a hal valamilyen jellemzője iránt. A fenntartások akadályként jelennek meg a halfogyasztásban: félelem a szálkától, undor a hal szagától, a hal látványától („ne nézzon a szemembe”), a küllemétől (nyálkás), aggodalom az allergia, a frissesség, a rossz szállítási körülmények következményei és a szennyezettség hatásai miatt.

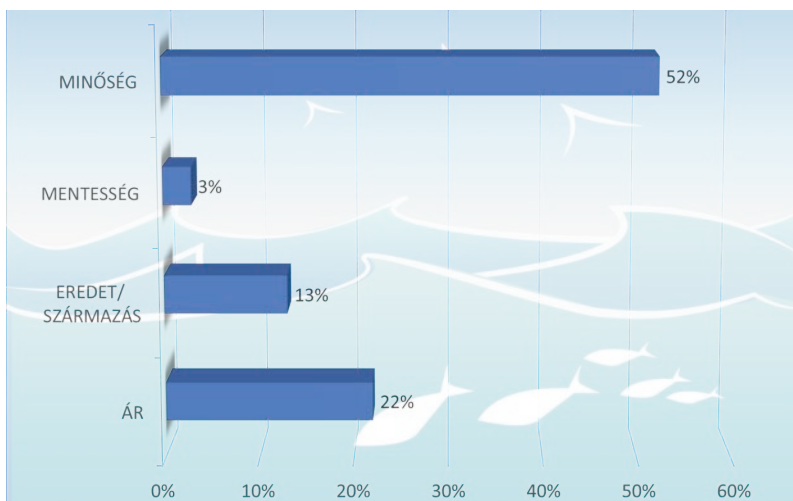
A tanulmány összefoglaló ajánlása alátámasztja kutatásunk jelentőségét: „a hal feldolgozottságát növelni kell, az élőhal, a hal a maga valóságában sok embert taszít”.

Ez a hatás érződhet azon az ábrán is, amit a halfogyasztás rendszeressége mutat (6. ábra): a válaszadók több mint 50%-a soha, évente egyszer vagy mindössze néhány alkalommal fogyasztott halat 2013-ban (az egy főre jutó halfogyasztás 5,78 kg), ami 2018-ra javult, már csak a válaszadók 34%-ra jellemző ez a hozzáállás (az egy főre jutó halfogyasztás 6,61 kg).

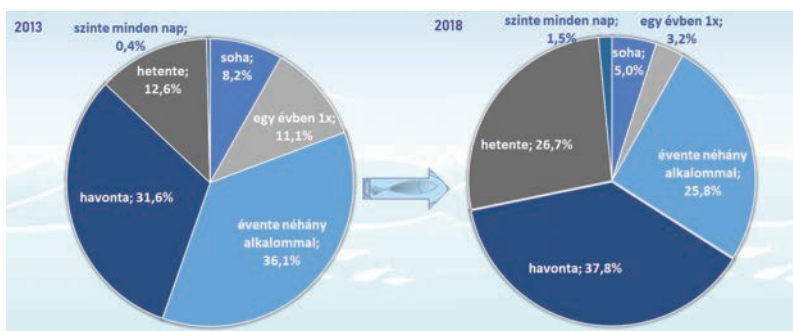
Ezzel némileg ellentétes egy másik 2016. évi felmérés (Temesi et al., 2017), ami szerint a megkérdezettek 29%-a havonta, 42%-a ennél ritkábban, 29%-a pedig gyakrabban fogyasztott halat, de a halfogyasztással szembeni



4. ábra A magyarországi halfogyasztás (kg/fő) megoszlása 2020-2021
Forrás: AKI, 2022

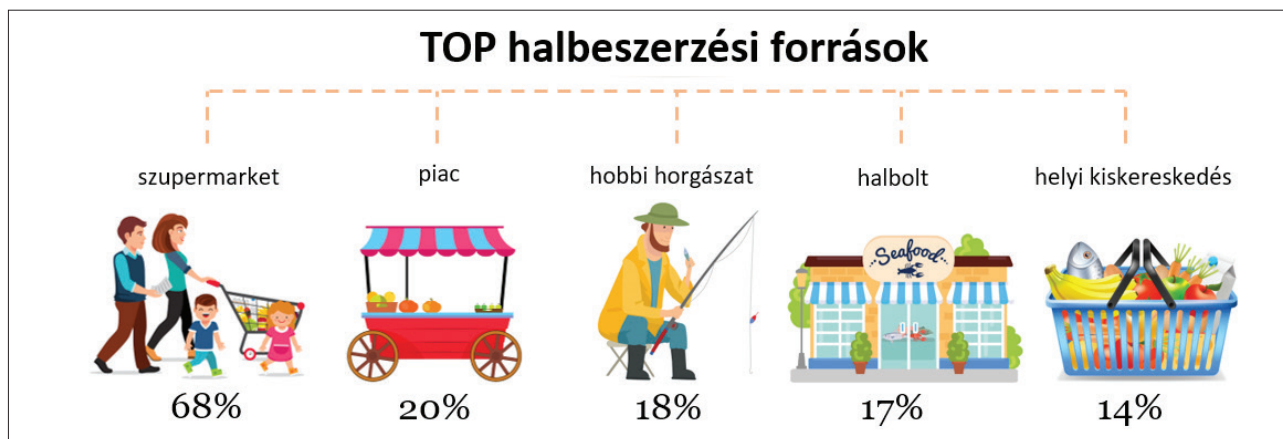


5. ábra Egy magyarországi felmérés eredményei a haltermék választás preferenciáira vonatkozóan. Forrás: MDOSZ, 2021



6. ábra A halfogyasztás gyakoriságának változása 2013 – 2018
Forrás: AKI 2019 alapján

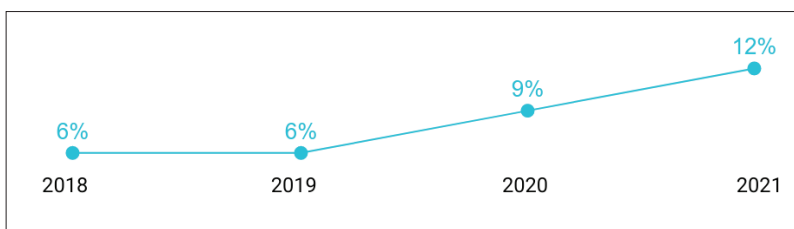
ellenállás okait megerősítette: a vizsgált elemek közül a válaszadók kiemelt jelentőséget tulajdonítottak a „kellemetlen a halak szálka tartalma”, „a hal feldolgozása otthon sok munkát okoz” és a „nem értek a halakhoz” vizsgálati paramétereknek.



7. ábra A vásárlók halbeszerzési forrásainak megoszlása

Forrás: eNET online kutatás alapján, 2020 január, VeVa online kutatási közösség, N=950 fő, 18+ internetezők, akik fogyasztanak halat. Az adatok nem, kor és régió alapján reprezentálják a 18 évnél idősebb hazai internetezők véleményét.

A halfogyasztás gyakorisága 2020-ra a MDOSZ tanulmánya alapján némileg változott, a lakosság 40%-a kevesebb mint hetente egyszer, 34%-a hetente (2013-ban 12,6%) és mindössze 22% eszik egy héten többször is halterméket. Ebben az évben az egy főre jutó halfogyasztás 6,37 kg/év. Látható, hogy bár az egy főre jutó éves halfogyasztás lassan emelkedik, az ellenállási tényezők konstansnak tekinthetők.



8. ábra A legalább hetente online vásárlók aránya a 18-79 éves lakosság körében, n=1000

Forrás: Reacty Digital, 2021 március 11-18. között

A haltermékek elérhetősége

A fogyasztás egyik befolyásoló tényezője az adott élelmiszer csoport elérhetősége: milyen könnyen van lehetőség beszerezni a terméket és mekkora a választék: milyen feldolgozottságú, ízű stb. termékek állnak rendelkezésre a vásárló számára.

Az eNET (2020) kutatása szerint (7. ábra) a halat fogyasztó vásárlók előnyben részesítik a nagy élelmiszeráruházakat, a szupermarketeket, a megkérdezettek 68% itt szerzi be a számára szükséges halterméket. Ez az adat 2014-ben (n=352) 66,2% volt.

Arra a kérdésre keresve a választ, hogy a magyarországi haltermék választék kínálati skálája támogatja-e a halfogyasztás növekedését, a kutatások szerint preferált halbeszerzési forrást összekapcsoltuk egy 2021 évi kutatás eredményeivel, miszerint az online vásárlások száma folyamatosan nő (8. ábra) és az online vásárlók egyharmada rendelt már élelmiszert valaha az interneten keresztül (fontos megjegyezni, hogy rendelések nagyrésze a tartós fogyasztási árucikk kategóriába tartozott). Ezen felmérés eredményei szerint az élelmiszert vásárlók több mint fele vette igénybe az elmúlt egy évben a Tesco szolgáltatását, harmaduk az Auchanét, negyedük pedig a Sparét (egy adott fogyasztó több helyről is rendelhetett ebben az időszakban) A felmérés a *Véleményem Van (Veva.hu)* online kutatási közösség tagjainak körében

készült. Az adatok nem, életkor, iskolai végzettség és régió szerint reprezentálják a 18-79 éves hazai lakosság véleményét.

A haltermékek termékválasztékát az online kereskedelemben vizsgáltuk és vizsgálati alanyokként pedig kiválasztottuk a Magyarországon található élelmiszer kereskedelmi láncok közül azt a kettőt, amelyik általánosan széleskörű termék palettával, nagy választékkal rendelkeznek és jelentős boltlánczatuk van. A Tesco áruházlánc közel 200 áruházzal van jelen a magyar élelmiszer kiskereskedelemben, a SPAR pedig 375 saját üzemeltetésű és 248 franchise üzlettel, továbbá mindkét áruházlánc lehetőséget ad online vásárlásra is.

Kontrollként bevontuk a vizsgálatba két szomszédos ország, Ausztria és Szlovákia azonos áruházláncainak webshop kínálatát, azt vizsgálva, hogy a magasabb egy főre jutó halfogyasztás mögött szélesebb termékpalletta jelenik-e meg. Az eredmények közlésénél a TESCO HU, TESCO SK, SPAR HU és SPAR AT jelöléseket használjuk (HU=Magyarország, SK=Szlovákia, AT=Ausztria).

Áttekintettük a két áruházlánc mindenki számára hozzáférhető, nyilvános webshopját (2023.08.10-2023.08.15 között elérhető árucikk), kigyűjtve a haltermékeket (mindazon élelmiszereket, amelyek valamilyen formában halat tartalmaznak) és rendszerbe foglaltuk az eredményeket.

A vizsgálati adatgyűjtést nehezítette, hogy a webshopok árucsoportosítása és kereső szavas szolgáltatása nem le-

tisztult: a „haltermékek” csoport nem jelenít meg mindent, ami halat tartalmaz (vizsgálatunk szempontjából halként jelöljük a kagyló és ráktermékeket) és a „hal” kulcsszavas keresés nem jelenít meg minden halterméket, ezzel szemben sok mindent igen, ami nem tartalmaz halat (pl.: szeletelt bacon szalonna, juh pörkölt hús csont nélkül stb.). Ez nem könnyíti meg a vásárló hozzáférést, meglehetősen nagymértékű elszántság és türelem szükséges a teljes haltermék palettához való hozzáféréshez és tájékozódáshoz.

Modellként egy általunk meghatározott vásárló szempontját vázoltuk fel, akinek tinédzser és kisgyermek egyaránt van, átlagosan egészségtudatos, törekszik a környezet védelmére, ennek megfelelően fontos számára a fogyasztott termék származása, a környezeti terhelés csökkentése. A szállítás okozta környezet károsító hatás minimalizálására egy naptári hétre szeretne előre élelmiszert rendelni, és a hét legalább két napjára változatos haltermékeket is, ahogy az egészségügyi ajánlások tartalmazzák, azt is figyelembe véve, hogy hétköznapokon minimális időt szeretne főzésre fordítani, ezért fontosak számára a nagy hozzáadott értékű (feldolgozott, konyhakész) fogyasztóbarát termékek.

Ennek megfelelően a vásárlónk számára az alábbi termékcsoportokat alakítottuk ki:

- nyers élelmiszerek: a daraboláson kívül nem ment keresztül feldolgozási folyamaton
- félkész termékek: előkészített termék, jelentősebb hőkezelés (sütés, főzés) után fogyasztható
- készételek: melegítés után, vagy anélkül is fogyasztható
- füstölt, hűtött termékek: speciális ízhatás (Magyarországon nagy a füstölt termékek népszerűsége)
- konzervek: hosszú eltarthatóság, azonnal fogyasztható, de főzési alapanyagként is használható
- delicate termékek: azonnal fogyasztható, magas hozzáadott értékű termék
- pástétomok: „májkrem”, mint kedvelt termék analógiájára
- különlegességek: speciális, exkluzív termékek (a libamáj analógiája pl.: kaviár, tőkehalmáj)
- pizza
- burger
- bébiételek
- étrendkiegészítők

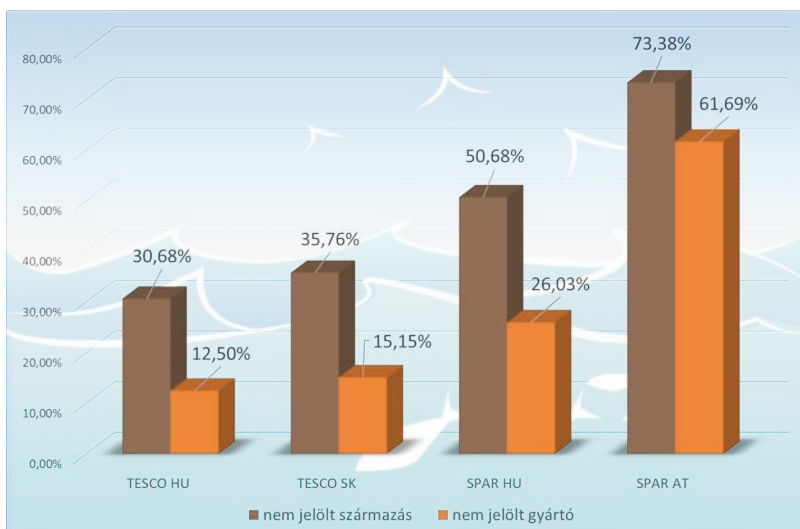
A pizza és a burger kiemelését a késztermék csoportból a fiatalok körében való népszerűsége indokolja, a bébiételt pedig annak elkülönült vizsgálata, hogy a legkisebbek étkeztetésére milyen lehetőségek állnak rendelkezésre. Azonos gyártó azonos alapanyagú termékét különböző ízben, elkülönült terméknek tekintettük, de a különböző kiserelést nem: pl. eltérő halrudacska db szám, vagy ugyanazon konzerv 2x80, vagy 180 g kiserelésben.

A haltermékek feldolgozottsági szintjén túl, a fogyasztói fenntartásokat figyelembe véve adatokat gyűjtöttünk arról is, hogy a termék édesvízi vagy tengeri halból készült-e, hogy mi a hal származási helye, hogy hol gyártották és hogy tenyésztett vagy halászott-e az alapanyag. Sajnos ezen alapadatok webshopban való feltüntetésében igen nagy különbség van a két kiválasztott áruházlánc gyakorlata között.

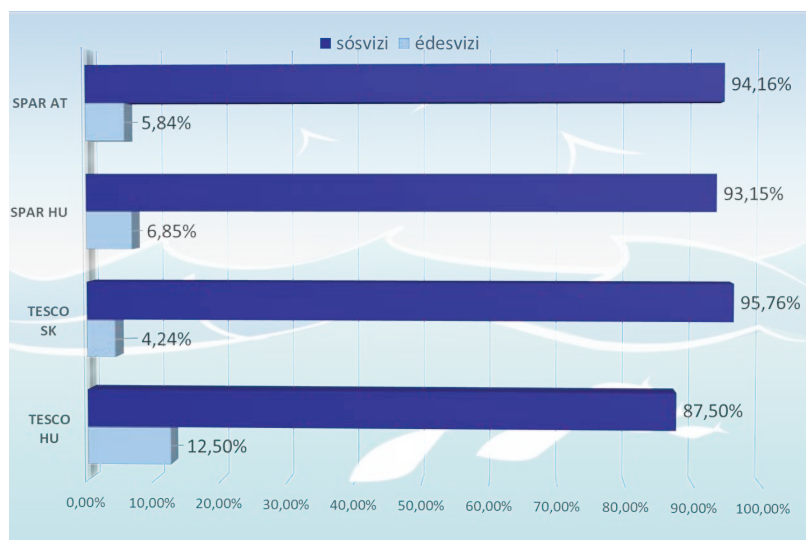
A származási helyet és a gyártót a TESCO tünteti fel legnagyobb arányban, ettől jelentősen elmarad a SPAR erre vonatkozó adatközlése. Kiemelendő, hogy mindkét tény feltüntetése a magyarországi webshopokban a nagyobb arányú. Az adatok gyűjtésénél csak az egyértelműen feltüntetett információkat vettük figyelembe, sem további keresgéssel, sem előzetes tudásból származó ismerettel nem egészítettük ki. Feltüntetett származási helynek tekintettük azt is, amikor megadták a termékcsomagoláson található betű FAO halászati területi besorolási jelentését (pl.: „a termék származása a csomagoláson található betűkódokkal jelzett „A”: FAO 34, ami az Atlanti-óceán középkeleti részét jelöli). Nem tekintettük megadott gyártónak, amikor csak a forgalmazó van megadva. A 9. ábra mutatja, hogy az áruházláncok webshopjában forgalmazott termékeknél milyen arányban *nincs feltüntetve* a hal származása, illetve a termék gyártója.

Láthatjuk, hogy ezen adatok alapján csak részlegesen tud a fogyasztó a preferenciái számára optimális döntést hozni, illetve, ha fenntartásait csak ez alapján tudja leegyzni, akkor számottevő terméket automatikusan kizár a vásárlásából.

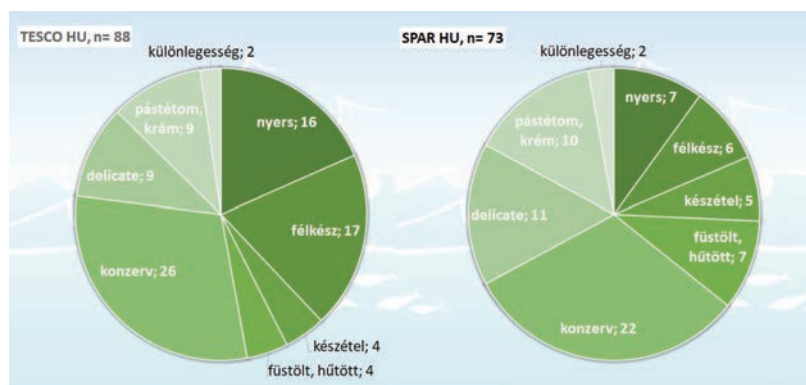
Tapasztalataink szerint sajnos a tengeri termékeket érintő, gyakran eseti, negatív információk (pl. higanytartalom) miatti esetleges halkészítmény elkerülés is bekorlátozza a fogyasztói lehetőségeket, mivel édesvízi árucikkek csak elenyésző mértékben jelennek meg a kí-



9. ábra A haltermékeken nem jelölt hal származás/gyártó aránya a forgalmazott termékvertikumban 2021-ben
Forrás: saját kutatás



10. ábra Az édesvíz/tengeri termékek aránya a vizsgált mintában 2021-ben
Forrás: Saját vizsgálat



11. ábra Haltermék csoportok a magyarországi TESCO és SPAR kiskereskedelmi üzletláncok online kínálatában 2021-ben
Forrás: Saját adatok

1. táblázat Haltermék előfordulás TESCO, SPAR Magyarország, db

ÁRUHÁZ LÁNC	burger	pizza	bébiétel	étrendkiegészítő
TESCO HU	1	0	0	0
SPAR HU	1	0	1	1

nalatban. A legmagasabb arány a magyarországi TESCO árukészletében mutatható ki (10. ábra).

A magyarországi TESCO és SPAR online webshopban az általunk meghatározott termékcsoportokat vizsgálva elmondható, hogy a legjobban reprezentált haltermék a konzerv. (11. ábra). Mivel a pizza, burger, étrendkiegészítő termékcsoportok kifejezetten alul reprezentáltak így a termék arányokat szemléltető ábrán ezt nem tüntettük fel. Ugyanez igaz sajnos a halat tartalmazó bébiételre is a vizsgált időszakra vonatkoztatva (1. táblázat).

A legjelentősebb eltérés a két üzletlánc között nem csak

a választási lehetőségek nagyságában van (a TESCO-é 20%-kal nagyobb), hanem a félkésztermékek változatosságában is. Úgy tűnik a TESCO haltermék kínálata jobban megfelel a vásárlói igényeknek, jobban kezeli a haltermékek iránti vásárlói fenntartásokat.

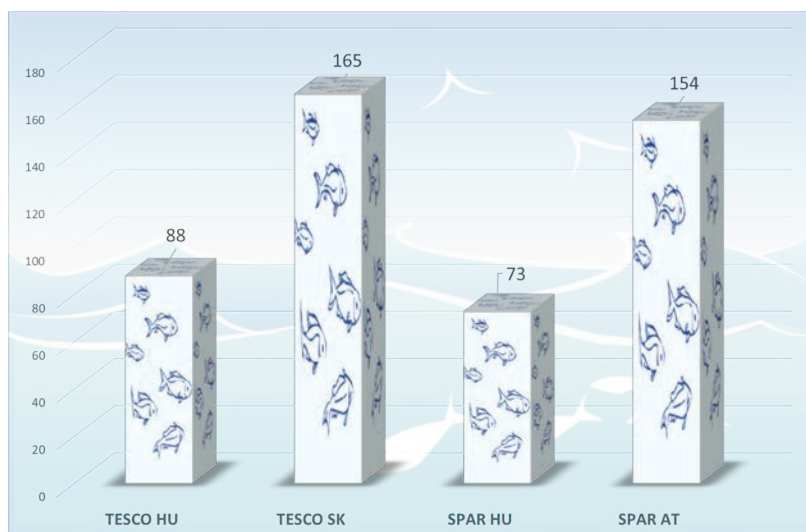
Mivel pusztán a termék féleség megszámlálásával nem volt eldönthető, hogy ez sok vagy kevés, ezért ugyanazon szűrési és elemzési folyamatot elvégeztük az osztrák SPAR online kínálatán, és mivel Ausztriában nem található TESCO áruházlánc, így a szlovákiai TESCO online kínálatát vettük vizsgálat alá. Arra a kérdésre kerestük a választ, hogy a két szomszédos, tengerrel szintén nem rendelkező nagyobb halfogyasztású országban hasonló-e az online elérhető haltermékek számossága, illetve összetétele.

A két kiválasztott áruházlánc négy online shopját átvizsgálva mindösszesen 480 különböző halterméket találtunk, amelyek közül a legtöbbet a szlovákiai TESCO forgalmazza (12. ábra). A teljes vizsgált haltermék kínálat alapján elmondható, hogy mindkét áruházlánc jelentősen nagyobb kínálattal rendelkezik a másik országban, mint Magyarországon.

Az összehasonlíthatóság kedvéért, ahogy a hazai kínálatnál tettük, itt sem ábrázoljuk a fiatalok számára kialakított árucsoportokat és az étrendkiegészítőket, bár némileg jobb helyzet mutatható ki (2. táblázat), különösen a bébiételek területén, aminek fontosságára a későbbiekben még kitérünk. Sajnos az étrendkiegészítő, ami a halolaj, mint melléktermék feldolgozás szempontjából jelentős, itt sem szerepel nagyobb arányban.

Nem csak a haltermék választék nagyságában van eltérés, hanem a termékcsoport arányokban is. A magyar és a szlovákiai TESCO kínálatában (13. ábra) a legjelentősebb eltérés a konzervek és a delikát termékek arányában mutatkozik. Szlovákiában a konzerv választék több mint másfélszerese, (ebből Magyarországon 3, Szlovákiában 5 sajátmárkás termék) a delikát termékek aránya pedig kétszerese a magyarországinak. Érdekesség, hogy a szlovákiai halkonzerv kínálatban megjelenik a haldarabok „zúzva” állag, ami egy előkészítési formának tekinthető pl. halkrém vagy tésztafeltét készítéséhez. Egyik helyszínen sincs a konzerv termékek között „készétel” pl.: halgombóc, hallesves stb. A delikát haltermékek nagyobb kínálatát főként a majonéz hal elérhetősége okozza, ami a magyarországi kínálatban egyáltalán nem szerepel.

A magyarországi és az osztrák SPAR online webshopok



12. ábra A vizsgált webshopokban található halat tartalmazó termékek, db, 2021-ben

Forrás: saját kutatás

2. táblázat Haltermék előfordulás TESCO Szlovákia, SPAR Ausztria, db

ÁRUHÁZ LÁNC	burger	pizza	bébiétel	étrend- kiegészítő
TESCO SK	0	1	6	0
SPAR AT	1	3	5	1

halkonzerv kínálati arányát összehasonlítva, elmondható, hogy a hazai kínálatban nagyobb mértékben található konzerv termékek, de a delikát termékek aránya ebben az esetben is alacsonyabb, ahogy a félkész és készételek aránya is. Nagyobb viszont, a pástétomok, halkrémek aránya. Érdekes, hogy ebben a kategóriában a SPAR Magyarországon három saját márkás terméket is forgalmaz, amiből kettő édesvízi halból készült (harcsa) miközben Ausztriában egyet sem. Az osztrák kínálatban különlegességek nagyobb arányát az ikrából készült termékek változatosabb megjelenése adja.

Táplálkozási szokások kialakulása

Vásárlói szokások alakítják az élelmiszer áruházak kínálatát, vagy a kínálat befolyásolja a szokásokat? A kérdésre nem tudjuk és nem is kerestük a választ, de témánk szempontjából fontosnak tartjuk kitérni a halat tartalmazó bébiétel választék helyzetére.

A csecsemő alapvető tápláléka az anyatej, amihez a hozzátáplálást 5 hónapos kortól lehet megkezdeni. Az elmúlt időszakban az általánosan elfogadott elv az volt, hogy a halat táplálékként 1 éves kor

után ajánlott bevezetni, mert hajlamosít az allergiára. Ez az álláspont napjainkra megdőlt, az EMMI (2019) ajánlása a következő:

„Amint elkezdődik a hozzátáplálás, naponta vasban dús hús, *hetente 1-2 alkalommal hal adása szükséges.*”

„Hús, máj és hal korai adása a későbbi életkorokban jó szomatikus növekedéshez, fejlődéshez és jobb kognitív funkciókhoz, képességekhez vezet.”

Ugyanezen dokumentum tartalmazza az alábbiakat is:

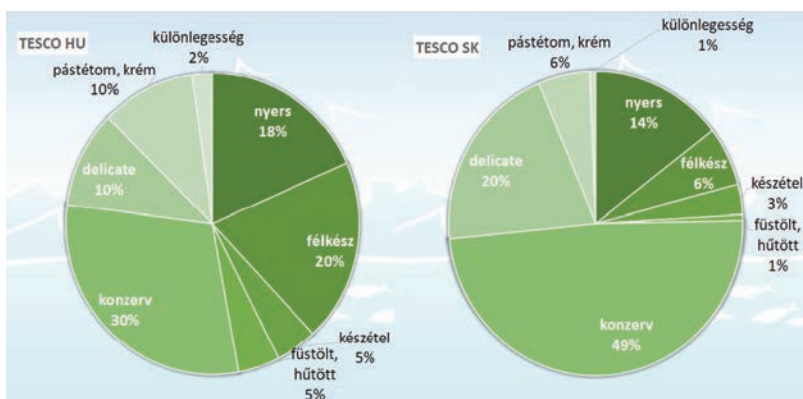
„A potenciálisan allergizáló ételek étrendbe történő bevezetésénél nincs szükség a többi szilárd táplálékhoz képest eltérő ajánlásra; a bevezetés elhalasztása ugyanis fokozza az allergia kialakulásának kockázatát.

– Nincs bizonyíték arra, hogy a potenciális allergén ételek (tej, tojás, hal, mogyoró) – késői, egy éven túli – bevezetése megelőzi az allergiát.

– bizonyíték van arra, hogy a túl késői bevezetés növeli az allergiás szenzitizálódás kockázatát és csökkenti a tolerancia kialakulásának a lehetőségét.”

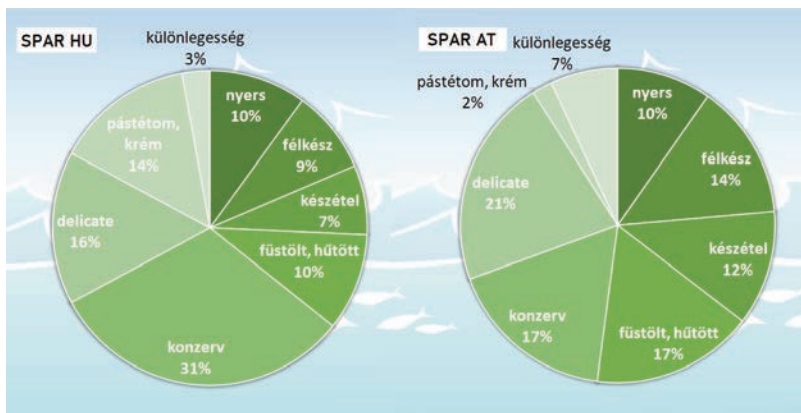
Ennek következtében a hozzátáplálás kezdetétől megkezdhető a csecsemők megismertetése a hallal. Már csak azért is, mert minél több ízt ismer meg a kezdetektől a kisdéd, annál elfogadóbb az új ízekkel kapcsolatban. Ráadásul egy francia kutatás szerint a csecsemők elfogadása a haltermék iránt jóval magasabb, mint a zöldség és gyümölcsfélék felé (Lange et al., 2013).

A *Dietary Guidelines for Americans* kiadványa (2020) külön foglalkozik a gyermekek halfogyasztásával, azt is bemutatva, milyen halakat fogyasszanak az egészségük érdekében (FDA, 2022). Figyelembe véve a halak lehetséges higanytartalmát három csoportot különítenek el: „legjobb választás”, „jó választás” és „elkerülendő”. A



13. ábra A magyar és a szlovák TESCO haltermék megoszlásának %-os aránya 2021-ben

Forrás: Saját készítés



14. ábra A magyar és az osztrák SPAR online webshop haltermék megoszlásának %-os aránya 2021-ben
Forrás: Saját készítés

„Best Choices” (legjobb) kategóriába sorolt halak gyermekeknek és várandós nőknek: szardella, vajhal, harcsa, kagyló, tőkehal, rák, hekk, hering, homár, márna, osztriga, makrél, sügér, csuka, lepényhal, tőkehal, lazac, szardínia, fésűkagyló, garnéla, tilápia, pisztráng, csikoshasú tonhal, maréna.

A gyermekek étkezési szokásaira jelentős hatással van a szülők étkezési viselkedése és preferenciái: ha a szülők egészséges ételt fogyasztanak és jó étkezési szokásokat mutatnak, a gyerekek is hajlamosak ezeket átvenni. Az otthoni és iskolai környezet, valamint az elérhető élelmiszerek típusa is meghatározza, hogy milyen ételkhez férhet hozzá a gyermek. Ha egészséges étel könnyen elérhető és vonzóak, az segíthet az egészségesebb étkezési szokások kialakulásában. A gyerekeknek természetes hajlama van olyan ételkhez, amelyek ízlenek nekik. Ezért lényeges, hogy már korán olyan ételt kínáljanak nekik, amelyek változatosak és táplálóak (Gahagan, 2013).

A csecsemők hallal való táplálása csökkentheti a csecsemőkori elhízás veszélyét is, ami egyre jelentősebb méreteket ölt a fejlett világ országaiban.

Fontos megemlíteni azt is, hogy a haltermékek fogyasztása már a terhesség alatt ajánlott, mivel a tudományos kutatások eredményei abba az irányba mutatnak, hogy a halfogyasztás segítheti a magzat kognitív fejlődését, a kolin tartalom pedig támogatja a gerincvelő kialakulását (FDA, 2022). Amennyiben az anya a szoptatás ideje alatt halat fogyaszt, akkor az anyatejvel való táplálás során a csecsemő már korai időszakban találkozik a hal ízével, aminek kedvező vagy kedvezőtlen hatásáról megoszlanak a vélemények.

Látható, hogy nagy jelentősége van annak, hogy már egészen kis kortól rendelkezésre álljanak a halat tartalmazó élelmiszerek, mind egészségügyi, mind étkezési szokások szempontjából.

A közeli Csehországban, ahol szintén alacsony a halfogyasztás, külön programot indítottak óvodás korúaknak a halételek megkedveltetésére: különböző halterméke-

ket: halgombócot, halkolbászt adnak az étkezések alkalmával és a kutatók azt vizsgálják, hogy a gyerekek milyen ízű, formájú és színű halételeket ennének a legszívesebben (Loctier, 2022).

Összefoglalás

A fejlettebb gazdaságokban az akvakultúrában termelt élelmiszerek feldolgozása a magas hozzáadott értékű termékek, például a fogyasztásra kész-ételek irányába tolódott el. 2020-ban a magas jövedelmű országokban az emberi fogyasztásra szánt akvakultúrából származó élelmiszer több mint 17 százaléka fagyasztott formában volt jelen, ezt követ-

te mintegy 26 százalék elkészített és tartósított formában, 13 százaléka pedig pácolt formában (FAO, 2022).

A kutatásunk során megállapítottuk, hogy bár a rendszeres halfogyasztás számos egészségügyi előnnyel jár, és az ENSZ táplálkozásról szóló jelentése is hangsúlyozza az akvakultúra ágazat jelentőségét, még mindig szükség van további erőfeszítésekre annak érdekében, hogy növeljük a hazai halfogyasztást. A magyarországi halfogyasztás növekedése potenciálisan elősegítheti az akvakultúra ágazat fejlődését, hozzájárulva a vidéki értékek, hagyományok és kultúra megőrzéséhez és a fenntartható fejlődési célok eléréséhez.

A halfogyasztás és a választási lehetőségek növelése nem csupán egyéni egészségünk, hanem a jövő generációk és a fenntartható táplálkozás szempontjából is kiemelt fontosságú. A tudatos választások révén hozzájárulhatunk egy egészségesebb és fenntarthatóbb jövő kialakításához. Ezen túl a haltermelés és fogyasztás ösztönzése lehetőségeket teremthet a gazdasági növekedésre és a vidéki közösségek megerősítésére.

Ugyanakkor számos kihívással is szembesülünk, mint például a fogyasztói fenntartások, a hal származásának és gyártójának hiányos információi, valamint az édesvízi haltermékek alacsonyabb elérhetősége, a mely tényezők mind számottevő hatással vannak a vásárlói választásokra. Ezért fontos a fogyasztói tudatosság növelése és az elérhető haltermékek kínálatának bővítése, különösen a környezetbarát és egészséges választási lehetőségek terén.

Az online vásárlás növekvő trendje lehetőséget kínál a fogyasztók számára, hogy könnyebben hozzáférjenek a különféle haltermékekhez, és megfelelő tájékoztatást kapjanak azok származásáról és előnyeiről. Ugyanakkor a választási lehetőségek korlátozottsága, a fenntartások és a termékinformáció hiánya akadályozhatja a fogyasztókat az adekvát döntések meghozatalában.

A rendszeres halfogyasztás előnyei, mint például a szív- és érrendszeri problémák kockázatának csökkenése és a fenntarthatóság előmozdítása, megkérdőjelezhetle-

nek. Az előttünk álló kihívások és lehetőségek tükrében a halfogyasztás és választási lehetőségek terén folytatott kutatások és kezdeményezések kulcsfontosságúak annak érdekében, hogy elősegítsük a társadalmi és környezeti fenntarthatóságot, valamint az egyéni és közösségi egészséget.

Hangsúlyozva a halfogyasztás és az akvakultúra ágazat fontosságát, arra ösztönözzük mind az akvakultúra ágazat szakembereit, mind a tudományos közösséget, mind a társadalmat, hogy vegyük számba mit lehet tenni, akár közösen, azért, hogy a lakosság haltermékek iránti elfogadása növekedjen. Az olyan intézkedések, mint a termékinformációk javítása, az édesvízi haltermékek kínálatának bővítése, a választék bővítése és a fogyasztói oktatás fontos lépések lehetnek a halfogyasztás növelése és a fenntartható fejlődés előmozdítása felé. Az egészséges életmód és a gazdasági fejlődés szempontjából a halfogyasztás tehát komoly figyelmet érdemel Magyarországon és más országokban egyaránt.

Irodalomjegyzék

Agrárközgazdasági Intézet (2019): Jelentés a halgazdálkodási ágazat működéséről 2018. év.

Agrárközgazdasági Intézet (2022): Jelentés a halgazdálkodási ágazat működéséről 2021. év.

Agrárközgazdasági Intézet (2023): Jelentés a halgazdálkodási ágazat működéséről 2022. év.

Bürgés, J.; Berzi-Nagy, L.; Gyalog, G. (2020): A magyar tógazdasági akvakultúra karbonlábnyoma, <https://haki.naik.hu/hakinapok/2020/haki-a-magyar-togazdasagi-akvakultura-karbonlabnyoma>

Cardiovasc J. Afr. (2021): Eating fish associated with significant health benefits: pooled analysis. Jul-Aug;32(4):227–31. PMID: PMC8756069., <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8756069/>

Dietary Guidelines for Americans (2020): Az Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériuma és az Egyesült Államok Egészségügyi és Humánszolgáltatási Minisztériuma (2020. december): Táplálkozási irányelvek amerikaiak számára, 2020-2025. 9. kiadás. Elérhető a [DietaryGuidelines.gov.honlapon](https://www.dietaryguidelines.gov/honlapon)

EMMI (2019): Az Emberi Erőforrások Minisztériuma szakmai irányelve az egészséges csecsemő (0–12 hónapos) táplálásáról. http://www.hbcs.hu/uploads/jogszabaly/2981/fajlok/EMMI_szakmai_iranyelve_%20csecsemo.pdf

FAO, 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>

FDA (2022): Advice about Eating Fish, <https://www.fda.gov/food/consumers/advice-about-eating-fish#note2>

Gahagan, S. (2013): The Development of Eating Behavior - Biology and Context, *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics* 33(3):p 261-271, April 2012. | DOI: 10.1097/DBP.0b013e31824a7baa

internet 1.: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/high-cholesterol-fish-to-avoid>, 2023.02.16

internet 2.: <https://www.amc.hu/belpiaci-hirek/lezarult-a-kapj-ra-halfogyasztast-osztonzo-projekt/1389/>

internet 3.: European Commission: https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/facts-and-figures/facts-and-figures-common-fisheries-policy/consumption_en

KSH (2023): <https://statinfo.ksh.hu/Statinfo>

Lange, C. et al (2013): Maternal feeding practices during the first year and their impact on infants' acceptance of complementary food

Loctier, D. (2022): Csehországban azon dolgoznak, hogy a gyerekek rászokjanak a halfogyasztásra, Euronews, <https://hu.euronews.com/green/2022/08/23/csehorszagban-azon-dolgoznak-hogy-a-gyerekek-raszokjanak-a-halfogyasztasra>

Magyar Dietetikusok Országos Szövetsége (MDOSZ) kutatás (2021): <https://haloldal.hu/2021/04/26/kutatas-a-magyarorszagi-halfogyasztasi-szokasokrol/>

Reacty Digital (2021): <https://veva.hu/2021/05/19/az-e-kereskedelem-egy-eve-mit-es-hogyan-vasaroltunk-online>

Temesi, Á.; Palotás, P.; Plasek, B. (2017): Kik a fogyasztói a különféle halfajoknak Magyarországon? *Gazdálkodás*, 61: 6 pp. 524-541. 17 p.

Törőcsik, M. (2014): https://halaszat.kormany.hu/download/1/d9/90000/honlapra0220_halfogyasztasi%20szokasok_kutatas_prezi.pdf

Eltérő fény spektrumokkal történő megvilágítás hatása a harcsa (*Silurus Glanis*) termelési és antioxidáns paramétereire intenzív (RAS) rendszerben

Kertész Attila¹, Csökmei Henrik¹, Molnár Péter¹, Bársony Péter¹, Fehér Milán¹

¹ Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Állattenyésztési Tanszék, Halbiológiai laboratórium

Összefoglalás

A harcsa iránti kereslet az elmúlt években bővült, ugyanakkor a termelés csak kismértékben növelhető tovább tógazdasági körülmények között, amely esetében a halfajt polikultúrás szerkezetben, a teljes népesítés mindössze néhány százalékában állítják elő. További problémát jelent, hogy a fogyasztók a 4-5 kg-os piaci méretet preferálják, azonban a 3 éves üzemformában az állományok kisebb része éri el ezt a tömeget, így sok esetben a piac által igényelt harcsát 4 év alatt tudják csak a termelők előállítani. A kereslet kielégítésére jó alternatívát biztosíthatnak az intenzív termelési technológiák, a hatékonyság növelése érdekében azonban további tartási és takarmányozási fejlesztések szükségesek. A harcsa nevelésének egyik szűk keresztmetszete, hogy a halfaj az éjszakai órákban, teljes sötétben táplálkozik intenzíven, ezáltal a mesterséges nevelés során alkalmazott megvilágítási protokoll jelentős hatással van a harcsa takarmányfelvételére. A megvilágítás szerepe emellett az állategészségügyi problémák, illetve a fajra jellemző kánnibalizmus megelőzése érdekében is kiemelt jelentőséggel bír. Kísérletünk során ezért az eltérő fény spektrumokkal történő megvilágítás termelési és néhány antioxidáns paraméterre gyakorolt hatását vizsgáltuk a harcsa zárt, recirkulációs rendszerben (RAS) történő nevelése során. A kutatás során 4 kezelést alkalmaztunk, egyenként 3-3 ismétlésben: Fehér fény (6000 K), Zöld fény (3000 K), Piros fény (1000 K), míg a Kontroll esetében teljes sötétben neveltük a halakat. A vizsgálat elején és végén egyesével megmértük a harcsák nedves testtömegét, majd bódítást követően medencénként 2-2 halból vért vettünk az antioxidáns paraméterek meghatározása érdekében. A 4 hetes kísérlet eredményei alapján megállapítottuk, hogy a legkedvezőbb termelési és antioxidáns paramétereket a teljes sötétben tartott kezelés produkálta, míg a Fehér fényrel történő megvilágítás negatívan befolyásolta az eredményeket.

Effects of different lighting protocols on the production and antioxidant parameters of European catfish (*Silurus Glanis*) in intensive water recirculation system (RAS)

Summary

The demand for European catfish (*Silurus glanis*) has increased in recent years, but production can only be increased to a small extent in a pond culture system, where catfish is produced in polyculture, with only a few percent of the total population. A further problem is that consumers prefer market sizes of 4-5 kg, but in the 3-year period of farming, only a minority of stocks reach this weight, so in many cases producers can only produce the catfish the market requires in 4 years. Intensive production technologies can provide a promising alternative to meet demand, but further improvements in production technology and feeding are needed to increase efficiency. One of the bottlenecks in the rearing of catfish is that the species feeds intensively in total darkness during the night, and the lighting protocol used in artificial rearing has a significant impact on the feed intake of catfish. The role of lighting is also of particular importance in preventing health problems and cannibalism. Therefore, the effects of illumination with different light spectra on the production and some antioxidant parameters were investigated during the rearing of catfish in a closed water recirculation aquaculture system (RAS). In this study, 4 treatments were set up, each with 3-3 replicates: white light (6000 K), green light (3000 K), red light (1000 K), while in the control, fish were reared in total darkness. At the beginning and end of the experiment, the wet body weight of the catfish was measured individually, and blood samples were taken from 2-2 fish per tank to determine antioxidant parameters. Based on the results of the 4-week experiment, it was found that the control treatment produced the most favourable production and antioxidant parameters, while the white light illumination had a negative effect on the results.

Bevezetés

A magyarországi akvakultúrában továbbra is meghatározó szerepet játszik a tógazdasági termelés, ugyanakkor az intenzív, zárt rendszerekben előállított étkezési hal mennyisége folyamatosan növekszik. A magyar intenzív üzemi haltermelés legnagyobb volumenben előállított halfaja az afrikai harcsa, amely a zárt rendszerben nevelt hal mennyiségének több, mint 90 %-át teszi ki (MA-HAL, 2022).

Az étkezésre szánt haltermékek piacával kapcsolatban elmondható, hogy Magyarországon 2021-ben az egy főre jutó halfogyasztás mintegy 6,5 kg volt, amely bár emelkedő tendenciát mutat, továbbra is messze elmarad az európai és a világ átlagától. A haza haltermelői számára további problémát jelent, hogy a magyar lakosság által elfogyasztott haltermékek jelentős hányada, közel 80%-a importból származik (MA-HAL, 2022). Általában a halhús-fogyasztás, illetve ezen belül a hazai akvakultúrában előállított halhús fogyasztás növelése – hatékony marketing és népszerűsítő programok megvalósítása mellett – nem képzelhető el a termék diverzifikáció, illetve a kínálat bővítése nélkül. Az őshonos harcsa kiváló húsmínőséggel rendelkezik, ezáltal megfelel a modern fogyasztói elvárásoknak (Horváth et al., 2011). A hazai akvakultúra hagyományos termékei, tehát a ponty és az afrikai harcsa mellett, a harcsa termelési volumenének növelése hozzájárulhat a halfogyasztás népszerűsítéséhez.

Számos vélemény szerint a harcsa a jövőben a magyar akvakultúra egyik sikerhala lehet. A faj iránti érdeklődés fellendülését jelezte, hogy az étkezési célra szánt legfontosabb ragadozó halak tógazdasági termelése 2019 és 2020 között mintegy 21%-kal bővült, ezen belül a harcsa részaránya közel 25%-kal emelkedett az előző évhez képest (MA-HAL, 2021). A halfaj iránti kereslet növekedése főként az étkezési haltermékek piacán jelent meg. Bár a fogyasztói kereslet folyamatos a harcsa iránt, a hazai tógazdasági termelésben mégsem sikerült stabilizálni a halfaj előállítási volumenét, mindezt jól mutatja az étkezési harcsa előállítás visszaesése 2021-ben (MA-HAL, 2022). Az okok között jelentős szerepe lehet annak, hogy a harcsa termelése csak kismértékben növelhető tovább extenzív halastavi körülmények között, a fokozódó kereslet kielégítésére ugyanakkor jó alternatívát biztosíthatnak az intenzív, illetve félintenzív (kombinált) technológiák.

A harcsa kiválóan beilleszthető a modern termelési rendszerekbe, mivel kedvező növekedési eréllyel rendelkezik, nevelése mesterséges takarmányokra alapozható, illetve a vízminőséggel szemben viszonylag tág tűréssel jellemezhető (Szabó et al., 2015). Az intenzív termelés során alkalmazott takarmányozási és tartási technológia fejlesztése érdekében a hazai kutatók számos javaslatot tettek (Havasi, 2014; Beliczky, 2019), illetve bizonyítást nyert, hogy a halfaj intenzív termelésbe történő bevezetésével a tenyésztési időszak jelentősen rövidíthető, mivel

technológiától függően a piaci méretű hal egy, illetve két év alatt is előállítható (Kovács et al., 2018; Borbély et al., 2020).

A harcsa recirkulációs rendszerben történő nevelésének egyik szűk keresztmetszetét a halfaj jól ismert fénykerülése adja (Zaikov et al., 2008). Mivel leginkább az éjszakai órákban táplálkozik intenzíven (Boujard, 1995), a teljes sötétben történő nevelés általában kedvezően befolyásolja a termelési paramétereket (Kozłowski & Poczyczyński, 1999; Kertész et al., 2022). A megvilágítás hiánya azonban rontja az emberi munkavégzés minőségét és hatékonyságát, amely kiemelten fontos, főként a fiatalabb korosztályok nevelése esetében.

A fény egyik legfontosabb jellemzője a spektrális összetétel, mivel a különböző hullámhosszú fénysugarak eltérő mértékben hatolnak át a vízben. A legtöbb halfaj fejlett színérzékeléssel rendelkezik, így a nevelés során alkalmazott színhőmérséklet jelentős hatással van a termelési paraméterekre (Ruchin, 2004). A juvenilis harcsa számára megfelelő megvilágítással (színhőmérséklet, fényintenzitás) kapcsolatban egyelőre alig állnak rendelkezésre irodalmi adatok (Plácintá et al., 2020), így kísérletünk célja a halfaj zárt recirkulációs rendszerben történő nevelése során alkalmazott megvilágítás optimalizálása volt a halak termelési, illetve a rövid és hosszútávú stresszparamétereinek vizsgálatá alapján.

Anyag és módszer

A 28 napos kísérletet a DE MÉK Halbiológiai laboratóriumának egyik recirkulációs rendszerében állítottuk be. Az egység 12 db, 350 literes műanyag körmedencéből állt. A kísérleti beállítások összehasonlítása érdekében a termelési teszt időtartama alatt teljes elsötétítést alkalmaztunk, a terem ablakait fekete fóliával letakartuk. A kísérlet során 4 kezelést alkalmaztunk, egyenként 3-3 ismétlésben. A kontroll (K) kezelés esetében a halakat teljes sötétségben neveltük, míg a másik három beállítás során különböző LED megvilágításokat állítottunk be: Piros fény – 1000 kelvin, Zöld fény – 3000 kelvin, Fehér fény – 6000 kelvin. A kísérlet során 24 órás megvilágítást alkalmaztunk. A fényintenzitás minden kezelés esetében 150 lux (PKT-5065 LUXMETER) volt. A lámpatesteket a medencék felé szereltük fel (1. kép).

A termelési tesztbe mesterséges szaporításból származó, egynyaras harcsaállományt vontunk be, amelyet a vizsgálatot megelőzően intenzív, zárt rendszerben neveltünk elő. A kísérlet kezdetén a halak átlagos egyedi nedves testtömege $210,95 \pm 3,87$ gramm volt. Minden medencébe 10-10 egyedet helyeztünk ki, a kísérlet kezdetén a biomassa sűrűség $2,1$ kg/medence volt. Az állomány számára egy hét akklimatizációs időszakot biztosítottunk, majd a halakat 4 hétig neveltük a kísérleti beállításoknak megfelelően. A halállományt a kísérlet során kereskedelmi forgalomban kapható száraz táppal (AQUA BIO; Catfish



1. kép: Kísérleti recirkulációs (RAS) rendszer

Grower 43/13; 4,5 mm) etettük. A napi takarmányadagot a testtömeg 3,5%-ban határoztuk meg, a takarmány kijuttatása napi háromszori megosztásban, kézzel történt. Az ürüléket szivornyacső segítségével minden nap eltávolítottuk a medencék aljáról.

A kísérlet során a vízhőmérsékletet ($23,6 \pm 0,7$ °C) és az oldott oxigén koncentrációt (minimum 80%) naponta, medencénként mértük (HACH HQ30D). A nitrogénformák ($\text{NH}_3\text{-N}$: 0,24-0,44 mg/l; $\text{NO}_2\text{-N}$: 0,2-0,66 mg/l; $\text{NO}_3\text{-N}$: 1,05-1,13 mg/l) alakulását hetente ellenőriztük, HACH DR3900 spektrofotométer segítségével.

A kísérlet kezdetén és végén egyesével, digitális mérleg segítségével meghatároztuk a halak nedves testtömegét, a termelési paramétereket a következő képletek alapján határoztuk meg:

- Megmaradás: $S (\%) = (\text{lehalászott darabszám/kihelyezett darabszám}) \times 100$
- Növekedési ütem: $\text{SGR} (\%) = (\ln W_f - \ln W_i) / t \times 100$, ahol: W_f : végső testtömeg (g), W_i : kezdő testtömeg (g), t : napok száma
- Takarmányértékesítés: $\text{FCR} (\text{g/g}) = F / (W_f - W_i)$, ahol: F : a kísérlet során kietetett takarmány mennyisége szárazanyagban (g), W_f : végső testtömeg (g), W_i : kezdő testtömeg (g)
- Homogenitás: $\text{CV} (\%) = (\text{szórás}/\text{átlag}) \times 100$

A testtömeg adatok felvételezését követően a halakat szegfűszeg olajos oldatban bódítottuk, majd a farokvénából 0,5 x 40 mm-es tűvel, 1 ml-es egyszer használatos inzulinos fecskendő segítségével medencénként 2-2 harcsából ($n=6/\text{kezelés}$) vért vettünk. A mintavétel során 2 ml összeszevont mintát EDTA-csővekbe gyűjtöttünk és heparint adtunk hozzá az alvadás megelőzése érdekében. A minta

előkészítése során az EDTA-csőveket 4 °C-on 2500 rpm-en 10 percre centrifugáltuk. A felülészóban elvált plazmát Eppendorf-csővekbe pipettáztuk és további felhasználásig -20 °C-on, fagyaszta tároltuk. A vérmintákból laboratóriumi körülmények között a következő antioxidáns paramétereket határoztuk meg: kortizol (Fish Cortisol ELISA Kit, PRS 0006FI); kataláz (Catalase Activity Assay Kit, ab83464); C-vitamin (Ascorbic Acid Assay Kit, ab65656); E-vitamin (Fish Vitamin E, ELISA Kit, PRS 0060FI); malondialdehid – MDA (Lipid Peroxidation Assay Kit, ab118970).

A termelési és antioxidáns paraméterek adatainak statisztikai értékelése során IBM SPSS 22 szoftvert használtunk. A varianciák homogenitását Levene-teszttel ellenőriztük. Az eredmények összehasonlítása érdekében egytényezős variancia-analízist (ANOVA) alkalmaztunk. A szignifikáns különbségek megállapítása Tukey-teszttel történt ($p < 0,05$).

Eredmények és értékelésük

A kísérlet során elhullást nem tapasztaltunk, a megmaradás minden kezelés esetében 100% volt. A vizsgálat zárásakor az egyedsúlyok vonatkozásában a legjobb eredményt a teljes sötétben történő nevelés ($421,13 \pm 52,78$ gramm) produkálta, ahol a végső testsúly statisztikailag igazolhatóan nagyobb volt a fehér fényel megvilágított csoportok ($347,22 \pm 6,85$ gramm) adataihoz képest. A piros és a zöld fényel megvilágított állományok adatai nem tértek el szignifikánsan a másik két kezelés eredményeitől (1. táblázat).

A halak növekedési üteme a kísérlet során $1,50 \pm 0,01$

1. táblázat: A halak termelési paraméterei a kísérlet végén

Kezelés	S (%)	BW _i (g)	BW _f (g)	SGR (%/nap)	FCR (g/g)	CV%
Kontroll	100	213,40±35,50	421,13±52,78 ^b	1,99±0,34	1,66±0,43	27,32±9,71
Piros– 1000 K	100	211,29±42,60	367,56±28,32 ^{ab}	1,62± 0,22	2,16±0,41	20,07±2,59
Zöld– 3000 K	100	210,75±35,25	369,60±12,31 ^{ab}	1,65±0,07	2,08± 0,12	15,29±3,06
Fehér– 6000 K	100	208,35±32,22	347,22±6,85 ^a	1,50±0,01	2,38±0,06	21,49±7,69

%/nap (F) és $1,99 \pm 0,34$ %/nap között alakult (K), a kezelések között nem volt szignifikáns különbség (1. táblázat). A kapott eredmények kedvezőbbek a Plácintá et al. (2020) által közölt adatoknál, amelyeket a szerzők hasonló körülmények között értek el.

A takarmányértékesítés és az állomány egyöntetősége szempontjából a kísérlet zárásakor nem mutattunk ki szignifikáns eltéréseket (1. táblázat). A takarmányértékesítés a vizsgálat alatt $1,66 \pm 0,43$ g/g (K) és $2,38 \pm 0,06$ g/g (F) között alakult, a piros és a zöld fénnel megvilágított kezelések esetében egyaránt 2 g/g feletti értékeket tapasztaltunk. A Kovács et al. (2018) által bemutatott, háromfázisú intenzív harcsa nevelés során a szerzők az ivadéknvelési fázisban (0 – 535 gramm) $0,89$ kg/kg-os, míg a nevelés befejező szakaszában (535 - 3610 gramm) $1,24$ kg/kg-os FCR értékekről számolnak be. Plácintá et al. (2020) kísérletükben a színhőmérséklet és a fényintenzitás harcsa termelési paramétereire gyakorolt hatásait vizsgálták recirkulációs rendszerben. A teszt során átlagosan 63 grammos egyedeket helyeztek ki, a kísérlet zárásakor az egyedi átlagos testtömeg 115 - 121 gramm volt. A takarmányozási együtthatóra (FCR) vonatkozóan $1,31$ és $1,44$ gramm/gramm közötti értékeket adtak meg. Kísérletünk során az oxigén telítettséget levegőztetéssel tartottuk fent, így a harcsa számára szükséges, 80% feletti értékek biztosításához, főként a vizsgálat második szakaszában, elengedhetetlen volt a medencékben a vízátfolyás növelése. Az általunk elért, irodalmi adatoknál magasabb FCR értékek feltehetően annak köszönhetőek, hogy a kietetett takarmány egy részét a halak nem fogyasztották el, hanem az intenzív vízátfolyás kimosta a kádakból, így az nem hasznosult.

Az állományok egyöntetőségének vizsgálata kiemelt jelentőséggel bír a harcsa intenzív nevelése során, mivel a szétnevelés, illetve az egyedek közötti méretbeli eltérések agresszióhoz, végső esetben kannibalizmushoz is vezethet. Az állományok egyöntetőségének jellemzéséhez a CV% mutatót használtuk, a kapott értékek között a kísérlet végén nem találtunk statisztikai eltéréseket (1. táblázat). Az eredmények megfelelnek a háromfázisú harcsa nevelésre vonatkozó, Kovács et al. (2018) által közölt adatoknak.

Az antioxidáns paraméterek adatai alátámasztották a vizsgált termelési mutatók vonatkozásában kapott eredményeket (2. táblázat). A kortizol és a kataláz általánosan ismert stressz indikátorok a halak esetében. A kísérlet

végén a teljes sötétben nevelt kezeléskből származó halak esetében szignifikánsan igazolható ($p < 0,05$) alacsonyabb kortizol és kataláz koncentrációt mértünk a többi kezeléshöz képest. Mindkét antioxidáns paraméterrel kapcsolatban kijelenthető, hogy a legkedvezőtlenebb eredményt a Fehér fénnel megvilágított csoportok mutatták. A megnövekedett kortizol és kataláz szint stressz állapotot jelez a szervezetben (Wendelaar-Bonga, 1997; Aziz et al., 2019).

A malondialdehid a lipidperoxidáció egyik bomlás-terméke, amelynek jelenléte a szabad gyökök aktivitását jelzi a szervezetben (Halliwell & Chirico, 1993; Vinagre et al., 2012). Az MDA koncentráció vonatkozásában a legkedvezőbb eredményeket szintén a teljes sötétben nevelt csoport adta, míg a legmagasabb, vagyis legkedvezőtlenebb értékeket a Fehér fénnel megvilágított kezelés esetében tapasztaltuk.

A különböző vitaminok fontos részét képezik a halak antioxidáns védelmi rendszerének, koncentrációjuk szoros összefüggést mutat a stresszel és a betegségekkel (Vélez-Alavez et al., 2014). A C- és E-vitamin halak szervezetében mért szintje alkalmas az antioxidáns rendszer jellemzésére. A C-vitamin az egyik legfontosabb antioxidáns molekula (Henrique et al., 1998; Montero et al., 1999). A kísérlet zárásakor a legmagasabb C-vitamin koncentrációt a teljes sötétben történő nevelés eredményeként mértük, amely feltehetően annak köszönhető, hogy a halak nem használták fel vitaminkészleteiket az oxidatív stressz elleni védekezésre.

Az E-vitamin részt vesz az immunválaszban, legfontosabb funkciója az oxidatív stressz elleni védelem (Wilhelm-Filho, 2007). Az E-vitamin koncentrációjával kapcsolatban elmondható, hogy a Fehér fénnel megvilágított kezelés esetében szignifikánsan a legalacsonyabb értékeket mértük, amely szintén arra utal, hogy ez a megvilágítás jelentette a legnagyobb stresszt a halak számára. Az E-vitamin tartalom vonatkozásában, a legjobban a Zöld fénnel megvilágított csoportok teljesítettek, amelyekben szignifikánsan igazolható ($p < 0,05$) magasabb koncentrációt mértünk, mint a teljes sötétben nevelt csoport esetében. A legrosszabb eredményeket ebben az esetben is a Fehér kezelés adta.

A termelési és antioxidáns paraméterek vizsgálata alapján megállapítottuk, hogy bár a teljes sötétben történő nevelés a leghatékonyabb a harcsa zárt, recirkulációs rendszerben történő nevelése során, a piros és a zöld fénnel

2. táblázat: A halak antioxidáns paraméterei a kísérlet végén

Kezelés	Kortizol mg/ mL	Kataláz mU/ml	MDA nmol/ml	E-vitamin nmol/L	C-vitamin nmol/ml
Kontroll	$44,19 \pm 0,97$ ^a	$5,13 \pm 0,41$ ^a	$162,81 \pm 3,66$ ^a	$345,59 \pm 22,92$ ^b	$130,78 \pm 15,54$ ^c
Piros- 1000 K	$50,11 \pm 1,25$ ^c	$6,05 \pm 0,48$ ^b	$176,85 \pm 5,67$ ^b	$371,10 \pm 15,06$ ^c	$106,24 \pm 2,79$ ^b
Zöld- 3000 K	$47,29 \pm 1,37$ ^b	$6,44 \pm 0,57$ ^b	$221,42 \pm 4,20$ ^c	$364,04 \pm 13,99$ ^{bc}	$94,50 \pm 5,38$ ^b
Fehér- 6000 K	$52,28 \pm 1,06$ ^d	$7,56 \pm 0,42$ ^c	$236,85 \pm 3,25$ ^d	$52,28 \pm 1,06$ ^a	$60,39 \pm 9,75$ ^a

való megvilágítás a fehérhez képest kevésbé zavarja a halakat. Mindez arra utal, hogy a piros és a zöld fénnel történő megvilágítás hatékony lehet a harcsa intenzív nevelése során, hiszen a termelési paramétereket nem befolyásolják kedvezőtlenül, ugyanakkor lehetővé teszik az állomány szintű kezelésekhez szükséges beavatkozások megfelelő módon történő végrehajtását. Eredményeinket megerősítik a Plácintá et al. (2020) által közölt adatok, melyek szerint a juvenilis harcsa a fehér fénnel (260 lux) szemben kedvezőbb növekedést mutatott zöld fénnel (80 lux) való megvilágítás esetén.

Köszönetnyilvánítás

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

Irodalomjegyzék

Aziz, M.A., Diab, A.S., Mohammed, A.A. (2019): Antioxidant categories and mode of action. In: Antioxidants. Eds. Shalaby, E.; IntechOpen: London, UK. 3–22.

Beliczky, G.P. (2019): Kombinált (intenzív-extenzív) harcsanevelési technológia elemeinek vizsgálata a környezeti és termelési paraméterek függvényében. Doktori (PhD) értekezés, Keszthely

Borbély, R., Borbély, Gy., Csorbai, B. (2020): A továbbfejlesztett Tó-A-Tóban rendszer alkalmazhatóságának vizsgálata a Jászakiséri Halas Kft.-nél. Halászat-Tudomány, Vol. 6/2. 4–8.

Boujard, T. (1995): Diel rhythms of feeding activity in the European catfish, *Silurus glanis*. Physiology & Behavior, 58: 641-645.

Halliwell, B., Chirico, S. (1993): Lipid peroxidation: Its mechanism, measurement, and significance. The American Journal of Clinical Nutrition. 57, 715S–725S.

Havasi, M. (2014): A harcsa (*Silurus glanis*) növényi fehérje alapú takarmányozásának megalapozása intenzív rendszerben. Doktori (PhD) értekezés, Keszthely

Henrique, M.M.F., Gomes, E.F., Gouillou-Coustans, M.F., Oliva-Teles, A., Davies, S.J. (1998): Influence of supplementation of practical diets with vitamin C on growth and response to hypoxic stress of seabream, *Sparus aurata*. Aquaculture. 161, 415–426.

Horváth, L., Urbányi, B., Horváth, Á. (2011): A harcsa (*Silurus glanis*) biológiája és tenyésztése. Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő.

Kertész, A., Bereczki, G., Bársony, P., Fehér, M. (2022): A megvilágítás és a takarmányozás szerepének vizsgálata

a harcsa (*Silurus glanis*) intenzív lárwanevelése során. Állatteny. takarm. 71 (2), 105-114.

Kovács, Gy., Wéber, Cs., Bogár, K., Fazekas, Gy., Beliczky G., Havasi, M. (2018): Háromfázisú szürkeharcsa (*Silurus glanis*) nevelés recirkulációs rendszerben? Halászat-Tudomány, Vol. 4/2. 11-16.

MA-HAL Magyar Akvakultúra és Halászati Szakmaközi Szervezet (2021): Jelentés a Szervezet működésének 2020. évi eredményeiről

MA-HAL Magyar Akvakultúra és Halászati Szakmaközi Szervezet (2022): Jelentés a Szervezet működésének 2021. évi eredményeiről

Montero, D., Marrero, M., Izquierdo, M.S., Robaina, L., Vergara, J.M., Tort, L. (1999): Effect of vitamin E and C dietary supplementation on some immune parameters of gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles subjected to crowding stress. Aquaculture. 171, 269–278.

Plácintá, S., Crețu, M., Cristea, V., Grecu, I. (2020): The impact of environmental light on growth performance of juvenile catfish (*Silurus glanis* L., 1758) reared in a recirculating aquaculture system. Scientific Papers. Series D. Animal Science. Vol. LXIII, No. 2. 458-463.

Ruchin, A.B. (2004). Influence of colored light on growth rate of juveniles of fish. Fish Physiology and Biochemistry, 30, 175-178.

Szabó, T., Radics, F., Borsos, Á., Urbányi, B. (2015): Comparison of the Results from Induced Breeding of European Catfish (*Silurus glanis* L.) Broodstock Reared in an Intensive System or in Pond Conditions. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 15: 385-390.

Vélez-Alavez, M., Méndez-Rodríguez, L.C., De Anda Montañez J.A., Humberto Mejía, C., Galván-Magaña, F., Zenteno-Savín, C. (2014): Vitamins C and E concentrations in muscle of elasmobranch and teleost fishes. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology. Vol. 170. 26-30.

Wendelaar Bonga, S.E. (1997): The stress response in fish. Physiological Reviews 77. 591–625.

Wilhelm-Filho, D. (2007): Reactive oxygen species, antioxidants and fish mitochondria. Front. Biosci., 12. 1229-1237.

Vinagre, C., Madeira, D., Narciso, L., Cabral, H.N., Diniz, M. (2012): Effect of temperature on oxidative stress in fish: Lipid peroxidation and catalase activity in the muscle of juvenile seabass, *Dicentrarchus labrax*. Ecological Indicators. 23, 274–279.

Zaikov, A., Iliev, I., Hubenova, T. (2008): Investigation on growth rate and food conversion ratio of Wels (*Silurus glanis* L.) in controlled conditions. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 14 (No2). 171-175.

Survey of ectoparasite diversity in different rearing systems (fish ponds and RAS) at a fish farm

Wan Muhammad Hazim Wan Sajiri^{1,2}, Csaba Székely¹, Boglárka Sellyei¹

¹HUN-REN Veterinary Medical Research Institute, 21, Hungária krt, H-1143, Budapest, Hungary

² Doctoral School of Animal Biotechnology and Animal Science (Agricultural Science), Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, 1. Páter Károly str, H-2100, Gödöllő, Hungary

Összefoglalás

A recirkulációs akvakultúra rendszerek (RAS) egyedülálló környezetet teremtenek a haltenyésztéshez, de az alkalmazásuk során előálló stresszhatások, mint amilyen a nem megfelelő vízminőség vagy a nagy állománysűrűség a nevelőkádakban, hozzájárulnak a halak ellenálló-képességének csökkenéséhez, és a különböző betegségek kialakulásához. A zárt rendszerekben a paraziták megjelenésével és felszaporodásával kialakuló esetekről szóló ismereteink jelenleg korlátozottak. Jelen előzetes tanulmány a külső élősködők jelenlétének és változatosságának felmérését célozta RAS-ban a nevelés során, összevetve az azonos mellékcsatornából táplált halastavakban tapasztaltakkal. Összesen, 7 halfajból (süllő, *Sander lucioperca*; lesőharcsa, *Silurus glanis*; menyhal, *Lota lota*, naphal, *Lepomis gibbosus*; ezüstkárász, *Carassius auratus gibelio*; compó, *Tinca tinca* és sügér, *Perca fluviatilis*) származó 323 halat vizsgáltunk meg a két tenyésztési rendszerben (RAS n = 260 és halastó n = 63). A paraziták jelenlétére vonatkozó adatokat bőrkaparékból és kopoltyú-biopsziás mintákból határoztuk meg fénymikroszkóp alatt. Összesen 9 különböző egysejtű protozoa (*Chilodonella* sp., *Coleps* sp., *Ichthyobodo (Costia)* sp., *Tetrahymena* sp., *Trichodina* sp., *Apiosoma* sp., *Capriniana* sp., *Epistylis* sp., *Vorticella* sp.), és 4 monogenea nemzetség (Dactylogyrids – *Dactylogyrus* sp., *Onchocleidus* sp., *Ancyrocephalus* sp.; és Gyrodactylids – *Gyrodactylus* sp.) tagjai voltak kimutathatók a két rendszerben. A megfigyelt külső élősködők sokfélesége számottevően alacsonyabb volt a RAS-ban, kimutathatóságuk a halak testfelszínére korlátozódott. Ezzel szemben az ektoparaziták faji változatossága a halastóból származó mintákban szélesebb volt, és egyedeik mind a testen, mind a kopoltyúkon megtalálhatók voltak. A tanulmányból nyert ismeretek alapul szolgálhatnak a paraziták fertőzöttségek előrejelzéséhez és az optimális kezelési gyakorlatok meghatározásához a RAS-ban bekövetkező veszteségek kockázatának csökkentése érdekében.

Summary

Recirculating systems (RAS) create unique environments for fish culture, but the stressful conditions

such as poor water quality or high stocking density in the culture tanks, may contribute to disease outbreaks. In RAS knowledge of parasite accumulation is limited. Our survey investigated the presence and diversity of ectoparasites on fish in RAS compared to in fish ponds fed from the same tributary channel. A total of 323 fish from 7 fish species (pikeperch, *Sander lucioperca*; European catfish, *Silurus glanis*; burbot, *Lota lota*; pumpkinseed, *Lepomis gibbosus*; gibel carp, *Carassius auratus gibelio*; tench, *Tinca tinca* and perch, *Perca fluviatilis*) were examined in both culture systems – RAS (n = 260) and fish ponds (n = 63). Data on the presence of parasites were obtained from skin scrapings and gill biopsy samples under the light microscope. A total of 9 different protozoan genera (*Chilodonella* sp., *Coleps* sp., *Ichthyobodo (Costia)* sp., *Tetrahymena* sp., *Trichodina* sp., *Apiosoma* sp., *Capriniana* sp., *Epistylis* sp., *Vorticella* sp.), and 4 monogean genera (Dactylogyrids – *Dactylogyrus* sp., *Onchocleidus* sp., *Ancyrocephalus* sp.; and Gyrodactylids – *Gyrodactylus* sp.) were detected in both systems. The diversity of ectoparasites in RAS was notably lower and restricted to the body surface of the fish. In contrast, the variety of ectoparasites was higher in fish from the pond and could be detected both on the body and on the gills. The knowledge gained from the study could serve as the basis for predicting future outbreaks and defining the optimal management practices to reduce the risk of losses in RAS.

Introduction

The recirculating aquaculture system (RAS) is an advanced technological practice in aquaculture in which the water is (partially) reused after treatment (Rosenthal et al., 1986), operating with an almost completely closed circuit. The filtration processes used either remove accumulated superfluous products such as solid waste, ammonium, and CO₂ or convert them into non-toxic products. Thus, RAS offers several advantages, including reduced water consumption (Verdegem et al., 2006), advanced waste disposal and nutrient recycling options (Piedrahita, 2003), biological pollution control (Zohar et al., 2005), and higher levels of welfare and disease manage-

ment (Summerfelt et al., 2009; Tal et al., 2009). However, in RAS, water quality is a more critical parameter than in large ponds or flow-through systems (Yanong, 2004). Fluctuations in water quality, such as temporary increases in ammonia and nitrate levels, have immunosuppressive effects on fish, increasing their susceptibility to pathogens (bacteria, parasites, fungi, and viruses) and the possibility of disease outbreaks.

The number of studies on fish diseases in RAS systems is scarce and mainly focused on bacterial pathogens. However, the primary source of disease for fish raised in ponds is parasites, including protozoans, monogeneans, trematodes, crustaceans, nematodes, acanthocephalans, and cestodes. Among them, external parasites (e.g., protozoans, monogeneans, and crustaceans) hold considerable importance. It can be assumed that some of these parasites may enter the closed system, either through water, equipment, or human mediation, even with good health management. Parasites with a direct life cycle - without an intermediate host - such as protozoans and monogeneans, pose a major threat in RAS as they multiply rapidly through close fish-to-fish contact due to the high stocking density required for production. When a parasite infects a fish within a RAS, it proliferates, and the disease spreads rapidly (Yanong et al., 2021).

This study aims to acquire knowledge about the abundance and diversity of parasites infecting fish species in RAS compared to the situation in ponds, utilizing water from the same tributary channel. Data collection focused on two farmed species, the pikeperch (*Sander lucioperca*) and the European catfish (*Silurus glanis*), which are considered promising for aquaculture, especially in Hungary. These species were listed among the eight most important species of aquaculture production in 2020 (FAO, 2023). In addition, several other fish species (burbot, *Lota lota*; pumpkinseed, *Lepomis gibbosus*; gibel carp, *Carassius auratus gibelio*; tench, *Tinca tinca*; and perch, *Perca fluviatilis*) cohabiting with target fishes in the pond were also investigated.

Methodology

The samples were collected between February and June 2022 at a fish farm operating RAS near Pécs, Hungary (the exact location is not disclosed for confidentiality reasons). Samplings took place at regular intervals (once a week) during fish-rearing, which lasted eight to twelve weeks in the RAS. Five to ten of fish were examined and dissected during each sampling. The weight and length of fish were measured, and gross clinical signs were recorded. The presence of ectoparasites was determined from skin scraping smears and gill biopsies excised from the gill filaments of the proximal arch, following the method outlined by Gussev (1983). Additionally, samples were also collected from the earthen pond next to the RAS

facilities. The parasites found were observed under a compound light microscope and counted. The classical epidemiological variable (prevalence) was calculated according to Bush et al. (1997).

Results and Discussions

A total of 323 fish were investigated throughout the survey in both culture systems – RAS (n = 260) and fish pond (n = 63). The fish belonged to 7 species including *Sander lucioperca* (195), *Silurus glanis* (96), *Lota lota* (10), *Lepomis gibbosus* (10), *Carassius auratus gibelio* (5), *Tinca tinca* (5), and *Perca fluviatilis* (2). The detailed parameters of the fish body are provided in Table 1.

Throughout the survey, the detected ectoparasites primarily belonged to unicellular (both motile and sessile) eukaryotes, representing 9 different protozoan genera (*Trichodina* sp., *Apiosoma* sp., *Capriniana* sp., *Ichthyobodo* (*Costia*) sp., *Epistylis* sp., *Tetrahymena* sp., *Vorticella* sp., *Coleps* sp., *Chilodonella* sp.). In addition, monogeneans were observed in gill biopsies (Dactylogyrids – *Dactylogyrus* sp., *Ancyrocephalus* sp., *Onchocleidus* sp.) and skin scraping smears (Gyrodactylids – *Gyrodactylus* sp.) (Figure 1). The total number and prevalence of these parasites in different fish species are listed in Table 2.

Comparing the infection data of fish from two culturing systems, the diversity and number of parasites detected in the RAS system were significantly lower than in individuals from the pond (Table 3). This finding aligns with Murray et al. (2014), where fish in ponds were exposed to the immunosuppressive effects of the environment, as opposed to the milieu with controlled parameters of the RAS. Of course, regular preventive fish health management also played a crucial role in limiting the number of parasites. In the studied RAS system, the gills of the fish were free of parasites, and pathogens could only be detected on the body surface (Figure 2 – 5). In the pond, however, ectoparasites could be found both on their bodies and gills (Figures 2 – 3, 6 – 8). Although protozoan parasites typically have a broad host range, some of them (*Chilodonella* sp., *Capriniana* sp., *Vorticella* sp.) were only detected in *S. lucioperca* (Table 3). Among the 7 fish species studied, the pikeperch exhibited the most diverse parasite population, which is not surprising given its classification as a highly stress-sensitive domestic fish species (Baekelandt et al., 2018; Németh et al., 2013).

In terms of species distribution, the abundance of *Tetrahymena* sp. (13) and *Epistylis* sp. (12) was characteristic of the parasite population in the RAS. In contrast, fish collected from the pond were predominantly infected with *Trichodina* sp. (>1000), followed by Dactylogyrids (108). *Trichodina* sp. was detected in all fish species observed in the pond but was absent in the RAS system. *Trichodina*, a ciliated ectoparasite commonly found in freshwater and

Table 1: Average size of fish investigated.
1. táblázat. A vizsgált halak főbb testparaméterei.

Species	Group Size (No. of Sample)	Weight (g)	Length (cm)
<i>S. lucioperca</i>	0 - 3 cm (60)	-	1.64 ± 0.60
	3 - 10 cm (105)	2.72 ± 2.34	5.8 ± 2.20
	10 - 30 cm (10)	123.16 ± 67.83	23.55 ± 4.43
	40 - 70 cm (20)	2580.00 ± 923.01	57.65 ± 8.22
<i>S. glanis</i>	0 - 2.5 cm (15)	-	1.77 ± 0.46
	2.5 - 10 cm (70)	1.27 ± 1.11	5.13 ± 1.54
	50 - 100 cm (11)	4994.55 ± 4254.77	85.09 ± 19.71
<i>L. lota</i>	0 - 2 cm (5)	-	1.72 ± 0.08
	20 - 30 cm (5)	177.8 ± 50.86	24.40 ± 4.04
<i>C. auratus gibelio</i>	10 - 15 cm (5)	29.36 ± 5.76	12.30 ± 0.84
<i>L. gibbosus</i>	5 - 15 cm (10)	14.26 ± 6.55	9.80 ± 1.40
<i>T. tinca</i>	10 - 20 cm (5)	69.96 ± 17.3	16.60 ± 2.22
<i>P. fluviatilis</i>	5 - 10 cm (2)	10.99 ± 6.21	9.50 ± 1.41

marine fish systems (Margolis & Arthur, 1979), rarely acts as the primary cause of fish mortality. However, when present in exceptionally high numbers, it may lead to mortality. More commonly, it irritates the skin, predisposing fish to secondary infections with opportunistic bacteria. Infection by this ectoparasite can be a potential risk factor for more serious pathogens (Rokhmani, 2009).

In addition to unicellular parasites, monogeneans (*Dactylogyrus* sp., *Onchocleidus* sp., *Ancyrocephalus* sp. and *Gyrodactylus* sp.) were also found on the gills and body of fish from the pond. Monogeneans constitute an extremely diverse group of obligate ectoparasites commonly found in both marine and freshwater fish. They reproduce rapidly through a direct life cycle, particularly thriving in artificial environments such as aquacultures and fish farms. In these settings, they often exert detrimental effects on the health of their hosts (Buchmann & Bresciani, 2006).

Depending on the species, monogeneans either adhere to the gills or move freely on the skin, fins, scales, or eyes of their hosts, where they feed on epidermal cells, mucus, or blood. Through attachment and feeding, monogeneans induce histopathological changes in their host's epithelium, creating a gateway for secondary bacterial and viral infections – significant risks associated with infection by these parasites. The genera *Dactylogyrus* and *Gyrodactylus* are dominant monogenean parasites in freshwater, followed by *Paradiplozoon* and *Ancyrocephalus* (Urdes et al., 2023). *Dactylogyrus* spp. typically parasitize the gills of their hosts. Severe infections can lead to excessive mucus production and lamellar hyperplasia, resulting in signs of asphyxia manifested by rapid respiratory movements. *Gyrodactylus* spp. usually attach to the body, causing excessive mucus production, hyperpigmentation of the skin, fin erosions, flashing behavior, and lethargy. Due to the low incidence of these parasites in the survey, typical

clinical symptoms mentioned above could not be observed. Controlling these parasites is challenging if they enter the system due to negligence. Conventional treatment of monogenean infections in fish relies on chemotherapy, including praziquantel (not authorized for food fish), organophosphates (no longer permitted by the European Union), and formalin (with very limited efficacy) (Zorin et al. 2019).

Monogeneans are considered as highly host-specific parasites (Kearn, 1998; Whittington et al., 2000). Their infections are typically limited to one or several closely related host species, and on the one hand, they are considered niche-specific, i.e., colonization is confined to certain microhabitats within the same host species (Šimková et al., 2006). In the context of RAS, monogeneans play a crucial role as these parasites exhibit a direct, single-host, water-borne life cycle with no intermediate hosts (Hutson et al., 2018). This evolutionary advantage can result in high morbidity and mass mortality in farmed populations, leading to significant economic losses in aquacultural enterprises (Thoney & Hargis, 1991).

Conclusion

Overall, the survey revealed members of 9 different genera of unicellular (both motile and sessile) eukaryotic ectoparasites (*Trichodina* sp., *Apiosoma* sp., *Capriniana* sp., *Ichthyobodo* (*Costia*) sp., *Epistylis* sp., *Tetrahymena* sp., *Vorticella* sp., *Coleps* sp., *Chilodonella* sp.) and 4 monogenean genera (*Dactylogyrus* sp., *Ancyrocephalus* sp., *Onchocleidus* sp., *Gyrodactylus* sp.). Although the number and diversity of parasites found in the RAS were not as high as in the pond, the insights gained from the survey could form the basis for predicting future outbreaks. The importance of this investigation is increased by the possibility of identifying a wide range

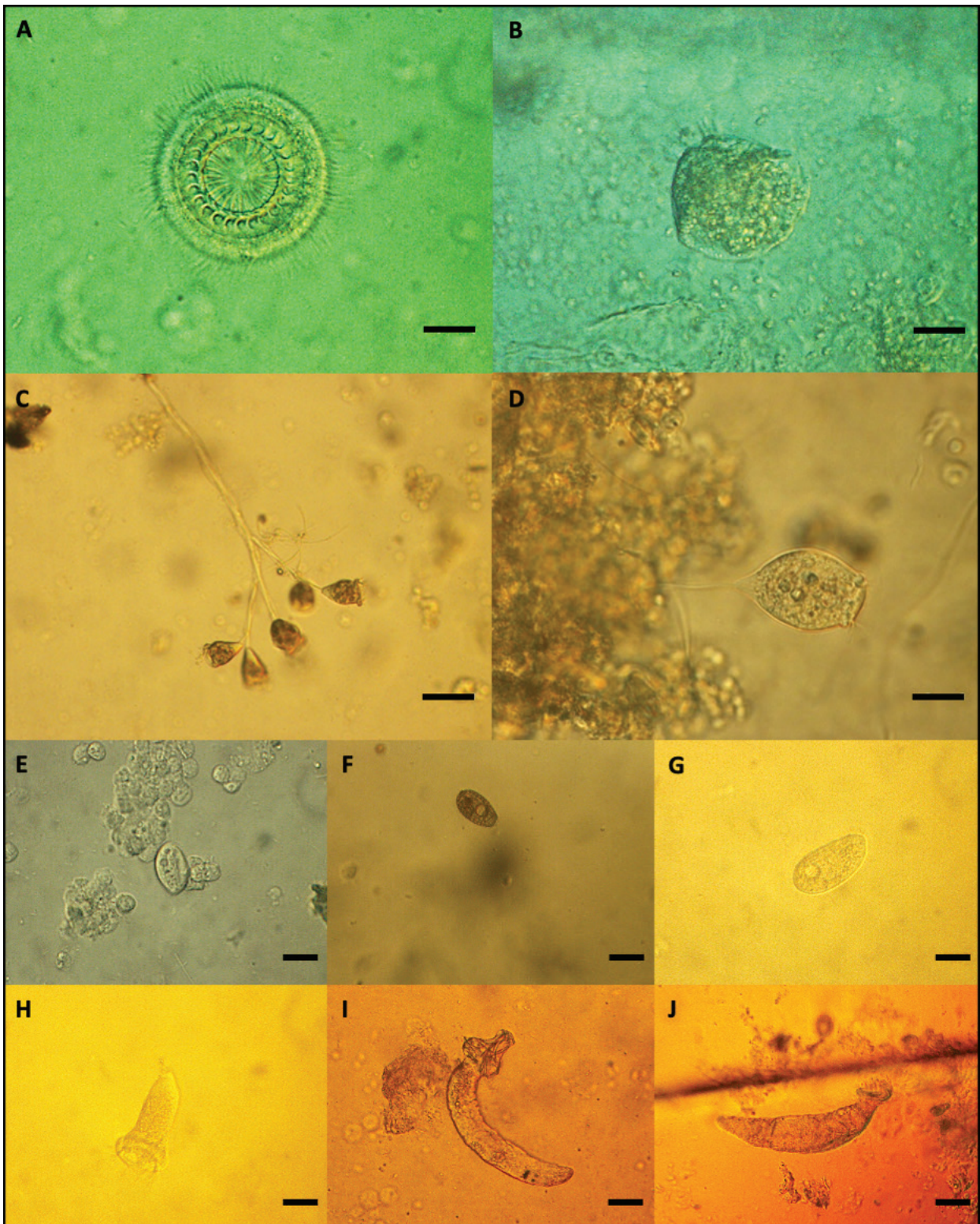


Figure 1: Ectoparasites found in the present survey. (A) *Trichodina* sp. from *P. fluviatilis*; (B) *Capriniana* sp. from *S. lucioperca*; (C) *Epistylis* sp. from *S. lucioperca*; (D) *Vorticella* sp. from *S. lucioperca*; (E) *Chilodonella* sp. from *S. lucioperca*; (F) *Coleps* sp. from *S. glanis*; (G) *Tetrahymena* sp. from *S. lucioperca*; (H) *Apiosoma* sp. from *S. lucioperca*; (I) *Onchocleidus* sp. from *L. gibbosus*; (J) *Ancyrocephalus* sp. from *S. lucioperca*. Scale bars represent 20 μm except for (C) 50 μm .

1 ábra. A vizsgálatok során kimutatott külső élősködők. (A) *Trichodina* sp. sügerről; (B) *Capriniana* sp. süllőről; (C) *Epistylis* sp. süllőről; (D) *Vorticella* sp. süllőről; (E) *Chilodonella* sp. süllőről; (F) *Coleps* sp. harcsáról; (G) *Tetrahymena* sp. süllőről; (H) *Apiosoma* sp. süllőről; (I) *Onchocleidus* sp. naphalról; (J) *Ancyrocephalus* sp. süllőről. A lépték 20 μm kivéve (C), ahol 50 μm .

Table 2: Total number and prevalence (%) of ectoparasites found in different rearing systems and fish species throughout the survey. 2- táblázat. A felmérés során kimutatott különböző paraziták száma és prevalenciája (%) a különböző tenyésztési rendszerekben (RAS és halastó) és halfajokban.

Parasite	<i>S. lucioperca</i>		<i>S. glanis</i>		<i>L. lota</i>	<i>T. tinca</i>	<i>P. fluviatilis</i>	<i>C. auratus gibelio</i>	<i>L. gibbosus</i>	Total No. of Individual	
	RAS (n = 160)	Pond (n = 35)	RAS (n = 85)	Pond (n = 11)						RAS (n = 10)	RAS (n = 5)
<i>Trichodina</i> sp.	0 (0)	>1000 (37.21)	0 (0)	24 (36.36)	0 (0)	0 (0)	51 (100)	334 (100)	141 (90)	0	>1000
<i>Apiosoma</i> sp.	7 (3.75)	2 (2.33)	1 (1.18)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (20)	4 (20)	8	9
<i>Capriniana</i> sp.	0 (0)	5 (2.33)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0	5
<i>Costia</i> sp.	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (9.09)	2 (10)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (10)	2	3
<i>Epistylis</i> sp.	8 (3.75)	18 (6.98)	4 (2.35)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (10)	12	19
<i>Tetrahymena</i> sp.	9 (4.38)	12 (4.65)	0 (0)	4 (18.18)	0 (0)	4 (20)	0 (0)	0 (0)	5 (40)	13	21
<i>Vorticella</i> sp.	4 (1.25)	2 (2.33)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4	2
<i>Coleps</i> sp.	0 (0)	1 (2.33)	0 (0)	11 (36.36)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0	12
<i>Chilodonella</i> sp.	4 (1.88)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4	0
<i>Dactylogyrus</i> sp.	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	9 (80)	0 (0)	0	9
<i>Ancyrocephalus</i> sp.	0 (0)	2 (2.33)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0	2
<i>Onchocleidus</i> sp.	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	97 (60)	0	97
<i>Gyrodactylus</i> sp.	0 (0)	3 (4.65)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0	3
Total No. of Individual	32	>1000	5	40	2	4	51	346	250	43	>1000

Table 3: Distribution and diversity of parasites in different rearing systems and fish species.
3. táblázat: A külső paraziták elterjedése és diverzitása különböző tenyésztési rendszerekben (RAS és halastó) és halfajokban.

Parasite	RAS	Pond	S. lucioperca		S. glanis		L. lota	T. tinca	P. fluviatilis	C. auratus gibello	L. gibbosus
			RAS	Pond	RAS	Pond					
Trichodinella sp.		+									
Aplousoma sp.	+	+	+	+		+			+	+	+
Capriniana sp.		+		+							
Costia sp.	+	+				+					+
Epistylis sp.	+	+	+	+							+
Tetrahymena sp.	+	+	+	+		+		+			+
Vorticella sp.	+	+	+	+							
Coleps sp.		+		+		+					
Chilodonella sp.	+		+								
Dactylogyrus sp.		+								+	
Ancyrocephalus sp.		+							+		
Onchocleidus sp.		+									+
Gyrodactylus sp.		+		+							

of parasite control methods and determining the optimal management process to reduce the risk of losses in RAS through environmentally friendly treatments.

Funding

This project was funded by the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under Marie Skłodowska-Curie grant agreement No. 956481.

Acknowledgments

The authors acknowledge the HUN-REN Veterinary Medical Research Institute, Budapest, Hungary, for providing the scientific equipment necessary for conducting the study. The authors express gratitude to the fish farmers involved for their cooperation and assistance in the sampling process.

References

- Baekelandt, S., Redivo, B., Mandiki, S.N.M., Bournonville, T., Houndji, A., Bernard, B., El Kertaoui, N., Schmitz, M., Fontaine, P., Gardeur, J.-N., Ledoré, Y., and Kestemont, P. (2018). Multifactorial analyses revealed optimal aquaculture modalities improving husbandry fitness without clear effect on stress and immune status of pikeperch *Sander lucioperca*. *General and Comparative Endocrinology*, 258,194-204.
- Buchmann, K., and Bresciani, J. (2006). Monogenea (phylum Platyhelminthes). In Fish diseases and disorders. Volume 1: Protozoan and metazoan infections (pp. 297-344). Wallingford UK: Cabi.
- Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M., and Shostak, A.W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *The Journal of Parasitology*, 575-583.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). GLOBEFISH Market Profiles - 2020. Retrieved from <https://www.fao.org/in-action/globefish/countries/en/> [Accessed 21 May 2023].
- Gussev, A.V. (1983). The methods of collection and processing of fish parasitic monogenean materials (in Russian), Nauka, Leningrad, USSR, 48 p.
- Hutson, K.S., Brazenor, A.K., Vaughan, D.B., and Trujillo-González, A. (2018). Monogenean parasite cultures: current techniques and recent advances. *Advances in Parasitology*, 99, 61-91.
- Kearn, G.C., (1998). Monogeneans parasitizing the gill chambers of fishes. Parasitism and the platyhelminths, GC Kearn (ed.). Chapman and Hall, London, UK, 113-140.
- Margolis, L., and Arthur, J.R. (1979). Synopsis of the parasites of the fishes of Canada. Fisheries Research Board of Canada Bulletin, 199.
- Murray, F., Bostock, J., and Fletcher, D. (2014). Review

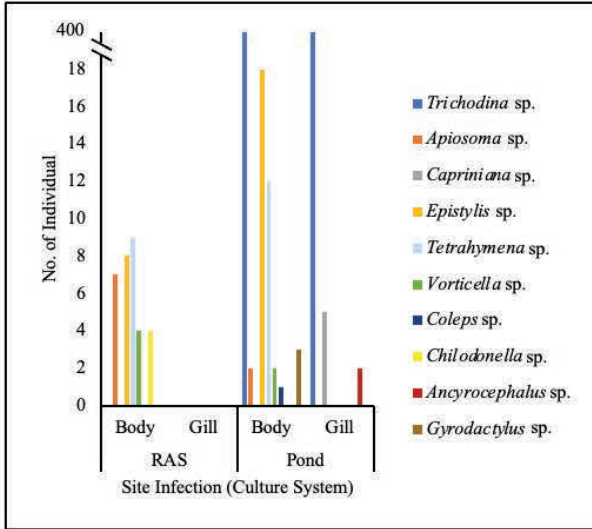


Figure 2: Number of parasites infecting *S. lucioperca*

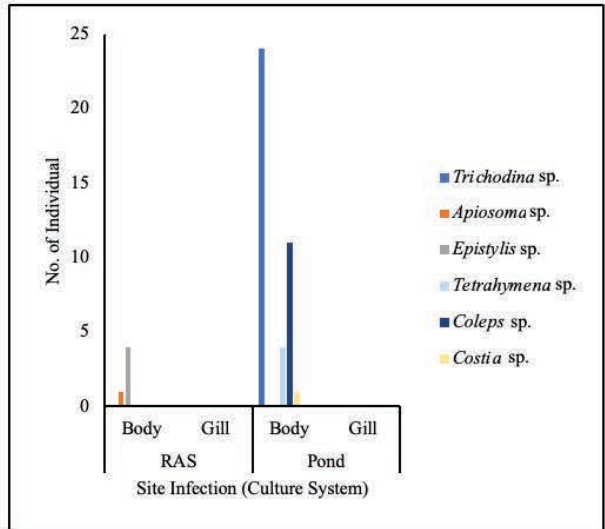


Figure 3: Number of parasites infecting *S. glanis*

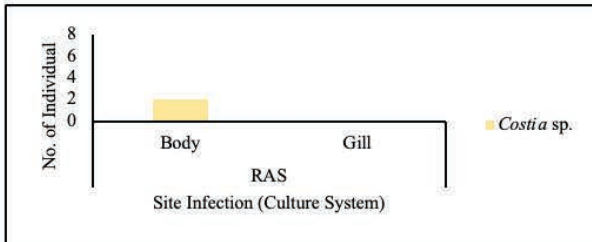


Figure 4: Number of parasites infecting *L. lota*

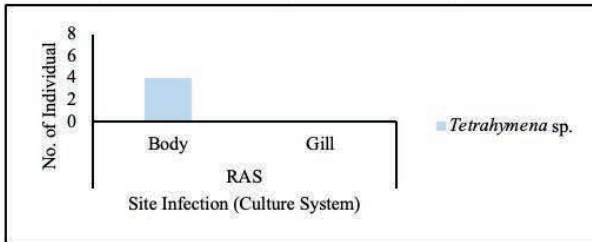


Figure 5: Number of parasites infecting *T. tinca*

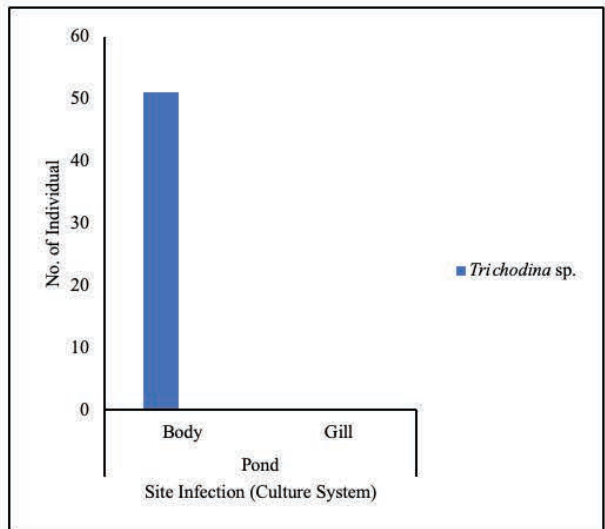


Figure 6: Number of parasites infecting *P. fluviatilis*

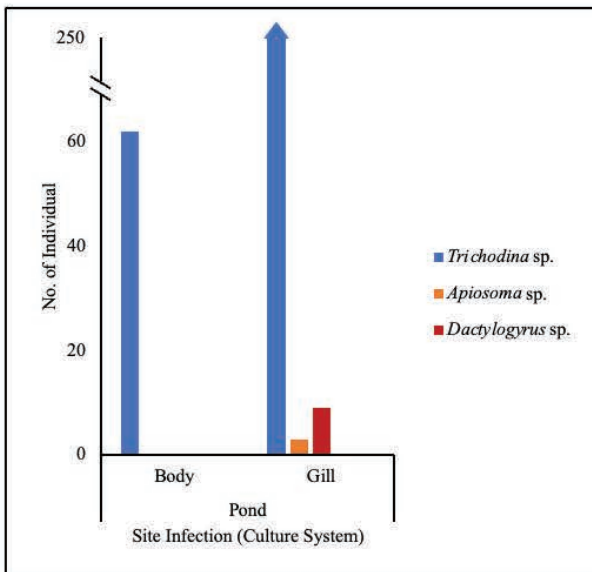


Figure 7: Number of parasites infecting *C. auratus gibelio*

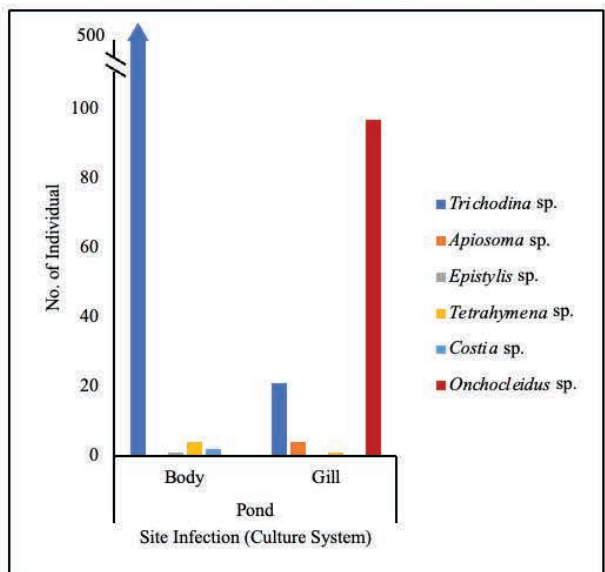


Figure 8: Number of parasites infecting *L. gibbosus*

of recirculation aquaculture system technologies and their commercial application. Highlands and Islands Enterprise. University of Stirling Aquaculture. Retrieved from <http://www.hie.co.uk/common/handlers/download-document.ashx?id=236008c4-f52a-48d9-9084-54e89e965573> [Accessed 2 October 2023].

Németh, S., Horváth, Z., Felföldi, Z., Beliczky, G., and Demeter, K. (2013). The use of permitted ectoparasite disinfection methods on young pikeperch (*Sander lucioperca*) after transition from over-wintering lake to RAS. *AAFL Bioflux* 6, 1-11.

Piedrahita, R.H. (2003). Reducing the potential environment impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. *Aquaculture*, 226(1-4), 35-44.

Rokhmani. (2009). Keragaman dan tingkat serangan ektoparasit pada Gurame (*Osphronemus gouramy* Lac.) Tahap pendederan I dengan ketinggian lokasi pemeliharaan yang berbeda. *Jurnal Biotika*, 7 (2), pp. 87-93.

Rosenthal, H., Castell, J.D., Chiba, K., Forster, J.R.M., Hilge, V., Hogendoorn, H., Mayo, R.D., Muir, J.F., Murray, K.R., Petit, J., Wedemeyer, G.A., Wheaton, F., and Wickins, J. (1986). Flow-through and recirculation systems. *EIFAC*, 100.

Šimková, A., Verneau, O., Gelnar, M., and Morand, S. (2006). Specificity and specialization of congeneric monogeneans parasitizing cyprinid fish. *Evolution*, 60(5), 1023-1037.

Summerfelt, S.T., Sharrer, M.J., Tsukuda, S.M., and Gearheart, M. (2009). Process requirements for achieving full-flow disinfection of recirculating water using ozonation and UV irradiation. *Aquacultural engineering*, 40(1), 17-27.

Tal, Y., Schreier, H.J., Sowers, K.R., Stubblefield, J.D., Place, A.R., and Zohar, Y. (2009). Environmentally sustainable land-based marine aquaculture. *Aquaculture*, 286(1-2), 28-35.

Thoney, D.A., and Hargis Jr, W.J. (1991). Monogenea (Platyhelminthes) as hazards for fish in confinement. *Annual Review of Fish Diseases*. 1, 133-153.

Urdes, L., Hangan, M., and Baumgartner, W. (2023). Teleost fish. In: Urdes, L., Walster, C., & Tepper, J. (Eds.), *Pathology and epidemiology of aquatic animal diseases for practitioners*. Wiley-Blackwell, p. 81.

Verdegem, M.C.J., Bosma, R.H., and Verreth, J.A.J. (2006). Reducing water use for animal production through aquaculture. *Water resources development*, 22(1), 101-113.

Whittington, I.D., Chisholm, L.A., and Rohde, K. (2000). The larvae of monogenea (Platyhelminthes). *Advances in Parasitology*, 44, 139-232.

Yanong, R. (2004). Fish health management considerations in recirculating aquaculture systems – Part 2: Pathogens. *EDIS*, 2004(1).

Yanong, R., Francis-Floyd, R., and Petty, B. (2021). Infectious diseases in aquaculture – Exotic and laboratory animals. *MSD Veterinary Manual*. Retrieved from <https://www.msdsvetmanual.com/exotic-and-laboratory-animals/aquaculture/infectious-diseases-in-aquaculture> [Accessed 25 November 2021].

Zohar, Y., Tal, Y., Schreier, H.J., Steven, C.R., Stubblefield, J., and Place, A.R. (2005). Commercially feasible urban recirculating aquaculture: addressing the marine sector. *Urban Aquaculture*, 159.

Zorin, B., Gibson-Kueh, S., and Zilberg, D. (2019). A novel treatment against the monogenean parasite, *Gyrodactylus turnbulii*, infecting guppies (*Poecilia reticulata*), using a plant-based commercial insecticide Timor C. *Aquaculture*, 501, 313-318.