

DIPLOMADOLGOZAT

Vass Norbert

**Szarvas
2023**



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Környezettudományi Intézet

Mezőgazdasági vízgazdálkodási mérnöki

**KÜLÖNBÖZŐ LÁRVANEVELŐ TÁPOK
ÖSSZEHASONLÍTÁSA A FENNTARTHATÓ ZÁRT
RENDSZERŰ PISZTRÁNGSÜGÉR (*Micropterus salmoides*)
TERMELÉSBEN**

Konzulens: Dr. Ljubobratovic Uros
tudományos munkatárs

Készítette: Vass Norbert
REB5PB

levelező tagozat

Intézet/Tanszék: Környezettudományi Intézet
Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszék

**Szarvas
2023**

Tartalom

1. Bevezetés.....	1
2. Irodalmi áttekintés.....	3
2.1 A pisztrángsügér.....	3
2.2 Artémia.....	4
2.3 A tápok összetevői.....	4
2.3.1 Foszfolipid.....	4
2.3.2 Szabad aminosav.....	5
2.3.3 Oldható fehérje.....	6
2.3.4 Fehérje emészthetőség.....	6
2.4 A pisztrángsügér hús telítetlen zsírsavai.....	6
2.5 Növekedési mutatók.....	7
3. Anyag és módszer.....	8
3.1 A halak eredete.....	8
3.2 Anyahalak kiválasztása.....	8
3.3 A halak oltása.....	8
3.4 Fészken ívatás.....	9
3.5 Az ikra keltetése.....	10
3.6 Lárwanevelés.....	12
3.7 A lárvák kezelése.....	13
3.8 A használt tápok.....	14
3.9 A tápok biokémiai elemzése.....	15
3.9.1 Foszfolipid vizsgálat.....	16
3.9.2 Szabad aminosav vizsgálat.....	17
3.9.3 Oldható fehérje mérés.....	18
3.9.4 In vitro fehérje emészthetőségi vizsgálat.....	18
3.10 A halak homogenizálása.....	20
3.11 Emésztőenzim vizsgálatok.....	21
3.12 Statisztikai analízis.....	22
4. Eredmények és értékelésük.....	23
4.1 Morfológiai eredmények.....	23
4.2 Biokémiai vizsgálatok eredményei.....	23

4.3 Emésztőenzim vizsgálatok.....	24
5. Összefoglalás.....	26
6. Köszönetnyilvánítás	27
7. Irodalomjegyzék.....	28
Ábrák jegyzéke.....	32
Táblázatok jegyzéke	32

1. Bevezetés

A pisztrángsügér (*Micropterus salmoides*) a sugarasúszójú halak (Actinopterygii) osztályának sügéralakúak (Perciformes) rendjébe, ezen belül a dízsügerfélék (Centrarchidae) családjába tartozó faj. Gyakran hívjuk fekete sügérnek, de valójában ez az elnevezés egy más halfajt jelöl (*Micropterus dolomieu*). Lassú folyású vagy állóvizekben találjuk meg, ahol általában a vízinövények között, belógó gyökerek, alámerült faágak vagy kövek között rejtőzködik. Ragadozóhal lévén táplálékát gerinctelenek, ebihalak, békák és apró halak alkotják, de a vízbe eső szárazföldi állatokat is megeszi, és előfordul kannibalizmus is. Észak-Amerikában őshonos, azonban horgászati célokra betelepítették Európába is, ahol idegenhonos halfajént káros lehet az ökoszisztémára (Drake, 2009; Lorenzoni, 2002).

A pisztrángsügér húsminősége jobb a pontyénál, amely a pisztránggal együtt uralja az európai akvakultúra-termelést (Varadi et al., 2000). Alacsony zsírtartalmú húsa lemezes szerkezetű, hasonlóan a süllőhöz és egyéb sügerfélékhez. Gazdag olyan telítetlen zsírsavakban, mint az EPA (eikozapentaénsav) és DHA (dokozahexaénsav), de tartalmaz linolsavat (CLA), alfa-liponsavat (ALA) és olajsavat (OA), ami azt tükrözi, hogy gerinces zsákmányon kívül vízi és szárazföldi rovarok is fogyaszt. (Parmar et al., 2022). A 2020-as adatok szerint a világ pisztrángsügér produktuma elérte az évi 0,7 millió tonnát (FAO, 2022), jelenleg a legnagyobb termelőnek Ázsia számít (Hussein et al., 2020). Az akvakultúra diverzifikálása a pisztrángsügér európai gazdaságokba történő bevezetése révén elősegítheti az éghajlathoz való alkalmazkodást, az akvakultúra ágazat növekedését. Ugyanis a globális felmelegedés következtében a hidegvízi fajok, például a pisztráng tenyésztési lehetőségei beszűkülnek (Crichigno és Cussac, 2019). A fogyasztók minőségi színvonalának emelkedése miatt a pontytenyésztés hanyatlóban van (Hu et al., 2023). A pisztrángsügér alternatív faj lehet a fenntartható növekedés fellendítésére a tápláló és ízletes húsa miatt. A pontyhoz képest a sügérben nincsenek intramuszkuláris csontok, úgynevezett Y-szálkák, valamint húsa kevésbé szagos, mint a fenéken élő és túrkáló ponty, különösen igaz ez a tenyésztett ponty esetében (Hu et al., 2023).

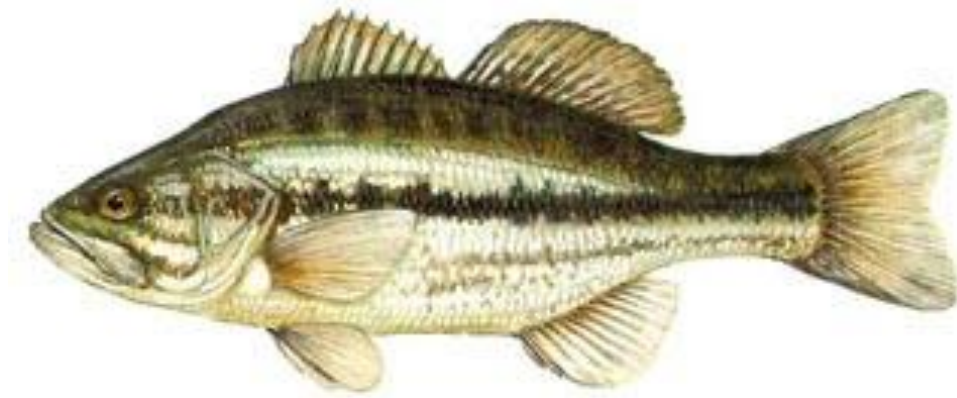
A pisztrángsügeret jelenleg lárva kortól kezdődően tóban tartják, de ragadozó jellegéből adódóan a mesterséges takarmány elfogadása hatékonyabb, ha a tápra szoktatást ellenőrzött körülmények között végzik recirkulációs rendszerben, azaz RAS-

ban (Sloane és Lovshin, 1995). Egy 2013-ra visszanyúló tanulmány értékelte a különböző kezdőtakarmányok potenciálját a pisztrángsügér lárva recirkulációs rendszerben történt tápra szoktatásával, ahol a legalacsonyabb mortalitást az Otohime B táp eredményezte az exogén táplálás kezdete utáni 14. naptól kezdve (Skudlarek et al., 2013). Az első takarmányozás nemcsak a lárvák fejlődése szempontjából fontos, hanem befolyásolhatja a különböző takarmányok elfogadását a későbbi növekedési szakaszokban, többek között hatással lehet az anyagcserére és a bélmikrobióta szabályozásra. A fenntartható takarmányok bevezetése a halak korai életszakaszában egyre nagyobb figyelmet kap az akvakultúrában. A halliszt és a halolaj más fehérje- és zsírsavforrással való helyettesítése a kulcsa a fenntartható étrendre való átállásnak (Liu et al., 2023, Hou és Fuiman, 2020; Malzahn et al., 2022; Patula et. al., 2021).

Dolgozatom célja, hogy értékeljük a kombinált tápraszoktatásnak alávetett pisztrángsügér lárvák teljesítményét. A lárvákat először artémia naupliusszal etettük, majd a tápra szoktatáshoz B2-t etettünk, aztán négy lárwanevelő tápot vetettünk vizsgálat alá, melyek különböző mértékben tartalmaztak tengeri eredetű összetevőket. Feltételezésünk az volt, hogy a pisztrángsügér opportunistá ragadozó mivolta lehetővé teheti az alacsonyabb tengeri összetevőket tartalmazó tápok használatát a korai életszakaszokban. Végül a fenntarthatóbb étrend elfogadása az elválasztási szakaszban hatékonyabb alkalmazkodást biztosíthat a fenntartható takarmányokhoz a későbbi nevelési szakaszban.

2. Irodalmi áttekintés

2.1 A pisztrángsügér



1. ábra: Pisztrángsügér (*Micropterus salmoides*), kép forrása:
<https://topmix.hu/halfajok/pisztrangsuger-fekete-suger>

A pisztrángsügér (*Micropterus salmoides*) a sugarasúszójú halak (Actinopterygii) osztályának sügéralakúak (Perciformes) rendjébe, ezen belül a díszsügerfélék (Centrarchidae) családjába tartozó opportunistá ragadozó hal. Eredeti élőhelye Észak-Amerika, a Nagy-tavaktól délre a Mexikói-öböl és Floridáig. Népszerű horgászhal lévén, mára egész Amerikában megtaláljuk a telepítések végett (Robbins és McCrimmon, 1974). A tógazdasági termelésével Felvidéken is elkezdtek foglalkozni, így a Magyarországra is bekerült. Az 1900-as évek elején találtak a Balatonban, majd a Dunában és Drávában is (Vutskits, 1913). Mára szinte az egész országban megtalálható, mivel horgászati szempontból telepítik. Önfenntartó állománnyal azonban csak kevés tóban, főleg nagy bányatavakban, vagy melegvízű kifolyókban találkozhatunk (Pintér, 2015).

Kedvelt élőhelyei viszonylag sekély állóvizek, melyek gyorsan melegednek. Szívesen rejtőzködik vízi növények, bedőlt fák, vagy gyökerek között. Melegvíz kedvelő fajoként a 30 °C fölötti víz hőmérsékletet és az alacsony oldott oxigénszintet is jól viseli. Három évesen válik ivaréretté. Amikor a víz eléri a 16 °C-ot, a hím fészket készít, az aprószemcsés üledéket elsöprögeti egy kör alakban, létrehozva egy szilárd felületet. Az

ívás 18- 20 °C-on történik. A hím vigyáz az ikrákra, majd a kikelt lárvákra is (Pintér, 2015).

Gazdaságilag Magyarországon nem jelentős, az 1900-as években foglalkoztak vele, majd a 80-as évektől már nem találkozunk vele a halastavi termelésben. Húsminősége a közkedvelt süllőével vetekszik, tartása pedig egyszerűbb. Szükséges volna foglalkozni a hatékony szaporításával és a megfelelő takarmányok előállításával (Carlson, 1973., Willis és Flickinger 1981).

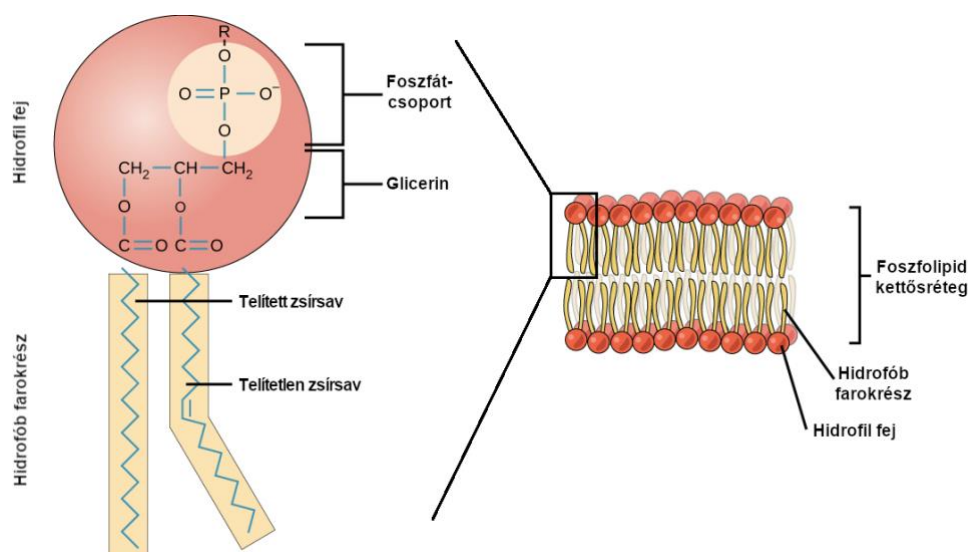
2.2 Artémia

A hal lárvák esetében rendkívül fontos a jó minőségű táplálék és a megbízható takarmányozás, főleg intenzív tartás során. A különböző halak lárváit zárt rendszerben, gyakran különböző helyben keltetett zooplanktonokkal, kerekessérgekkel vagy sórákokkal (*Artemia salina*) etetik (Hamre et al. 2013). Azonban az artémia nem biztosítja a megfelelő tápanyag összetételt a monokultúrában tartott lárvák számára, de lehetőség van különböző készítményekkel az artémia dúsítására. A hiányos zsírsav profilt esszenciális zsírsavakkal dúsítva nagyobb mértékű növekedést, megmaradást, stressz tűrést, valamint a növekedési deformációk csökkenését érhetjük el különböző halfajok lárváinál (Láger et al. 1987).

2.3 A tápok összetevői

2.3.1 Foszfolipid

A foszfolipidek nélkülözhetetlenek a lárvalalak csontvázfejlődési folyamataihoz. A foszfolipidek a sejtmembrán alapelemei, tengerekben jelen lévő foszfolipidekben általában kötött állapotban jelen vannak az omega-3 zsírsavak, mint amilyen az EPA és a DHA (Kanazawa et al., 1981). Más tanulmányok szerint a foszfolipidek nem vesznek részt közvetlenül a csontváz fejlődési folyamatokban (NRC, 1981), és valójában a halaknak nincs is szükségük előre kialakított foszfolipid forrásra az étrendjükben (Lovell, 1989).



2. ábra: Fosfolipidek általános felépítése, forrás:

<https://hu.khanacademy.org/science/biology/xd0add07ff39257dd:macromolecules/xd0add07ff39257dd:lipids/a/lipids>

2.3.2 Szabad aminosav

Az egyes halfajok fehérjeigénye eltérő, ezen belül is fontos ismerni az adott fajra jellemző aminosav- igényt. A halak számára 10 aminosav esszenciális. Adott faj aminosav- igényének vizsgálata megegyezik a fehérjeigény vizsgálatának módszerével, azaz különböző tápoket etetve és a növekedési görbét figyelve kaphatjuk meg a megfelelő aminosav koncentrációt. A teljes aminosav- igény eddig csak nagyon kevés halfajban, például a lazac esetében ismert. (Tytler és Calow, 1985). Az aminosavakat nagyjából szabad formában tartalmazó tápok rosszabb hasznosulást eredményeznek, a peptidkötésben levő aminosavakkal szemben, ugyanis sokkal hamarabb felszívódnak és a véráramba kerülve elszállítódnak a feldolgozás helyéről, míg a kötött aminosavak esetében ez a folyamat csak lassabban megy végbe (Walton et al., 1982).

2.3.3 Oldható fehérje

A hallárva megfelelően összetett starter étrendjének fontos feltétele az elegendő mennyiségű, jól emészthető fehérje. Mivel a takarmányfelvételi és bélürítési arány magas, fontos, hogy a lárvák rossz fehérjeemésztése és -felhasználása ellenére is az a lehető legjobban hasznosuljon (Govoni et al., 1986, Tonheim et al., 2005). A természetben a parányi vízi élőlények, melyek a halak táplálékai, nagy mennyiségben tartalmaznak vízben oldható fehérjét, ezért a mesterséges tápok előállításakor ezt szem előtt kell tartani (Helland et al., 2003, Carvalho et al., 2003).

2.3.4 Fehérje emészthetőség

A fenntarthatóság, mint szemlélet, új fehérjeforrások alkalmazását eredményezte a takarmánykeverékekben. Ugyan a hosszú távú etetési kísérletek a legmegbízhatóbb módszerek az új típusú haltakarmányok értékelésére, de ez gyakran túl lassú, drága és sok nyersanyag felhasználásával járó folyamat (Satterlee et al., 1977). Az in vitro emésztés szimulálása az adott takarmány emésztési modellben történő vizsgálata, mellyel feltárható a fehérje biológiai hozzáférhetősége. Az in vitro módszerek előnye, hogy megismételhetők, gyorsak, olcsóbbak, kockázatmentesek és nincs etikai korlátjuk. A szimulált emésztést az emésztőrendszer adott szakaszára is beállíthatjuk (Opstvedt et al. 2003).

2.4 A pisztrángsügér hús telítetlen zsírsavai

Az EPA egy olyan esszenciális telítetlen zsírsav, melynek hatalmas szerepe van a szív- és érrendszeri betegségek gyógyításában. A természetben igen sok helyen fellelhető zsírsavról beszélünk (pl. halakban), amelyet mesterségesen körülményes létrehozni (Burdge & Calder, 2005).

A DHA, vagy dokozahexaénsav, pont ugyanúgy nélkülözhetetlen (mondhatjuk esszenciálisnak is) az emberi szervezet számára, mint az EPA. Fontos szerepe van az

idegsejtek egymás közötti kommunikációjában, az agyműködésben, továbbá a szív- és érrendszer megfelelő működésében. Az emberi szervezet teljes zsírtartalmának kb. 25%-a DHA (Burdge and Wootton, 2002).

Alfa-liponsav az emberi szervezetben is termelődik, de számos élelmiszerben is megtalálható, pl. a brokkoliban, a spenótban, az élesztőben, a burgonyában, a répában, a céklában és a vörös húsokban is. Kis mennyiségben az emberi szervezet is képes szintetizálni, valamint ez egy olyan antioxidáns, ami zsírban és vízben egyaránt jól oldódik (Data, P. 1995).

Az olajsav, glicerinnel alkotott észtere formájában számos állati és növényi zsiradék alkotórésze. A marhafaggyúban 32-52% mennyiségben fordul elő. A legnagyobb mennyiségben a növényi olajok tartalmazzák. Az olívaolaj például 70-85%-ban tartalmazza, de előfordul a szezám-, a kókusz-, és a lenolajban is. Bizonyos rovarok bomló szervezetéből szabadul fel (Sargent, J. R. 1997).

2.5 Növekedési mutatók

Standard hossz: A halak orrcsúcstól farokúszó tövéig mért hossza (Murphy et al. 1991).

Növekedési ütem: A halak testhossza és testtömege nem egyenlő arányban növekszik, növekedést leíró egyenletek exponenciális, vagy szigmoid görbét adnak. A növekedési ütemből az adott faj maximális testtömegére is lehet következtetni (Harka, 1993).

Relatív állapot tényező: Adott hosszúságú hal egyed tömege, az ismert azonos hosszúságú hal várható súlyának aránya (Le Cren, 1951).

A megmaradás az az a mérőszám, ami azt mutatja meg, hogy az adott időintervallumon belül a kezdeti egyedszámhoz képest mennyi egyed maradt életben (Dahlberg, 1979).

3. Anyag és módszer

Kísérleteinket a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halászati Kutató Központ telephelyén, Szarvason végeztük. A munka etikai engedélyét a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Szent István Campus Állatjóléti Bizottsága adta (MATE-SZIC/416-1/2022). Az állatkísérletek a 2010/63/EU EU-irányelvnek megfelelően történtek.

3.1 A halak eredete

A kísérletben szereplő pisztrángsügér lárvákat a Halászati Kutató Központ 4 éves tenyész-állományának félig mesterséges szaporításának eredményéből kaptuk meg.

3.2 Anyahalak kiválasztása

A szaporítani kívánt anyahalak kiválasztása 2023 májusának első hetében a 600 négyzetméter területű telelő tó lehalászásával kezdődött, mikor a víz hőmérséklete elérte a 18 °C-t. A megfelelőnek vélt halakat külső jegyeik alapján választottuk ki, mint például a has teltsége, ivarnyílás duzzadtsága. A kiválasztott anyajelölteket ezután mesterséges hormonkészítménnyel oltottuk.

3.3 Az anyahalak oltása

A pisztrángsügér anyák oltására 2023 május 5-én került sor, ekkor 30 tejes és 30 ikrás hal kapott 50 µg/ttkg mennyiségű hormont. Kiválasztás után a halakat Fenoxietanos vízrel töltött altatókádba helyeztük. Miután a sügerek elbódultak minden anyahal testtömegét egy ezred kilogramm pontosságú digitális mérleggel határoztuk meg. A használt hormon: lazac gonadotropin-felszabadító hormon analóg (sGnRHa, [D-Arg6, Trp7, Leu8, Pro9-NEt]-GnRH volt. Az injektlás a hasüregbe történt, fecskendő és tű segítségével. A tűt a hasúszó mögött szúrtuk be, ahol a bőr nagyon vékony.



3. ábra: Az anyahalak oltása, forrás: saját kép

3.4 Fészken ívatás

Oltás után a halakat egy 1 köbméter térfogatú élőhal szállító tartályba helyeztük, melyet a 300 négyzetméter területű ívató tóhoz szállítottuk és telepítettük be. A tóba 30 db 60 x 60 cm méretű műfü borítású fém keretes fészket helyeztünk egyenletesen elosztva. 3 nap múlva ellenőriztük a fészkeket és 10 darabon találtunk megtermékenyített ikrát.



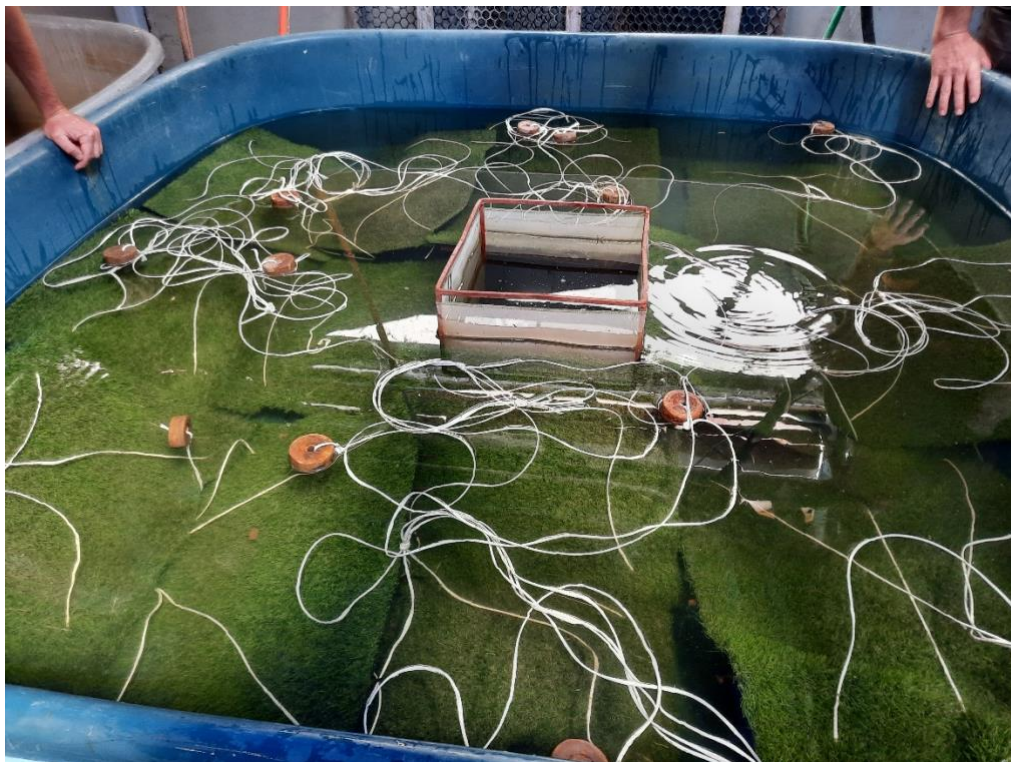
4. ábra: A műfüves fészkek elhelyezése az ívató tóba, forrás: saját kép

3.5 Az ikra keltetése

A 10 db ikrával teli fészket keltető kádba szállítottuk, ahol 23 ± 1 °C-on tovább inkubáltuk az ikrákat. Kikelés után a lárvákat egy közös, 1 köbméter víztérfogatú tartályban tartottuk, amíg végbement a lárvák úszóhólyag töltése.

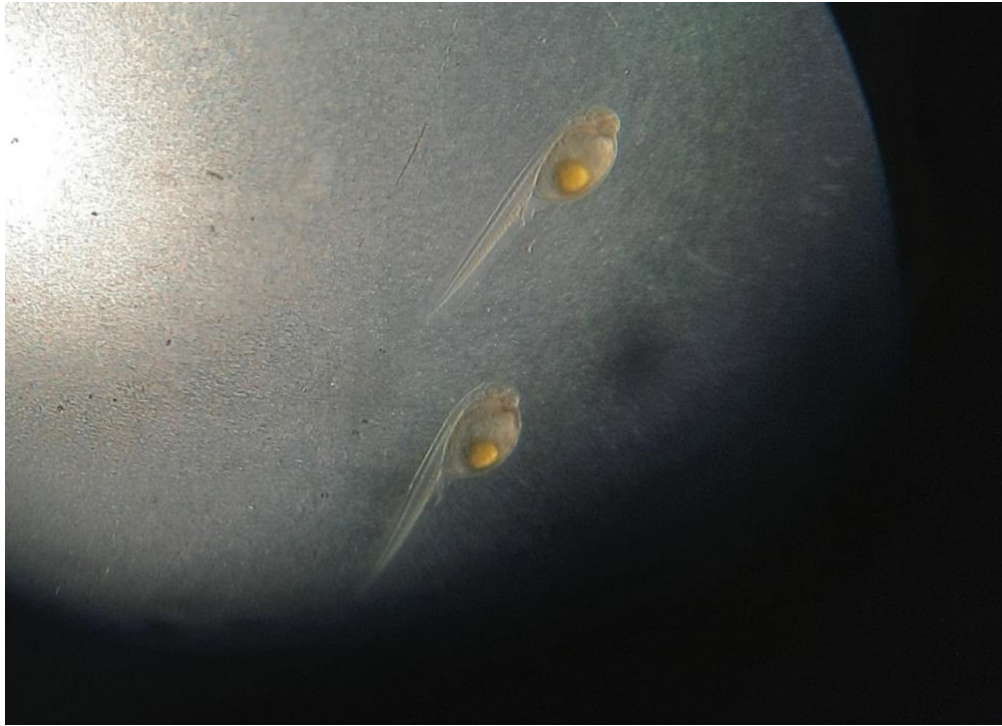


5. ábra: Megtermékenyített ikraszemek műfű szálakon, forrás: saját kép



6. ábra: Az ikrával teli fészkek a keltető kádban, forrás: saját kép

3.6 Lárwanevelés



7. ábra: A frissen kikelt pisztrángsügér lárvák, forrás: saját kép

Miután a lárvák feltöltötték úszóhólyagjaikat, 30 000 darabot térfogatarányosan leszámoltunk és egy 1,4 köbméteres hengerkúpos ballonba helyeztük. A ballonnak fekete hengeres fala és fehér kúpos feneke van, a befolyó víz alulról érkezett, az óránkénti vízcsera a tartályban 50%. A tartály a lárwanevelő recirkulációs akvakultúra rendszerben volt, 32 μm -es dobszűrővel, mozgóágyas bioreaktorral, csepegtető, UV és ózonos fertőtlenítő egységekkel. A lárvákat az első 10 napon dúsított artémia naupliusszal etettük. Az artémia nauplius mellett a halak további négy napig Otohime B2 tápot kaptak. Az Artémia naupliust naponta ötször kézzel, míg a száraz tápot automata mechanikus adagolóval etettük. A kezdeti artémia nauplius mennyisége 100 naupliusz/lárva/nap volt, a száraztáp mennyisége 30 g/nap. A tartályt rendszeresen, naponta tisztítottuk.

3.7 A lárvák kezelése

A kelés utáni 23. napon 200-200 darab pisztrángsügér lárvát helyeztünk 12 darab, egyenként 250 literes hengerkúpos ballonba. A ballonok ugyanabba a rendszerbe tartoztak, amelyben a lárvák eddig is voltak. A 12 ballonhoz véletlenszerűen rendeltük hozzá a 4 féle lárvatápot, 3 ismétlésben. Az első 2 napon a lárvákat napi 6 alkalommal kézzel etettük, összesen napi 500 db artémia naupliusszal halanként. A 3. naptól napi egy etetést elvontunk, így a kísérlet 8. napja után már nem kaptak artémiát. A száraz tápot automatikus szalagadagolóval juttattuk a halaknak. A táp mennyisége az első 3 napon 6 g/kád volt, majd a halak étvágyának megfelelően módosítottuk az adagot. A kísérlet 9. napján 9 g tápot etettünk. A táp adagolása megegyezett a fény periódus időtartamával, ami 16:8 fény/sötét arányt jelentett. Az etetők 5 percenként etettek. A ballonokat naponta tisztítottuk, és számoltuk az elhullást.



8. ábra: A 23 napos lárvák a lárvanevelő ballonban, forrás: saját kép

A halmintavétel a kísérlet 10. napján történt, a halakat 0,4 ml/l fenoxi-etanollal érzéstelenítettük és altattuk. Lemértük a halak hosszát és tömegét. Ballononként tizenkét halból vettünk mintát morfológiai analízishez, tehát csoportonként 36 db halból. A

molekuláris analízishez ballononként 10-12 halból vettünk mintát, halmérettől függően, így ez csoportonként összesen 30-36 db halat jelentett. A molekuláris analízishez használt mintákat felhasználásig -80 °C-on tároltuk falcon típusú centrifugacsövekben.

3.8 A használt tápok



9. ábra: A vizsgált tápok, forrás: saját kép

A vizsgálatban három kereskedelmi forgalomban kapható és egy kísérleti stádiumban lévő lárvatápot teszteltünk:

Otohime B2 (Marubeni Nisshin Feed) 82 Co., Ltd, Japán), továbbiakban: B2

Aller Infa (Aller Aqua Group, Dánia), továbbiakban: AI

Aqua Start (Aqua Garant, Ausztria) továbbiakban: AS

Helyileg előállított kísérleti takarmány, továbbiakban: H és H.

A táplálékok közeli összetételét az AOAC standard módszereivel elemeztük, és az 1. táblázatban mutatjuk be (Horwitz, 2000). A nedvességtartalmat úgy határoztuk meg, hogy a mintákat kemencében 105 °C-on az állandó tömeg eléréséig szárítottuk, majd

exszikkátorban hűtöttük. A nyershamu meghatározásához a mintákat lemértük, és 8 órára 550 °C-os tokos kemencébe helyeztük. Meghatároztuk a nyersfehérjét, a nyerszsírt, a nyersrostot és a zsírsavak koncentrációját. A takarmányelemzések eredményeit az eredeti takarmányanyag tömegszázalékában, a zsírsavak koncentrációját az összes zsír tömegszázalékában fejeztük ki.

	Otohime B2	Aller Infa	Aqua Start	H és H
Szárazanyag (%)	95.72 ± 0.03	95.49 ± 0.07	95.18 ± 0.02	95.25 ± 0.00
Nyersfehérje (%)	56.39 ± 0.18	61.21 ± 0.12	60.68 ± 0.12	60.73 ± 0.17
Nyerszsír (%)	15.44 ± 0.16	10.11 ± 0.04	14.63 ± 0.18	8.58 ± 0.45
Nyershamu (%)	12.52 ± 0.01	11.29 ± 0.05	8.61 ± 0.04	8.20 ± 0.01
Nyersrost (%)	2.52 ± 0.19	0.65 ± 0.18	0.80 ± 0.49	2.63 ± 0.11
Nitrogénmentes kivonat (NFE) (%)	8.85	12.24	10.46	15.12
Fajlagos energia (MJ/kg)	17.89	17.41	18.68	17.40

1. táblázat **Takarmány-összetétele a vizsgált B2, AI, AS és H és H tápoknak.**
Átlagok ± standard szórással megadva.

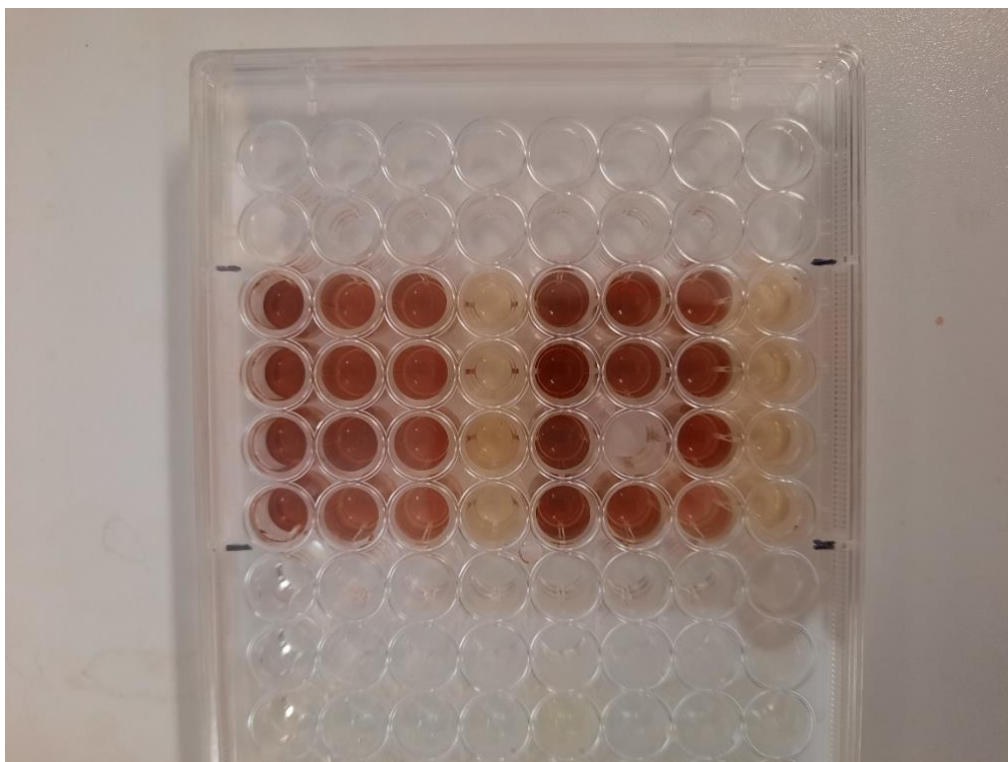
3.9 A tápok biokémiai elemzése

A tápok tápanyag-profiljának felmérése érdekében biokémiai tesztekkel megbecsültük a foszfolipidek, a szabad aminosavak és az oldható fehérjék szintjét, valamint az in vitro fehérje emészthetőséget pisztrángsünger bélkivonat felhasználásával (Lukic et al. 2019; Lukić et al., 2021; Rungruangsak-Torrissen et al. 2002). A szabad aminosavak és az oldható fehérjék szintjét három ismételtsben, a foszfolipidek és a fehérje emészthetőség szintjét négy ismételtsben mértük. A foszfolipid, szabad aminosav és oldható fehérje vizsgálatok előtt a tápmintákat (50 mg) 1 ml 2:1 arányú kloroform:metanol eleggyel lipidmentesítettük. Ezután a mintákat 1 órán át szobahőmérsékleten rázógépből inkubáltuk, majd maximális sebességgel centrifugáltuk 10 percig szobahőmérsékleten (RT). A felülúszókat új eppendorf típusú mikro testcsövekbe helyeztük, a pelleteket megszáritottuk és szabad aminosav- és oldható

fehérje- analízishez használtuk fel. A felülúszókat kiszárítottuk, hogy félszilárd pelleteket kapjunk, amelyeket a foszfolipid meghatározásához használtuk.

3.9.1 Foszfolipid vizsgálat

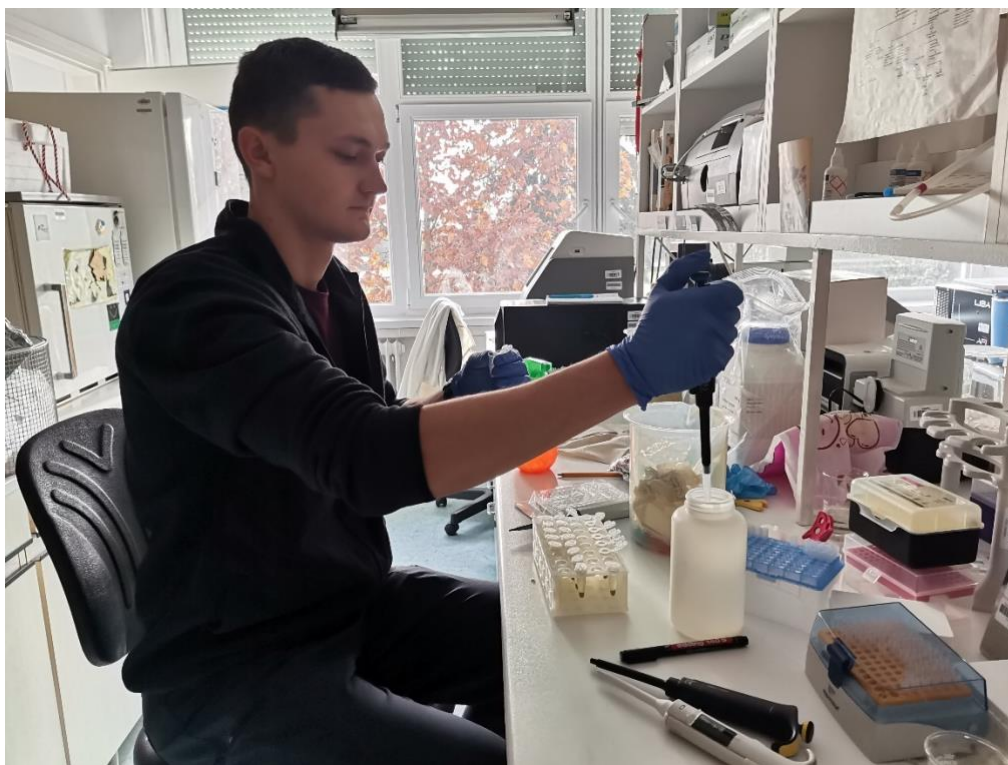
A kiszárított felülúszóból lipidextrakció után kapott lipidpelleteteket kloroformban szuszpendáltunk. Ezután ammónium-tiocianát reagenst adtunk hozzá, melyet úgy állítottuk elő, hogy 0,27 g $\text{FeCl}_3 \times 6 \text{H}_2\text{O}$ -t és 0,3 g NH_4SCN -t (ammónium-tiocianát) 10 ml desztillált vízben feloldottunk. A reagenst 1:2 arányban összekevertük a lipidmintákkal, kézben ráztuk, majd kis sebességgel 1 percig centrifugáltuk, hogy a lipid- és a vízfázis elválasztódjon. Az alsó fázist új csövekbe pipettáztuk át, és szobahőmérsékleten szárítottuk a teljes megszáradásig. A pelleteteket 96%-os etanolban szuszpendáltuk, és 42 °C-os melegítéssel oldottuk fel, majd a mintát mikrotiter lemezre pipettáztuk. Az abszorbanciát 488 nm-en Multiskan Sky spektrofotométerrel (ThermoFisher Scientific, Egyesült Államok) mértük. Az eredményeket $\mu\text{g}/\text{mg}$ -tápban fejeztük ki.



10. ábra: A foszfolipid vizsgálat mintái a mikrotiter lemezen, forrás: saját kép

3.9.2 Szabad aminosav vizsgálat

A lipidek extrakció után kapott pelleteteket vízben oldottuk és 5%-os TCA-val kicsaptuk. A kicsapás után kapott felülúszóból 191 μl -t közvetlenül a 96 lyukú mikrotiter lemez lyukaiba pipettáztunk és kevertünk össze 9 μl 0,1 M 0,005% trinitrobenzolszulfonátot (TNBS) tartalmazó karbonát pufferrel. A lemezt 37 °C-on 20 percig inkubáltuk, majd mindegyik lyukba 3 μl tömény HCl-t adtunk a reakció leállítására, majd az abszorbanciát 420 nm-en mértük. Az eredményeket mg/mg-tápban fejezzük ki.



11. ábra: A minták mikrotiter lemezre pipetázása, forrás: saját kép

3.9.3 Oldható fehérje mérés

A lipidmentesített minták (vízben oldott pelleték) ugyanazt a frakcióját használtuk fel az SP mérésére, mint a szabad aminosav vizsgálatra. A vizsgálatot egy kereskedelmi forgalomban kapható készlettel (Analyticon Biotechnologies GmbH, Németország) végeztük. A mintákból 10 μl -t összekevertük 190 μl R1 reagenssel, ezt 10 percig szobahőmérsékleten inkubáltuk, majd az abszorbanciát 546 nm-en mértük. Az eredményeket mg/mg-tápban fejeztük ki.

3.9.4 In vitro fehérje emészthetőségi vizsgálat

Egy kifejlett, körülbelül 200 gramm tömegű pisztrángsügerből a beleit aseptikusan kivettük (gyomor-bél csomóponttól a bél hátsó végéig), hosszirányban felnyitottuk és sóoldattal kiöblítettük.



12. ábra: A kb. 200 gramm tömegű pisztrángsügér, forrás: saját kép



13. ábra: Az in vitro vizsgálathoz felhasznált bél szakasz, leválasztás előtt, forrás: saját kép

Ezután háromszoros térfogattmennyiségű 50 mM Tris pH 8 + 200 mM NaCl-t adtunk hozzá, majd a beleket KIMBLE Dounce szövetőrő készlettel homogenizáltuk, melyből csak az A mozsártörőt használtuk (Merck KGaA, Németország), aztán +4 °C-on maximális sebességgel 15 percig centrifugáltuk. A felülúszókat Slide-A-Lyzer™ dialízis kazettába fecskendeztük 10 kDa vágási határértékkel (ThermoFisher Scientific, Egyesült Államok), és egy éjszakán át +4 °C-on hagytuk 10 mM, 7,8 pH-jú Na-foszfát pufferben. A homogenizátum dialíziskazettából való extrahálása után a kivonat tripszinaktivitását a később leírtak szerint (3.11) határoztuk meg, és az extraktumot 10 mM Na-foszfát pufferrel (pH 8,2) és 5% kloramfenikollal (0,5 µL/ml) 15 ml-re hígítottuk. Ezt követően 1 ml hígított kivonatot kevertünk össze a vizsgát tápokkal, melyekből 50 mg-ot mértünk a mikrocsovekbe, majd szobahőmérsékleten inkubáltuk egy éjszakán át (17 óra) rázógéppen, enyhe rázás mellett. Az szabad aminosav elemzéshez szimulált emésztés előtt (0 óra) és után (17 óra) mintákat vettünk. A fehérje emészthetőségi vizsgálat eredményeit felszabaduló aminosavak g/mg-táp/E tripszinaktivitás egységében fejeztük ki.

3.10 A halak homogenizálása

Az emésztőenzim vizsgálatához a szövethomogenizálást Dounce szövetőrővel végeztük (Ljubobratovic et al. 2017). A korábban -80 °C-ra lefagyasztott halakhoz kiolvasztás után tízszeres térfogattmennyiségű homogenizáló puffert adtunk. Az A mozsártörővel végzett 20-30 törés után a mintákat Falcon® 70 µm sejtszűrőn (Corning Inc., Egyesült Államok) átszűrtük, és a szűrletet tovább homogenizáltuk B mozsártörővel. A sejtek lízisének elősegítése érdekében -20 °C-on végeztünk egy fagyasztási-olvasztási ciklust, miután a mintákat +4 °C-on, maximális sebességgel, 15500-as fordulatszámon centrifugáltuk 15 percig. A felülúszókat új mikrocsovekbe helyeztük és felhasználásig -20 °C-on tároltuk.

3.11 Emésztőenzim vizsgálatok

A tripszin és lipáz vizsgálatokat Ljubobratovic és mtsai, 2017-ben leírtak szerint végeztük el. A tripszin méréseket úgy végeztük, hogy 10 µl mintát összekevertünk 190 µl reakciópufferrel, amely a következőkből állt: 1 mM Nα-benzoil-DL-arginin-ρ-nitroanilid hidroklorid (BAPNA) 50 mM Tris-HCl-ben, pH 8,2 + 20 mM CaCl₂ + 1 % dimetil-szulfoxid (DMSO).

Lipáz mérések esetén 10 µl mintához 190 µl reakciópuffert adtunk, mely 1 mM ρ-nitrofenil-palmitát (ρ-NPP) 50 mM Tris-HCl-ben, pH 7,5, 1 mM CaCl₂, 0,3 % Triton X 100-ból állt.

A mintákat mikrotiter lemezre pipettáztuk, abszorbanciát 410 nm-re állítva végeztünk egy mérést azonnal, majd a következő 10 percen percenként, 37 °C-os inkubációs hőmérsékletet tartva.

Az eredményeket µg/mg-proteinben fejeztük ki.



14. ábra: Az emésztőenzim vizsgálat előkészítése, forrás: saját kép

3.12 Statisztikai analízis

Az adatokat Varianciaanalízis (ANOVA) és Tukey post-hoc alkalmazással elemeztük. A kiugró értékeket, csoportonként legfeljebb egyet, Grubbs-teszttel távolítottuk el. Az allometrikus együtthatók különbségeit a kovariancia-analízis (ANCOVA) segítségével becsültük. A túlélést az élő halak %-ában fejeztük ki a kezdeti halak tartályonkénti számához viszonyítva. A molekuláris analízis eredményeit táblázatokban adjuk meg, az eredményeket átlagolva, egyesített mintákat használva. Az egyesített mintákat csoportonként értelmezzük, ami 3 egyesített mintát jelent tartályonként. Egy egyesített minta 3-4 halból állt, halmérettől függően.

4. Eredmények és értékelésük

4.1 Morfológiai eredmények

A H és H táppal nevelt halak testtömege kisebb volt, mint a B2 és AI táppal etetett halak testtömege. Az AS táppal nevelt halak tömege szignifikánsan alacsonyabb volt a B2 és AI tápokhoz viszonyítva.

A H és H és AS táppal etetett halak növekedési üteme (SGR) lassabb volt, mint a B2 és AI táppal etetett csoportoké. Az AI és B2 csoportok standard testhossza hosszabb volt, mint az AS és H és H csoportoké. A B2-n elválasztott lárvák allometrikus együtthatója szignifikánsan alacsonyabb volt a másik három csoporthoz képest. Megmaradás tekintetében nem volt különbség a csoportok között.

	Otohime B2	Aller Infa	Aqua Start	H és H
Egyedi tömeg (mg)	82.9 ±32.6	78.6±41.9	*#56.6±16.4	*#58.6±37.2
Standard hossz (mm)	20.31±2.97	20.97±2.85	#19.25±2.14	*#19.06±2.92
Specifikus növekedési ütem (%)	14.29±1.25	13.96±1.52	*#13.03±0.95	*#12.85±1.60
Relatív kondicionáló faktor(Kn)	1.02±0.21	1.01±0.18	1.01±0.12	1.02±0.23
Allometrikus együttható (b)	1.95	*2.96	*2.12	*2.67
Túlélés (%)	98.7±1.0	96.0±3.3	98.2±1.9	97.5±1.7

2. táblázat **A négy vizsgált tápon nevelt halak morfometrikus indexei.** Átlagok ± standard szórással megadva; *: statisztikailag szignifikáns eltérés az Otohime B2-höz hasonlítva; #: statisztikailag szignifikáns eltérés az Aller Infához hasonlítva.

4.2 Biokémiai vizsgálatok eredményei

A tápok biokémiai elemzését foszfolipid, szabad aminosav és oldható fehérje vizsgálatokkal végeztük. A fehérje emészthetőségét in vitro pisztrángsünger bélkivonat emészthetőségi vizsgálattal értékeltük.

A legmagasabb poszfolipid értékkel a B2 táp bír, következő az AI, majd a H és H, a legkevesebb foszfolipidet a AS tápban mértük

A szabad aminosav mennyisége szintén a B2-ben a legmagasabb, kevesebb az AI-ban, a H és H-ban, és legalacsonyabb az AS-ban.

Azonban az oldható fehérje szint a B2-ben volt a legalacsonyabb, legmagasabb a AS-ben és a H és H-ban.

Az in vitro fehérje emészthetőség a H és H-ban volt a legalacsonyabb, a legmagasabb pedig a B2-ben és az AI-ban.

	Otohime B2	Aller Infa	Aqua Start	H és H
Foszfolipid (µg/mg táp)	42.5±3.6	*25.9±7.2	*#5.4±3.0	*29.7±7.1
Szabad aminosav (mg/mg táp)	0.034±0.001 ^{OR}	*0.018±0.004	*0.016±0.006	*0.01±0.007
Oldható fehérje (mg/mg táp)	2.12±0.60	*3.95±0.57	*#8.67±0.60	*#6.94±1.95
Fehérje emészthetőség (felszabadult AS (g)/mg táp/tripszin aktivitás egység)	3622±792	2258±208 ^{OR}	2015±1817	*#341±532

3. táblázat **A négy vizsgált táp foszfolipid, szabad aminosav és oldható fehérje szintje, valamint fehérje emészthetősége.** Átlagok ± standard szórással megadva; *: statisztikailag szignifikáns eltérés az Otohime B2-höz hasonlítva; #: statisztikailag szignifikáns eltérés az Aller Infához hasonlítva.

4.3 Emésztőenzim vizsgálatok

A 4 féle táp között nem találtunk különbséget sem a tripszin, sem a lipáz aktivitásában.

	Otohime B2	Aller Infa	Aqua Start	H és H
Tripszin (µg/mg fehérje)	1.87±0.28	1.66±0.33	1.91±0.37	1.81±0.54
Lipáz (µg/mg fehérje)	0.29±0.19	0.26±0.10	0.32±0.21	0.17±0.20

4. táblázat **Emésztőenzim aktivitás a tápra szoktatott lárvák egész testéből mérve.** Átlagok ± standard szórással megadva; *: statisztikailag szignifikáns eltérés az Otohime B2-höz hasonlítva; #: statisztikailag szignifikáns eltérés az Aller Infához hasonlítva.

Összefoglalva az eredményeket, kijelenthetjük, hogy a zárt recirkulációs rendszerben nevelt pisztrángsügér sikeresen tápra szoktatható. Megállapítottuk, hogy a legjobb eredményeket a B2 táp esetében kaptuk, de közel ugyanolyan hatásos az AI táp is, melyben ráadásul sokkal kevesebb a tengeri eredetű összetevő. A B2 tekinthető az optimális tápláléknak a ragadozó halfajok, például a süllő esetében, jelen vizsgálat alapján úgy tűnik, hogy a pisztrángsügérek alacsonyabb a szabad aminosav és a foszfolipid igénye, legalábbis ebben a növekedési fázisban. Ezért további kutatásokra lenne szükség, hogy megtaláljuk a legjobb első takarmányát a pisztrángsügéreknek. A későbbiekben pedig megtalálni a legmegfelelőbb nevelő takarmányokat, hogy elősegítsük a pisztrángsüger recirkulációs rendszerben való nevelésének bevezetését az európai akvakultúrába.

5. Összefoglalás

A fenntartható akvakultúra-ágazat kihívása a 20. században a fenntartható takarmány kifejlesztése és előállítása, különös tekintettel a tengeri eredetű összetevők arányainak csökkentésével, helyettük más, alternatív fehérjeforrások (pl. rovarliszt) felhasználásával. A globális felmelegedés és a fogyasztók minőségbeli elvárásainak változása következtében az európai akvakultúra fellendítésében nagy szerepet kaphat új fajok bevezetése a termelésbe.

A pisztrángsügér (*Micropterus salmoides*) egy észak-amerikai melegvíz kedvelő faj, mely húsa ízletes, fehér, lemezes szerkezetű és gazdag telítetlen zsírsavakban. Jelenleg Ázsia számít a legnagyobb pisztrángsügér termelőnek, az európai gazdaságokba való bevezetése elősegítené az ágazat éghajlathoz való alkalmazkodását. A hatékony lárvaneveléshez a megfelelő infrastruktúra mellett ismernünk kell a legmegfelelőbb takarmányt is. Ebben a kutatásban 4 féle lárvanevelő tápot elemeztünk különféle biokémiai vizsgálatokkal, és 12 ballon pisztrángsügér lárvát 3 ismétlésben etettünk a tápokkal.

A kísérlethez a lárvákat a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halászati Kutató Központ telephelyén, Szarvason, fél-mesterséges szaporítással állítottuk elő. 2023 májusában 30 pár pisztrángsügér anyát oltottunk 50 µg/ttkg mennyiségű sGnRHa, [D-Arg6, Trp7, Leu8, Pro9-NEt]-GnRH lazac gonadotropin-felszabadító hormon analóggal. Oltás után a halakat egy mesterséges fészkekkel ellátott tóba helyeztük, ahol végbement az ívás. 3 nappal később ellenőriztük a fészkeket, és 10 ikrával teli keretet szállítottunk a keltetőbe. A 23 ± 1 °C-on inkubált ikrákat, majd a kikelt lárvákat úszóhólyag-töltésig a keltető kádban hagytuk, majd 30 000 darabot a lárvanevelő recirkulációs rendszer egyik 1,4 köbméteres hengerkúpos ballonába helyeztünk. A lárvákat az első 10 napon dúsított artémia naupliusszal etettük, további négy napig Otohime B2 tápot is kaptak. A kelés utáni 23. napon 200-200 db lárvát 12 kisebb ballonba helyeztünk, melyek ugyanazon rendszerhez tartoztak. A 4 féle tápot 3 ismétlésben véletlenszerűen rendeltük a ballonokhoz. A kísérlet kezdetén a halak a tápok mellett kaptak dúsított artémiát is, amiknek a mennyiségét naponta csökkentettük. A kísérlet 10. napján mintákat vettünk az egyes ballonokból, majd morfológiai vizsgálatokat

és biokémiai analíziseket végeztünk. Az eredmények kiértékelésére statisztikai programokat használtunk.

Az eredmények alapján az Otohime B2 és az Aller Infa tápok bizonyultak a legjobbnak a pisztrángsügér nevelés ezen szakaszában. Az AI táp mellett szól, hogy benne lényegesen kevesebb a tengeri eredetű összetevő. További kutatásokat igényelne, hogy megtaláljuk és/vagy kifejlesszük a legoptimálisabb pisztrángsügér lárvatápot és nevelőtápok, melyeknek helye van a fenntartható európai akvakultúrában.

6. Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk köszönetet mondani Dr. Halasi-Kovács Bélának, hogy lehetőséget biztosított a Halászati Kutató Központban a kísérleteim elvégzéséhez. Köszönettel tartozom Dr. Ljubobratovic Urosnak, aki témavezetőmként segített a szaporítás és halnevelés elméleti és gyakorlati feladataiban. Dr. Lukic Jovankanak, a témával és a protokollokkal kapcsolatos részletes iránymutatásaiért, valamint a statisztikai számításoknál nyújtott segítségéért. Valamint minden HAKI dolgozónak, aki a kísérlet folyamán segítette munkánkat.

7. Irodalomjegyzék

A.P. Carvalho, A. Olivia-Teles, P. Bergot A preliminary study on the molecular weight profile of soluble protein nitrogen in live food organisms for fish larvae

Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries Department. (2000). The State of World Fisheries and Aquaculture, 2000 (Vol. 3). Food & Agriculture Org..

Burdge, G. C., & Calder, P. C. (2005). Conversion of α -linolenic acid to longer-chain polyunsaturated fatty acids in human adults. *Reproduction Nutrition Development*, 45(5), 581-597.

Burdge, G. C., & Wootton, S. A. (2002). Conversion of α -linolenic acid to eicosapentaenoic, docosapentaenoic and docosahexaenoic acids in young women. *British Journal of Nutrition*, 88(4), 411-420.

Carlson, A. R., 1973. Induced spawning of largemouth bass. *Trans. Amer. Fisheries Soc.* 102: 442—444.

Crichigno, S. A., & Cussac, V. E. (2019). Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) adaptation to a warmer climate: the performance of an improved strain under farm conditions. *Aquaculture International*, 27, 1869-1882.

Cunniff, P., & Washington, D. (1997). Official methods of analysis of AOAC international. *J. AOAC Int*, 80(6), 127A.

Dahlberg, M. D. (1979). A review of survival rates of fish eggs and larvae in relation to impact assessments. *Marine Fisheries Review*, 41(3), 1-12.

Data, P. (1995). Alpha-lipoic acid. *Arzneimittelforschung*, 45, 872-874.

Drake A (2009) *Micropterus salmoides* (Largemouth Bass). CABI Compendium. <https://doi.org/10.1079/cabicompennium.74846>

Eating the wild, 2021. Carp vs bass: detailed comparison. <https://eatingthewild.com/carp-vs-bass/> (accessed 25 July 2023).

Hamre, K., Yufera, M., Rønnestad, I., Conceição, L. E. C., Izquierdo, M. 2013. Fish larval nutrition and feed formulation: knowledge gaps and bottlenecks for advances in larval rearing. *Reviews in Aquaculture* 5 (suppl.), 526-558.

- Harka Á. (1993): A süllő növekedése a Tisza-tóban. *Halászat*, 86. 20-21.
- Hou, Z., & Fuiman, L. A. (2020). Nutritional programming in fishes: insights from mammalian studies. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 30(1), 67-92.
- Hu, C. H., Bie, H. Q., Lu, Z. Y., Ding, Y., Guan, H. H., Geng, L. H., ... & Shen, Z. G. (2023). Out-of-season spawning of largemouth bass in a controllable recirculating system. *Frontiers in Physiology*, 14, 656.
- Hussein, G. H. G., Chen, M., Qi, P. P., Cui, Q. K., Yu, Y., Hu, W. H., ... & Shen, Z. G. (2020). Aquaculture industry development, annual price analysis and out-of-season spawning in largemouth bass *Micropterus salmoides*. *Aquaculture*, 519, 734901.
- J.J. Govoni, G.W. Boehlert, Y. Watanabe The physiology of digestion in fish larvae *Env. Biol. Fishes*, 16 (1986), pp. 59-77
- Kanazawa, A., Teshima, S., Inamori, S., Sumida, S. and Iwashita, T., 1981. Effects of phospholipids on growth, survival rate, and incidence of malformation in larval ayu. *Mem. Fat. Fish. Kagoshima Univ.*, 31: 185-192.
- Le Cren, E. D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *The Journal of Animal Ecology*, 201-219.
- Léger, Ph., Bengston, D.A., Sorgeloos , P., Simpson, K.L. and Beck, A.D. 1987. The nutritional mvalue of Artemia: a review. In: Sorgeloos , P., Bengston, D.A., Declair, W., Jaspers, E., (Eds) *Artemia research and its applications*, Vol. 3. Universal Press, Wettern Belgium, 357-372.
- Liu, Y., Yao, C., Cui, K., Hao, T., Yin, Z., Xu, W., ... & Ai, Q. (2023). Nutritional programming of large yellow croaker (*Larimichthys crocea*) larvae by dietary vegetable oil: effects on growth performance, lipid metabolism and antioxidant capacity. *British Journal of Nutrition*, 129(6), 967-980.
- Ljubobratovic, U., Kosanovic, D., Vukotic, G., Molnar, Z., Stanisavljevic, N., Ristic, T., ... & Jeney, G. (2017). Supplementation of lactobacilli improves growth, regulates microbiota composition and suppresses skeletal anomalies in juvenile pike-perch (*Sander lucioperca*) reared in recirculating aquaculture system (RAS): A pilot study. *Research in veterinary science*, 115, 451-462.

Lorenzoni, M., DoÈrr, A. M., Erra, R., Giovinazzo, G., Mearelli, M., & Selvi, S. (2002). Growth and reproduction of largemouth bass (*Micropterus salmoides* Lacépède, 1802) in Lake Trasimeno (Umbria, Italy). *Fisheries research*, 56(1), 89-95.

Lovell, T., 1989. *Nutrition and Feeding of Fish*. Van Nostrand Reinhold Publishers, New York, NY, 260 pp.

Lukić, J., Stanisavljević, N., Vukotić, G., Terzić-Vidojević, A., Begović, J., Golić, N., & Ljubobratović, U. (2021). Enrichment of Larval Fish Feed with Free Amino Acids and Proteins by Coating with *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* BGHN14 Homogenate. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 21(11), 569-573.

Lukic, J., Vukotic, G., Stanisavljevic, N., Kosanovic, D., Molnar, Z., Begovic, J., ... & Ljubobratovic, U. (2019). Solid state treatment with *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* BGHN14 and *Lactobacillus rhamnosus* BGT10 improves nutrient bioavailability in granular fish feed. *Plos one*, 14(7), e0219558.

Malzahn, A. M., Ribičić, D., Hansen, B. H., Sarno, A., Kjørsvik, E., Aase, A. S. N., ... & Hagemann, A. (2022). First feed matters: The first diet of larval fish programmes growth, survival, and metabolism of larval ballan wrasse (*Labrus bergylta*). *Aquaculture*, 561, 738586.

Murphy, B. R., D. W. Willis, and T. A. Springer. 1991. The relative weight index in fisheries management: status and needs. *Fisheries* 16(2):30–38.

N.R.C., 1981. *Nutrient requirements of coldwater fishes*. National Research Council (USA), Subcommittee on Coldwater Fish Nutrition, 63 pp.

Opstvedt, J., Nygård, E., Samuelsen, T. A., Venturini, G., Luzzana, U., & Mundheim, H. (2003). Effect on protein digestibility of different processing conditions in the production of fish meal and fish feed. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(8), 775-782.

Parmar, T. P., Kindinger, A. L., Mathieu-Resuge, M., Twining, C. W., Shipley, J. R., Kainz, M. J., & Martin-Creuzburg, D. (2022). Fatty acid composition differs between emergent aquatic and terrestrial insects—A detailed single system approach. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, 952292.

Patula, S., Wojno, M., Pinnell, L. J., Oliaro, F., Cabay, C., Molinari, G. S., & Kwasek, K. (2021). Nutritional programming with dietary soybean meal and its effect on gut microbiota in zebrafish (*Danio rerio*). *Zebrafish*, 18(2), 125-138.

Pintér K. (2015):Magyarország halai. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 360

Rungruangsak-Torrissen, K., Rustad, A., Sunde, J., Eiane, S. A., Jensen, H. B., Opstvedt, J., ... & Venturini, G. (2002). In vitro digestibility based on fish crude enzyme extract for prediction of feed quality in growth trials. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(6), 644-654.

S. Helland, B.F. Terjesen, L. Berg Free amino acid and protein content in the planktonic copepod *Temora longicornis* compared to *Artemia franciscana*

S.K. Tonheim, M. Espe, K. Hamre, I. Rønnestad Pre-hydrolysis of protein improves utilisation of dietary protein in the larval teleost Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*, L.)

Sargent, J. R. (1997). Fish oils and human diet. *British Journal of Nutrition*, 78(1), S5-S13.

Skudlarek, N., Coyle, S. D., & Tidwell, J. H. (2013). Development of first-feeding protocols for indoor larviculture of largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Journal of Applied Aquaculture*, 25(1), 9-23.

Sloane, M. B., & Lovshin, L. L. (1995). Feed training and intensive production of advanced largemouth bass fingerlings: A review. *Reviews in Fisheries Science*, 3(1), 65-89.

Varadi, L., Szucs, I., Pekar, F., Blokhin, S., & Csavas, I. (2001). Aquaculture development trends in Europe.

Vutskits Gy., 1913. A pisztrángsügér és a naphal meghonosodása a Drávában. *Természettud. Közlöny* 748— 749.

Willis, D.W., Flickinger, S.A., 1981. Intensive culture of largemouth bass fry. *Trans. Amer. Fisheries Soc.* 110: 650—655.

Ábrák jegyzéke

1. ÁBRA: PISZTRÁNGSÜGÉR (<i>MICROPTERUS SALMOIDES</i>), KÉP FORRÁSA: HTTPS://TOPMIX.HU/HALFAJOK/PISZTRANGSUGER-FEKETE-SUGER.....	3
2. ÁBRA: FOSZFOLIPIDEK ÁLTALÁNOS FELÉPÍTÉSE, FORRÁS: HTTPS://HU.KHANACADEMY.ORG/SCIENCE/BIOLOGY/XD0ADD07FF39257DD:MACROM OLECULES/XD0ADD07FF39257DD:LIPIDS/A/LIPIDS	5
3. ÁBRA: AZ ANYAHALAK OLTÁSA, FORRÁS: SAJÁT KÉP.....	9
4. ÁBRA: A MŰFÜVES FÉSZKEK ELHELYEZÉSE AZ ÍVATÓ TÓBA, FORRÁS: SAJÁT KÉP	10
5. ÁBRA: MEGTERMÉKENYÍTETT IKRASZEMEK MŰFŰ SZÁLAKON, FORRÁS: SAJÁT KÉP.....	11
6. ÁBRA: AZ IKRÁVAL TELI FÉSZKEK A KELITETŐ KÁDBAN, FORRÁS: SAJÁT KÉP	11
7. ÁBRA: A FRISSEN KIKELT PISZTRÁNGSÜGÉR LÁRVÁK, FORRÁS: SAJÁT KÉP.....	12
8. ÁBRA: A 23 NAPOS LÁRVÁK A LÁRVANEVELŐ BALLONBAN, FORRÁS: SAJÁT KÉP	13
9. ÁBRA: A VIZSGÁLT TÁPOK, FORRÁS: SAJÁT KÉP	14
10. ÁBRA: A FOSZFOLIPID VIZSGÁLAT MINTÁI A MIKROTITER LEMEZEN, FORRÁS: SAJÁT KÉP	17
11. ÁBRA: A MINTÁK MIKROTITER LEMEZRE PIPETTÁZÁSA, FORRÁS: SAJÁT KÉP	18
12. ÁBRA: A KB. 200 GRAMM TÖMEGŰ PISZTRÁNGSÜGÉR, FORRÁS: SAJÁT KÉP	19
13. ÁBRA: AZ IN VITRO VIZSGÁLATHOZ FELHASZNÁLT BÉL SZAKASZ, LEVÁLASZTÁS ELŐTT, FORRÁS: SAJÁT KÉP	19
14. ÁBRA: AZ EMÉSZTŐENZIM VIZSGÁLAT ELŐKÉSZÍTÉSE, FORRÁS: SAJÁT KÉP	21

Táblázatok jegyzéke

1. TÁBLÁZAT TAKARMÁNY-ÖSSZETÉTELE A VIZSGÁLT B2, AI, AS ÉS H ÉS H TÁPOKNAK. ÁTLAGOK ± STANDARD SZÓRÁSSAL MEGADVA.....	15
2. TÁBLÁZAT A NÉGY VIZSGÁLT TÁPON NEVELT HALAK MORFOMETRIKUS INDEXEI. ÁTLAGOK ± STANDARD SZÓRÁSSAL MEGADVA; *: STATISZTIKAILAG SZIGNIFIKÁNS ELTÉRÉS AZ OTOHIME B2-HÖZ HASONLÍTVA; #: STATISZTIKAILAG SZIGNIFIKÁNS ELTÉRÉS AZ ALLER INFÁHOZ HASONLÍTVA.	23
3. TÁBLÁZAT A NÉGY VIZSGÁLT TÁP FOSZFOLIPID, SZABAD AMINOSAV ÉS OLDHATÓ FEHÉRJE SZINTJE, VALAMINT FEHÉRJE EMÉSZTHETŐSÉGE. ÁTLAGOK ± STANDARD SZÓRÁSSAL MEGADVA; *: STATISZTIKAILAG SZIGNIFIKÁNS ELTÉRÉS AZ OTOHIME B2- HÖZ HASONLÍTVA; #: STATISZTIKAILAG SZIGNIFIKÁNS ELTÉRÉS AZ ALLER INFÁHOZ HASONLÍTVA.	24
4. TÁBLÁZAT EMÉSZTŐENZIM AKTIVITÁS A TÁPRA SZOKTATOTT LÁRVÁK EGÉSZ TESTÉBŐL MÉRVE. ÁTLAGOK ± STANDARD SZÓRÁSSAL MEGADVA; *: STATISZTIKAILAG SZIGNIFIKÁNS ELTÉRÉS AZ OTOHIME B2-HÖZ HASONLÍTVA; #: STATISZTIKAILAG SZIGNIFIKÁNS ELTÉRÉS AZ ALLER INFÁHOZ HASONLÍTVA.....	24

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: VASS NORBERT
A Hallgató Neptun kódja: REB5PB
A dolgozat címe: KÜLÖNBÖZŐ LÁTVANÉVELŐ TÁROK ÖSSZEHOSONLÍTÁSA...
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: AKI
A konzulens tanszékének a neve: HAKI

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023 év 11 hó 03 nap



Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

DR. LJUBOBRATOVIC UROS (név) (hallgató Neptun azonosítója: REB5PB)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő
védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: 2023 év 11 hó 03 nap


belső konzulens