

SZAKDOLGOZAT

Ferkovics László

Mezőgazdasági mérnöki alapképzés – (BSc)

Keszthely

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Georgikon Campus

Akvakultúra és Környezetbiztonság Intézet

Mezőgazdasági mérnök alapképzési szak

**Tápon nevelt süllő (*Sander lucioperca*) esetében egyedi
takarmányértékesítést befolyásoló tényezők vizsgálata**

Belső konzulensek: Dr. Molnár Tamás Gergely

Dr. Beliczky Gábor Péter

Intézet/tanszék: MATE AKI

**Alkalmazott Halbiológiai
Tanszék**

Készítette: Ferkovics László

Keszthely 2024

Tartalom

1. Bevezetés és célkitűzés.....	5
2. Irodalmi áttekintés	7
2.1. Magyarország haltermelése	7
2.1.1. Az ágazat jellemzése, hazai fogyasztói szokások.....	7
2.1.2. Hagyományos halastavi haltermelés (extenzív és fél-intenzív technológiák)	8
2.1.3. Intenzív haltermelési technológiák.....	9
2.2. A recirkulációs (RAS) rendszer	12
2.2.1. Működési elve	12
2.2.2. Fizikai szűrés.....	12
2.2.3. Biológiai szűrés	14
2.2.4. Oxigén pótlása a rendszerben és egyéb gázok.....	16
2.2.5. Csíraszám csökkentés és fertőtlenítés módszerei.....	18
2.3. A süllő	20
2.3.1. Rendszertan	20
2.3.2. Megjelenés	20
2.3.3. Életmód.....	21
2.3.4. A süllő intenzív (RAS) nevelése	22
3. Anyag és módszertan.....	24
4. Eredmények	27
5. Következtetések és javaslatok	31
6. Összefoglalás	33
7. Irodalomjegyzék	34
8. Köszönetnyilvánítás.....	36
9. Táblázatok és ábrák jegyzéke.....	37

„Vagy elmélkedj a földről, az is tanít,
a tenger halai is beszélnek neked.
Ki ne tudná mindezekről, hogy az Úr
keze alkotta őket?”

(Jób, 12;8-9)

1. Bevezetés és célkitűzés

Magyarország legnagyobb mennyiségben termelt hala a ponty (*Cyprinus carpio*). Ezt a fajt mi magyarok előszeretettel használjuk fel tradicionális ételeinkben és termelési kapacitásunk is elegendő ahhoz, hogy saját igényeinket kielégítsük (cc. 15-17 000 tonna étkezési méretű ponty évente). Az új fogyasztói szokásokhoz igazodva, Európa főleg nyugati fekvésű piacai egyre inkább mellőzik a fajt és inkább a szálkamentes (vagy kevesebb szálkát tartalmazó), iszapíz nélküli halhúsokat keresi. Az európai piacokra eljuttatni a ponty többlettermelésünket nehéz, csupán nyomottabb áron keleti-déli szomszédjainknak exportálhatjuk. Szerencsére az itthon egyre inkább előtérbe kerülő, intenzív, vagy ún. precíziós technológiákkal termelhetünk a piac számára kívánatosabb halakat is. Az új technológiákkal erőforrás takarékosan (víz, energia, takarmány, humán erőforrás, ...) termelhetünk - az új fogyasztói szokásokhoz igazodó - halfajokat úgy, hogy a gazdasági szempontok mellett a környezetvédelmi aspektusokat is maximálisan előtérbe helyezzük.

Horgászati és termelési szempontból is kiemelkedő minőséget képvisel a süllő (*Sander lucioperca*), mely őshonos ragadozó tagja a hazai halfaunának. A sporthorgászok előszeretettel horgásznak rá célzott módszerekkel, kifejezetten keresett itthon és Nyugat-Európában is, a horgászati célú haltelepítések során. Hazánk tavaiban és folyóiban egyaránt megtalálható, élőhelye iránti igénye kimagasló a többi tömegtermelésbe vont halfajhoz képest. A Balatonban élő populáció egyedeit, melyek eléri a másfél kg-ot, hagyományosan a fogassüllő elnevezéssel illetik. A süllő nevelése egyre népszerűbb a halgazdálkodásban, mivel kiváló húsminőségű alapanyag a gasztronómiai piacokon. Sajnos nagyon érzékeny a tartás minőségére, az életfeltételeinek ingadozására és a nevelése során esetenként felszaporodó különböző patogénekre. Nagy kockázattal, vagy kiugróan nagy szakértelemmel lehet csak tartani intenzív rendszerekben, hiszen igen költséges a megfelelő körülmények folyamatos fenntartása. Éppen ezért, minél hatékonyabban és minél rövidebb idő alatt szeretnék a termelők elérni a piaci méretet.

Az intenzív technológiák alkalmazása során kulcsfontosságú a megfelelő beltartalmi értékekkel rendelkező komplettált haltápok használata. Fontos, hogy az adott tápból mennyit fogyaszt az adott állomány, de gazdasági szempontból talán még fontosabb, hogy a felvett mennyiségből mennyit hasznosítanak valódi növekedésre az egyes halak. Kedvezőtlen esetben, a felvett tápanyagok jelentős része fordítódhat nem kifejezetten halhúsnövekmény létrehozására, mely intenzív rendszerben nem előnyös állapot (kannibalizmus, dominancia harcok, stresszkezelés).

Szakdolgozatomban azokat a tényezőket vizsgálom, amik befolyásolhatják a süllő takarmány felvételét, a tápanyagok hasznosításának mértékét és ez egyedi szinten milyen változatosságot mutat a kísérleti állományban. Mivel ezeket – a gazdaságos termeléssel összefüggő mutatókat - a környezet erősen befolyásolhatja, a termelőknek fontos beállítani a megfelelő és a faj számára specifikus paramétereket a nevelés során.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. Magyarország haltermelése

2.1.1. Az ágazat jellemzése, hazai fogyasztói szokások

Hazánk komoly múltú haltermeléssel rendelkezik. Bizonyítja ezt az Országos Halászati Egyesület (OHE) megalapítása is, mely 1886. május 23-án történt. (Magyar Akvakultúra és Halászati Szakmaközi Szervezet, 2024)

A múlt századokban haltermelésünk nem szabályozott körülmények között zajlott. Elődjaink kihasználták a vizek természetes haltermelő- és eltartó képességét, tehát a természet nyújtotta lehetőségekre és hozamokra támaszkodva halásztak. Időközben a fejlesztésekkel a lehalászás eszközrendszerét és technikáit is igyekeztek korszerűsíteni. Ez mennyiségi és minőségi változást eredményezett, így lehetőség nyílt célzott, ún. szelektív halászatokra is (Hermann, 1887).

Napjainkban többnyire a hagyományos tógazdaságok termelnek halat extenzív és főleg fél-intenzív módon. A vizek trágyázásával (tápanyag utánpótlás) és kiegészítő abraktakarmány adagolásával (energia pótlás) legnagyobb mennyiségben pontyot nevelnek a termelők. Ez, hosszú időtávon vizsgálva, cc. 80%-ot jelent az összes termelt tavi halfaj között. Tógazdasági haltermelésünk 20-21 000 tonna/év, míg intenzív termelésünk cc. 6000 tonna/év (Kiss, 2024a).

A fokozatosan növekvő termelési mutatóknak és részesedésnek köszönhetően, az elmúlt évtizedben egyre erőteljesebben növekszik az intenzív technológiákat alkalmazó termelők aránya Magyarországon (Balogh és mtsai, 2018). A nyitott jellegű, átfolyóvízes technológiák mellett gyakran találkozhatunk a teljesen zárt, víz-visszaforgatásos (ún. recirkulációs) módszerekkel (angolul: Recirculating Aquaculture System – RAS). Ez a fajta precíziós módszer lehetővé teszi a piac számára értékesebb halak gazdaságos és nagy volumenű termelését. Hazánk főleg afrikai harcsa (*Clarias gariepinus* és hibridek) nevelését folytatja nagyobb mértékben ilyen módon, de kis mértékben a tok félék (*Acipenseridae*) és a süllő is a palettára kerül. (Kiss, 2024a,b)

Az ország haltermelése 3 fő régióban összpontosul, Észak-Alföld, Dél-Alföld és Dél-Dunántúl. 2023-ban exportra 10,4 milliárd forint értékű halat és halászati terméket értékesített az ország, míg importra 52,3 milliárdot költött (Kiss, 2024b). Az alábbi adatokból is szembetűnő, hogy az ország halkereskedelme erősen az import termékekre támaszkodik. Ez azt jelenti, hogy amit termelünk, az nem piacképes külföldön és amit fogyasztunk, az többnyire csak külföldről

beszerezhető. Ez egy lehetőség is az ágazat jövőjét illetően. Olyat kell termelni, ami külföldön is keresett, mert előbb-utóbb azt keresi a hazai fogyasztó is.

A hazai halfogyasztás volumene 6-7 kg/fő/év több év átlagában. Ez több szempontból is hátrányos az ágazatra nézve. A lakosság 40%-a elvből elutasítja a halevést, így a maradék 60% feladata az átlagot látható tartományba felemelni. A világ átlag halfogyasztása megközelítőleg 20kg/fő/év, de az EU még magasabb értéket produkál (23-25kg/fő/év). Ezekről az eredményektől messze elmarad a hazai fogyasztás és sajnos még a kevés produkció is erősen szezonális. Főleg a nagy keresztény ünnepekre korlátozódik (Kiss, 2024a,b).

2.1.2. Hagyományos halastavi haltermelés (extenzív és fél-intenzív technológiák)

Az extenzív technológiák jelentősen kevesebb beruházási- és működési anyagköltséggel megvalósíthatóak a fél-intenzív és intenzív módszerekkel szemben. A tógazdálkodási haltermelés megvalósításához hazánkban víztározókat, holtágakat és olyan mesterségesen kialakított vizes élőhelyeket (halastó) is alkalmaznak, amelyeket fenntartási és állagmegóvási célból is szükséges üzemeltetni. Az állagmegóváshoz csak annyi halat telepítenek be a tóba, amit az a természetesen termelt táplálékával el tud tartani (természetes hozam). Így meggátolható a tó eróziója/feltöltődése és ez a mikrokörnyezet számára is előnnyel jár (klímaszabályozás, biodiverzitás, ökoszisztéma szolgáltatás). A fél-intenzív módszer hazánkban a legelterjedtebb technológia. Ezt mesterségesen kialakított halastavi rendszerek formájában művelik a tógazdák. A nevelő egységek földmedrűek, könnyen lehalászhatóak és teljesen lecsapolhatóak a vízszintszabályozó műtárgyaknak és csatornáknak köszönhetően. Elengedhetetlen a biztos vízutánpótlási forrás, amivel szinten tarthatjuk a tavak vízszintjét és visszatölthetjük azokat, amikor a kezelés megkívánja (Horváth, 2000).

A domborzati adottságokat mérlegelve, különböző építési módszerrel kialakítható halastórendszerek a következők:

- dombvidéki – ún. völgyzárógátas (inkább Dunántúl)
- síkvidéki – ún. körtöltéses (Alföld)
- utóbbiak kombinációja – ún. hosszöltéses tavak (ritka, pl. Buzsáki Tógazdaság kisebb tavai)

Az építés módszer meghatározó tényező a termelés stratégiáját illetően. A völgyzárógátas megoldás kiépítése és üzemeltetése a legköltséghatékonyabb eljárás. A gravitációval könnyen

feltölthető tavakban általában kedvezőek és folyamatosan biztosított a vízutánpótlás. Hátrányuk, hogy sorban történő elhelyezkedésüknek köszönhetően nem lehetséges külön kezelni őket, illetve a gyomhalak és a patogének az egész rendszerben könnyedén szétterjedhetnek. A körtöltéses és hosszútöltéses módszereknél az imént említett hátrány nem lép fel, a különálló és külön befolyású halastavak egyedileg kezelhetők. Fontos állategészségügyi szempont, hogy a téli szárazon állás is megoldható a leghatékonyabb hideg időszakban (Ördög, 2011).

A magyarországi klimatikus viszonyoknak köszönhetően a vágósúlyú halat, pl. pontyot (cc.1,5kg), 3 év alatt lehet elérni. Egy tenyésztési szezon az, mikor a halak aktívan nőnek. Ez ideálisan, hazánkban egy 180 napot felölelő időszak. Magyarországon az 1960-as éveket követően elterjedt polikultúrában termelni, vagyis egy tóba egy időben több halfajt, több korosztályban telepíteni. Így jobban kihasználható a tavak által biztosított természetes táplálékforrás és a diverzifikált fajkészlet nagyobb jövedelmezőséget biztosít a termelőknek (Horváth, 2000; Ördög, 2011).

A tavaszi haltelepítések során a tóterület egységre kihelyezett egyedszámok mindig a kihelyezendő egyedek méretei alapján vannak meghatározva. Kisebb egyedek nagyobb számmal telepíthetők, ugyanakkor az átlagos növekedés lehetőségét visszakorlátozza idővel a rendelkezésre álló táplálék mennyisége és minősége. A gazdálkodótól folyamatos optimalizáció szükséges és elengedhetetlen az adott tó állapotának körültekintő ismerete. A halastavak természetes táplálék bázisa általában nem fedezi a szükséges mennyiséget (tóhozam), ezért kiegészítő takarmányozást alkalmazunk (takarmányhozam) (Hancz, 2007).

2.1.3. Intenzív haltermelési technológiák

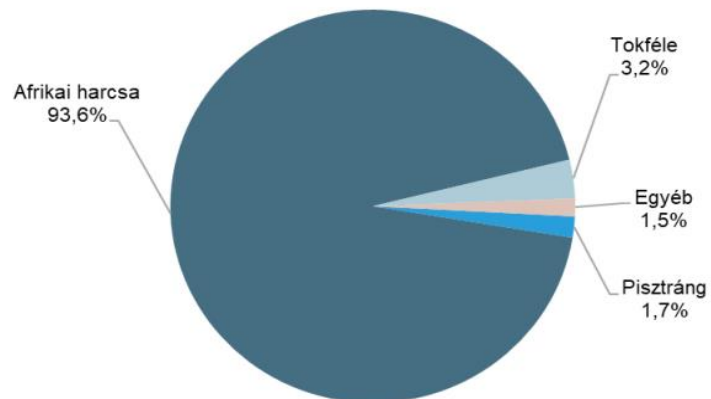
Az import függőség csökkentésének egyik lehetősége az intenzív haltermelés-haltenyésztés volumenének növelése. Az intenzív, vagy precíziós haltermelési rendszereket az intenzifikáció mértéke alapján kategorizálni lehetséges: fél-intenzív haltermelési rendszerek (átmeneti kategória), ahol köbméterenként maximálisan 1-20 kg halat lehet megtermelni, intenzív haltermelési rendszerek, ahol 20-100 kg hal tartható maximálisan egy köbméter vízben, szuper intenzív haltermelési rendszerek, ahol a megtermelt hal mennyisége meghaladja a 100 kg-ot köbméterenként. Fontos megjegyezni, hogy mind tóban, mind mesterségesen kialakított terekben (beton medencék, műanyagfalú kádak stb.) történhet intenzív, azaz precíziósan kontrollált termelés. Az intenzív termelés alapja a komplettált, azaz teljes értékű

takarmánykeverékek (haltápok) használata. Az időszakos vízcsere mennyisége és a vízmozgás jellege, valamint a nevelési paraméterek szabályozása alapján több technológiai megoldás is létezik. Az intenzív haltermelési rendszerek legnépszerűbb megoldásai jelenleg az alábbiak: recirkulációs rendszerek, átfolyó-vizes rendszerek, ketreces haltartó rendszerek (Csorbai és mtsai, 2015).

Hazai példákat említve a Jászkiséri Halas Kft.-nél üzemi körülmények között gazdaságosan alkalmazták pl. a „tó a tóban” rendszert, mely egy átfolyóvizes megoldásnak tekinthető. Az intenzív egységben (úszó műanyag medence) értékes fajokat neveltek (pl. hibrid csíkos sügér (*Morone sp.*)), míg az elfolyó víz tisztítását végző extenzív halastóban a hagyományos tavi polikultúrát alkalmazták. Ebben a megoldásban nem volt szükség a halastó tavaszi-kora nyári trágyázására, mely egy munka és időigényes technológiai lépés hagyományos tavi termelés során. Az Aranypony Zrt. rétimajori telepén (Sáregres) tavi (úszó)ketreces rendszereket üzemeltettek, melyekben a szürke harcsa (*Silurus glanis*) tápos intenzív nevelését tógazdasági halfajok, köztük érdekességképpen lapátorru tok (*Polyodon spathula*) termelésével kombinálták (halaszat.kormany.hu).

Magyarország gazdag geotermikus vízkészletekben is. Halgazdálkodási szempontból a hatékony és környezetbarát termálvíz hasznosítás további innovatív technológiai megoldásokat tesz szükségessé. Jó példa erre a Szarvas-Fish Kft. afrikai harcsa (*Clarias gariepinus* x *Heterobranchus longifilis*) nevelő telepei (Tuka és Szarvas), ahol a komplex átfolyóvizes rendszer és az alkalmazott technológiai lépések több innovációs elemet tartalmaznak (Balogh és mtsai, 2018). A szarvasi intenzív haltermelő telepet elhagyó víz (technológiai hulladék) mesterséges halastavakban és létesített vizes élőhelyeken (wetland) történő utókezelését sok esetben vizsgálták és kiugróan hatékonynak találták (Gál et al., 2003; Kerepeczki et al., 2003, 2011). A technológia használatának nehézségei leginkább a helyes méretezésen és a szezonális csúcsosodik ki.

További intenzív rendszerekben termelt fajok a tokfélék, melyeket átfolyóvizes és recirkulációs technológiával is nevelnek, megközelítőleg 180 t/év volumenben. A csoportba tartozó fajok gasztronómiai értékét nem csak a húscélú nevelés, hanem a kaviártermelés is adja. A *Salmonidae* családba tartozó pisztrángfélék termelése átfolyóvizes és kombinált, ún. parciális RAS rendszerekben történik mindösszesen néhány családi gazdaságban, közel 100 t/év kapacitással. A süllő intenzív, sőt, recirkulációs elvű nevelése hazánkban marginális, főleg külföldi piacra szánt előnevelés és némi áruhalkibocsátás történik. A csekély részesedés az egyéb hal kategóriába sorolt 1,5%-ban (1. ábra) található meg (Kiss, 2024a,b).



*1. ábra. Magyarországon intenzív rendszerekben megtermelt halak megoszlása.
(Kiss, 2024a)*

2.2. A recirkulációs (RAS) rendszer

2.2.1. Működési elve

A recirkulációs halnevelő rendszer (Recirculating Aquaculture System - RAS) felépítése kettő, jól elkülöníthető fő részből áll, a halnevelő térből és a víztisztító részből. Ugyanolyan fontos mindkettő, a teljes rendszer gyakorlatilag egy önálló ökoszisztémának tekinthető, melyben minden egység megfelelő funkcionális működése szükséges a jó állapot fenntartásához.

A halak nevelő teréből távozó víz mindenféle anyagokkal terhelt. Oldott és formált (ún. partikulált) szerves és szervetlen anyagok feldúsulása figyelhető meg benne. Ezekkel a terhelő anyagokkal foglalkoznak a vízkezelő rendszer egyes specifikus elemei. Bizonyos alkotók már nyomnyi mennyiségben is problémát okoznak a magasabb rendű gerinces szervezetekre nézve (halak), míg bizonyos alkotók koncentrációja akár több nagyságrendnyi növekedést is megenged a recirkulációs rendszer biztonságos működése mellett.

A vízkezelési folyamat végén a terheléstől megtisztított víz, a lehető legjobb kondícióban visszatér a halakhoz, így támogatva a haltermelés sikerességét. A folyamat környezettudatos, mivel egységnyi megtermelt haltömegre vetítve kiugróan alacsony víz- és energiafelhasználás érhető el magas termékminőség mellett. Nem utolsó sorban a termelés biztonsága is megnő és megszüntethető a tógazdasági technológiák miatt kialakult piaci szezonális (Péteri, 2013; Csorbai és mtsai, 2015).

2.2.2. Fizikai szűrés

A szennyvízben lebegő és ülepedő anyagokat mechanikai szűrők segítségével tudjuk eltávolítani a rendszerből. A kiszűrendő anyagok mérete az 1 μm -tól, a több mm nagyságig terjedhet. A különböző technikát alkalmazó szűrő berendezések eltérő hatékonysággal tisztítják meg a vizet ezektől a szemcséktől. Javallott ezen eszközök kombinálása, hogy minél jobb vízminőséget érhesünk el (Péteri, 2013).

A lebegő szennyeződések származhatnak halürülékből (faeces), el nem fogyasztott, bomló tápból, a felületekről leváló biofilmből, de akár elhullott, bomlásnak induló haltetemből is. A szennyező szemcseméret alapján a fizikai szűrést dob-és homokszűrő, gravitációs ülepitő, hidrociklon és az egészen apró részecskék esetében hableválasztó készülék is végezheti (Csorbai és mtsai, 2015). Az üledéket eltávolítását megkezdhetjük már a haltartó kádakban, a zagyolással, vagy surrantással a kettős elfolyású medencéknek köszönhetően (Cornell-típusú

medence hidrociklonnal kombinálva). Az eljárás lényege, hogy a medence aljára, vagy egy tartályba kiüledő hordalékot eltávolítjuk a speciális hidrodinamikai állapotokat kihasználva. Ezzel már korai vízkezelési időpontban csökkenthetjük a terhet, mely a fizikai szűrőberendezésekre hárul (Kálmán Zoltán – Pelso Fish Zrt., szóbeli közlés, 2024).

Lamellás ülepítőkádakkal lelassíthatjuk a víz áramlását és így az általa szállított üledéket kivonhatjuk a rendszerből. Ezekben az egységekben például egymástól 5 cm-re elhelyezkedő 45-60 fokos szögben álló 0,9-1,8 m hosszú lamellák között áramlik a víz. A kiüledett anyagot viszont valamilyen módszerrel ajánlatos eltávolítani (pl. leszívás, elsurrantás), mivel egy recirkulációs rendszerben a bekonzentrált, de továbbra is a rendszerben pangó szerves üledék hamar bomlásnak tud indulni, így bakteriális tevékenység hatására újabb oldott terhelő anyagokat szabadít fel (Péteri, 2013). A 70 μm -nél nagyobb szennyezések 80%-át, míg az 1,5 μm -nél nagyobb szemcsék csupán 55%-át tudja az ülepítő eltávolítani.

Hasonló elven és effektívebben működik a csöves ülepítő. 1 m^2 ülepítőmedence alapterületre 3 m^3 /óra mennyiségű vizet lehet áramoltatni. A megfelelő alkalmazáshoz legalább 1 m-es vízmélység szükséges. Célszerű több, kisebb medencét párhuzamosan összekötni, így lehetőség nyílik a gyakori, váltott ütemű tisztításra. Elterjedt a forgó mikroszűrők alkalmazása is. Ezeket is rögtön a halnevelőtér után helyezik el, de gyakran ezek előtt is csapdázzák a lebegő anyagokat, hogy csökkentsék a mikroszűrő terhelését (Péteri, 2013; Csorbai és mtsai, 2015). A lebegő anyagok 36-45%-t képesek kiszűrni (Twarowska és mtsai, 1997; Davidson & Summerfelt, 2005).

Legelterjedtebben a 60-90 μm -es szembőségű mikroszűrőket használjuk, mert ezen szemcseméret alatt jelentősen csökken a hatékonyságuk (vízáramlásra ható negatív tényező). Három fajtájuk van, a dob, a korong és a szalagszűrő. Recirkulációs rendszerekben a forgó dobszűrőket (drum filter) használjuk elsősorban. A víz átfolyik a mikroszűrőn és a lebegő anyagok rajta tapadnak a felületén, ezt magasnyomású vízszugárral egy elvezető vályúba mossák és innentől a rendszertől külön kezelik. A mikroszűrőket zárt dobozba szokták helyezni. 2-3 percenkénti forgásra ajánlott ütemezni őket az energia- és víztakarékosság miatt (Péteri, 2013; Csorbai és mtsai, 2015). A mosáshoz használt víz mennyisége 0,2-2,0%-a a teljes megtisztított víztömegnek. (Timmons & Ebeling, 2007).

A mosóvízzel eltávolított koncentrált üledék akár elszállításra is kerülhet (kommunális szennyvíztelep), de egyre inkább terjed az a nézet, hogy értékes tápanyagként hasznosulhat más technológiákban (pl. biogáz erőmű, vagy mezőgazdasági felhasználás a cirkularitás érdekében).

A szemcsés anyagú mechanikai szűrőknek sok fajtáját alkalmazzák. Különböző változatai, a kavics, homok, műanyag-gyöngy töltetű szűrők, melyek működésük szerint ráfolyásos, alsó befolyású és nyomás alatti szűrők lehetnek. Ezek akár 100%-os eredményességgel szűrnék 50 μm -nél nagyobb szemcséket. RAS-nál jellemzően alsó befolyású szűrőket alkalmaznak. Ezeket 3-5 mm-es átmérőjű műanyag, általában gömb formájú gyöngyökkel töltik meg. (Péteri, 2013). A lebegőanyag mennyiségétől függően 0,3-1,02 atm túlnyomás szükséges a víz átáramoltatásához a berendezéseken keresztül (Timmons és Ebeling, 2007).

A legapróbb tartományba eső üledékszemcsék eltávolítása habképzéssel és annak leválasztásával történhet. A fehérje természetű anyagok bomlásuk során felületaktívvá válnak és mechanikai keverő hatásra habképződésre hajlamosak. Itt 1-30 μm -es szemcse méretről beszélünk. A vizet apró átmérőjű buborékokkal levegőztetik, majd a felületaktív anyagok rátapadnak a buborékok felületére, így képeznek habot. A kisebb és sűrűbb buborékok nagyobb hatékonyságot eredményeznek. (Cripps & Bergheim, 2000; Csorbai és mtsai, 2015). A fehérje leválasztás gyakran ózon fertőtlenítő eljárással kombinálható (Péteri, 2013).

2.2.3. Biológiai szűrés

A biológia szűrés folyamán a nitrogén tartalmú káros vegyületek eltávolítását vagy kevésbé mérgező formává alakítását értjük. Négy fő forrásból kerülhet be a szennyező nitrogén forma a rendszerbe. Ezek: (1) halak anyagcsere végtermékéből, (2) szerves törmelékből, (3) meg nem evett tápból és ürületekből és (4) az atmoszféra nitrogénjéből. (Tidwell, 2012).

A legjelentősebb veszélyt az ammónia jelenti (NH_3), mely legnagyobb mennyiségben a kopolyún keresztül távozik a halak szervezetéből. Már kis koncentrációban is letális lehet a halakra nézve. A kemo-autotrof baktériumok ezt nitritté (NO_2^-), majd nitráttá (NO_3^-) bontják, közben energiát nyernek. Ezt az aerob nitrogén konverziós folyamatot nitrifikációnak nevezzük. A nitrátot több mg/l-es koncentrációban is elviselik a halak. Ennek a koncentrációját vízcserével, hígítással csökkenthetjük a rendszerben. Általában ennek a feldúsuló nitrátnak a mennyisége határozza meg a minimális napi vízcsera mennyiségét, végsősoron a rendszer víztakarékos működésének hatékonyságát. A filterek igen nagy kolonizációs felülettel rendelkeznek (pl. 600 m^2/m^3 biomédia), így életteret biztosítva a hasznos baktériumok számára (Csorbai és mtsai, 2015).

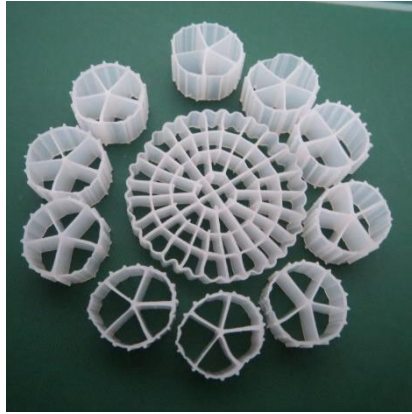
A heterotrof baktériumok viszont a széntartalmú vegyületeket oxidálják és így építik fel szervezetüket. E két baktérium csoport folyamatosan versengve van jelen a recirkulációs rendszerünkben, viszont biológiai szűrésre csak a nitrifikálókat használjuk. Amennyiben a heterotrof baktérium csoportok kerekednének felül és a magas szervesanyag-terhelés miatt elnyomnák a nitrifikáló közösségeket, úgy komoly vízminőség problémák jelentkezhetnek. Ezért rendkívül fontos az alapos és diverzifikált fizikai szűrés már a vízkezelés legelején (Péteri, 2013).

A biológia szűrésre többféle berendezés létezik. Ilyen például a csepegtetőtestes filter, a gyöngyszűrő és a mozgóágyas biofilter.

Csepegtetőtestes filter: Fajlagos felülete $150\text{m}^2/\text{m}^3$. A víz felülről folyik rá egy 1-5 m magas toronyra, ami bioblokkokból áll. A teljes felületet érnie kell a kezelendő víznek, naponta 1m^2 -ét legalább 100m^3 . A magas belső szabad térnek köszönhetően, ha légbefúvókat alkalmazunk a folyással szemben, kiválóan átlegegőztethető a víz ($\text{CO}_2\uparrow$).

Gyöngyszűrő: Fajlagos felülete $1100\text{m}^2/\text{m}^3$. Töltőanyaga 3-5 mm-es PVC, polipropilén vagy polietilén anyagú gyöngyökből áll. Egy hengert töltünk meg a gyöngyökkel és az alulról érkező víz egy rácsnak nyomja őket. Így mechanikai szűrés is létrejön, 5-10 μm -nél nagyobb elemeket sikeresen szűr ki. A gyöngyök felületén a baktériumok megtelepednek, de mivel szerves és szervesetlen terhelő anyagok keverednek, így bakteriális kompetíció várható. A két szűrési típus egy kompakt eszközben történő használatát pl. a helyhiány indokolhatja bizonyos esetekben. Az oxigénszint 2 mg/l alá nem mehet, mert a baktériumok itt csak a vízből jutnak hozzá. Gyakori tisztítás (visszamosás, akár automatikusan vezérelt) szükséges.

Mozgóágyas bioszűrő: Fajlagos felületet $500\text{-}800\text{m}^2/\text{m}^3$. Egy medencét nagy felületű műanyag töltettel töltünk meg, aminek az aljára levegőztetőt teszünk. Ezek mozgásban tartják a biomédiát, amiknek a felületén telepednek meg a baktériumok. A rendszer öntisztító, az ütközések leverik az elhalt biológiai réteget, helyet adva az új telepeknek (Timmons & Ebeling, 2007; Péteri, 2013; Csorbai és mtsai, 2015).



2. ábra. Műanyag szűrőtöltet (biomédia).
(<https://www.gustawater.com/bio-filter-media.html>)

2.2.4. Oxigén pótlása a rendszerben és egyéb gázok

A vízben, az oxigénnek minimum 90 Hgmm-es parciális nyomást kell mutatnia, hogy a halak számára optimális legyen a gázcsere. Mikor oxigénnel telítjük a vizet, a parciális nyomása 160 Hgmm. Ilyenkor az oxigén diffúzió egy $160-90=70$ Hgmm-es grádienszt mutat. (Barratt, 2005). Ennél alacsonyabb érték termelés csökkenést okozhat, oxigén hiányra érzékenyebb halaknál akár egészségkárosodást (stressz), elhullást. Rendszerüzemeltetés szempontjából a kritikusan alacsony oxigén szint nem csak az értéként megjelenő haláru szempontjából fontos, hanem a hasznos baktériumkolónia miatt is. Továbbiakban anoxikus körülmények között az üledékből kén-hidrogén (H_2S) szabadulhat fel, mely rendkívül káros a haltermelésre nézve. Az extrém magas oxigén tartalomnak rövid távon káros hatása nincsen, sőt, még termelésnövekménnyel is járhat (Péteri, 2013). Hosszú távon azonban sem gazdaságossági, sem haljóléti érdek nem fűződik a szuperszaturált szintek fenntartásához. Átlagosan elmondható, hogy 1 kg beetetett táphoz 0,5 kg cseppfolyós tiszta oxigén bevitele szükséges üzemi körülmények között (Csorbai és mtsai, 2015).

Mikor nem elég a bejuttatott levegő cc. 21tf% oxigén tartalma a fogyás pótlásához, folyékony, tiszta oxigént (LOX) használnak a recirkulációs rendszerekben. Ezt $-186^{\circ}C$ -on tárolják, 10 atm nyomáson, néhány m^3 -es tartályokban. Hőcserélőben elpárologtatják az innen kivezetett oxigént és elvezetik a felhasználás helyére. Fontos szempont, hogy áramszünet esetén is használható oxigén utánpótlásra. Tiszta oxigén bevitele nélkül, kizárólag levegőztetéssel megközelítőleg $40kg/m^3$ halsűrűséget tarthatunk el. Ez a határérték természetesen függ az adott

halfaj tolerancia adottságaitól is. Ezt a számot túllépve tiszta oxigén bejuttatásához kell folyamodnunk, így felemelhetjük a halsűrűségünket akár 170-200 kg/m³-ig (Péteri, 2013).

Az oxigéngenerátorok használatára külföldi példák már vannak. Az elve az, hogy nagy légköri áteresztőképesség mellett kiszűri a levegőből a nitrogén molekulákat pl. zeolit/kerámia szűrőkkel és így képes egy magas (85-95%-os) oxigén tartalmú gázelegyet képezni. Ennek az üzemeltetéséhez hálózati áramforrás szükséges. Ipari méretű rendszerekben az oxigén generátorok és a folyékony oxigén utánpótló berendezések kiegészíthetik egymást, így a legfontosabb rizikófaktor, az oxigénhiány valószínűsége eliminálható (Timmons & Ebeling, 2007; Péteri, 2013; Csorbai és mtsai, 2015).

Levegőztetésre, filtermédia mozgatásra, áramoltatásra légbefúvókat, kompresszorokat használnak, egyes esetekben axiál-ventillátorokat. 2,5 m vízoszlop nyomás felett magas nyomású levegőről beszélünk, mikor ezt kell előállítani, kompresszorokat használunk a recirkulációs rendszerekben. A legáltalánosabb megoldás a regeneratív légfúvók használata. Működési elve, egy lapátos, forgórész meghajtásán alapszik, ami vákuumot képezve beszívja a lapátok közé a légköri levegőt és nyomás alatt a vízbe oldja. 50m³/órától a néhány száz m³/óraig terjedhet el légszállításuk mértéke (Péteri, 2013).

A légköri oxigén beoldására levegőztető tornyokat vagy diffúzereket is használnak. A diffúzerek pórusokkal rendelkező testek/tömlők a medence alján. Rajtuk képes élőbevonat képződni, ami lerontja hatékonyságukat. Tisztíthatók hipóval és sósavval egyaránt, karbantartási időszakban. Rugalmas falú testek alkalmazásával megelőzhető a lerakódás, ugyanis a levegő áramlása közben ezeknek a fala rezgés alatt van, így nem képes lerakódni rá az élőbevonat. A beoldás hatékonysága függ a buborékok átmérőjétől, mennyiségétől, vízmélységtől és a víz oxigéntartalmától (Péteri, 2013; Csorbai és mtsai, 2015).

A szén-dioxid keletkezhet a halak respirációja által és a heterotróf bakteriális bontás során is. A magas széndioxid tartalom a vízben vér savanyító hatású és oxigén felvétel gátló hatással bír. A nitrifikáló baktériumokra károsan hat a biofiltereken. (Timmons & Ebeling 2007). Nagy hatékonyságú eltávolítása kémiai úton vagy csepegtető (trickling) tornyok alkalmazásával történik (degassing). Ezeket az elemeket a biofilter után, de a halnevelő tér előtt célszerű elhelyezni, így a baktériumok által termelt széndioxidot kivehetjük a rendszerből, mielőtt a halakhoz kerülne. A hatékonysága érdekében a kiszellőztetett széndioxidot érdemes az épületen kívülre juttatni. Folyamatos kilevegőztetéssel megfelelő szinten tartható az állandóan termelődő szén-dioxid mennyisége. Egy csepegtetőtestes biofilter, mely csökkenti a savasságot

előidéző szén-dioxid mennyiségét is, pH stabilizáló (puffer) funkcióval rendelkezik az üzemelés során (Péteri, 2013; Csorbai és mtsai, 2015).

2.2.5. Csíraszám csökkentés és fertőtlenítés módszerei

A RAS rendszerek vízében a különböző feldúsuló tápanyagok vízminőség romlást eredményezhetnek. A kémiai vegyszerek alkalmazása részben tiltott (élelmiszerbiztonság) és egészségügyi kockázattal járna a halakra, a hasznos nitrifikáló baktériumokra és a fogyasztókra nézve is. A vízminőség romlása viszont betegségekhez, elhulláshoz vagy a halak fejlődésének lassulásához vezethet. (Bio-UV Group, 2023). Egy betegség kialakulásához nem elég a kórokozó és a gazda jelenléte, bizonyosan szükséges a rossz környezeti állapot fennállása is (Horváth, 2000).

A recirkulációs rendszerekbe az UV-C fény és az ózont (O_3) abból a célból alkalmazzák, hogy eliminálják a különböző patogéneket (Péteri, 2013; Csorbai és mtsai, 2015). Magasabb víz hőmérséklet mellett hatékonyabb az UV fertőtlenítő képessége, viszont zavaros víz esetében kevésbé effektív. Célszerű az UV-lámpákat a biofilterek előtt, de a mechanikai szűrő berendezések után elhelyezni vagy egy külön vízkörben. Hatékony egy kvarccsőbe tenni a lámpákat és ezt a vízbe helyezni. Így nincs reflexió okozta veszteség, viszont a csövekre biológia filmréteg rakódhat, ami csökkenti az UV-áteresztését. Ezt a réteget rendszeresen el kell távolítani (Csorbai és mtsai, 2015).

A látható fénynél kisebb hullámhosszal rendelkező UV-C (~260-280 nm) tartomány nukleinsav roncsoló hatással rendelkezik. Az alacsonyrendű patogének magas reprodukciós rátával rendelkeznek. Ebben a felfokozott reprodukciós ciklusban nagy hatékonysággal terjedhetnek el káros mutációk, így a kezelés hatékonyan fokozza a kórokozó állományok összeomlását, vagy egyedszám csökkenését. A lámpákat nem célszerű kapcsolgatni, ugyanis csökkenti élettartamuk idejét, ami alapesetben 8000-12000 üzemóra lehet, minőségtől függően. Hatékonyságuk 3%-ot romlik havonta, csereperiódusuk folyamatos üzemelés mellett 1 év (Péteri, 2013).

Az ózon a természet egyik legerősebb oxidáló szere, egyszerűen és hatékonyan távolítja el a szennyező képleteket a rendszerből. Mivel spontán bomlik az eredeti formájává, oxigénné, amit befolyásol a víz tisztasága is, segít a víz oxigén visszapótlásában. Minél több szerves anyag található a vízben, az ózon annál gyorsabban bomlik, mivel minden szerves anyaggal reagál (Bio-UV Group, 2023). Az ózon képes oxidálni a biológiailag nehezen bontható szerves

anyagokat, amiknek növekedés gátló hatása van. A rendszer barna vize jelezheti ezeknek a túlzott jelenlétét. A kezelés után a barnás árnyalat enyhül, vagy megszűnik (Péteri, 2013). Az ózon roncsolja a sejtek kettős lipid hátyáit, így eliminálva azokat. 0,6-1,0 mg/l-es kontakt ózonkoncentrációt használnak RAS-ban. Az ózon és az UV kombinációban felerősítik egymás fertőtlenítő hatását. UV fény alkalmazása mellett nem szükséges nagyobb mértékű ózon adagolása, így biztonságosabb ezeket együtt alkalmazni (Péteri, 2013).

Termékminőség szempontjából is előnyös az ózon használata, mivel a halak szervezetében (izomzat) feldúsuló vegyületek (geosmin, MIB) eliminálásában is nagyon hatékony. E kellemetlen mellékíz (iszap íz) kialakításában résztvevő komponensek folyamatos bontásával magasabb értékű halhús állítható elő. 1 kg felhasznált haltáp mellé 13-24 g ózont javasolt a vízbe juttatni, aminek ugyan nincs nagy mértékű eliminációs képessége, viszont elősegítheti a halak növekedését és megmaradását a vízminőség javításán keresztül. Stressztűrő-képesség javító hatása is van, továbbiakban a takarmányhasznosulás eredményessége is növelhető vele (Csorbai és mtsai, 2015).

A vízbe juttatása bekeveréssel történik. Hasonló eszközökkel, mint az oxigén esetében szokták, bejuttatható az ózon, sőt, még hatékonyabb is a vízbe oldódása. Mielőtt az ózonnal kezelt vizet a halnevelő térbe visszaáramoltatnánk, be kell iktatni a víz kilevegőztetését, ugyanis az élő szervezetekre, így a halakra nézve is kis mértékű ózon már letális lehet (Csorbai és mtsai, 2015).

Az ózonmaradványokat kémiai úton, hidrogénperoxiddal vagy gáztalanító oszlopok használatával is el lehet távolítani (Péteri, 2013) Amennyiben az UV berendezés az ózon beoldó egységet követi, úgy a magas energiájú hullámhossz segít a reziduális ózon bontásában ($O_3 \rightarrow O_2$) (Péteri, 2013; Csorbai és mtsai, 2015).

2.3. A süllő



3. ábra. A Süllő (*Sander lucioperca*).
(<https://www.inaturalist.org/photos/60903772>)

2.3.1. Rendszertan

Osztály:	Csontos halak	(<i>Osteichthyes</i>)
Alosztály:	Sugaras úszójúak	(<i>Actinopterygii</i>)
Főrend:	Valódi csontoshalak	(<i>Teleostei</i>)
Rend:	Sügéralakúak	(<i>Perciformes</i>)
Alrend:	Sügéralkatúak	(<i>Pecoidei</i>)
Család:	Sügérfélék	(<i>Percidae</i>)
Nem:	<i>Sander</i>	
Faj:	<i>Sander lucioperca</i>	(Linné 1758)

2.3.2. Megjelenés

Megnyúlt és oldalról enyhén lapított test jellemzi. Testmagassága és hosszúsága arányát befolyásolja az ivara. Ikrásoknál a testhossz 5,5-szerese a testmagasságnak, a tejeseknél 6,3-szorosa. Hosszabb fej jellemzi, viszont testméreteihez viszonyítva nem nagy. Nagy szája csúcsba nyílik, szájszeglete a szemének hátsó vonaláig ér, esetenként azon is túl nyúlik. Állkapcsán és szádpadcsontján kapó, úgynevezett ebfogak sorakoznak. Ezek ránőtt fogszerű

képletek, gyökerük nincs. Kettő hátúszója elkülöníthető egymástól, legfeljebb tövüknél érintkeznek. Az első hátúszóban XIII-XIV kemény, a másodikban I-III kemény és 19-24 osztott (lágú) úszósugár található. A farok alatti úszóban II-III kemény és 11-14 osztott sugár van (Harka & Sallai, 2004; Ferincz és mtsai, 2023).

Apró, ctenoid típusú pikkelyei vannak, oldalvonala 80-97 darab pikkelyből áll. Felette 12-16, alatta 16-24 pikkelysor található. Sötét, szürkészöld háta és ezüstös alapszínnel rendelkező oldala van. A hátvontaltól a test közepéig körül vetőlegesen 8-12 sötét sáv húzódik. A has sárgásfehér színű. A has sárgásfehér színű. Hátúszói és a farokúszó fekete foltosokkal díszítettek. Páros úszói halványsárgás színűek. Színe szoros kapcsolatban van az aljzat színével és a víz jellegével, így élőhelyenként változó lehet. Közismert például, hogy a balatoni süllők világosabbak más vízterületeken élő fajtársaikhoz képest (Pintér, 1989, 2002).

2.3.3. Életmód

A fogassüllő viszonylag változatos élőhelyeken fordul elő. Igen jelentős állománya van a félsós vizű tengeröblökben, ahonnan megfigyelések alapján a tengerbe is kivándorol. Tavakban jobban szereti a kevésbé átlátszó vizeket, amik planktonban gazdagok. Nem szereti az iszapos közeget ugyanis a felkavaródó iszap szemcséi fulladást képesek okozni, ennél a kimondottan oxigénigényes halfajnál (Pintér, 1989, 2002). Szereti az akadós, gödrös aljzatú medreket, ahol nem nagy a vízáramlás. Tápláléka planktonevő halakból áll (pl. szélhajtó kűsz – *Alburnus alburnus*). A gödrök ivóhelyként képesek funkcionálni ennél a fajnál. A tejeseknek 3, az ikrásoknak 4 év kell ivaréretté válásukhoz. Márciusra a hímek sötét árnyalatúak lesznek, az ikrások kikerekednek, az ikrákkal teli petefészkeknek köszönhetően (Harka & Sallai, 2004).

Ivása 10 °C-kon kezdődik, 0,5-2 méterig terjedő vízben, kemény aljzaton és növényi felületen (fitofil). A hím megtisztítja és védelmezi a területet, ahol ívni kíván. Testtömeg-kg-onként 150-250 ezer 1-1.5mm átmérőjű ikrát rak le az ikrás. Az ikrák sokasága ellenére, a tejes agresszív őrző feladatot lát el és védelmezi a fészket, még a lárvák kikelése után is pár napig. Az ikrák fejlődésének optimális hőmérséklete 12-18°C. A megfelelő oxigénellátottság kulcsfontosságú a szaporodás sikerességéhez. A lárvák fényre érzékenyek, de kelésük után, 2-4 napon belül táplálkozni kezdenek. Első táplálékuk zooplankton, méghozzá a legkisebb tartományból (*Rotatoria*). Fejlődésük folyamán térnek át nagyobb táplálékra, kandicsrákokra, majd árvaszúnyog lárvákra (Pintér, 1989, 2002; Horváth, 2000).

2.3.4. A süllő intenzív (RAS) nevelése

A domesztikált süllőt ugyan lehetséges tavi akvakultúrákban nevelni, de más ragadozó halfajokhoz viszonyítva, a túlélési esélyei redukáltak. Ezzel ellentétben egy ingerszegény és stabilan kontrollált RAS rendszerben, táppal nevelve csökkenthető a mortalitás (Molnár, 2004; Horváth, 2015). A süllő intenzív nevelésének sikerességét és a kimagasló termelési értékét sok tényező befolyásolja. Ilyen a hőmérséklet, a telepítési sűrűség, az oldott oxigén mennyisége, a fény (megvilágítás módszere) és a takarmányozási stratégia. A süllő széles skálájú hőmérsékleti optimummal rendelkező halfaj (10-28 °C) (Frisk et al., 2012). Az áruhal nevelése 27-28 °C-on optimális (Csorbai és mtsai, 2015). A halakat különböző méretek/korosztály alapján, más-más egyedsűrűségi mutatókat alkalmazva kell nevelni. A FAO (fao.org, 2012-2015) szerint a kezdeti nevelési fázisban (15-100 g) 10-30kg/m³ lehet a telepítési sűrűség 2-5 m³-es kádak esetén. 20-30 m³-es medencéknél, a nevelés előrehaladtával, a már 1 kg körüli halak 80 kg/m³-es sűrűségben tarthatóak. Legalább 2 alkalommal érdemes válogatni az egyedeket méret szerint, a kannibalizmus (4. ábra) visszaszorítása miatt.



4. ábra. Kannibalizmus süllőnél.

Balra: elfogyasztott, majd visszaöklendezett egyedek. Jobbra: kannibál süllő, mely elhullott a fajtársa elfogyasztása közben (fotó: Belicky Gábor)

Mivel fényérzékeny és fénykerülő faj, 100 lux fölé nem ajánlott menni a nevelési körülmények kialakításánál (Csorbai és mtsai, 2015). A hosszabb fénysugarak (piros-sárga) alkalmazásánál nő a táplálék felvétel és a növekedési értékek is. A hal nyugodtabb állapotba kerül, így javallott a piros fényforrás használata (Luchiari et al., 2009). Ez imitálja a napnyugtát és napkeltét, mikor

természetes közegben a süllyő táplálékot keres (Poulet et al., 2005). Életfenntartó oxigénigénye 2 mg/l, de minimálisan 5 mg/l oldott oxigén tartalom esetén képes jó növekedési erélyt elérni. Különösen fontos ez, ha a vízhőmérsékletet a növekedési erély fokozása érdekében emeljük, ugyanis a vízben fizikálisan oldható oxigén mennyisége a hőmérséklet növekedésével csökken (Pintér, 1989, 2002; Csorbai és mtsai. 2015). Takarmányozása során a magas fehérje tartalmú (42-50%) és alacsonyabb zsírtartalmú táp (8-14%) alkalmazandó. A pellet méretét mindig a növendék (száj) méretéhez kell igazítani, de a növekedés előrehaladtával áruhalnevelésnél akár 10 mm szemcseméretet meghaladó táp is alkalmazható. Úszó és süllyedő tápot alkalmazó technológiákat is használnak egyes termelők. 1 kg alatti egyednek az FCR értéke megközelítőleg 1, nagyobb méreteknél pedig 1,3-1,5 (Horváth, 2015).

3. Anyag és módszertan

Kísérleti rendszer

A tápra szoktatás nyolc darab egyenként 300 literes (100 cm x 60 cm x 50 cm) akváriumban történt, melyek egyedileg voltak levegőztetve, és egyedileg biofilterrel, valamint UV-C szűrővel voltak ellátva. A tenyésztőegység harminc 65 literes (60 cm * 30 cm * 30 cm), levegőztetett akváriumot tartalmazott, amelyek egy recirkulációs rendszer részei voltak. A rendszer teljes térfogata 2500 L volt, mely egy egyszerű bioszűrő egységhez volt csatlakoztatva. A napi vízcsere mértéke a teljes térfogat kb. 10%-a volt. A vízáramlási sebességet 1,5 L min⁻¹-re állítottuk be, a hőmérsékletet pedig 21 ± 0,5 °C-on tartottuk.

Kísérleti halak

A süllő ivadékokat (*Sander lucioperca* Linnaeus 1758) (átlagos standard testhossz 38,4±0,6 mm, N=2000) a BO-FA Halgazdaságból (Attala, Magyarország) vásároltuk. A tenyészhalakat hormonindukcióval stimulálták, majd fejték, a megtermékenyített ikrákat kontrolláltan keltették. Az ivadéknevelést megfelelően előkészített kis tavakban végezték. Az ivadékokat 35 napos korukban szállítottuk be a kísérlet helyszínére.

Összesen 2000 egyedtel telepítettünk nyolc, egyenként 300 literes akváriumba (a halsűrűség 0,8 egyed/l volt). Az első és a második napon a halakat naponta kétszer (reggel 8 órakor és este 6 órakor) *ad libitum* darabolt *Tubifex*-szel etettük. Az élő eleségről a pelletált takarmányra való áttérés során, a harmadik naptól kezdve a darabolt *Tubifex*-et pellethez kevertük. Kezdetben a *Tubifex*-et és a pelletet egyenlő mennyiségben alkalmaztuk, majd a *Tubifex* arányát fokozatosan csökkentettük, miközben a pellet méretét 1,5 mm-ről 3 mm-re növeltük. A pellet 54% nyersfehérjét, 18,1% nyerszsírt és 27,9% nmka-t (nitrogénmentes kivonható anyagok: főleg szénhidrátok) tartalmazott.

Adatgyűjtés

A sikeres tápraszkotatást követően a halakat egyedileg jelöltük egy a faroknyélre közvetlenül az úszó mögé erősített, színes, műanyag jelölővel (5. ábra). A jelölő a felerősítést követően nem befolyásolta a halak mozgását és rövid időn belül újra elfogadták a tápot. A jelölő színek kombinációjával és a halak helyzetének detektálásával a teljesen egyedi azonosításuk vált lehetővé. A kontrasztos színkombinációk - a kísérleti térben alkalmazott félhomály ellenére - bármely oldalról jól leolvashatóak voltak. A kísérletbe beállított egyedeket a jelöléssel egyidőben egyedileg 0,01 g pontossággal lemértük (Radwag WTC 2100.R1). A mérést és

jelölést megelőzően a halakat szegfűszeg olajos fürdőben (Naturol, Biopont Kft., 10 csepp/10 liter víz) bódítottuk el a stressz csökkentése érdekében.

A mérést és az egyedi jelölést követően a halakat a kísérleti rendszer akváriumaiba telepítettük 4 egyed / akvárium sűrűségben. A telepítés során közel azonos méretű egyedeket helyeztünk el egy-egy akváriumba, hogy elkerüljük a túlzott méretkülönbségeken alapuló kiugró eredményeket. A feltelepített halak átlagos tömege $14,76 \pm 5,60$ g volt.



5. ábra. Az egyedileg jelölt süllők egy összesített kísérleti csoportja (saját fotó).

A feltelepítést követően a halak egy 21 napos etetési kísérletben vettek részt. A vizsgálat során egyedi szinten mértük a takarmányfogyasztást. Ez gyakorlatban a halak által a napi két etetés alatt elfogyasztott pellet szemek számának rögzítésével történt. Az etetés során minden akváriumba szemenként dobáltuk be a pelletet, és az elfogyasztását követően rögzítettük, melyik egyed ette meg. Előzőleg megmértünk 100 pelletet 10 ismétlésben, és így meghatároztuk az átlagos pelletméretet (0,07g). Az étkezések alatt az összesen elfogyasztott szemek számának és az átlagos pelletméretnek a szorzata eredményezte az egyedi takarmányfogyasztást.

Az adatok alapján specifikus növekedési rátát számoltunk az alábbi képlettel:

$$SGR = (\ln(\text{végső tömeg}) - \ln(\text{kezdeti tömeg})) \times \text{etelési napok száma}^{-1} \times 100$$

A takarmányértékesítést a takarmány száraz tömegének és a haltesttömeg növekedésének hányadosaként számítottuk a teljes periódusra nézve.

$$FCR = \text{beetett táptömeg} / (\text{haltesttömeg végső} - \text{haltesttömeg kezdeti})$$

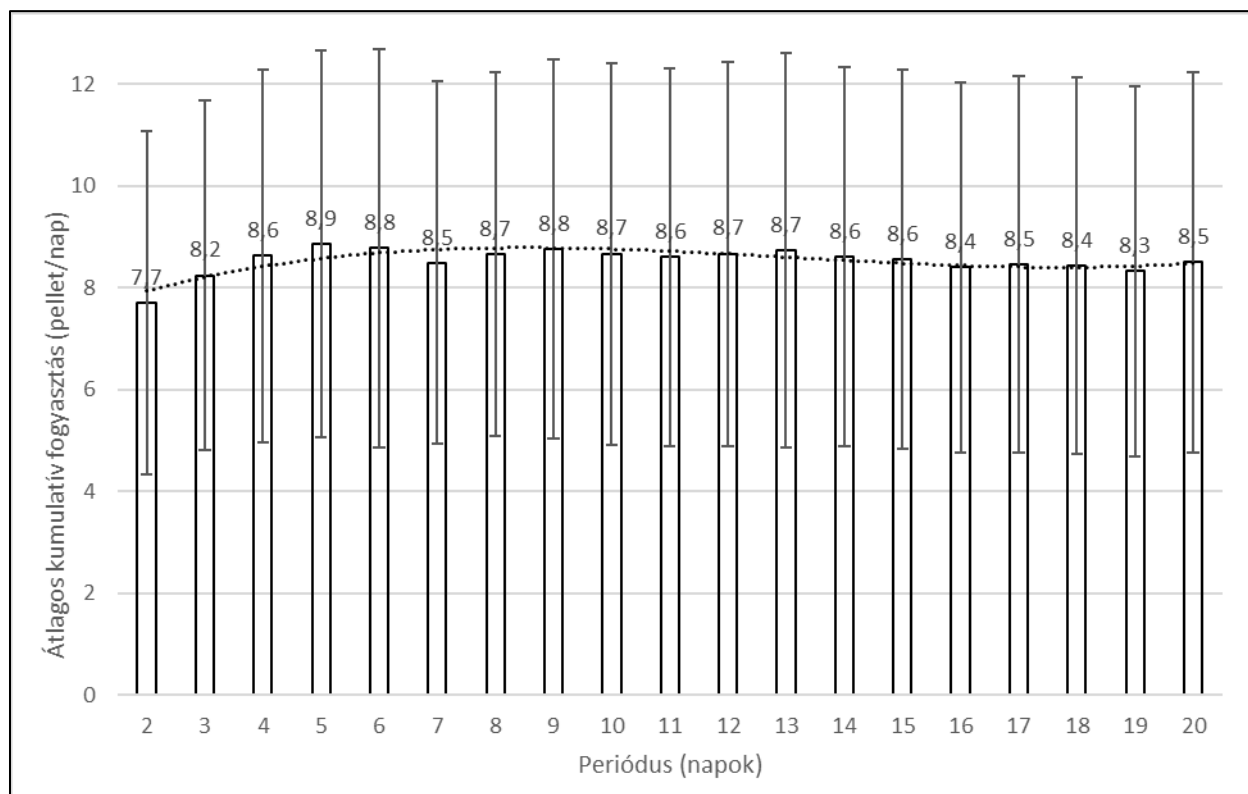
Statisztikai értékelés:

Az egyedi napi kumulatív takarmányfogyasztás időbeli változását RM ANOVA segítségével vizsgáltuk, 5 napos periódusok összehasonlításával. A szükséges kísérleti napok (étkezések) számának meghatározásához a teljes periódus alatt mért takarmányfelvétel és az egyes egymásutáni kumulatív takarmányfelvételek értékei közt Spearman korrelációt és az ismételtetőség meghatározásához intra-class korrelációt számoltunk.

4. Eredmények

Egyéni takarmányfelvételi mérések

Az első öt nap átlagos kumulatív fogyasztása szignifikánsan magasabb, mint a teljes időszaké (ANOVA, F, df P). A 10 és 15 napos időszakok átlagos kumulatív fogyasztása azonban nem különbözik (ANOVA, F, df P) a teljes időszaktól (6. ábra).



6. ábra. Az átlagos kumulatív fogyasztás alakulása a kísérlet során.

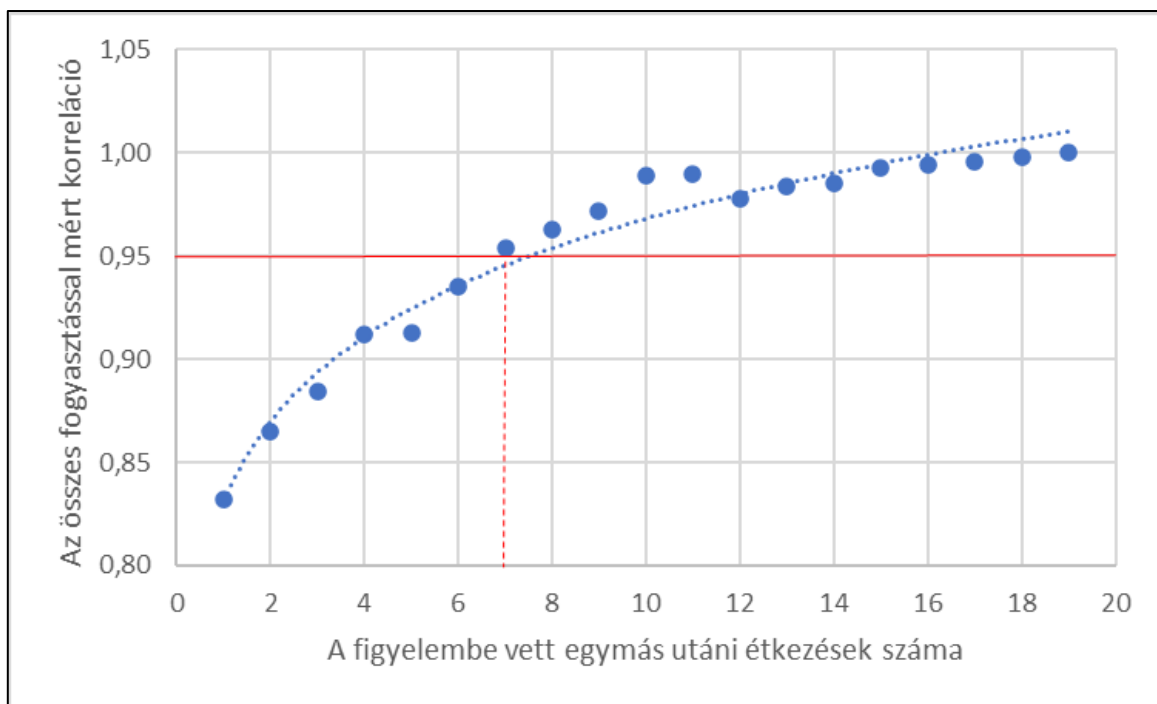
A teljes időszak alatt a napi átlagos pelletfogyasztás egyedenként 8,5 darab volt. Ez 595 mg takarmánynak felel meg; a standard hiba 32 mg volt, ami a becsült napi takarmányfelvétel 5,3%-a. Az étkezésenként mért értékek összefoglalása az 1. táblázatban található.

1. táblázat. Az egyéni takarmányfelvétel összesített statisztikája (grammban kifejezve) minden egyes mért étkezésnél.

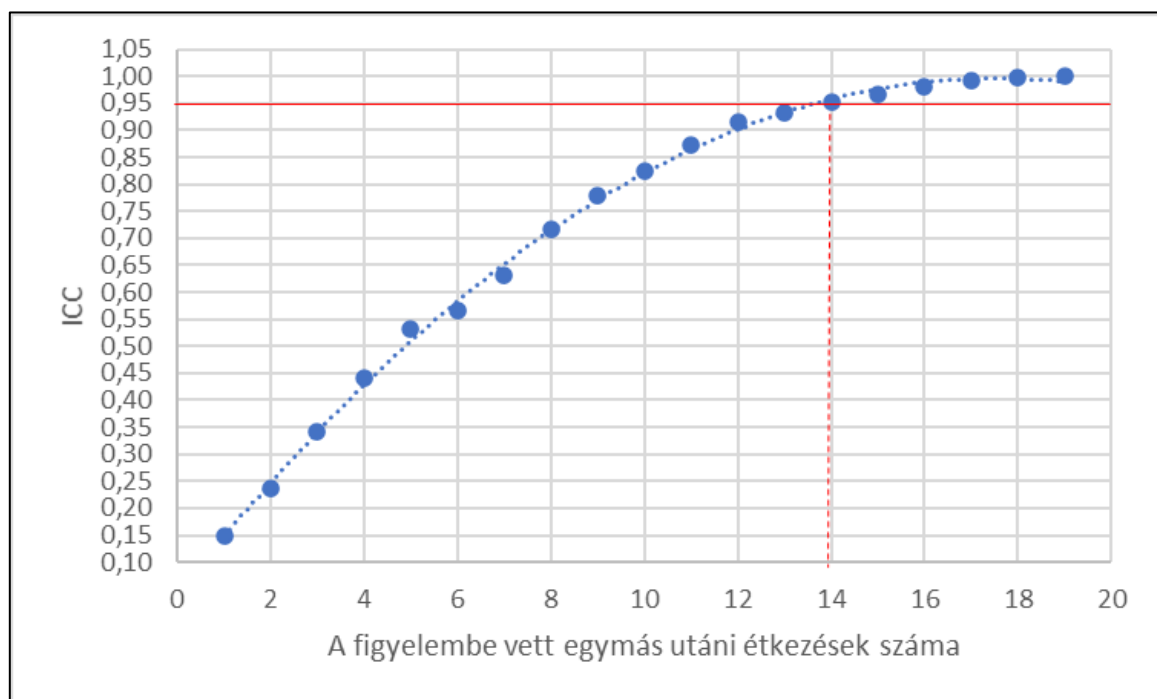
Étkezés	N	Átlag	Minimum	Maximum	CV (%)
1	72	0,48	0,07	1,26	56,52
2	72	0,57	0,00	1,47	53,79
3	72	0,63	0,07	1,26	47,21
4	71	0,66	0,00	1,54	56,49
5	71	0,67	0,00	1,61	57,00
6	70	0,57	0,00	1,47	64,45
7	70	0,46	0,00	1,12	49,73
8	70	0,69	0,00	1,89	51,37
9	70	0,64	0,00	1,82	69,11
10	70	0,54	0,00	1,89	74,59
11	70	0,53	0,00	1,47	66,85
12	70	0,65	0,00	1,96	61,38
13	67	0,66	0,00	1,82	64,25
14	67	0,48	0,00	1,47	64,18
15	67	0,55	0,00	1,75	67,42
16	67	0,41	0,00	1,33	74,04
17	67	0,64	0,00	1,82	63,14
18	67	0,56	0,00	1,89	65,32
19	66	0,44	0,00	1,40	71,01
20	66	0,83	0,00	1,82	54,00

Jelmagyarázat: N – elemszám, CV % - variációs koefficiens (relatív szórás).

Az egymást követő étkezések kumulatív takarmányfelvétele és a teljes periódus alatt mért takarmányfelvétel közti Spearman korreláció értéke a hetedik étkezést követően haladta meg a 0,95-ös értéket, mely alapján már az első hetet követően megfelelően becsülhető az egyedi takarmányfelvétel (7. ábra). Azonban a mérés ismételhetősége az ugyanezen paraméterekből számított intra-class korreláció alapján csak a 14 egymást követő étkezés után érte el és maradt 0,95 érték felett (8. ábra.)



7. ábra. Az összes takarmányfogyasztás és az x egymást követő étkezés (1-től 19-ig) közötti Spearman- korrelációk változása.



8. ábra. Az összes takarmányfogyasztás és az x egymást követő étkezés (1-től 19-ig) közötti intra-class korrelációs kapcsolatok jellemzése a statisztikailag helytálló megismételhetőség érdekében.

A vizsgált termelési paraméterek alapján megállapítható, hogy mind a specifikus növekedési ráta (SGR), mind a takarmányértékesítési együttható (FCR) esetében jelentős egyedi különbségek voltak megfigyelhetőek a beállított kísérletben (2. táblázat). Az eredményül kapott értékek illeszkednek ahhoz a viszonylag tág intervallumhoz (0,64-3,9%), melyet Horváth 2015-ös munkájában a szakirodalom feldolgozása során feltárt. Az eredmények összevethetőségénél mindenképp meg kell említeni, hogy a vizsgált paraméterek kapott értékeit nagyban befolyásolják a különböző nevelési hőmérsékletek, illetve azok állandósága.

2. táblázat. A mért termelési paraméterek jellemzői a kísérlet alatt.

	N	Minimum	Maximum	Átlag	Szórás
Takarmányfogyasztás (g)	72	0,35	25,83	11,19	5,60
SGR (%/nap)	66	0,76	3,23	1,39	0,38
Tömeggyarapodás (g)	66	3,45	37,51	12,16	6,00
FCR (g/g)	66	0,67	1,58	1,00	0,13

Jelmagyarázat: N – elemszám, SGR – specifikus növekedési ráta, FCR – takarmányértékesítési együttható.

A jelölőszínek kombinálásának köszönhetően lehetőségünk volt egyedszintű megfigyelésre. A 3. táblázatban szereplő 47-es kód számú egyed minden vizsgált paraméter szerint a legjobban teljesítő 5 egyed csoportjába került. Ez arra utalhat, hogy a magas fogyasztás/étvágy, jó hasznosítással és kiváló tömeggyarapodással párosul. A táblázat további egyedeit figyelembe véve viszont kiderül, hogy nem ez a jellemző tendencia.

3. táblázat. A legjobban és a legrosszabbul teljesítő egyedek termelési paraméterei.

		Takarmány-fogyasztás		SGR		Tömeg-gyarapodás		FCR	
		hal ID	érték	hal ID	érték	hal ID	érték	hal ID	érték
Legjobb	1	57	25,83	47	3,23	47	37,51	47	0,67
	2	47	24,99	26	2,14	57	25,31	42	0,74
	3	43	21,07	1	2,06	54	23,27	50	0,81
	4	54	20,79	27	1,91	59	21,15	26	0,83
	5	59	20,65	54	1,83	41	20,74	66	0,85
Legrosszabb	1	21	3,71	62	0,76	21	3,45	62	1,58
	2	32	4,69	21	0,77	17	4,28	7	1,20
	3	30	4,83	14	0,80	13	4,78	53	1,20
	4	17	5,04	12	0,93	32	4,97	17	1,18
	5	37	5,25	13	0,96	30	4,97	12	1,16

Jelmagyarázat: SGR – specifikus növekedési ráta, FCR – takarmányértékesítési együttható. A sárgával kiemelt egyed minden vizsgált paraméter szerint a kiemelkedő csoportba tartozott.

5. Következtetések és javaslatok

A 6. ábra értelmezése szerint, a kísérlet első hetének végére stabilizálódik és a következő hetekre nézve statisztikai bizonyossággal rögzül az átlagos kumulált takarmányfelvétel mértéke. Ez gyakorlatban azt jelenti, hogy adott környezeti körülmények között, és adott módszerrel vizsgálva az állomány takarmányfelvétele reprezentatív már az első hét végén és továbbiakban becsülhető a teljes vizsgálati időre nézve (7. ábra). Ugyanakkor egy szigorúbb statisztikai módszertant is alkalmaztunk a kísérleti megismételhetőség és az intra-class korrelációs (ICC) kapcsolatok leírása érdekében, mely szerint egy 14 napos vizsgálati intervallum válik indokolttá. Eredményeink szerint, adott paraméterek között vizsgálva az intenzív tápos süllőnevelést, már egy 2 hetes megfigyelés elégséges ahhoz, hogy mért adatainkkal a minimum 95%-os konfidencia intervallumon belülre kerüljünk (8. ábra).

A dolgozatomban bemutatott kísérlet eredményeit felhasználva, a keszthelyi Alkalmazott Halbiológiai Tanszék (MATE AKI) kutatóival közösen már egy újabb és hatékonyabb protokollt követő 14 napos vizsgálatot is beállítottunk (adatok feldolgozás alatt), mellyel jelentősen fel tudtuk gyorsítani a kísérletes munkát. Mivel RAS körülmények között süllővel dolgozni kihívásokkal teli vállalkozás, így egyáltalán nem volt mellékes, hogy az eredményeink hatékonyabbá tudták tenni a jövőbeli munkákat.

A recirkulációs rendszerek jövőbeli használatát - mind a kutatói, mind a termelői szektorban - a környezettudatosság indokolja. Rövidebb és hatékonyabb kísérletek elvégzésével értékes erőforrások spórolhatóak meg (élőmunka, víz, elektromos energia, haltáp), így az intenzív nevelés környezeti hatása tovább csökkenthető.

Véleményem szerint, a vizsgálat eredményeire támaszkodva tetemes időt spórolhatunk meg a jövőben, hiszen egy ilyen kísérlet időigénye igen magas (limitált laboridő). A rendelkezésre álló kutatási idő (BSc, MSc, PhD) alatt több hatékony, hasonlóan többletényezősen dokumentált és reprezentatív kísérlet végezhető el, mely végsősoron a tudományos eredmények számát növelheti.

A süllő domesztikációja és a faj genetikai erőforrásainak RAS specifikus kihasználása előtérbe került az elmúlt évtizedben. Fontos szempont, hogy zárt intenzív körülmények között jól és hatékonyan növekedjen az egyed. A 3. táblázatban szereplő legjobban és legrosszabbul teljesítő 5-5 egyed szerepe igen fontos. Mindösszesen egy egyed, a 47-es azonosítójú volt kiemelkedő minden mért paraméter szerint. Nincs olyan egyed a leggyengébb csoportban, amely minden

esetben rosszul teljesített. Tehát a legkevesebb tápot fogyasztó nem bizonyosan a legrosszabbul növekedő egyed. Ez azt mutatja, hogy a növekedés mögött komplex genetikai és környezeti tényezők állnak. A legjobb takarmányértékesítő (FCR) egyedek alig fednek át a legmagasabb mennyiségben tápot fogyasztó egyedekkel. **Egy kevés takarmányt, de hatékonyabban hasznosító szelekciós vonal értékesebb lehet a haltermelőnek, mint egy rengeteg tápot felvevő, de ahhoz képest arányában nem kiugróan növekedő/hasznosító állomány.**

Vizsgálatainkat a jövőben érdemes kiszélesíteni további paraméterekre nézve is, így jobban kialakítható majd, hogy mely termelési mutatókra érdemes a szelekciót a jövőben kihegyezni. Minél inkább előrébb haladunk a süllő specifikus domesztikációja irányába, annál inkább felgyorsíthatjuk azt a folyamatot, hogy hazánk ponty domináns haltermelése egy értékesebb, a nyugat-európai piacok által keresett tömegtermékkel bővüljön.

6. Összefoglalás

Kísérletemben a süllő (*Sander lucioperca*) egyedi takarmányfelvételét és takarmányértékesítését vizsgáltam kontrollált laboratóriumi körülmények között recirkulációs rendszerben. A zárt intenzív nevelés során a következő termelési paramétereket vizsgáltam: takarmányfelvétel, specifikus növekedési ráta (SGR), takarmányértékesítési együttható (FCR). A kísérleti állományt előzőleg tápra szoktatott egyedekből állítottam össze és minden halat egyedileg jelöltem egy faroknyélre rögzített műanyag jelölővel (egyedi színek kombinációk). Az egyedi jelölések nem befolyásolták a halak mozgását és étvágyát, mivel a felhelyezést követően, a megfelelően kondicionált halak már másnap táplálkoztak.

Eredményeim alapján megállapítható, hogy a - megközelítőleg tavi egynyaras méretű süllőnél - beállított zárt rendszerű kísérletek során érdemes egy 2 hetes periódust vizsgálni takarmányozási kísérleteknél. Kísérletem első 5 napjában az átlagos kumulatív tápfogyasztás magasabb volt, mint az azt követő időszakokban.

A vizsgált paraméterek jellemzően nem összecsengően kiválóak, illetve kiugróan lemaradók a legjobban és legrosszabban teljesítő egyedeknél. Ezért fontos a jövőben pontosan meghatározni, hogy szelekciós programokban mik a legfontosabbak tényezők. Vizsgálatom szerint, egy kiugróan nagy mennyiséget fogyasztó egyed, többségében nem biztosan remekel a növekedésben és a takarmányértékesítésben. Egy kevés takarmányt, de hatékonyabban hasznosító szelekciós vonal értékesebb lehet a haltermelőnek, mint egy rengeteg tápot felvevő, de ahhoz képest arányában nem kiugróan növekedő/hasznosító állomány.

A kísérleti eredmények nagyban hozzájárulhatnak a gazdaságosabb precíziós süllő neveléshez a jövőben. Ez kiugrási pont lehet a jelenleg tógazdasági dominanciával rendelkező, főleg pontyot termelő hazai akvakultúra ágazatnak.

7. Irodalomjegyzék

Balogh J., Bercsényi M., Bozáné B. E., Csörgits G., Gábor J., Hajtun G., Králik H., Lengyel P., Lévai F., Mihalics V., Németh I., Udvari Z., Szűcs I., Urbányi B., Váradi L., Horváth L. (2018) Halgazdálkodás és érdekképviselés Magyarországon, p. 14-30.

Barratt, R. (2005) Dissolved Oxygen Criteria for Fish Culture. *Hatchery International*, May/June p. 12-13.

Bio-UV Group (2023) Aquaculture catalogue, Triogen. p. 2-3.

Cripps, S.J., Bergheim, A. (2000) Solid management and removal for intensive land-based aquaculture production systems. *Aquacultural Engineering* (22) p. 35-56.

Csorbai B., Péteri A., Urbányi B. (szerk.) (2015) Intenzív haltenyésztés. Gödöllő. Kiadja a Szent István Egyetem megbízásából a Vármédia-Print Kft, 248 pp.

Davidson, J., Summerfelt, S.T. (2005) Solid removal from a coldwater recirculating system-comparison of a swirl separator and radial-flow settler. *Aquacultural Engineering* (33) p. 47-61.

fao.org/fishery/en/culturedspecies/sander_luciperca/en

Ferincz, Á., Staszny, Á., Dérer, I., Urbányi, B. (szerkesztők) (2023) Magyar halkönyv. Magyar Országos Horgász Szövetség, Budapest. 360 pp.

Frisk M., Skov P. V., Steffensen J. F. (2012) Thermal optimum for pikeperch and the use of ventilation frequency as a predictor of metabolic rate. *Aquaculture*. p. 151-157.

Gál, D., Szabó, P., Pekár, F., & Váradi, L. (2003). Experiments on the nutrient removal and retention of a pond recirculation system. *Hydrobiologia*, 506, 767-772.

halaszat.kormany.hu - Recirkulációs rendszerű intenzív halnevelő építése a Jászkiséri Halas Kft. telephelyén (összeállította: Csorbai Balázs), A Szarvas-Fish Kft. Intenzív-üzemi haltermelése

Hancz Cs. (2007) Haltenyésztés. Egyetemi jegyzet, Kaposvár. 262 pp.

Harka, Á., Sallai, Z. (2004) Magyarország halfaunája. Nimfea T. E., Szarvas. 269 pp.

Hermann, O. (1887). A magyar halászat könyve, 1-2.

Horváth, L. (2000) Halbiológia és haltenyésztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Horváth, Z. (2015) Tavi egynyaras süllő intenzív rendszerbe történő beszoktatásához szükséges technológiai elemek vizsgálata. Doktori (PhD) értekezés. Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely, Festetics Doktori Iskola. 124 pp.

Kerepeczki, É., Gál, D., Kosáros, T., Hegedűs, R., Gyalog, G., & Pekár, F. (2011) Natural water treatment method for intensive aquaculture effluent purification. *Studia Universitatis Vasile Goldis Seria Stiintele Vietii (Life Sciences Series)*, 21(4).

Kerepeczki, É., Gál, D., Szabó, P., & Pekár, F. (2003) Preliminary investigations on the nutrient removal efficiency of a wetland-type ecosystem. *Hydrobiologia*, 506(509), 665-670.

Kiss, G. (2024a). LEHALÁSZÁS JELENTÉS 2007-2023. AKI

Kiss, G. (2024b). Lehalászás jelentés (2023). AKI, XXIX. évfolyam, 1. szám, 36 pp.

Luchiari, A. C., De Morais Freire, F. A., Koskela, J., Pirhonen, J. (2006) Light intensity preference of juvenile pikeperch *Sander lucioerca* (L.) *Aquaculture Research* 37(15), 1572-1577.

Magyar Akvakultúra és Halászati Szakmaközi Szervezet honlapja. Letöltés dátuma: 2024. 10.16. forrás: <http://new.magyarhal.hu/Rolunk>

Molnar T., Hancz Cs., Bódis M., Müller T., Bercsényi M., Horn P. (2004). The effect of initial stocking density on growth and survival of pike-perch fingerlings reared under intensive conditions (12) p. 181-189.

Ördög, V. (szerk.) (2011) Haltenyésztés. Nyugat-Magyarországi Egyetem - Kaposvári Egyetem – Pannon Egyetem. „E-tananyag” az Állattenyésztő mérnöki BSc szak hallgatói számára. 110 pp.

Péteri A. (szerk.) (2013) A recirkulációs rendszerekben történő üzemi halnevelés biológiai és technikai háttere, valamint Kelet-Európai alkalmazásának lehetőségei. Magyar Akvakultúra Szövetsége, p. 8-9, 17-18, 25-27, 43-45.

Pintér K., (1989, 2002). Magyarország halai. Budapest. Akadémia Kiadó. 173 pp.

Poulet, N., Arzel, C., Messad, S., Lek, S., Argillier, C. (2005) Diel activity of adult pikeperch *Sander lucioerca* (L.) in a drainage canal in the Mediterranean basin during spring. *Hydrobiologia*, 543 (1) 79-90.

Tidwell, J. H. (2012) Aquaculture production systems (Vol. 434). Oxford, UK: Wiley-Blackwell.

Timmons, M.B., Ebeling, J.M. (2007) Recirculating Aquaculture. NRAC. Publications No. 01-007. Cyuga Aqua Ventures, Ithaca, NY. 975 pp.

Twaroswka, J.G, Westerman, P.W., Losordo, T.M (1997) Water treatment and waste characterization evaluation of an intensive recirculating fish production system. *Aquacultural Engineering* (16) p. 133-147.

8. Köszönetnyilvánítás

Hálát adok a Mi Urunknak, Jézus Krisztusnak, aki végig segít az életemben, ha meg is fáradok az Úton, múltamtól függetlenített szeretetéért.

Hálásan köszönöm konzulenseimnek, Dr. Molnár Tamás Gergelynek és Dr. Beliczky Gábor Péternek a türelmes és segítőkész, támogató munkájukat szakdolgozatomban. Értékes tapasztalatokkal és információkkal láttak el engem.

Mindemellett köszönöm a keszthelyi MATE Georgikon Campuson működő Alkalmazott Halbiológiai Tanszék (hallabor) munkatársainak támogatását.

Végül köszönöm segítő szüleimnek, önfeláldozó és nevelő tanításukat.

9. Táblázatok és ábrák jegyzéke

Ábrák:

- 5. ábra. Magyarországon intenzív rendszerekben megtermelt halak megoszlása.
- 2. ábra. Műanyag szűrőtöltet (biomádia).
- 3. ábra. A Süllő (*Sander lucioperca*).
- 4. ábra. Kannibalizmus süllőnél.
- 5. ábra. Az egyedileg jelölt süllők egy kísérleti csoportja.
- 6. ábra. Az átlagos kumulatív fogyasztás alakulása a kísérlet során.
- 7. ábra. Az összes takarmányfogyasztás és az x egymást követő étkezés (1-től 19-ig) közötti Spearman- korrelációk változása.
- 8. ábra: Az összes takarmányfogyasztás és az x egymást követő étkezés (1-től 19-ig) közötti intra-class korrelációs kapcsolatok jellemzése a statisztikailag helytálló megismételhetőség érdekében.

Táblázatok:

- 1. táblázat. Az egyéni takarmányfelvétel összesített statisztikája (grammban kifejezve) minden egyes mért étkezésnél.
- 2. táblázat. A mért termelési paraméterek jellemzői a kísérlet alatt.
- 3. táblázat. A legjobban és legrosszabbul teljesítő egyedek az eltérő termelési paraméterek alapján.

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

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: FERKOVICS LÁSZLÓ
A Hallgató Neptun kódja: APPX14
A dolgozat címe: Tájon nevelt níllo (sander lucioperca) etetelen egyedek takarmány-
értékelését befolyásoló tényezők vizsgálata
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: AKVAKULTÚRA ÉS KÖRNYEZETBIZTONSÁG
A konzulens tanszékének a neve: HALBIOLÓGIAI

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 mindenkori 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: KESZTHELY 2024 év NOVEMBER hó 11 nap

Ferkovics László
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

MATE¹ Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

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

4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

Ferkovics László (hallgató Neptun azonosítója: **APPX1H**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot 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: Keszthely, 2024. november 10.



Dr. Beliczky Gábor Péter
belső konzulens



Dr. Molnár Tamás Gergely
belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendó.

³ A megfelelő aláhúzendó.

